

# TEIL 7

## FOLGENABSCHÄTZUNG

### — Anhang 5 —

## Bevölkerung und menschliche Gesundheit

### Platz des ANHANGs in der Impact-Studium

>> Nicht-technische Zusammenfassung, Allgemeine Zusammenfassung, Kapitel 1 bis 14: siehe Hauptordner

Anhang 1 – Radioaktive Stoffe

Anhang 2 – Chemikalien

Anhang 3 – Oberflächengewässer

Anhang 4 – Böden und Grundwasser

**Anhang 5 – Bevölkerung und menschliche Gesundheit**

Anhang 6 – Biodiversität

## ZUSAMMENFASSUNG

PRESENTATION DE L'ANNEXE 5 .....	7
1. EVALUATION DE L'IMPACT DOSIMETRIQUE A L'HOMME DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS .....	8
1.1. CARACTERISATION DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS .....	8
1.2. EVALUATION DES TRANSFERTS DANS L'ENVIRONNEMENT .....	10
1.2.1. Transferts en milieu atmosphérique .....	10
1.2.2. Transferts en milieu fluvial .....	10
1.2.3. Transferts en milieu agricole.....	11

1.2.3.1.	Transferts dans les végétaux .....	11
1.2.3.2.	Transferts dans les produits d'origine animale .....	12
1.3.	EVALUATION DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS .....	13
1.3.1.	Voies d'exposition et classes d'âge .....	13
1.3.3.	Variables humaines d'exposition .....	15
1.3.3.1.	Rations alimentaires .....	15
1.3.3.2.	Débits respiratoires .....	16
1.3.3.3.	Budgets-temps .....	17
1.4.	RESULTATS DE L'IMPACT DOSIMETRIQUE A L'HOMME DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS .....	18
1.4.1.	Résultats de la phase 1 pour les rejets atmosphériques et de l'année type 0 pour les rejets liquides	18
1.4.2.	Résultats de la phase 1 pour les rejets atmosphériques et de l'année type 1 pour les rejets liquides .....	21
1.4.3.	Résultats de la phase 2 pour les rejets atmosphériques et de l'année type 0 pour les rejets liquides .....	24
1.4.4.	Résultats de la phase 2 pour les rejets atmosphériques et de l'année type 2 pour les rejets liquides .....	27
1.4.5.	Résultats de la phase 3 pour les rejets atmosphériques et de l'année type 0 pour les rejets liquides .....	30
1.4.6.	Résultats de la phase 3 pour les rejets atmosphériques et de l'année type 3 pour les rejets liquides .....	33
1.4.7.	Récapitulatif des résultats .....	36
2.	<b>EVALUATION DE L'EXPOSITION DU PUBLIC AUX RAYONNEMENTS IONISANTS PAR IRRADIATION DIRECTE</b> 37	
2.1.	IRRADIATION DIRECTE LIEE AU FONCTIONNEMENT HISTORIQUE DE L'INSTALLATION .....	37
2.2.	IRRADIATION DIRECTE LIEE A L'IDT .....	38
3.	<b>RISIKOBEWERTUNGSANITÄRE EINRICHTUNGEN DER REJETS CHIMIQUES .....</b>	<b>40</b>
3.1.	COMPOSITION DES MELANGES .....	40
3.2.	VALEURS TOXICOLOGIQUES DEREERENCE .....	41
3.3.	SELECTION DES SUBSTANCES .....	44
3.4.	CONCENTRATIONS DANS LE GRAND CANAL D'ALSACE ET DANS LE POISSON	45
3.5.	COMPARAISON VALEURS DE REFERENCE ET CONCENTRATIONS ATTRIBUABLES .....	46
3.6.	DOSES JOURNALIERES D'EXPOSITION .....	47
3.7.	ESTIMATION DU RISQUE POUR LES EFFETS SANS SEUIL .....	48
3.8.	DONNEES TOXICOLOGIQUES DES SUBSTANCES .....	49

3.8.1.	Acide borique (n°CAS 10043-35-3) .....	49
3.8.2.	Aluminium (n°CAS 7429-90-5) .....	51
3.8.3.	Ammonium (n°CAS 14798-03-9) .....	52
3.8.4.	Chrome (n°CAS 7440-47-3) .....	53
3.8.5.	Cuivre (n°CAS 7440-50-8).....	54
3.8.6.	Fer (n°CAS 7439-89-6) .....	55
3.8.7.	Lithine .....	56
3.8.8.	Manganèse (n°CAS 7439-96-5) .....	56
3.8.9.	Nickel (n°CAS 7440-02-0) .....	57
3.8.10.	Nitrates (n°CAS 14797-55-8).....	58
3.8.11.	Nitrites (n°CAS 14797-65-0) .....	59
3.8.12.	Plomb (n°CAS 7439-92-1) .....	60
3.8.13.	Poussières .....	61
3.8.14.	Sodium.....	62
3.8.15.	Zinc (n°CAS 7440-66-6) .....	63

## TABELLEN

Tableau a	Températures mensuelles du GCA (°C) .....	10
Tableau b	Rations alimentaires des animaux (kg/j) en fonction de la période del'année .....	12
Tableau c	Coefficients de dose par ingestion (Sv/Bq) .....	13
Tableau d	Coefficients de dose par inhalation (Sv/Bq) .....	13
Tableau e	Coefficients de dose par exposition externe aupanache, toutes classes d'âge (Sv/s) / (Bq/m <sup>3</sup> ) .....	14
Tableau f	Autres coefficients de dose externe, toutes classes d'âge .....	14
Tableau g	Rations alimentaires (kg/j).....	15
Tableau h	Taux d'autoconsommation (%) .....	16
Tableau i	Débits respiratoires (m <sup>3</sup> /h).....	16
Tableau j	Budget-temps (h/j).....	17
Tableau k	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluentsradioactifs aux limites demandées pour la phase 1 et l'année type 0 du démantèlement (adulte) .....	18
Tableau l	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 1 et l'année type 0 du démantèlement (enfant de 10 ans) .....	19
Tableau m	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 1 et l'année type 0 du démantèlement (enfant de 1 an) .....	19
Tableau n	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 1 et l'année type 1 du démantèlement (adulte).....	21
Tableau o	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 1 et l'année type 1 du démantèlement (enfant de 10 ans) .....	22
Tableau p	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 1 et l'année type 1 du démantèlement (enfant de 1 an) .....	22
Tableau q	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 2 et l'année type 0 du démantèlement (adulte).....	24
Tableau r	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 2 et l'année type 0 du démantèlement (enfant de 10 ans) .....	25

Tableau s	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 2 et l'année type 0 du démantèlement (enfant de 1 an) .....	25
Tableau t	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 2 et l'année type 2 du démantèlement (adulte).....	27
Tableau u	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 2 et l'année type 2 du démantèlement (enfant de 10 ans) .....	28
Tableau v	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 2 et l'année type 2 du démantèlement (enfant de 1 an) .....	28
Tableau w	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 3 et l'année type 0 du démantèlement (adulte).....	30
Tableau x	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 3 et l'année type 0 du démantèlement (enfant de 10 ans) .....	31
Tableau y	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 3 et l'année type 0 du démantèlement (enfant de 1 an) .....	31
Tableau z	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 3 et l'année type 3 du démantèlement (adulte).....	33
Tableau aa	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 3 et l'année type 3 du démantèlement (enfant de 10 ans) .....	34
Tableau bb	Dose totale annuelle due aux rejets d'effluents radioactifs aux limites demandées pour la phase 3 et l'année type 3 du démantèlement (enfant de 1 an) .....	34
Tableau cc	Récapitulatif des doses efficaces totales annuelles par classe d'âge et par combinaison de phase pour les rejets atmosphériques et d'année type pour les rejets liquides .....	36
Tableau dd	Débits de dose gamma ambiant en limite de site et distance des balises au barycentre des BR pour l'évaluation de l'exposition externe liée au fonctionnement historique de l'installation .....	38
Tableau ee	Débits de dose en limite de site et distance des balises au barycentre des sources pour l'évaluation de l'exposition externe liée à l'IDT .....	39
Tableau ff	Ensemble des VTR identifiées pour les substances étudiées dans l'EPRS .....	43
Tableau gg	Sélection des substances rejetées par le site de Fessenheim considérées dans l'étude .....	44
Tableau hh	Concentration maximales et moyennes attribuables dans la zone de pêche et dans la zone AEP.....	45
Tableau ii	Comparaison des concentrations maximales et moyennes dans la zone AEP avec les valeurs de référence de l'eau destinées à la consommation humaine .....	46
Tableau jj	DJE – Chronique .....	47
Tableau kk	DJE – Aiguë .....	47
Tableau ll	Classe d'âge vis-à-vis du nombre d'années d'expositions .....	48
Tableau mm	DJE vie entière .....	48

## FIGUREN

Abbildung a	Einbau von Emissionsanlagen von modularen Lüftungseinheiten compte pour l'évaluation de l'impact dosimétrique à l'homme des rejets radioactifs à l'atmosphère .....	9
Figure b	Dose efficace totale annuelle aux rejets aux limites demandées pour la phase 1 et l'année type 0 du démantèlement pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, par voie d'exposition et par radionucléide (RN) .....	20
Figure c	Dose efficace totale annuelle aux rejets aux limites demandées pour la phase 1 et l'année type 1 du démantèlement pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, par voie d'exposition et par radionucléide (RN) .....	23
Figure d	Dose efficace totale annuelle aux rejets aux limites demandées pour la phase 2 et l'année type 0 du démantèlement pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, par	

	voie d'exposition et par radionucléide (RN) .....	26
Figure e	Dose efficace totale annuelle aux rejets aux limites demandées pour la phase 2 et l'année type 2 du démantèlement pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, par voie d'exposition et par radionucléide (RN) .....	29
Figure f	Dose efficace totale annuelle aux rejets aux limites demandées pour la phase 3 et l'année type 0 du démantèlement pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, par voie d'exposition et par radionucléide (RN) .....	32
Figure g	Dose efficace totale annuelle aux rejets aux limites demandées pour la phase 3 et l'année type 3 du démantèlement pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, par voie d'exposition et par radionucléide (RN) .....	35

## P RESENTATION VON ANHANG 5

Zweck dieses Anhangs ist es, detaillierte Angaben zu den Berechnungen zu machen, die für

- Bewertung der dosimetrischen Auswirkungen der Ableitungen radioaktiver Stoffe auf den Menschen ([Abschnitt 1](#));
- Bewertung der Exposition der Bevölkerung gegenüber ionisierender Strahlung durch direkte Bestrahlung ([Abschnitt 2](#));
- Bewertung der gesundheitlichen Risiken chemischer Freisetzungen ([Absatz 3](#)).

# 1. BEWERTUNG DER DOSIMETRISCHEN WIRKUNG DER ABLEITUNGEN RADIOAKTIVER STOFFE AUF DEN MENSCHEN

Dieser Abschnitt enthält ergänzende Elemente zur Bewertung der dosimetrischen Auswirkungen von Ableitungen radioaktiver Stoffe auf den Menschen (siehe [Kapitel 8](#)).

## 1.1. CHARAKTERISIERUNG DER ABLEITUNGEN RADIOAKTIVER STOFFE

Die Berechnung der effektiven Dosis, die Personen der Bevölkerung in der Nähe des Standorts erhalten, erfolgt unter Berücksichtigung der geforderten Grenzwerte für die Ableitungen radioaktiver Stoffe für die verschiedenen Phasen des Abbaus von INB Nr. 75 (siehe [Anhang 1, Paragraph 4.8 und Ziffer 5.8](#)).

Die Ableitungen radioaktiver Stoffe in die Luft aus dem Standort Fessenheim werden in Abhängigkeit von den verschiedenen Stilllegungsphasen durch verschiedene Ausstöße erfolgen, deren Merkmale in [Anhang 1 Ziffer 2.3 beschrieben](#) sind.

Hinsichtlich der Höhe der in Phase 3 verwendeten modularen Lüftungsanlagen (siehe [Anhang 1 Ziffer 4.5](#)) wurden folgende Annahmen berücksichtigt:

- Aufschlüsselung modulare für den Abbau von Außenbehältern: 10 m
- Aufschlüsselung modulare für den Abbau des BES1: 15 m;
- Aufschlüsselung modulare Einheit 1: Kaminhöhe von 10 m, verlegt auf das Dach vom BL2 auf Ebene 20 m oder einer Gesamthöhe von 30 m;
- modulare Lüftungseinheit 2: Schornsteinhöhe von 10 m, auf dem Dach des BL auf der Ebene 20 m verlegt, was einer Gesamthöhe von 30 m entspricht.

Die bei der Bewertung der dosimetrischen Auswirkungen auf den Menschen berücksichtigte Ansiedlung dieser Emissionäre ist in [Abbildung a](#) dargestellt.

---

<sup>1</sup> Standortwartungsgebäude.  
<sup>2</sup> Elektrisches Gebäude.

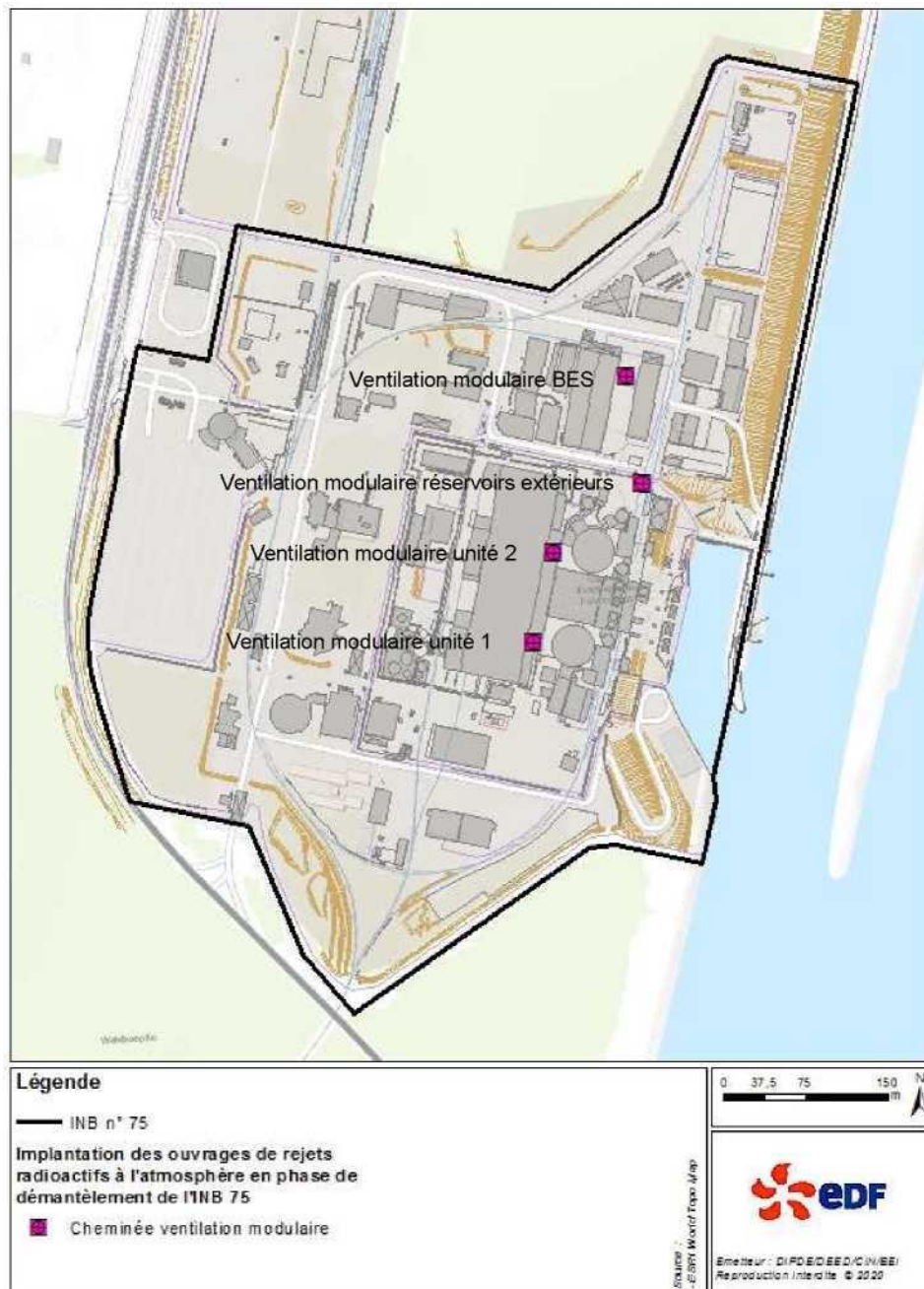


Abbildung a Einbau der Emissionäre der modularen Lüftungseinheiten, die für Bewertung der dosimetrischen Auswirkungen radioaktiver Freisetzungen in die Atmosphäre auf den Menschen

Angesichts des Beitrags der Ableitungen dieser Emissionen zur jährlichen effektiven Gesamtdosis aufgrund von Freisetzungen in die Luft würde sich eine Änderung der Höhe und/oder der Lage dieser Emissionäre nicht auf die für den am stärksten belastenden Zeitraum berechneten Dosen auswirken (Phase 2, vgl. [Abschnitt 1.4.7](#)).

Die für Phase 3 des Abbaus berechneten Dosen, in denen modulare Belüftungen verwendet werden, liegen nämlich weit unter den für den am stärksten benachteiligten Zeitraum berechneten Dosen.

Die Ableitungen flüssiger radioaktiver Stoffe aus dem Standort Fessenheim erfolgen über das Hauptableitungswerk mit einer maximalen Ableitungsrate von 50 m<sup>3</sup>/h.

## 1.2. BEWERTUNG VON TRANSFERS IN DER UMWELT

### 1.2.1. TRANSFERS IN ATMOSPHÄRISCHER UMGEBUNG

Volumenaktivitäten in der Luft sowie atmosphärische Ablagerungsströme auf Kontinental- und Flussflächen werden anhand eines in SYMBIOSE implementierten gußischen Dispersionsmodells bewertet. Dieses Modell der Gaußwolke basiert auf einem einfachen Ansatz, bei dem die Standardabweichungen der Diffusion nach den Stabilitätsklassen der Atmosphäre (in diesem Fall Pasquill-Klassen) tabelliert werden. Die modellierten Prozesse sind: kinetische Erhöhung der Wolke, Advektion, turbulente Diffusion, radioaktive Abstammung und Verarmung der Wolke durch atmosphärische Ablagerung.

Für Radionuklide, die in Form von Aerosolen freigesetzt werden, sowie für tritiiertes Wasser, das durch Regen auswaschbar ist, gilt ein Auswaschkoeffizient, der proportional zur Regenintensität ist, und eine Trockenabscheidungsgeschwindigkeit von 0,005 m/s.

Bei Radionukliden, die in Form von Gasen ( $^{14}\text{CO}_2$  usw.) freigesetzt werden, die bei Regen als schwach auswaschbar gelten, gilt das Fehlen von Ablagerungen bei trockenem Wetter (Trocknungsgeschwindigkeit Null) als bei feuchtem Wetter.

### 1.2.2. TRANSFERS IN DIE BINNENSCHIFFFAHRT

Die im Grand Canal d'Alsace (GCA) betrachteten Abflüsse werden in [Kapitel 4](#) angegeben.

Die GCA-Temperaturen stammen aus jahresübergreifenden Durchschnittswerten für den Zeitraum 1977-2016 und sind in [Tabelle a angegeben](#).

Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Jul.	August	Sieben.	Okt.	Nov.	Dez.
5,2 N	5,1 N	6,9 N	9,7 N	13,6 1	17,2 1	19,8	20,6	18 N	14,4	10,1	6,7 N

Tabelle a Monatliche GCA-Temperaturen (°C)

### 1.2.3. TRANSFERS IN LANDWIRTSCHAFTLICHEN BETRIEBEN

#### 1.2.3.1. Verbringungen in Pflanzen

Für Aerosolformen (alle Radionuklide ohne Tritium und Kohlenstoff 14):

Der Blatttransfer ist durch die Aktivität des verzehrten Organs der Pflanze gekennzeichnet, die durch folgende Phänomene induziert wird:

- Einbringung von Aktivität durch trockene und feuchte atmosphärische Ablagerungen für Aerosolformen und Abfängen eines Bruchteils der Ablagerungen direkt oder indirekt durch das verbrauchte Organ;
- Abnahme der Aktivität durch Regenauswaschung, Winderosion, biologische Verdünnung, Würze und radioaktive Abnahme.

Der Wurzeltransfer ist durch die Aktivität des verzehrten Organs der Pflanze gekennzeichnet, die durch die Wurzelaufnahme der bioverfügbaren Aktivität des Bodens und die anschließende Translokation in das Organ während der vegetativen Periode induziert wird.

Für Kohlenstoff 14 und Tritium:

Die Photosynthese ist die Hauptform der Aufnahme der gasförmigen Formen von Kohlenstoff 14 ( $\text{CO}_2$ ) und organisch gebundenem Tritium (TOL) in die organische Substanz. Die Wachstumsdynamik der Biomasse wird berücksichtigt.

Kohlenstoff 14 in Form von  $\text{CO}_2$  wird während der Photosynthese in die organische Substanz eingearbeitet. So wird davon ausgegangen, dass die neu gebildete Biomasse in jedem Schritt ein Isotopenverhältnis  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  (Kohlenstoffverhältnis 14 zu stabilem Kohlenstoff) aufweist, das dem der Umgebung entspricht.

Die Aufnahme von organisch gebundenem Tritium (TOL) erfolgt durch Beimischung von Tritium in gasförmiger Form während der Photosynthese. Es wird davon ausgegangen, dass die neu gebildete Biomasse in jedem Schritt ein Isotopenverhältnis  $^3\text{H}/^1\text{H}$  (stabiles Tritium-Verhältnis) aufweist, das dem der Umgebung entspricht, die durch einen Faktor der Isotopen Diskriminierung von Tritium (einschließlich 0,7 bis 0,9) gewichtet wird, abhängig



von der Art der Pflanze.

Die Aufnahme von Tritium in Form von HTO berücksichtigt mehrere Phänomene, einschließlich diffuser Phänomene an der Blatt-Atmosphäre-Schnittstelle. Die Pflanzen absorbieren den tritiierten Wasserdampf aus der Atmosphäre durch die stomatischen Öffnungen der Blätter, und ein Teil des tritiierten Wassers wird durch Schwitzen entfernt. Ein Bruchteil der feuchten Ablagerung wird von den oberirdischen Teilen der Pflanze aufgenommen, während ein Bruchteil des tritiierten Wassers aus dem Boden von den Wurzeln entnommen wird. Ein Teil der Aktivität, die auf Blatt- oder Wurzelweg gebracht wird, wird dann auf das verbrauchte Organ der Pflanze übertragen. Der Anteil der auf das Organ übertragenen Aktivität (ob Blatt- oder Wurzelaktivität) hängt vom stabilen Wasserstoffgehalt (110 mol/kg) oder stabilem Kohlenstoff (41 mol/kg) der Pflanze ab.

Kohlenstoff 14 und Tritium werden durch radioaktive Abnahme und biologische Verdünnung (insbesondere durch das Wachstum der Biomasse der Pflanze) und im Falle von Kohlenstoff 14 durch Einstreuablagerung (Verlust von Pflanzenbiomasse in den Boden) eliminiert.

### 1.2.3.2. Verbringungen in Erzeugnissen tierischen Ursprungs

Die Futterrationen der Tiere bestehen aus den verschiedenen Erzeugnissen in unterschiedlichen Anteilen, je nach Art der Haltung und Verfügbarkeit, die sich hauptsächlich auf die Region, das Klima und die Saison beziehen (siehe Tabelle b).

Tag des Jahres	1	91	166	244	274	288	305	366
<b>Schaf</b>								
Wasser	10	10	10	10	10	10	10	10
Heu Winter	4	0	0	0	4	4	4	4
Heu Frühling	4	0	0	0	4	4	4	4
Wiese	0	5	5	5	0	0	0	0
<b>Schweinefleisch</b>								
Getreide im Winter	1	1	1	1	1	1	1	1
Frühlingsgetreide	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Wasser	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>Huhn</b>								
Getreide im Winter	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Frühlingsgetreide	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Wasser	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>Huhn</b>								
Getreide im Winter	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Frühlingsgetreide	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Wasser	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Rindfleisch und Kuh</b>								
Wasser	50	50	50	50	50	50	50	50
Heu Winter	15	0	0	0	15	15	15	15
Heu Frühling	15	0	0	0	15	15	15	15
Wiese	0	50	50	50	0	0	0	0

Tabelle b Futtermengen der Tiere (kg/Tag) nach Jahreszeit

Nach der Aufnahme der Radionuklide tritt das Phänomen der Metabolisierung ein, das alle Prozesse bezeichnet, die die dynamischen Übertragungen von Radionukliden auf die verzehrten Teile des Tieres regeln.

Der Anteil der aufgenommenen Aktivität, die auf die verschiedenen verzehrten Organe des Tieres übertragen wird, hängt davon ab:

- für Radionuklide ohne Tritium und Kohlenstoff 14: einem Übertragungsfaktor auf das Gleichgewicht;
- für Tritium und Kohlenstoff 14: des stabilen Wasserstoffgehalts sowie des Gehalts an stabiler Kohlenstoff des Tieres.

Für Tritium HTO wird zusätzlich eine Aktivitätszufuhr durch Inhalation von tritiiertem Wasserdampf in die Atmosphäre betrachtet. Die Aufnahme von HTO wird unter der Annahme des sofortigen <sup>Isotopengleichgewichts  $3\text{H}/1\text{H}$</sup>  zwischen Luft und Tier bewertet.

## 1.3. BEWERTUNG DER EXPOSITION DER BEVÖLKERUNG

### 1.3.1. AUSSTELLUNGSWEGE UND ALTERSKLASSEN

Die mit den verschiedenen Expositionswegen assoziierten Dosiskoeffizienten stammen aus der ECRIN-Basis3 und sind in den folgenden Tabellen angegeben:

Radionuklide	1-jähriges Kind	10-jähriges Kind	Erwachsener
$^{108}\text{mAg}$	$1,1 \cdot 10^{-08}$	$4,3 \cdot 10^{-09}$	$2,3 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	$1,6 \cdot 10^{-09}$	$8,0 \cdot 10^{-10}$	$5,8 \cdot 10^{-10}$
$^{60}\text{Co}$	$2,7 \cdot 10^{-08}$	$1,1 \cdot 10^{-08}$	$3,4 \cdot 10^{-09}$
$^{137}\text{Cs}$	$1,2 \cdot 10^{-08}$	$1,0 \cdot 10^{-08}$	$1,3 \cdot 10^{-08}$
$^{152}\text{Eu}$	$7,4 \cdot 10^{-09}$	$2,6 \cdot 10^{-09}$	$1,4 \cdot 10^{-09}$
$^{55}\text{Fe}$	$2,4 \cdot 10^{-09}$	$1,1 \cdot 10^{-09}$	$3,3 \cdot 10^{-10}$
$^3\text{H}_{\text{HTO}}$	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$2,3 \cdot 10^{-11}$	$1,8 \cdot 10^{-11}$
$^3\text{H}_{\text{TOL}}$	$1,2 \cdot 10^{-10}$	$5,7 \cdot 10^{-11}$	$4,2 \cdot 10^{-11}$
$^{63}\text{Ni}$	$8,4 \cdot 10^{-10}$	$2,8 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$
$^{90}\text{Sr}$	$7,3 \cdot 10^{-08}$	$6,0 \cdot 10^{-08}$	$2,8 \cdot 10^{-08}$

Tabelle c Dosiskoeffizienten pro Einnahme (Sv/Bq)

Radionuklide	1-jähriges Kind	10-jähriges Kind	Erwachsener
$^{108}\text{mAg}$	$2,7 \cdot 10^{-08}$	$1,1 \cdot 10^{-08}$	$7,4 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	$1,9 \cdot 10^{-11}$	$8,9 \cdot 10^{-12}$	$6,2 \cdot 10^{-12}$
$^{60}\text{Co}$	$3,4 \cdot 10^{-08}$	$1,5 \cdot 10^{-08}$	$1,0 \cdot 10^{-08}$
$^{137}\text{Cs}$	$5,4 \cdot 10^{-09}$	$3,7 \cdot 10^{-09}$	$4,6 \cdot 10^{-09}$
$^{152}\text{Eu}$	$1,0 \cdot 10^{-07}$	$4,9 \cdot 10^{-08}$	$4,2 \cdot 10^{-08}$
$^{55}\text{Fe}$	$1,4 \cdot 10^{-09}$	$6,2 \cdot 10^{-10}$	$3,8 \cdot 10^{-10}$
$^3\text{H}_{\text{HTO}}$	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$2,3 \cdot 10^{-11}$	$1,8 \cdot 10^{-11}$
$^{63}\text{Ni}$	$8,0 \cdot 10^{-09}$	$3,0 \cdot 10^{-09}$	$2,0 \cdot 10^{-09}$

Tabelle d Dosiskoeffizienten durch Inhalation (Sv/Bq)

3 Datenbank der Dosiskoeffizienten ECRIN - <http://www.ECRIN-irsn.org>

Radionuklide	Alle Altersklassen
$^{108}\text{mAg}$	$7,8 \cdot 10^{-14}$
$^{14}\text{C}$	$2,2 \cdot 10^{-19}$
$^{60}\text{Co}$	$1,3 \cdot 10^{-13}$
$^{137}\text{Cs}$	$7,7 \cdot 10^{-18}$
$^{152}\text{Eu}$	$5,7 \cdot 10^{-14}$
$^3\text{UHR}$	$3,3 \cdot 10^{-19}$
$^{90}\text{Sr}$	$7,5 \cdot 10^{-18}$

Tabelle e Dosiskoeffizienten nach externer Strahlenexposition, alle Altersklassen  
(SV/s)/(Bq/m<sup>3</sup>)

Radionuklide	Externe Oberflächenbelichtung (Sv/s)/(Bq/m <sup>2</sup> )	Externe Belichtung 15 cm (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )	Externe Belichtung unendliche Dicke (Sv/s)/(Bq/m <sup>3</sup> )
$^{108}\text{mAg}$	$1,6 \cdot 10^{-15}$	$4,6 \cdot 10^{-17}$	$5,2 \cdot 10^{-17}$
$^{14}\text{C}$	$1,6 \cdot 10^{-20}$	$7,2 \cdot 10^{-23}$	$7,2 \cdot 10^{-23}$
$^{60}\text{Co}$	$2,4 \cdot 10^{-15}$	$7,3 \cdot 10^{-17}$	$8,7 \cdot 10^{-17}$
$^{137}\text{Cs}$	$2,9 \cdot 10^{-19}$	$3,9 \cdot 10^{-21}$	$4,0 \cdot 10^{-21}$
$^{152}\text{Eu}$	$1,1 \cdot 10^{-15}$	$3,2 \cdot 10^{-17}$	$3,8 \cdot 10^{-17}$
$^{90}\text{Sr}$	$2,8 \cdot 10^{-19}$	$3,7 \cdot 10^{-21}$	$3,8 \cdot 10^{-21}$

Tabelle f Sonstige externe Dosiskoeffizienten, alle Altersklassen

### 1.3.3. MENSCHLICHE EXPOSITIONSVARIABLEN

#### 1.3.3.1. Lebensmittelrationen

Die Futterrationen sind in [Tabelle g](#) angegeben.

Lebensmittelkategorie	1-jähriges Kind	10-jähriges Kind	Erwachsener
Butter	0,001	0,012	0,016
Wasser (L/D)	0,800	1,500	1,500
Getreidemehl Männer	0,086	0,145	0,226
Kuhkäse Geschlossen	0,009	0,067	0,131
Kuhmilch (L/D)	—	0,202	0,112
Langzeitkuhmilch Konservierung	0,501	—	—
Gemüse Blatt	0,043	0,014	0,045
Gemüse Obst	0,139	0,115	0,215
Wurzelgemüse	0,043	0,016	0,018
Hühnerrei	0,004	0,013	0,018
Fisch	0,011	0,022	0,031
Apfeldeterre	0,048	0,076	0,093
Rindfleisch	0,015	0,025	0,034
Schaffleisch	—	0,002	0,005
Schweinefleisch	0,016	0,033	0,074
Huhnfleisch	0,011	0,025	0,043

Tabelle g Nahrungsmittelmengen (kg/Tag)

Die zugrunde gelegten Eigenverbrauchsquoten sind in [Tabelle h](#) angegeben.

Sie stammen aus dem Betrieb der letzten INSEE-Umfrage über Lebensmitteleinkaufsorte (Konsum – Lebensstil, August 1991).

Lebensmittelkategorie	1-jähriges Kind	10-jähriges Kind	Erwachsener
Butter	12	12	12
Wasser	100	100	100
Getreidemehl Männer	8	8	8
Kuhkäse Geschlossen	12	12	12
Kuhmilch	0	28	28
Langzeitkuhmilch Konservierung	8	0	0
Gemüse Blatt	72	72	72
Gemüse Obst	36	36	36
Wurzelgemüse	68	68	68
Hühnerei	66	66	66
Fisch	22	22	22
Apfel der Erde	78	78	78
Rindfleisch	42	42	42
Schaffleisch	47	47	47
Schweinefleisch	37	37	37
Huhnfleisch	78	78	78

Tabelle h Eigenverbrauchsrate (%)

### 1.3.3.2. Atemströme

Die Atemströme sind in [Tabelle i](#) angegeben.

	1-jähriges Kind	10-jähriges Kind	Erwachsener
Außen	0,49	0,87	1,59
Innenausstattung	0,35	0,60	0,80

Tabelle i Atemströme (m<sup>3</sup>/h)

### 1.3.3.3. Zeitbudgets

Dabei handelt es sich um folgende Tätigkeiten:

- inländische Tätigkeit;
- Tätigkeit im Zusammenhang mit Wiesen: Zeit für die Exposition gegenüber Grasböden;
- Tätigkeit im Zusammenhang mit Ackerkulturen: Expositionszeit gegenüber Ackerkulturen: Felder für Weizen, Mais usw.;
- Tätigkeit im Zusammenhang mit Gemüsekulturen: Expositionszeit gegenüber Gemüsekulturen, Gemüsegärten;
- Fischereitätigkeit: Expositionszeit am Ufer der Flüsse;
- sonstige externe Tätigkeiten.

Die für die Studie verwendeten Zeitbudgets stammen aus der CIBLEX-Basis. Die zugrunde gelegten Werte sind in [Tabelle j](#) angegeben.

	1-jähriges Kind	10-jähriges Kind	Erwachsener
Aktivität Sonstiges Äußeres (z. B. im Freien auf nicht umgestalteten Böden wie Straßen)	—	0,66	0,76
Aktivität Kultur Maraîchère (Expositionszeit gegenüber Gemüsekulturen, Gemüseärten)	—	—	2,07
Aktivität Große Kultur (Aussetzungszeit gegenüber Ackerkulturen: Felder für Weizen, Mais usw.)	—	—	2,07
Innerbetriebliche Tätigkeit (Aktivität im Innenbereich)	23,00	20,83	15,20
Aktivitäten in der Nähe von Prairie (Dauer der Exposition gegenüber Grashäiden)	1,00	2,51	3,78
Angeln (Aktivitäten am Flussufer)	—	—	0,12

Tabelle j Zeitbudget (h/d)

## 1.4. ERGEBNISSE DER DOSIMETRIK-WIRKUNG AUF DEN MENSCHEN DURCH ABLEITUNGEN RADIOAKTIVER STOFFE

Die Einzelheiten der „Ableitungsphasen“ (bestimmt für die Freisetzung in die Luft) und der „typischen Ableitungsjahre“ (bestimmt für flüssige Freisetzungen) sind in [Anhang 1](#), in [Abschnitt 4.5](#) (für Freisetzungen in die Luft) und in [Paragraph 5.5](#) (bei flüssigen Freisetzungen) erläutert.

Die Bewertung der dosimetrischen Auswirkungen auf den Menschen erfolgt für die Kombinationen von „Ableitungsphasen“ für die Freisetzung in die Luft und „typische Ableitungsjahre“ für flüssige Ableitungen, bei denen die Freisetzungen am größten sind.

Alle Dosen werden in Millisevert (mSv) ausgedrückt.

### 1.4.1. ERGEBNISSE DER PHASE 1 FÜR RÜCKWÜRFE ATMOSPHERIKA UND JAHR TYP 0 FÜR DIE FLÜSSIGE ABLEITUNGEN

In den folgenden Tabellen sind die wirksamen Dosen durch Exposition und Radionuklid für die Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten, deren repräsentative Person sich in der Gemeinde Fessenheim befindet, für die folgenden Stilllegungsphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 1: BK-Wasserbecken vor dem Abbau des Beckens und der Innenräume (leere BR-Schwimmbäder);
- flüssige Ableitungen – Jahr 0: ordentliches Jahr mit nur Betriebsausstoß (d. h. Jahr ohne Schwimmbadentleerung).

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
<sup>108</sup> Ag	4,7.10 <sup>-11</sup>	4,5.10 <sup>-16</sup>	0	0	4,7.10 <sup>-11</sup>

$^{108}\text{mAg}$	$4,3 \cdot 10^{-08}$	$4,4 \cdot 10^{-13}$	$2,5 \cdot 10^{-10}$	$1,2 \cdot 10^{-11}$	$4,4 \cdot 10^{-08}$
$^{137}\text{mBa}$	$9,2 \cdot 10^{-09}$	$9,5 \cdot 10^{-14}$	0	0	$9,2 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	$9,6 \cdot 10^{-13}$	$8,5 \cdot 10^{-14}$	$2,8 \cdot 10^{-06}$	$7,0 \cdot 10^{-10}$	$2,8 \cdot 10^{-06}$
$^{60}\text{Co}$	$1,6 \cdot 10^{-05}$	$5,4 \cdot 10^{-11}$	$8,1 \cdot 10^{-07}$	$1,3 \cdot 10^{-09}$	$1,6 \cdot 10^{-05}$
$^{137}\text{Cs}$	$4,7 \cdot 10^{-12}$	$2,8 \cdot 10^{-17}$	$1,5 \cdot 10^{-09}$	$4,9 \cdot 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{-09}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$1,9 \cdot 10^{-07}$	$5,4 \cdot 10^{-11}$	$1,9 \cdot 10^{-07}$
$^3\text{UHR}$	0	$1,3 \cdot 10^{-12}$	$5,0 \cdot 10^{-08}$	$2,0 \cdot 10^{-08}$	$7,0 \cdot 10^{-08}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$6,4 \cdot 10^{-08}$	$3,4 \cdot 10^{-10}$	$6,5 \cdot 10^{-08}$
$^{90}\text{Sr}$	$2,1 \cdot 10^{-11}$	$1,4 \cdot 10^{-16}$	$1,9 \cdot 10^{-07}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$4,2 \cdot 10^{-10}$	$9,6 \cdot 10^{-18}$	$1,5 \cdot 10^{-08}$	$2,2 \cdot 10^{-14}$	$1,5 \cdot 10^{-08}$
<b>INSGESAMT</b>	$1,6 \cdot 10^{-05}$	$5,5 \cdot 10^{-11}$	$4,1 \cdot 10^{-06}$	$2,3 \cdot 10^{-08}$	$2,0 \cdot 10^{-05}$

Tabelle k Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 1 und Jahr 0 des Rückbaus (Erwachsene)



Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$4,2 \cdot 10^{-16}$	0	0	$4,8 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$4,5 \cdot 10^{-08}$	$4,2 \cdot 10^{-13}$	$5,5 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$	$4,5 \cdot 10^{-08}$
$^{137}\text{mBa}$	$9,4 \cdot 10^{-09}$	$9,1 \cdot 10^{-14}$	0	0	$9,4 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	0	$8,1 \cdot 10^{-14}$	$2,7 \cdot 10^{-06}$	$5,4 \cdot 10^{-10}$	$2,7 \cdot 10^{-06}$
$^{60}\text{Co}$	$3,6 \cdot 10^{-06}$	$5,1 \cdot 10^{-11}$	$1,3 \cdot 10^{-06}$	$1,0 \cdot 10^{-09}$	$4,9 \cdot 10^{-06}$
$^{137}\text{Cs}$	$4,9 \cdot 10^{-12}$	$2,7 \cdot 10^{-17}$	$8,2 \cdot 10^{-10}$	$2,2 \cdot 10^{-12}$	$8,3 \cdot 10^{-10}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$3,9 \cdot 10^{-07}$	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$3,9 \cdot 10^{-07}$
$^3\text{UHR}$	0	$1,2 \cdot 10^{-12}$	$4,1 \cdot 10^{-08}$	$1,4 \cdot 10^{-08}$	$5,5 \cdot 10^{-08}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$6,8 \cdot 10^{-08}$	$2,8 \cdot 10^{-10}$	$6,9 \cdot 10^{-08}$
$^{90}\text{Sr}$	$9,2 \cdot 10^{-12}$	$1,4 \cdot 10^{-16}$	$2,6 \cdot 10^{-07}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$2,6 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$1,7 \cdot 10^{-10}$	$8,3 \cdot 10^{-18}$	$2,0 \cdot 10^{-08}$	$1,9 \cdot 10^{-14}$	$2,0 \cdot 10^{-08}$
INSGESAMT	$3,7 \cdot 10^{-06}$	$5,3 \cdot 10^{-11}$	$4,8 \cdot 10^{-06}$	$1,6 \cdot 10^{-08}$	$8,4 \cdot 10^{-06}$

Tabelle l Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 1 und Typ 0 Jahr des Abbaus (Kind 10 Jahre)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$5,0 \cdot 10^{-11}$	$4,5 \cdot 10^{-16}$	0	0	$5,0 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$4,6 \cdot 10^{-08}$	$4,5 \cdot 10^{-13}$	$1,0 \cdot 10^{-09}$	$1,5 \cdot 10^{-11}$	$4,7 \cdot 10^{-08}$
$^{137}\text{mBa}$	$9,7 \cdot 10^{-09}$	$9,7 \cdot 10^{-14}$	0	0	$9,7 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	0	$8,6 \cdot 10^{-14}$	$2,9 \cdot 10^{-06}$	$7,1 \cdot 10^{-10}$	$2,9 \cdot 10^{-06}$
$^{60}\text{Co}$	$3,7 \cdot 10^{-06}$	$5,4 \cdot 10^{-11}$	$5,3 \cdot 10^{-06}$	$1,4 \cdot 10^{-09}$	$9,0 \cdot 10^{-06}$
$^{137}\text{Cs}$	$5,0 \cdot 10^{-12}$	$2,9 \cdot 10^{-17}$	$7,1 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-12}$	$7,1 \cdot 10^{-10}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$8,4 \cdot 10^{-07}$	$6,7 \cdot 10^{-11}$	$8,4 \cdot 10^{-07}$
$^3\text{UHR}$	0	$1,3 \cdot 10^{-12}$	$9,6 \cdot 10^{-08}$	$1,8 \cdot 10^{-08}$	$1,1 \cdot 10^{-07}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$2,5 \cdot 10^{-07}$	$4,6 \cdot 10^{-10}$	$2,5 \cdot 10^{-08}$
$^{90}\text{Sr}$	$9,5 \cdot 10^{-12}$	$1,4 \cdot 10^{-16}$	$3,1 \cdot 10^{-07}$	$2,1 \cdot 10^{-10}$	$3,1 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$8,9 \cdot 10^{-18}$	$6,9 \cdot 10^{-08}$	$3,8 \cdot 10^{-14}$	$7,0 \cdot 10^{-08}$
INSGESAMT	$3,8 \cdot 10^{-06}$	$5,6 \cdot 10^{-11}$	$9,8 \cdot 10^{-06}$	$2,1 \cdot 10^{-08}$	$1,4 \cdot 10^{-05}$

Tabelle m Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 1 und Jahr 0 des Rückbaus (Kind von 1 Jahr)

In den folgenden Abbildungen sind die jeweiligen Beiträge der verschiedenen Expositionswege und der Radionuklide für die Ableitungen zu den beantragten Grenzwerten für die folgenden Abbauphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 1: BK-Wasserbecken vor dem Abbau des Beckens und der Innenräume (leere BR-Schwimmbäder);
- flüssige Ableitungen – Jahr Typ 0: ordentliches Jahr mit nur Betriebsausstoß (d. h. Jahr ohne Schwimmbadentleerung).

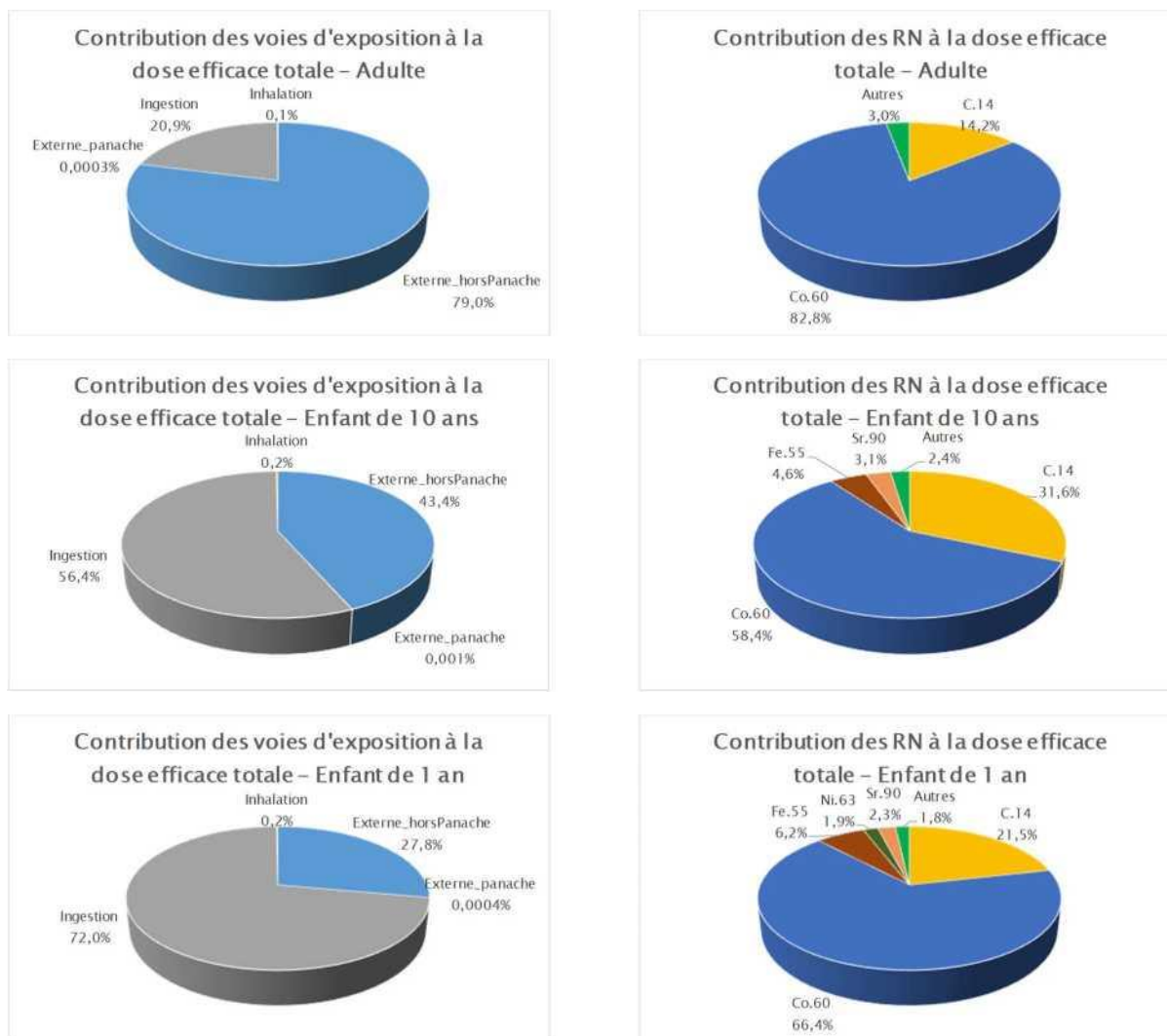


Abbildung b Jahreswirksame Gesamtdosis für die Einleitungen zu den beantragten Grenzwerten für Phase 1 und Jahr 0 des Abbaus für Erwachsene, 10-jährige und 1-jährige Kinder auf dem Weg Exposition und Radionuklid (RN)

### 1.4.2. ERGEBNISSE DER PHASE 1 FÜR ATMOSPHERISCHE ABLEITUNGEN UND DES JAHRES TYP 1 FÜR FLÜSSIGE ABLEITUNGEN

In den folgenden Tabellen sind die wirksamen Dosen durch Exposition und Radionuklid für die Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten, deren repräsentative Person sich in der Gemeinde Fessenheim befindet, für die folgenden Stilllegungsphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 1: BK-Wasserbecken vor dem Abbau des Beckens und der Innenräume (leere BR-Schwimmbäder);

- flüssige Ableitungen – Jahr Typ 1: Jahr mit BK-Poolentleerung und Betriebsableitungen.

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$4,7 \cdot 10^{-11}$	$4,5 \cdot 10^{-16}$	0	0	$4,7 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$4,3 \cdot 10^{-08}$	$4,4 \cdot 10^{-13}$	$2,5 \cdot 10^{-10}$	$1,2 \cdot 10^{-10}$	$4,4 \cdot 10^{-08}$
$^{137}\text{mBa}$	$9,2 \cdot 10^{-09}$	$9,5 \cdot 10^{-14}$	0	0	$9,2 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	$9,6 \cdot 10^{-13}$	$8,5 \cdot 10^{-14}$	$2,8 \cdot 10^{-06}$	$7,0 \cdot 10^{-10}$	$2,8 \cdot 10^{-06}$
$^{60}\text{Co}$	$1,6 \cdot 10^{-05}$	$5,4 \cdot 10^{-11}$	$8,1 \cdot 10^{-07}$	$1,3 \cdot 10^{-09}$	$1,610^{-05}$
$^{137}\text{Cs}$	$4,7 \cdot 10^{-12}$	$2,8 \cdot 10^{-17}$	$1,5 \cdot 10^{-09}$	$4,9 \cdot 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{-09}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$1,9 \cdot 10^{-07}$	$5,4 \cdot 10^{-11}$	$1,9 \cdot 10^{-07}$
$^3\text{UHR}$	0	$1,3 \cdot 10^{-12}$	$3,7 \cdot 10^{-06}$	$2,0 \cdot 10^{-08}$	$3,7 \cdot 10^{-06}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$6,4 \cdot 10^{-08}$	$3,4 \cdot 10^{-10}$	$6,5 \cdot 10^{-08}$
$^{90}\text{Sr}$	$2,1 \cdot 10^{-11}$	$1,4 \cdot 10^{-16}$	$1,9 \cdot 10^{-07}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$4,2 \cdot 10^{-10}$	$9,6 \cdot 10^{-18}$	$1,5 \cdot 10^{-08}$	$2,2 \cdot 10^{-14}$	$1,5 \cdot 10^{-08}$
<b>INSGESAMT</b>	$1,610^{-05}$	$5,5 \cdot 10^{-11}$	$7,7 \cdot 10^{-06}$	$2,3 \cdot 10^{-08}$	$2,310^{-05}$

Tabelle n Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 1 und Jahr Typ 1 des Abbaus (Erwachsene)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$4,2 \cdot 10^{-16}$	0	0	$4,8 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$4,5 \cdot 10^{-08}$	$4,2 \cdot 10^{-13}$	$5,5 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$	$4,5 \cdot 10^{-08}$
$^{137}\text{mBa}$	$9,4 \cdot 10^{-09}$	$9,1 \cdot 10^{-14}$	0	0	$9,4 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	0	$8,1 \cdot 10^{-14}$	$2,7 \cdot 10^{-06}$	$5,4 \cdot 10^{-10}$	$2,7 \cdot 10^{-06}$
$^{60}\text{Co}$	$3,6 \cdot 10^{-06}$	$5,1 \cdot 10^{-11}$	$1,3 \cdot 10^{-06}$	$1,0 \cdot 10^{-09}$	$4,9 \cdot 10^{-06}$
$^{137}\text{Cs}$	$4,9 \cdot 10^{-12}$	$2,7 \cdot 10^{-17}$	$8,2 \cdot 10^{-10}$	$2,2 \cdot 10^{-12}$	$8,3 \cdot 10^{-10}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$3,9 \cdot 10^{-07}$	$4,8 \cdot 10^{-11}$	$3,9 \cdot 10^{-07}$
$^3\text{UHR}$	0	$1,2 \cdot 10^{-12}$	$3,2 \cdot 10^{-06}$	$1,4 \cdot 10^{-08}$	$3,2 \cdot 10^{-08}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$6,8 \cdot 10^{-08}$	$2,8 \cdot 10^{-10}$	$6,9 \cdot 10^{-08}$
$^{90}\text{Sr}$	$9,2 \cdot 10^{-12}$	$1,4 \cdot 10^{-16}$	$2,6 \cdot 10^{-07}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$2,6 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$1,7 \cdot 10^{-10}$	$8,3 \cdot 10^{-18}$	$2,0 \cdot 10^{-08}$	$1,9 \cdot 10^{-14}$	$2,0 \cdot 10^{-08}$
INSGESAMT	$3,7 \cdot 10^{-06}$	$5,3 \cdot 10^{-11}$	$7,9 \cdot 10^{-06}$	$1,6 \cdot 10^{-08}$	$1,2 \cdot 10^{-05}$

Tabelle o Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 1 und Jahr Typ 1 des Abbaus (Kind 10 Jahre)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$5,0 \cdot 10^{-11}$	$4,5 \cdot 10^{-16}$	0	0	$5,0 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$4,6 \cdot 10^{-08}$	$4,5 \cdot 10^{-13}$	$1,0 \cdot 10^{-09}$	$1,5 \cdot 10^{-11}$	$4,7 \cdot 10^{-08}$
$^{137}\text{mBa}$	$9,7 \cdot 10^{-09}$	$9,7 \cdot 10^{-14}$	0	0	$9,7 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	0	$8,6 \cdot 10^{-14}$	$2,9 \cdot 10^{-06}$	$7,1 \cdot 10^{-10}$	$2,9 \cdot 10^{-06}$
$^{60}\text{Co}$	$3,7 \cdot 10^{-06}$	$5,4 \cdot 10^{-11}$	$5,3 \cdot 10^{-06}$	$1,4 \cdot 10^{-09}$	$9,0 \cdot 10^{-06}$
$^{137}\text{Cs}$	$5,0 \cdot 10^{-12}$	$2,9 \cdot 10^{-17}$	$7,1 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-12}$	$7,1 \cdot 10^{-10}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$8,4 \cdot 10^{-07}$	$6,7 \cdot 10^{-11}$	$8,4 \cdot 10^{-07}$
$^3\text{UHR}$	0	$1,3 \cdot 10^{-12}$	$7,3 \cdot 10^{-06}$	$1,8 \cdot 10^{-08}$	$7,3 \cdot 10^{-06}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$2,5 \cdot 10^{-07}$	$4,6 \cdot 10^{-10}$	$2,5 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Sr}$	$9,5 \cdot 10^{-12}$	$1,4 \cdot 10^{-16}$	$3,1 \cdot 10^{-07}$	$2,1 \cdot 10^{-10}$	$3,1 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$8,9 \cdot 10^{-18}$	$6,9 \cdot 10^{-08}$	$3,8 \cdot 10^{-14}$	$7,0 \cdot 10^{-08}$
INSGESAMT	$3,8 \cdot 10^{-06}$	$5,6 \cdot 10^{-11}$	$1,7 \cdot 10^{-05}$	$2,1 \cdot 10^{-08}$	$2,1 \cdot 10^{-05}$

Tabelle p Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 1 und Jahr Typ 1 des Abbaus (Kind von 1 Jahr)

In den folgenden Abbildungen sind die jeweiligen Beiträge der verschiedenen Expositionswege und der Radionuklide für die Ableitungen zu den beantragten Grenzwerten für die folgenden Abbauphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 1: BK-Wasserbecken vor dem Abbau des Beckens und der Innenräume (leere BR-Schwimmbäder);
- flüssige Ableitungen – Jahr Typ 1: Jahr mit BK-Poolentleerung und Betriebsableitungen.

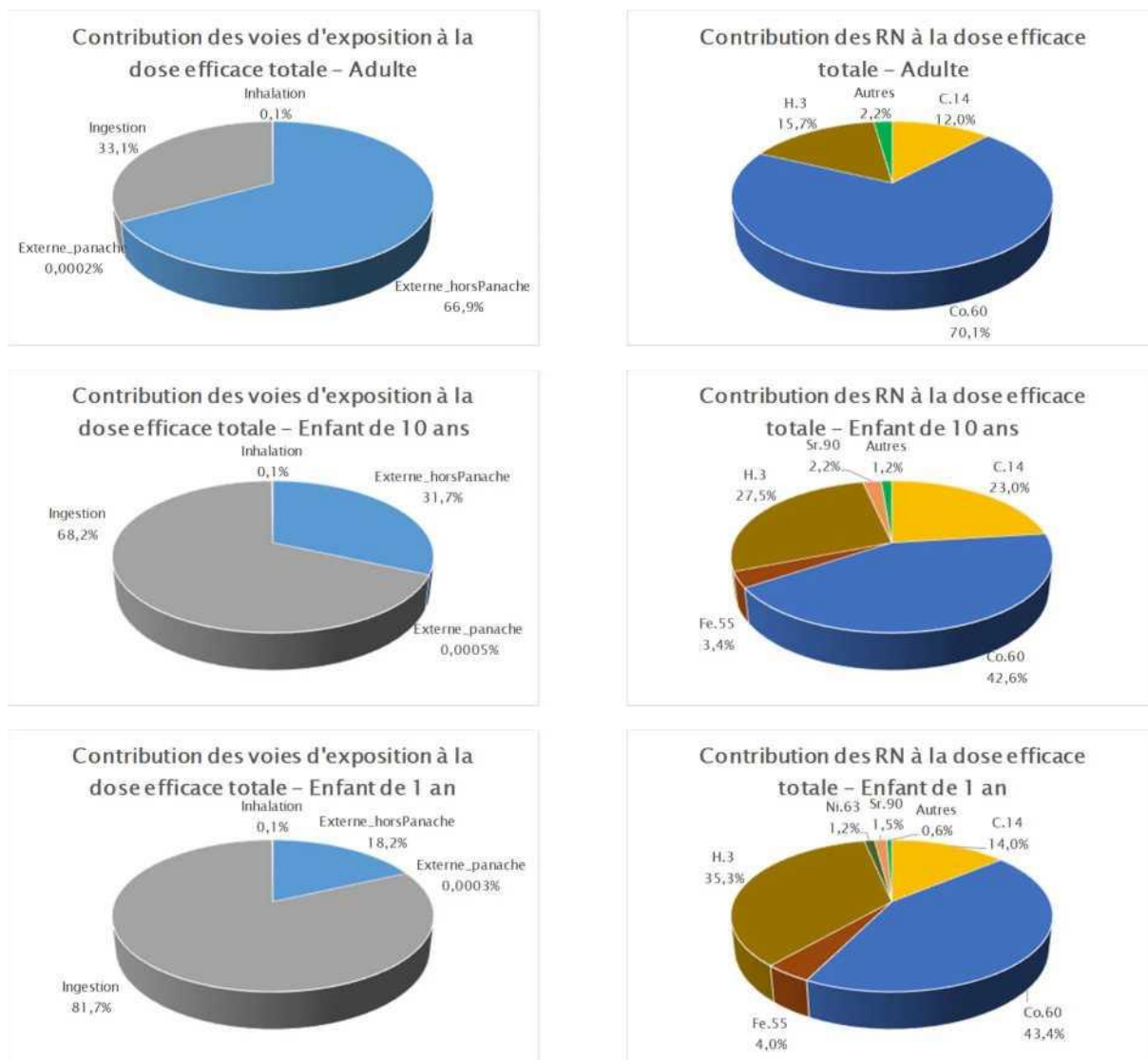


Abbildung c Jahreswirksame Gesamtdosis für die Einleitungen zu den beantragten Grenzwerten für Phase 1 und Jahr Typ 1 des Abbaus für Erwachsene, 10-jährige und 1-jährige Kinder auf dem Weg Exposition und Radionuklid (RN)

### 1.4.3. ERGEBNISSE DER PHASE 2 FÜR ATMOSPHERÄRE ABLEITUNGEN UND DES JAHRES TYP 0 FÜR FLÜSSIGE ABLEITUNGEN

In den folgenden Tabellen sind die wirksamen Dosen durch Exposition und Radionuklid für die Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten, deren repräsentative Person sich in der Gemeinde Namsheim befindet, für die folgenden Stilllegungsphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 2: BK-Wasser-Pools, BR-Wasserpools, während des Abbaus des

Beckens und der Innenräume unter Wasser;

- flüssige Ableitungen – Jahr 0: ordentliches Jahr mit nur Betriebsausstoß (d. h. Jahr ohne Schwimmbadentleerung).

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$3,8 \cdot 10^{-11}$	$4,0 \cdot 10^{-15}$	0	0	$3,8 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$3,5 \cdot 10^{-08}$	$3,9 \cdot 10^{-12}$	$2,7 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$3,5 \cdot 10^{-08}$
$^{137}\text{mBa}$	$6,7 \cdot 10^{-09}$	$7,8 \cdot 10^{-13}$	0	0	$6,7 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	$3,6 \cdot 10^{-11}$	$3,2 \cdot 10^{-11}$	$1,2 \cdot 10^{-04}$	$2,4 \cdot 10^{-07}$	$1,2 \cdot 10^{-04}$
$^{60}\text{Co}$	$7,4 \cdot 10^{-06}$	$9,2 \cdot 10^{-10}$	$2,2 \cdot 10^{-07}$	$2,0 \cdot 10^{-08}$	$7,6 \cdot 10^{-06}$
$^{137}\text{Cs}$	$3,4 \cdot 10^{-12}$	$2,2 \cdot 10^{-16}$	$1,9 \cdot 10^{-09}$	$3,7 \cdot 10^{-11}$	$1,9 \cdot 10^{-09}$
$^{152}\text{Eu}$	$5,1 \cdot 10^{-09}$	$6,4 \cdot 10^{-13}$	$2,3 \cdot 10^{-11}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$5,3 \cdot 10^{-09}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$7,0 \cdot 10^{-08}$	$1,0 \cdot 10^{-09}$	$7,1 \cdot 10^{-08}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	$3,8 \cdot 10^{-25}$	$8,6 \cdot 10^{-27}$	$3,8 \cdot 10^{-25}$
$^3\text{UHR}$	0	$2,3 \cdot 10^{-11}$	$4,7 \cdot 10^{-07}$	$3,4 \cdot 10^{-07}$	$8,1 \cdot 10^{-07}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$2,2 \cdot 10^{-08}$	$5,8 \cdot 10^{-09}$	$2,8 \cdot 10^{-08}$
$^{90}\text{Sr}$	$9,1 \cdot 10^{-12}$	$1,1 \cdot 10^{-15}$	$7,6 \cdot 10^{-08}$	$1,5 \cdot 10^{-09}$	$7,8 \cdot 10^{-08}$
$^{90}\text{Y}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$2,2 \cdot 10^{-16}$	$5,3 \cdot 10^{-09}$	$4,5 \cdot 10^{-13}$	$5,5 \cdot 10^{-09}$
INSGESAMT	$7,4 \cdot 10^{-06}$	$9,8 \cdot 10^{-10}$	$1,2 \cdot 10^{-04}$	$6,1 \cdot 10^{-07}$	$1,3 \cdot 10^{-04}$

Tabelle q Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 2 und Jahr 0 des Rückbaus (Erwachsene)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$3,8 \cdot 10^{-11}$	$4,3 \cdot 10^{-15}$	0	0	$3,8 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$	$4,1 \cdot 10^{-12}$	$3,8 \cdot 10^{-10}$	$9,9 \cdot 10^{-11}$	$3,6 \cdot 10^{-8}$
$^{137}\text{mBa}$	$6,8 \cdot 10^{-9}$	$8,4 \cdot 10^{-13}$	0	0	$6,8 \cdot 10^{-9}$
$^{14}\text{C}$	0	$3,4 \cdot 10^{-11}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$
$^{60}\text{Co}$	$5,8 \cdot 10^{-6}$	$9,8 \cdot 10^{-10}$	$4,1 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-8}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$
$^{137}\text{Cs}$	$3,5 \cdot 10^{-12}$	$2,4 \cdot 10^{-16}$	$8,8 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-11}$	$9,0 \cdot 10^{-10}$
$^{152}\text{Eu}$	$5,1 \cdot 10^{-9}$	$6,8 \cdot 10^{-13}$	$1,8 \cdot 10^{-11}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$5,3 \cdot 10^{-9}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	$3,0 \cdot 10^{-25}$	$7,0 \cdot 10^{-27}$	$3,0 \cdot 10^{-25}$
$^3\text{UHR}$	0	$2,4 \cdot 10^{-11}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^{-7}$	$6,6 \cdot 10^{-7}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$2,7 \cdot 10^{-8}$	$5,7 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-8}$
$^{90}\text{Sr}$	$7,6 \cdot 10^{-12}$	$1,2 \cdot 10^{-15}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$
$^{90}\text{Y}$	$1,4 \cdot 10^{-10}$	$2,3 \cdot 10^{-16}$	$7,6 \cdot 10^{-9}$	$5,3 \cdot 10^{-13}$	$7,8 \cdot 10^{-9}$
INSGESAMT	$5,8 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$5,4 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$

Tabelle r Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 2 und Typ 0 des Rückbaus (Kind 10 Jahre)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$3,9 \cdot 10^{-11}$	$4,6 \cdot 10^{-15}$	0	0	$3,9 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$3,6 \cdot 10^{-8}$	$4,4 \cdot 10^{-12}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$3,8 \cdot 10^{-8}$
$^{137}\text{mBa}$	$7,0 \cdot 10^{-9}$	$9,0 \cdot 10^{-13}$	0	0	$7,0 \cdot 10^{-9}$
$^{14}\text{C}$	0	$3,6 \cdot 10^{-11}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
$^{60}\text{Co}$	$6,0 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$7,2 \cdot 10^{-6}$
$^{137}\text{Cs}$	$3,6 \cdot 10^{-12}$	$2,6 \cdot 10^{-16}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$1,7 \cdot 10^{-11}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$
$^{152}\text{Eu}$	$5,3 \cdot 10^{-9}$	$7,3 \cdot 10^{-13}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$5,6 \cdot 10^{-9}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$2,6 \cdot 10^{-7}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	$4,7 \cdot 10^{-25}$	$9,7 \cdot 10^{-27}$	$4,8 \cdot 10^{-25}$
$^3\text{UHR}$	0	$2,6 \cdot 10^{-11}$	$9,9 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$7,1 \cdot 10^{-8}$	$9,3 \cdot 10^{-9}$	$8,1 \cdot 10^{-8}$
$^{90}\text{Sr}$	$7,8 \cdot 10^{-12}$	$1,3 \cdot 10^{-15}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$
$^{90}\text{Y}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$2,5 \cdot 10^{-16}$	$2,1 \cdot 10^{-8}$	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$2,1 \cdot 10^{-8}$
INSGESAMT	$6,0 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-7}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$

Tabelle s Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 2 und Jahr 0 des Rückbaus (Kind von 1 Jahr)

In den folgenden Abbildungen sind die jeweiligen Beiträge der verschiedenen Expositionswege und der Radionuklide für die Ableitungen zu den beantragten Grenzwerten für die folgenden Abbauphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 2: BK-Wasser-Pools, BR-Wasserpools, während des Abbaus des Beckens und der Innenräume unter Wasser;
- flüssige Ableitungen – Jahr Typ 0: ordentliches Jahr mit nur Betriebsausstoß (d. h. Jahr ohne Schwimmbadentleerung).

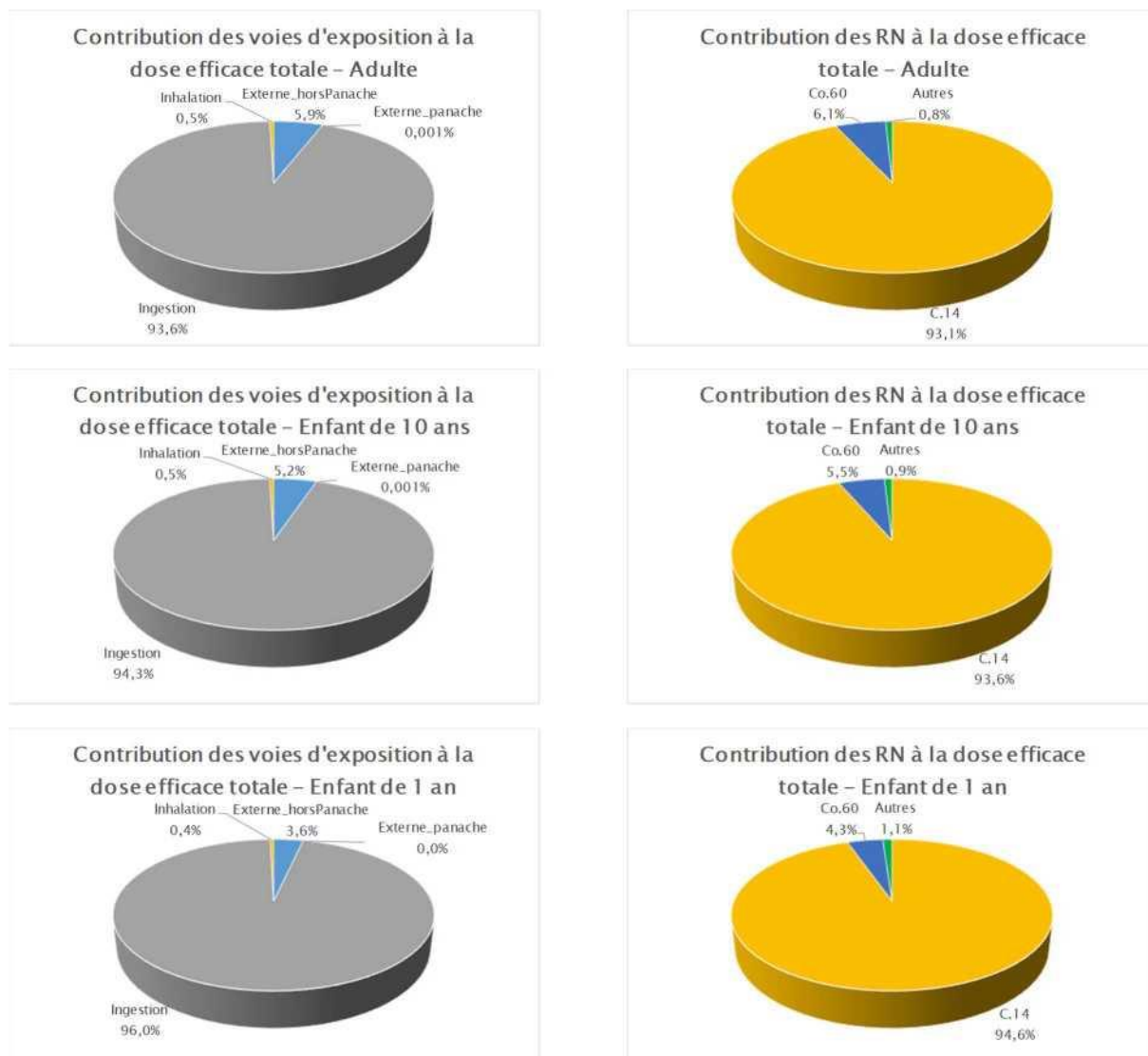


Abbildung d Jahreswirksame Gesamtdosis für die Einleitungen zu den beantragten Grenzwerten für Phase 2 und Jahr 0 des Abbaus für Erwachsene, 10-jährige und 1-jährige Kinder auf dem Weg Exposition und Radionuklid (RN)

#### 1.4.4. ERGEBNISSE DER PHASE 2 FÜR ATMOSPÄRE ABLEITUNGEN UND DES JAHRES TYP 2 FÜR FLÜSSIGE ABLEITUNGEN

In den folgenden Tabellen sind die wirksamen Dosen durch Exposition und Radionuklid für die Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten, deren repräsentative Person sich in der Gemeinde Fessenheim befindet, für die folgenden Stilllegungsphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 2: BK-Wasser-Pools, BR-Wasserpools, während des Abbaus des



Beckens und der Innenräume unter Wasser;

- flüssige Ableitungen – Jahr Typ 2: Jahr der Entleerung des BR-Pools allein und Abstoßung des Betriebs.

Dies ist der dosisbenachteiligste Abbauschritt.

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$5,1 \cdot 10^{-11}$	$1,6 \cdot 10^{-15}$	0	0	$5,1 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$4,7 \cdot 10^{-8}$	$1,7 \cdot 10^{-12}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$4,3 \cdot 10^{-11}$	$4,8 \cdot 10^{-8}$
$^{137}\text{mBa}$	$9,2 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-13}$	0	0	$9,2 \cdot 10^{-9}$
$^{14}\text{C}$	$5,3 \cdot 10^{-10}$	$1,4 \cdot 10^{-11}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$
$^{60}\text{Co}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-10}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$8,6 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
$^{137}\text{Cs}$	$4,7 \cdot 10^{-12}$	$9,8 \cdot 10^{-17}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-11}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$
$^{152}\text{Eu}$	$6,9 \cdot 10^{-9}$	$2,8 \cdot 10^{-13}$	$1,5 \cdot 10^{-11}$	$5,6 \cdot 10^{-11}$	$7,0 \cdot 10^{-9}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$4,2 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	$3,0 \cdot 10^{-25}$	$1,3 \cdot 10^{-27}$	$3,1 \cdot 10^{-25}$
$^3\text{UHR}$	0	$9,9 \cdot 10^{-12}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$4,0 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$4,2 \cdot 10^{-8}$
$^{90}\text{Sr}$	$1,4 \cdot 10^{-11}$	$5,0 \cdot 10^{-16}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$6,4 \cdot 10^{-10}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$
$^{90}\text{Y}$	$2,8 \cdot 10^{-10}$	$3,3 \cdot 10^{-17}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$6,7 \cdot 10^{-14}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$
INSGESAMT	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$4,3 \cdot 10^{-10}$	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$

Tabelle t Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 2 und Typ-2-Jahr des Abbaus (Erwachsene)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$5,3 \cdot 10^{-11}$	$1,8 \cdot 10^{-15}$	0	0	$5,3 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$4,9 \cdot 10^{-08}$	$1,9 \cdot 10^{-12}$	$3,2 \cdot 10^{-10}$	$4,5 \cdot 10^{-11}$	$4,9 \cdot 10^{-08}$
$^{137}\text{mBa}$	$9,4 \cdot 10^{-09}$	$3,5 \cdot 10^{-13}$	0	0	$9,4 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	0	$1,5 \cdot 10^{-11}$	$6,6 \cdot 10^{-04}$	$1,0 \cdot 10^{-07}$	$6,6 \cdot 10^{-04}$
$^{60}\text{Co}$	$8,0 \cdot 10^{-06}$	$4,5 \cdot 10^{-10}$	$7,1 \cdot 10^{-07}$	$9,0 \cdot 10^{-09}$	$8,8 \cdot 10^{-06}$
$^{137}\text{Cs}$	$4,9 \cdot 10^{-12}$	$1,1 \cdot 10^{-16}$	$7,1 \cdot 10^{-10}$	$8,8 \cdot 10^{-12}$	$7,2 \cdot 10^{-10}$
$^{152}\text{Eu}$	$7,2 \cdot 10^{-09}$	$3,1 \cdot 10^{-13}$	$1,2 \cdot 10^{-11}$	$4,5 \cdot 10^{-11}$	$7,2 \cdot 10^{-09}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$3,0 \cdot 10^{-07}$	$4,8 \cdot 10^{-10}$	$3,0 \cdot 10^{-07}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	$2,5 \cdot 10^{-25}$	$1,1 \cdot 10^{-27}$	$2,5 \cdot 10^{-25}$
$^3\text{UHR}$	0	$1,1 \cdot 10^{-11}$	$2,1 \cdot 10^{-06}$	$1,3 \cdot 10^{-07}$	$2,3 \cdot 10^{-06}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$4,7 \cdot 10^{-08}$	$2,6 \cdot 10^{-09}$	$5,0 \cdot 10^{-08}$
$^{90}\text{Sr}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$	$5,5 \cdot 10^{-16}$	$2,1 \cdot 10^{-07}$	$6,3 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$1,9 \cdot 10^{-10}$	$3,5 \cdot 10^{-17}$	$1,5 \cdot 10^{-08}$	$8,1 \cdot 10^{-14}$	$1,5 \cdot 10^{-08}$
INSGESAMT	$8,1 \cdot 10^{-06}$	$4,7 \cdot 10^{-10}$	$6,6 \cdot 10^{-04}$	$2,4 \cdot 10^{-07}$	$6,7 \cdot 10^{-04}$

Tabelle u Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 2 und Typ-2-Jahr des Abbaus (Kind 10 Jahre)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$5,5 \cdot 10^{-11}$	$2,0 \cdot 10^{-15}$	0	0	$5,5 \cdot 10^{-11}$
$^{108}\text{mAg}$	$5,1 \cdot 10^{-08}$	$2,0 \cdot 10^{-12}$	$8,3 \cdot 10^{-10}$	$6,8 \cdot 10^{-11}$	$5,2 \cdot 10^{-08}$
$^{137}\text{mBa}$	$9,8 \cdot 10^{-09}$	$3,8 \cdot 10^{-13}$	0	0	$9,8 \cdot 10^{-09}$
$^{14}\text{C}$	0	$1,6 \cdot 10^{-11}$	$7,0 \cdot 10^{-04}$	$1,3 \cdot 10^{-07}$	$7,0 \cdot 10^{-04}$
$^{60}\text{Co}$	$8,3 \cdot 10^{-06}$	$4,8 \cdot 10^{-10}$	$2,4 \cdot 10^{-06}$	$1,3 \cdot 10^{-08}$	$1,1 \cdot 10^{-05}$
$^{137}\text{Cs}$	$5,1 \cdot 10^{-12}$	$1,2 \cdot 10^{-16}$	$8,3 \cdot 10^{-10}$	$7,9 \cdot 10^{-12}$	$8,4 \cdot 10^{-10}$
$^{152}\text{Eu}$	$7,4 \cdot 10^{-09}$	$3,3 \cdot 10^{-13}$	$6,8 \cdot 10^{-11}$	$5,7 \cdot 10^{-11}$	$7,5 \cdot 10^{-09}$
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$5,0 \cdot 10^{-07}$	$6,7 \cdot 10^{-10}$	$5,0 \cdot 10^{-07}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	$3,8 \cdot 10^{-25}$	$1,5 \cdot 10^{-27}$	$3,8 \cdot 10^{-25}$
$^3\text{UHR}$	0	$1,2 \cdot 10^{-11}$	$4,0 \cdot 10^{-06}$	$1,7 \cdot 10^{-07}$	$4,2 \cdot 10^{-06}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$1,3 \cdot 10^{-07}$	$4,2 \cdot 10^{-09}$	$1,4 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Sr}$	$1,1 \cdot 10^{-11}$	$5,9 \cdot 10^{-16}$	$1,9 \cdot 10^{-07}$	$8,4 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$3,8 \cdot 10^{-17}$	$4,1 \cdot 10^{-08}$	$1,6 \cdot 10^{-13}$	$4,1 \cdot 10^{-08}$
INSGESAMT	$8,4 \cdot 10^{-06}$	$5,1 \cdot 10^{-10}$	$7,1 \cdot 10^{-04}$	$3,2 \cdot 10^{-07}$	$7,2 \cdot 10^{-04}$

Tabelle v Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 2 und Typ-2-Jahr des Abbaus (Kind von 1 Jahr)

In den folgenden Abbildungen sind die jeweiligen Beiträge der verschiedenen Expositionswege und der Radionuklide für die Ableitungen zu den beantragten Grenzwerten für die folgenden Abbauphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 2: BK-Wasser-Pools, BR-Wasser-pools, während des Abbaus des Beckens und der Innenräume unter Wasser;
- flüssige Einleitungen – Jahr Typ 2: Jahr der Entleerung des BR-Pools allein und Abstoßung des Betriebs.

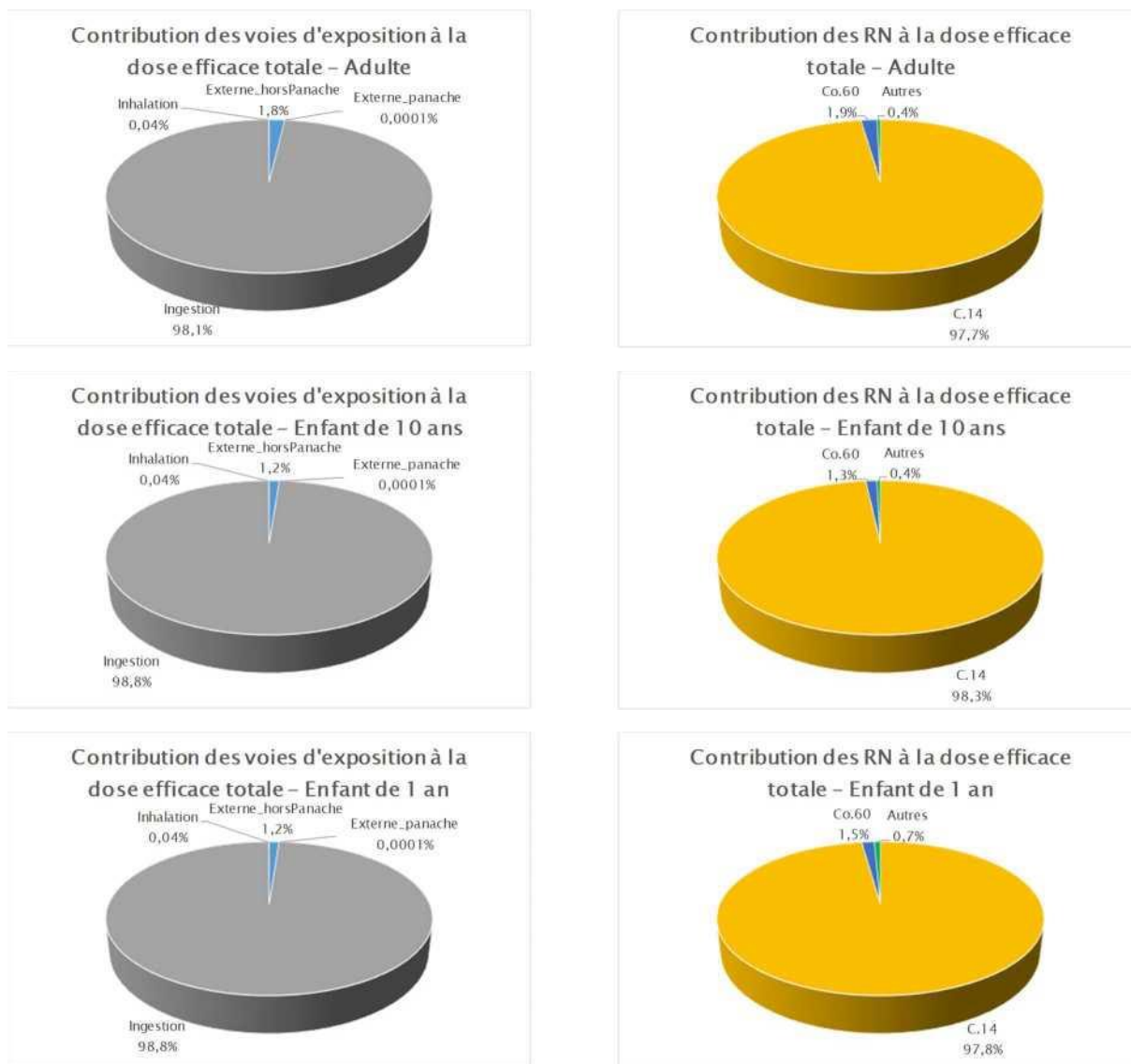


Abbildung e Jahreswirksame Gesamtdosis für die Einleitungen zu den beantragten Grenzwerten für Phase 2 und Jahr Typ 2 des Abbaus für Erwachsene, 10-jährige und 1-jährige Kinder auf dem Weg Exposition und Radionuklid (RN)

### 1.4.5. ERGEBNISSE DER PHASE 3 FÜR RÜCKWÜRFE ATMOSPHERIKA UND JAHR TYP 0 FÜR DIE FLÜSSIGE ABLEITUNGEN

In den folgenden Tabellen sind die wirksamen Dosen durch Exposition und Radionuklid für die Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten, deren repräsentative Person sich in der Gemeinde Fessenheim befindet, für die folgenden Stilllegungsphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 3: BK- und BR-Schwimmbecken (das Ende der Entleerung der Schwimmbäder BR und BK ist im selben Jahr geplant);
- flüssige Ableitungen – Jahr Typ 0: ordentliches Jahr mit nur Betriebsableitungen (d. h. Jahr ohne Schwimmbadentleerung).

In Phase 3 sind für die einzelnen Stilllegungsarbeiten mehrere Ableitungen mit unterschiedlichen Eigenschaften vorgesehen (siehe [Anhang 1](#)). Es wurden detaillierte Dosisberechnungen für alle geplanten Emissions- und Ableitungen durchgeführt. Die nachstehenden Ergebnisse entsprechen für Phase 3 der maximalen Dosis dieser Phase.

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$8,8 \cdot 10^{-10}$	$8,1 \cdot 10^{-14}$	0	0	$8,8 \cdot 10^{-10}$
$^{108}\text{mAg}$	$8,1 \cdot 10^{-07}$	$8,2 \cdot 10^{-11}$	$5,0 \cdot 10^{-09}$	$2,1 \cdot 10^{-09}$	$8,2 \cdot 10^{-07}$
$^{137}\text{mBa}$	$1,2 \cdot 10^{-07}$	$1,2 \cdot 10^{-11}$	0	0	$1,2 \cdot 10^{-07}$
$^{14}\text{C}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$	$6,7 \cdot 10^{-12}$	$2,5 \cdot 10^{-05}$	$4,9 \cdot 10^{-08}$	$2,5 \cdot 10^{-05}$
$^{60}\text{Co}$	$1,3 \cdot 10^{-05}$	$1,3 \cdot 10^{-09}$	$4,6 \cdot 10^{-07}$	$2,7 \cdot 10^{-08}$	$1,4 \cdot 10^{-05}$
$^{137}\text{Cs}$	$5,9 \cdot 10^{-11}$	$3,5 \cdot 10^{-15}$	$2,8 \cdot 10^{-08}$	$5,6 \cdot 10^{-10}$	$2,8 \cdot 10^{-08}$
$^{152}\text{Eu}$	0	0	0	0	0
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$1,3 \cdot 10^{-07}$	$5,1 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-07}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	0	0	0
$^3\text{uHR}$	0	$1,4 \cdot 10^{-11}$	$2,6 \cdot 10^{-07}$	$2,0 \cdot 10^{-07}$	$4,5 \cdot 10^{-07}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$9,6 \cdot 10^{-08}$	$5,2 \cdot 10^{-08}$	$1,5 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Sr}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$1,7 \cdot 10^{-14}$	$2,9 \cdot 10^{-07}$	$2,2 \cdot 10^{-08}$	$3,2 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$2,5 \cdot 10^{-09}$	$1,3 \cdot 10^{-15}$	$2,4 \cdot 10^{-08}$	$2,5 \cdot 10^{-12}$	$2,6 \cdot 10^{-08}$
<b>INSGESAMT</b>	$1,4 \cdot 10^{-05}$	$1,4 \cdot 10^{-09}$	$2,7 \cdot 10^{-05}$	$3,5 \cdot 10^{-07}$	$4,1 \cdot 10^{-05}$

Tabelle w Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 3 und Jahr 0 des Rückbaus (Erwachsene)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$9,0 \cdot 10^{-10}$	$9,2 \cdot 10^{-14}$	0	0	$9,0 \cdot 10^{-10}$
$^{108}\text{mAg}$	$8,3 \cdot 10^{-07}$	$9,3 \cdot 10^{-11}$	$6,4 \cdot 10^{-09}$	$2,2 \cdot 10^{-09}$	$8,4 \cdot 10^{-07}$
$^{137}\text{mBa}$	$1,2 \cdot 10^{-07}$	$1,3 \cdot 10^{-11}$	0	0	$1,2 \cdot 10^{-07}$
$^{14}\text{C}$	0	$7,6 \cdot 10^{-12}$	$2,3 \cdot 10^{-05}$	$5,1 \cdot 10^{-08}$	$2,3 \cdot 10^{-05}$
$^{60}\text{Co}$	$8,8 \cdot 10^{-06}$	$1,4 \cdot 10^{-09}$	$8,2 \cdot 10^{-07}$	$2,9 \cdot 10^{-08}$	$9,7 \cdot 10^{-06}$
$^{137}\text{Cs}$	$6,2 \cdot 10^{-11}$	$4,0 \cdot 10^{-15}$	$1,3 \cdot 10^{-08}$	$3,2 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-08}$
$^{152}\text{Eu}$	0	0	0	0	0
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$2,9 \cdot 10^{-07}$	$6,0 \cdot 10^{-10}$	$2,9 \cdot 10^{-07}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	0	0	0
$^3\text{UHR}$	0	$1,5 \cdot 10^{-11}$	$2,0 \cdot 10^{-07}$	$1,8 \cdot 10^{-07}$	$3,8 \cdot 10^{-07}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$1,1 \cdot 10^{-07}$	$5,6 \cdot 10^{-08}$	$1,7 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Sr}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$2,0 \cdot 10^{-14}$	$3,7 \cdot 10^{-07}$	$2,3 \cdot 10^{-08}$	$3,9 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$2,4 \cdot 10^{-09}$	$1,4 \cdot 10^{-15}$	$2,9 \cdot 10^{-08}$	$3,2 \cdot 10^{-12}$	$3,2 \cdot 10^{-08}$
INSGESAMT	$9,8 \cdot 10^{-06}$	$1,6 \cdot 10^{-09}$	$2,5 \cdot 10^{-05}$	$3,4 \cdot 10^{-07}$	$3,5 \cdot 10^{-05}$

Tabelle x Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 3 und Typ 0 des Rückbaus (Kind 10 Jahre)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$9,4 \cdot 10^{-10}$	$9,8 \cdot 10^{-14}$	0	0	$9,4 \cdot 10^{-10}$
$^{108}\text{mAg}$	$8,7 \cdot 10^{-07}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-08}$	$3,4 \cdot 10^{-09}$	$8,9 \cdot 10^{-07}$
$^{137}\text{mBa}$	$1,2 \cdot 10^{-07}$	$1,4 \cdot 10^{-11}$	0	0	$1,2 \cdot 10^{-07}$
$^{14}\text{C}$	0	$8,1 \cdot 10^{-12}$	$3,7 \cdot 10^{-05}$	$6,7 \cdot 10^{-08}$	$3,7 \cdot 10^{-05}$
$^{60}\text{Co}$	$9,2 \cdot 10^{-06}$	$1,5 \cdot 10^{-09}$	$2,8 \cdot 10^{-06}$	$4,0 \cdot 10^{-08}$	$1,2 \cdot 10^{-05}$
$^{137}\text{Cs}$	$6,4 \cdot 10^{-11}$	$4,3 \cdot 10^{-15}$	$1,8 \cdot 10^{-08}$	$2,9 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{-08}$
$^{152}\text{Eu}$	0	0	0	0	0
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$4,9 \cdot 10^{-07}$	$8,4 \cdot 10^{-10}$	$4,9 \cdot 10^{-07}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	0	0	0
$^3\text{UHR}$	0	$1,7 \cdot 10^{-11}$	$5,9 \cdot 10^{-07}$	$2,3 \cdot 10^{-07}$	$8,2 \cdot 10^{-07}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$3,6 \cdot 10^{-07}$	$9,2 \cdot 10^{-08}$	$4,5 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Sr}$	$1,4 \cdot 10^{-10}$	$2,1 \cdot 10^{-14}$	$5,3 \cdot 10^{-07}$	$3,0 \cdot 10^{-08}$	$5,6 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$2,5 \cdot 10^{-09}$	$1,5 \cdot 10^{-15}$	$1,3 \cdot 10^{-07}$	$6,3 \cdot 10^{-12}$	$1,3 \cdot 10^{-07}$
INSGESAMT	$1,0 \cdot 10^{-05}$	$1,7 \cdot 10^{-09}$	$4,1 \cdot 10^{-05}$	$4,7 \cdot 10^{-07}$	$5,2 \cdot 10^{-05}$

Tabelle y Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 3 und Jahr 0 des Rückbaus (Kind von 1 Jahr)

In den folgenden Abbildungen sind die jeweiligen Beiträge der verschiedenen Expositionswege und der Radionuklide für die Ableitungen zu den beantragten Grenzwerten für die folgenden Abbauphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 3: BK- und BR-Schwimmbecken (das Ende der Entleerung der Schwimmbäder BR und BK ist im selben Jahr geplant);
- flüssige Ableitungen – Jahr Typ 0: ordentliches Jahr mit nur Betriebsableitungen (d. h. Jahr ohne Schwimmbadentleerung).

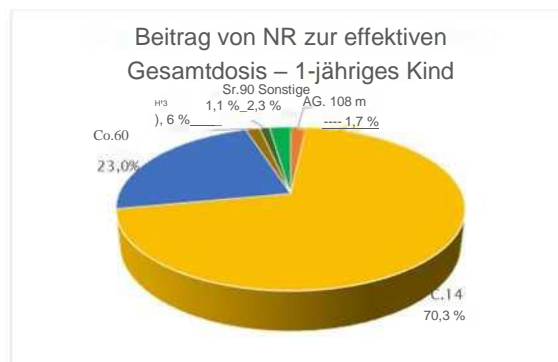
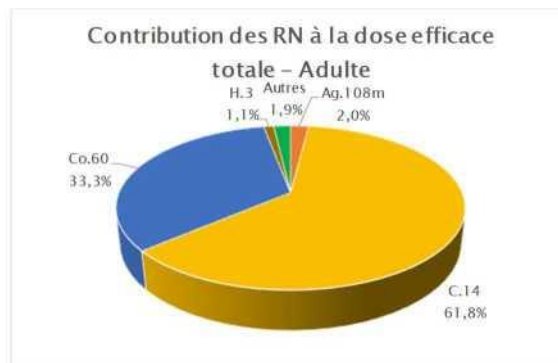
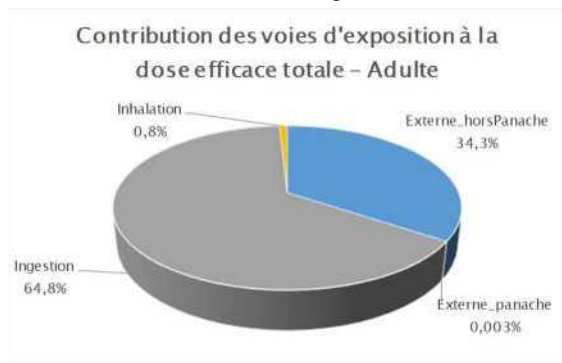


Abbildung f Jahreswirksame Gesamtdosis für die Einleitungen zu den beantragten Grenzwerten für Phase 3 und Jahr Typ 0 des Abbaus für Erwachsene, 10-jährige und 1-jährige Kinder durch Exposition und mit Radionuklid (RN)

### 1.4.6. ERGEBNISSE DER PHASE 3 FÜR RÜCKWÜRFE ATMOSPHERIKA UND JAHR TYP 3 FÜR DIE FLÜSSIGE ABLEITUNGEN

In den folgenden Tabellen sind die wirksamen Dosen durch Exposition und Radionuklid für die Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten, deren repräsentative Person sich in der Gemeinde Fessenheim für die folgenden Stilllegungsphasen befindet, aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 3: BK- und BR-Schwimmbecken (das Ende der Entleerung der Schwimmbäder BR und BK ist im selben Jahr geplant);

- flüssige Einleitungen – Jahr Typ 3: Jahr der Entleerung des Pools BR und BK und Betriebsableitungen.

In Phase 3 sind für die einzelnen Stilllegungsarbeiten mehrere Ableitungen mit unterschiedlichen Eigenschaften vorgesehen (siehe [Anhang 1](#)). Es wurden detaillierte Dosisberechnungen für alle geplanten Emissions- und Ableitungen durchgeführt. Die nachstehenden Ergebnisse entsprechen für Phase 3 der maximalen Dosis dieser Phase.

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$1,9 \cdot 10^{-10}$	$9,7 \cdot 10^{-15}$	0	0	$1,9 \cdot 10^{-10}$
$^{108}\text{mAg}$	$1,8 \cdot 10^{-07}$	$9,6 \cdot 10^{-12}$	$2,2 \cdot 10^{-09}$	$2,7 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{-07}$
$^{137}\text{mBa}$	$2,5 \cdot 10^{-08}$	$1,4 \cdot 10^{-12}$	0	0	$2,5 \cdot 10^{-08}$
$^{14}\text{C}$	$4,9 \cdot 10^{-10}$	$7,8 \cdot 10^{-13}$	$6,4 \cdot 10^{-04}$	$6,3 \cdot 10^{-09}$	$6,4 \cdot 10^{-04}$
$^{60}\text{Co}$	$1,4 \cdot 10^{-05}$	$1,4 \cdot 10^{-10}$	$8,2 \cdot 10^{-07}$	$3,2 \cdot 10^{-09}$	$1,5 \cdot 10^{-05}$
$^{137}\text{Cs}$	$1,3 \cdot 10^{-11}$	$4,1 \cdot 10^{-16}$	$9,9 \cdot 10^{-09}$	$7,1 \cdot 10^{-11}$	$1,0 \cdot 10^{-08}$
$^{152}\text{Eu}$	0	0	0	0	0
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$1,9 \cdot 10^{-07}$	$5,9 \cdot 10^{-11}$	$1,9 \cdot 10^{-07}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	0	0	0
$^3\text{UHR}$	0	$1,9 \cdot 10^{-12}$	$3,7 \cdot 10^{-06}$	$3,0 \cdot 10^{-08}$	$3,7 \cdot 10^{-06}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$7,9 \cdot 10^{-08}$	$6,6 \cdot 10^{-09}$	$8,6 \cdot 10^{-08}$
$^{90}\text{Sr}$	$3,9 \cdot 10^{-11}$	$2,0 \cdot 10^{-15}$	$2,2 \cdot 10^{-07}$	$2,8 \cdot 10^{-09}$	$2,3 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$7,8 \cdot 10^{-10}$	$1,6 \cdot 10^{-16}$	$1,8 \cdot 10^{-08}$	$3,5 \cdot 10^{-13}$	$1,8 \cdot 10^{-08}$
INSGESAMT	$1,4 \cdot 10^{-05}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$6,4 \cdot 10^{-04}$	$4,9 \cdot 10^{-08}$	$6,6 \cdot 10^{-04}$

Tabelle z Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 3 und Typ-3-Jahr des Abbaus (Erwachsene)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$1,9 \cdot 10^{-10}$	$9,5 \cdot 10^{-15}$	0	0	$1,9 \cdot 10^{-10}$
$^{108}\text{mAg}$	$1,8 \cdot 10^{-07}$	$9,4 \cdot 10^{-12}$	$4,7 \cdot 10^{-09}$	$2,2 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{-07}$
$^{137}\text{mBa}$	$2,5 \cdot 10^{-08}$	$1,4 \cdot 10^{-12}$	0	0	$2,5 \cdot 10^{-08}$
$^{14}\text{C}$	0	$7,6 \cdot 10^{-13}$	$6,4 \cdot 10^{-04}$	$5,1 \cdot 10^{-09}$	$6,4 \cdot 10^{-04}$
$^{60}\text{Co}$	$1,9 \cdot 10^{-06}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-06}$	$2,7 \cdot 10^{-09}$	$3,2 \cdot 10^{-06}$
$^{137}\text{Cs}$	$1,3 \cdot 10^{-11}$	$4,0 \cdot 10^{-16}$	$5,4 \cdot 10^{-09}$	$3,2 \cdot 10^{-11}$	$5,4 \cdot 10^{-09}$
$^{152}\text{Eu}$	0	0	0	0	0
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$3,9 \cdot 10^{-07}$	$5,2 \cdot 10^{-11}$	$3,9 \cdot 10^{-07}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	0	0	0
$^3\text{UHR}$	0	$2,0 \cdot 10^{-12}$	$3,2 \cdot 10^{-06}$	$2,3 \cdot 10^{-08}$	$3,2 \cdot 10^{-06}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$8,7 \cdot 10^{-08}$	$5,6 \cdot 10^{-09}$	$9,3 \cdot 10^{-08}$
$^{90}\text{Sr}$	$2,7 \cdot 10^{-11}$	$2,0 \cdot 10^{-15}$	$3,0 \cdot 10^{-07}$	$2,3 \cdot 10^{-09}$	$3,0 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$	$1,4 \cdot 10^{-16}$	$2,3 \cdot 10^{-08}$	$3,3 \cdot 10^{-13}$	$2,3 \cdot 10^{-08}$
<b>INSGESAMT</b>	$2,1 \cdot 10^{-06}$	$1,5 \cdot 10^{-10}$	$6,5 \cdot 10^{-04}$	$3,9 \cdot 10^{-08}$	$6,5 \cdot 10^{-04}$

Tabelle aa Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 3 und Typ-3-Jahr des Abbaus (Kind 10 Jahre)

Radionuklid	Extern außerhalb von Panache	Extern Panache	Verschlucken	Inhalation	INSGESAMT
$^{108}\text{Ag}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-14}$	0	0	$2,0 \cdot 10^{-10}$
$^{108}\text{mAg}$	$1,8 \cdot 10^{-07}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$	$9,0 \cdot 10^{-09}$	$3,4 \cdot 10^{-10}$	$1,9 \cdot 10^{-07}$
$^{137}\text{mBa}$	$2,6 \cdot 10^{-08}$	$1,5 \cdot 10^{-12}$	0	0	$2,6 \cdot 10^{-08}$
$^{14}\text{C}$	0	$8,1 \cdot 10^{-13}$	$6,6 \cdot 10^{-04}$	$6,7 \cdot 10^{-09}$	$6,6 \cdot 10^{-04}$
$^{60}\text{Co}$	$1,9 \cdot 10^{-06}$	$1,4 \cdot 10^{-10}$	$5,3 \cdot 10^{-06}$	$3,8 \cdot 10^{-09}$	$7,3 \cdot 10^{-06}$
$^{137}\text{Cs}$	$1,3 \cdot 10^{-11}$	$4,3 \cdot 10^{-16}$	$4,9 \cdot 10^{-09}$	$2,9 \cdot 10^{-11}$	$5,0 \cdot 10^{-09}$
$^{152}\text{Eu}$	0	0	0	0	0
$^{55}\text{Fe}$	0	0	$8,4 \cdot 10^{-07}$	$7,2 \cdot 10^{-11}$	$8,4 \cdot 10^{-07}$
$^{152}\text{Gd}$	0	0	0	0	0
$^3\text{UHR}$	0	$2,1 \cdot 10^{-12}$	$7,3 \cdot 10^{-06}$	$3,0 \cdot 10^{-08}$	$7,4 \cdot 10^{-06}$
$^{63}\text{Ni}$	0	0	$3,0 \cdot 10^{-07}$	$9,2 \cdot 10^{-09}$	$3,1 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Sr}$	$2,8 \cdot 10^{-11}$	$2,1 \cdot 10^{-15}$	$3,6 \cdot 10^{-07}$	$3,0 \cdot 10^{-09}$	$3,6 \cdot 10^{-07}$
$^{90}\text{Y}$	$5,2 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-16}$	$8,3 \cdot 10^{-08}$	$6,6 \cdot 10^{-13}$	$8,4 \cdot 10^{-08}$
<b>INSGESAMT</b>	$2,1 \cdot 10^{-06}$	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$6,7 \cdot 10^{-04}$	$5,3 \cdot 10^{-08}$	$6,7 \cdot 10^{-04}$

Tabelle bb Jahresgesamtdosis aufgrund der Ableitungen radioaktiver Stoffe an den beantragten Grenzwerten für Phase 3 und Typ-3-Jahr des Abbaus (Kind von 1 Jahr)



In den folgenden Abbildungen sind die jeweiligen Beiträge der verschiedenen Expositionswege und der Radionuklide für die Ableitungen zu den beantragten Grenzwerten für die folgenden Abbauphasen aufgeführt:

- Freisetzungen in die Luft – Phase 3: BK- und BR-Schwimmbecken (das Ende der Entleerung der Schwimmbäder BR und BK ist im selben Jahr geplant);
- flüssige Einleitungen – Jahr Typ 3: Jahr der Entleerung des Pools BR und BK und Betriebsableitungen.

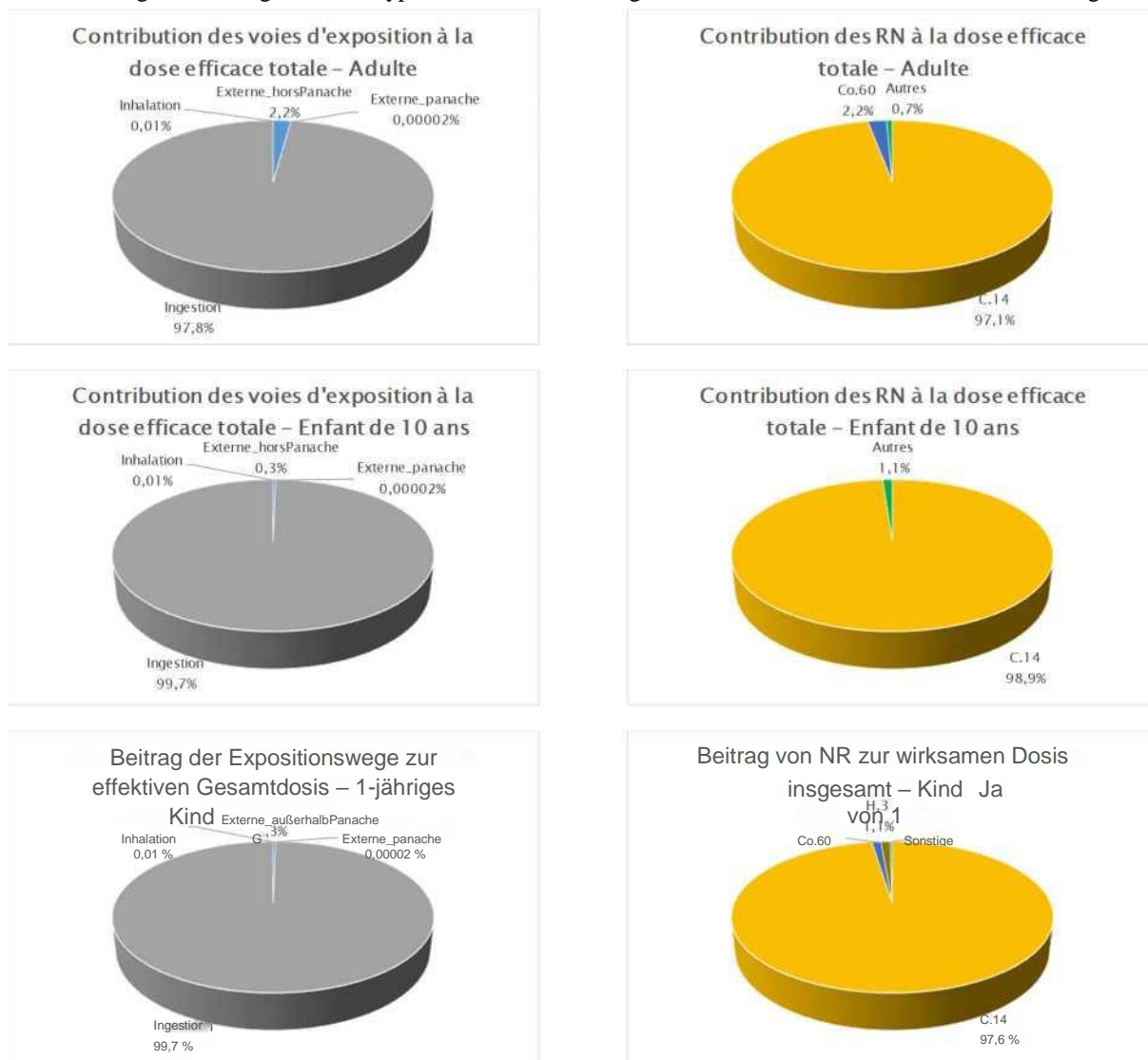


Abbildung g Jahreswirksame Gesamtdosis für die Einleitungen zu den beantragten Grenzwerten für Phase 3 und Jahr Typ 3 des Abbaus für Erwachsene, 10-jährige und 1-jährige Kinder auf dem Weg Exposition und Radionuklid (RN)

### 1.4.7. RECAPITULATIF DER ERGEBNISSE

Die nachstehende [Tabelle cc](#) enthält eine Zusammenfassung der jährlichen effektiven Gesamtdosen für jede Altersgruppe und für jede Kombination von Phasen der Freisetzung in die Luft und für das typische Jahr der flüssigen Freisetzung. Diese Dosen werden in Millisevert (mSv) ausgedrückt.

Phase der Freisetzung in die Luft und typisches Jahr der flüssigen Freisetzung	Altersklasse		
	Erwachsener	10-jähriges Kind	1-jähriges Kind
Phase 1 – Jahr Typ 0	2,00.10 <sup>-05</sup>	8,40.10 <sup>-06</sup>	1,40.10 <sup>-05</sup>
Phase 1 – Jahr Typ 1	2,30.10 <sup>-05</sup>	1,20.10 <sup>-05</sup>	2,10.10 <sup>-05</sup>
Phase 2 – Jahr Typ 0	1,30.10 <sup>-04</sup>	1,10.10 <sup>-04</sup>	1,70.10 <sup>-04</sup>
Phase 2 – Jahr Typ 2	6,80.10 <sup>-04</sup>	6,70.10 <sup>-04</sup>	7,20.10 <sup>-04</sup>
Phase 3 – Jahr Typ 0	4,10.10 <sup>-05</sup>	3,50.10 <sup>-05</sup>	5,20.10 <sup>-05</sup>
Phase 3 – Jahr Typ 3	6,60.10 <sup>-04</sup>	6,50.10 <sup>-04</sup>	6,70.10 <sup>-04</sup>

Tabelle cc Zusammenfassung der jährlichen effektiven Gesamtdosen nach Altersgruppen und nach Phasenkombination für die Freisetzung in die Luft und das Standardjahr für flüssige Freisetzungen

## 2. BEWERTUNG VON DIE AUSSTELLUNG DES PUBLIKUMS GEGENÜBER IONISIERENDE STRAHLUNG DURCH DIREKTE BESTRAHLUNG

### 2.1. DIREKTE BESTRAHLUNG IM ZUSAMMENHANG MIT DEM HISTORISCHEN BETRIEB VON DIE INSTALLATION

Die nachstehende Tabelle zeigt die Jahresdurchschnittswerte der Umgebungs-dosis, die 2017 von den zehn Tags am Standortgrenzwert erfasst wurden, sowie die ungefähre Entfernung zum Baryzentrum von Reaktorgebäuden.

Unter Berücksichtigung des Standorts der repräsentativen Person, deren Wohnort sich etwa 900 m vom Standort in der Gemeinde Fessenheim entfernt befindet, stützt sich die Bewertung der externen Exposition gegenüber ionisierender Strahlung auf die Beschriftungen KRS 809 MA und KRS 810 MA, wenn sich die repräsentative Person in der Nähe ihrer Wohnung befindet.

Für das Szenario „majorant Walker“ gilt die repräsentative Person als um den Standort herumlaufen, so dass alle Tags für die Bewertung der Exposition im Zusammenhang mit dem Spaziergang verwendet werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Berücksichtigung der Daten von 2018 oder 2019 die Größenordnung der durchschnittlichen jährlichen Dosisraten auf der Ebene der Tags am Standortgrenzwert nicht ändert.

Tag	Durchschnittliche jährliche DDD (nSv/h)	Entfernung Tag – Baryzentrum BR (m)
KRS 801 MA	104	285
KRS 802 MA	96	355
KRS 803 MA	100	165
KRS 804 MA	96	140
KRS 805 MA	91	225
KRS 806 MA	112	220
KRS 807 MA	90	400
KRS 808 MA	98	440
KRS 809 MA	101	295
KRS 810 MA	93	335

Tabelle dd Umgebungs-Gamma-Dosisraten an Standortgrenze und Entfernung der Tags zum Baryzentrum BV für die Bewertung der externen Exposition im Zusammenhang mit dem historischen Betrieb der Anlage

## 2.2. DIREKTE BESTRAHLUNG IM ZUSAMMENHANG MIT DER IDT

Die [Tabelle ee](#) enthält für die repräsentativen Perioden der Aktivitätsspitzen, die im IDT gespeichert sind, die Mittelwerte der Umgebungs-dosisdurchsätze, die für die zehn Tags am Standortgrenzwert berechnet wurden, sowie deren ungefähre Entfernung zum Baryzentrum der ionisierenden Strahlungsquellen.

Für jeden Stilllegungszeitraum, der für die Beurteilung der externen Exposition durch direkte Bestrahlung als relevant erachtet wird, wird die Berechnung des Dosisdurchsatzes an den Tags und am Wohnort der repräsentativen Person anhand des prognostizierten Packstückplans und der entsprechenden Dosismenge bei Kontakt mit den Packstücken bewertet. Diese Berechnungen werden mit dem TRIPOLI-Tool mit einer stochastischen Berechnungsmethode durchgeführt, die es ermöglicht, die von den Photonen abgelagerte Bestrahlung an den Tags und an den Wohnorten aus dem Transport von Partikeln im IDT von den Abfallpackungen zu bewerten.

Tag	Zeitraum A	Zeitraum B	Zeitraum C	Zeitraum D
	Mittlere DED (nSv/h)	Mittlere DED (nSv/h)	Mittlere DED (nSv/h)	Mittlere DED (nSv/h)
KRS 801 MA	34,9	50,6	55,2	8,4
KRS 802 MA	8,7	9,7	12,2	3,1
KRS 803 MA	27,2	25,7	32,3	13,0
KRS 804 MA	32,7	24,0	37,6	15,8
KRS 805 MA	13,4	7,6	16,8	6,5
KRS 806 MA	19,8	11,0	19,7	11,9
KRS 807 MA	5,1	3,1	5,4	3,2
KRS 808 MA	8,6	5,8	8,7	5,3
KRS 809 MA	67,0	49,7	63,7	39,8
KRS 810 MA	32,8	31,5	41,6	16,6
Wohnort der repräsentativen Person	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$4,9 \cdot 10^{-2}$	$6,9 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-2}$

Tabelle ee Dosisraten an Standortgrenzwert und Entfernung der Tags zum Quellbaryzentrum für die Bewertung der externen Exposition im Zusammenhang mit dem TDI

# 3.

## BEWERTUNG DER GESUNDHEITLICHEN RISIKEN CHEMISCHER FREISETZUNGEN

Dieser Absatz enthält die ergänzenden Angaben zur Bewertung der gesundheitlichen Risiken von Ableitungen chemischer Stoffe (siehe [Kapitel 8](#)).

Es umfasst:

- Zusammensetzung der Gemische;
- die Toxikologischen Referenzwerte;
- Darstellung der Auswahl der Stoffe;
- Konzentrationen im Canal Grande d'Alsace und in den Fischen;
- Vergleich der Referenzwerte und der zuzurechnenden Konzentrationen;
- tägliche Ausstellungendosen;
- eine Schätzung des Risikos für Effekte ohne Schwellenwert;
- toxikologische Daten für alle Stoffe, die vom Standort freigesetzt werden.

## 3.1. ZUSAMMENSETZUNG DER MISCHUNGEN

Die Gesamtmetalle bestehen aus Kupfer, Zink, Eisen, Mangan, Nickel, Chrom, Aluminium, Blei.

Der Anteil für jedes Metall ist in [Anhang 2](#) angegeben.

## 3.2. TOXIKOLOGISCHE REFERENZWERTE

Die Auswahl der Toxikologischen Referenzwerte (VTR) erfolgt gemäß dem Informationsvermerk DGS Nr. DGS/EA1/DGPR/2014/307 vom 31. Oktober 2014 über die Modalitäten für die Auswahl chemischer Stoffe und die Auswahl toxikologischer Referenzwerte für die Durchführung von Gesundheitsrisikobewertungen im Rahmen der Folgenabschätzungen und des Managements verschmutzter Standorte und Böden.

Der Toxicological Reference Value (VTR) wird nach folgenden Prioritäten ausgewählt:

- Priorität 1: die VTR aus der Nationalen Agentur für Lebensmittel-, Umwelt- und Arbeitssicherheit (ANSES);
- Priorität 2: die aus einem nationalen Sachverständigengutachten hervorgegangene VTR, sofern dieses Gutachten nach dem Veröffentlichungsdatum der jüngsten VTR durchgeführt wurde;
- Priorität 3: die neueste VTR unter den folgenden Datenquellen:
  - die US Environmental Protection Agency (US EPA): IRIS-Datenbank (<http://www.epa.gov/iris/>), Integrated Risk Information System;
  - amerikanische Agentur für Giftstoffe und Krankheitsregister (ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry) (<http://www.atsdr.cdc.gov/mrls.html>);
  - die Weltgesundheitsorganisation (WHO: JECFA4,5CIRC usw.).
- Priorität 4: die letzte von den folgenden Organisationen vorgeschlagene VTR:
  - Gesundheit Kanada (<http://www.ec.gc.ca/substances/ese/eng/psap/psap.Cfm>);
  - RIVM (<http://www.rivm.nl/>), Nationales Institut für öffentliche Gesundheit der Niederlande;
  - OHHA (<http://www.oehha.ca.gov/>), Office of Environmental Health Hazard Assessment, Büro der kalifornischen Umweltschutzbehörde für Umweltgesundheit;
  - EFSA (<http://www.efsa.europa.eu>), HYPERLINK "<http://www.efsa.europa.eu>" [European Food Safety Authority](#).

VTRs werden für Expositionswege durch Inhalation und Einnahme gesucht.

Die [Tabelle ff](#) identifiziert VTRs für alle identifizierten Substanzen. [Grün](#) markierte VTRs sind diejenigen, die für die Berechnung des Verhältnisses verwendet werden, das die Auswahl der Kennzeichnungsgeräte für Gesundheitsrisiken ermöglicht.

---

4JECFA: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.  
5CIRC: Internationales Zentrum für Krebsforschung.

Substanz	Weg	Ausstellung	VTR	Kritischer Effekt	Quelle/Jahr der Bewertung
Borsäure	Mündlich	Akut	$2,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Entwicklung	ATSDR 2009
	Mündlich	Chronik	$1,7 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Abnahme des fetalen Gewichts	WHO 2009
	Mündlich	Chronik	$1,6 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Abnahme des fetalen Gewichts	EFSA 2013
	Mündlich	Chronik	$2,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Entwicklung	US EPA 2004
	Mündlich	Chronik	$1,75 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/Tag	Reproduktion	Gesundheit Kanada 2010
Aluminium	Mündlich	Chronik	1 mg/kg/Tag	Entwicklung des Nervensystems	ATSDR 2008
	Mündlich	Chronik	1 mg/kg/Woche $1,4 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Effekt Nieren und auf der Neuroentwicklung	JECFA 2006
Chrom6	Mündlich	Chronik	$9,0 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/Tag	Gastroenterologie	ATSDR 2012
	Mündlich	Chronik	$3,0 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/Tag	Keine Wirkung	US EPA 1998
	Mündlich	Chronik	$2,0 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/Tag	Lebertoxizität	OEHHA 2011
	Mündlich	Chronik	$5,0 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/Tag	Keine Wirkung	RIVM 2001
	Mündlich	Chronik	$4,4 \cdot 10^{-3}$ mg /kg/Tag	Dünndarmhyperplasie	Gesundheit Kanada 2015
	Mündlich	Ohne Schwellenwert	$5,0 \cdot 10^{-1}$ (mg/kg/Tag) <sup>-1</sup>	Tumoren des Dünndarms	OEHHA 2011
Kupfer	Mündlich	Akut	$1,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/Tag	Gastrointestinale Wirkungen	ATSDR 2004
	Mündlich	Chronik	$1,4 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Gastrointestinale Wirkungen	OEHHA 2008
	Mündlich	Chronik	$1,4 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Maximal eingenommene Dosis der niederländischen Bevölkerung	RIVM 2001
	Mündlich	Chronik	$4,3 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Gastrointestinale Wirkungen	Gesundheit Kanada 2018
Mangan	Mündlich	Chronik	$1,4 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Keine schädliche Wirkung	US EPA 1995
	Mündlich	Chronik	$6 \cdot 10^{-2}$ mg /kg/Tag	Keine schädliche Wirkung	WHO 2011
	Mündlich	Chronik	$1,36 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Keine schädliche Wirkung (0-4 Jahre)	Gesundheit Kanada 2012
	Mündlich	Chronik	$1,22 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Keine schädliche Wirkung (5-11 Jahre)	Gesundheit Kanada 2012
	Mündlich	Chronik	$1,42 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Keine schädliche Wirkung (12-19 Jahre)	Gesundheit Kanada 2012
	Mündlich	Chronik	$1,56 \cdot 10^{-1}$ mg /kg/Tag	Keine schädliche Wirkung (20 Jahre und +)	Gesundheit Kanada 2012
	Mündlich	Chronik	$2,5 \cdot 10^{-2}$ mg /kg/Tag (Trinkwasser)	Entwicklung des Nervensystems	Gesundheit Kanada 2016
Mündlich	Chronik	$5,5 \cdot 10^{-2}$ mg /kg/Tag	Entwicklung des Nervensystems	INSPQ7 2017	
Nickel	Mündlich	Akut	$1,1 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/Tag	Ekzemausbrüche bei Ni sensibilisierten Probanden	EFSA 2015
	Mündlich	Chronik	$2,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/Tag	Gewichtsverlust	US EPA 1996
	Mündlich	Chronik	$5,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/Tag	Gewichtsverlust	RIVM 2001
	Mündlich	Chronik	$1,2 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/Tag	Perinatale Sterblichkeit	WHO 2007
	Mündlich	Chronik	$1,1 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/Tag	Perinatale Sterblichkeit	OEHHA 2012
	Mündlich	Chronik	$1,3 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/Tag	Perinatale Sterblichkeit	Gesundheit Kanada 1993

Da die Chrom6 -Spezifikation bei Einleitungen nicht bekannt ist, wird davon ausgegangen, dass es sich um eine Ableitung von Chrom VI handelt. In der Tat werden krebserregende Wirkungen mit einem zugehörigen VTR für Chrom VI festgestellt. Die Auswirkungen dieser Annahme auf die Ergebnisse der Studie wurden überprüft.

7Nationales Institut für öffentliche Gesundheit von Quebec.

Substanz	Weg	Ausstellung	VTR	Kritischer Effekt	Quelle/Jahr der Bewertung
	Mündlich	Chronik	$5,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/Tag	Gewichtsverlust	Gesundheit Kanada 1993
	Mündlich	Chronik	$2,8 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/Tag	Reprotoxizität	EFSA 2015
Nitrate	Mündlich	akut	4,0 mg/kg/Tag	Methämoglobinämie	ATSDR 2017
	Mündlich	Chronik	1,6 mg/kg/Tag (Äq. azot)	Methämoglobinämie	US-EPA 1991
	Mündlich	Chronik	4,0 mg/kg/Tag	Methämoglobinämie	ATSDR 2017
	Mündlich	Chronik	3,7 mg/kg/Tag (nicht gültig für Neugeborene & 3 Monate)	Wachstumsverzögerung	JECFA 2002
Nitriten	Mündlich	akut	$1,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg	Methämoglobinämie	ATSDR 2017
	Mündlich	Chronik	$1,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag (Eq. Azot.)	Methämoglobinämie	US-EPA 1997
	Mündlich	Chronik	$7,0 \cdot 10^{-2}$ mg/kg/Tag (nicht gültig für Neugeborene & 3 Monate)	Kardiale und pulmonale Wirkungen	JECFA 2002
	Mündlich	Chronik	$1,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg	Methämoglobinämie	ATSDR 2017
Blei	Mündlich	Chronik	$6,3 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/Tag	Blei/Nephrotoxizität	ANSES 2013
	Mündlich	Chronik	$3,6 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/Tag	Bleiämie	RIVM 2001
	Mündlich	Chronik	$5,0 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/Tag	Plombämie/ Entwicklung	Neurotoxizität EFSA 2010
	Mündlich	Chronik	$1,5 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/Tag	Neurotoxizität	EFSA 2010
	Mündlich	Chronik	$6,3 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/Tag	Neurotoxizität	EFSA 2010
	Mündlich	Ohne Schwellenwert	$8,5 \cdot 10^{-3}$ (mg/kg/Tag) <sup>-1</sup>	Nierentumoren (Adenome)	OEHHA 2009
Zink	Mündlich	Chronik	$3,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Hämatologisch	US EPA 2005
	Mündlich	Chronik	$5,0 \cdot 10^{-1}$ mg/kg/Tag	Hämatologisch	RIVM 2000

Tabelle ff Set der für die im EPRS untersuchten Substanzen identifizierten VTRs

### 3.3. AUSWAHL DER STOFFE

In Tabelle gg sind in den grün markierten Feldern die Stoffe anzugeben, die als Risikomarker für jede verfügbare VTR-Typ verwendet werden: Chronische VTR für schwellenlose Effekte, chronische VTR für Schwelleneffekte und akute VTR.

Grau markierte Stoffe werden von der Auswahl ausgeschlossen und somit im EPRS nicht berücksichtigt: entweder haben sie keine VTR oder das Verhältnis liegt strikt unter 1 % und sie sind nicht bioakkumulierbar.

Bei anderen Stoffen ist in grün markierten Feldern anzugeben, für welche Art der Exposition die Stoffe für EPRS ausgewählt werden.

Substanzen	VTR Chronik ohne Schwelle	Chronischer Grenzwert VTR	Akuter Schwellenwert VTR
Borsäure	—	100 %	96 %
Aluminium	–	& 1 %	–



Ammonium	—	—	—
Chrome VI	JA	13 %	—
Kupfer	—	& 1 %	2,2 %
Eisen	—	—	—
Lithin	—	—	—
Mangan	—	& 1 %	—
Nickel	—	3,1 %	100 %
Nitrate	—	1,3 %	& 1 %
Nitriten	—	38 %	15 %
Blei	JA	4,4 %	—
Natrium	—	—	—
Zink	—	& 1 %	—

Tableau gg Auswahl der Stoffe, die in der Studie vom Standort Fessenheim freigesetzt wurden

## 3.4. KONZENTRATIONEN IM GROSSEN ELSASSKANAL UND IM FISCH

Die [Tabelle hh](#) liefert die maximalen und mittleren Konzentrationen im Grand Canal d'Alsace, die auf die Freisetzungen aus der Anlage für alle in der Folgenabschätzung untersuchten Stoffe zurückzuführen sind.

Substanzen	Konzentrationen im Bereich Konzentrationen im Bereich Konzentrationen im					
	AEP (mg/L)		Fischerei (mg/L)		Fisch (mg/kg)	
	Max	Moy	Max	Moy	Max	Moy
Borsäure	$3,7 \cdot 10^{-2}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-1}$	$7,7 \cdot 10^{-4}$	—	—
Aluminium	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$8,0 \cdot 10^{-8}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$	—	—
Ammonium	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	—	—
Chrom	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-8}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	$5,4 \cdot 10^{-7}$	—	—
Kupfer	$4,3 \cdot 10^{-5}$	$9,7 \cdot 10^{-8}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$
Eisen	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$8,7 \cdot 10^{-7}$	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	9,0	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Lithin	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$6,2 \cdot 10^{-9}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	–	–
Mangan	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$7,6 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-1}$	$7,6 \cdot 10^{-4}$
Nickel	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-8}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Nitrate	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$6,8 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	—	—
Nitriten	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	–	–
Blei	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$7,3 \cdot 10^{-9}$	$5,1 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$
Natrium	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-1}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	–	–
Zink	$6,0 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	5,1	$1,2 \cdot 10^{-2}$

Tabelle hh Höchst- und Durchschnittskonzentration in der Fischereizone und in der AEP-Bereich

## 3.5. VERGLEICH VON REFERENCE-WERTEN UND ZUZURECHNENDEN KONZENTRATIONEN

Tabelle ii zeigt einen Vergleich der zuzurechnenden Konzentrationen der aus dem EPRS ausgeschlossenen Stoffe mit regulatorischen Leitwerten, deren Verwendung den Menschen diesen Chemikalien aussetzen kann.

Substanz	Höchstkonzentration im AEP-Bereich (mg/l)	Mittlere Konzentration im AEP-Bereich (mg/l)	Referenzwerte für Stoffe im Trinkwasser (mg/l)
Aluminium	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$8,0 \cdot 10^{-8}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$
Ammonium	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$ (Referenzwert) $4,0 \cdot 10^{+0}$ (Grenzwert für Rohwasser vor der Potabilisierung)
Eisen	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$8,7 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$
Mangan	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-8}$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
Natrium	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^2$

Tabelle ii Vergleich der maximalen und mittleren Konzentrationen im AEP-Gebiet mit Referenzwerte für Wasser für den menschlichen Gebrauch

Bei allen Stoffen liegen die Konzentrationen unter den Referenzwerten im Trinkwasser, sofern vorhanden. Der Vergleich mit den Referenzwerten dient als Information.

### 3.6. TÄGLICHE EXPOSITIONSDOSEN

Die auf der Grundlage von Durchschnittswerten berechneten Risikopositionen sind charakteristisch für die chronische Ableitungsexposition. Es wird allgemein angenommen, dass der Einzelne das ganze Jahr über an seinem Wohnort anwesend ist. [Tabelle jj](#) und [Tabelle kk](#) zeigen die täglichen Expositionsdosen (DJE) für Stoffe mit VTR, die als Gesundheitsrisiko-Tracker ausgewählt wurden.

Substanz	DJE – 1-jähriges Kind	DJE – Kind im Alter von 10 Jahren	DJE – Erwachsener
Borsäure	$3,4 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Chrom	$2,4 \cdot 10^{-9}$	$1,6 \cdot 10^{-9}$	$7,7 \cdot 10^{-10}$
Nickel	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$7,6 \cdot 10^{-9}$	$4,9 \cdot 10^{-9}$
Nitrate	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$6,7 \cdot 10^{-7}$	$3,3 \cdot 10^{-7}$
Nitriten	$7,5 \cdot 10^{-7}$	$4,9 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$
Blei	$6,8 \cdot 10^{-9}$	$4,7 \cdot 10^{-9}$	$3,1 \cdot 10^{-9}$
Kupfer	$7,7 \cdot 10^{-8}$	$5,3 \cdot 10^{-8}$	$3,5 \cdot 10^{-8}$
Mangan	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$8,3 \cdot 10^{-8}$
Zink	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$

Gemälde jj DJE – Chronik

Substanz	DJE – 1-jähriges Kind	DJE – Kind im Alter von 10 Jahren	DJE – Erwachsener
Borsäure	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$8,8 \cdot 10^{-4}$
Kupfer	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Nickel	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$7,0 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Nitriten	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-5}$

Tabelle kk DJE – Akute

### 3.7. RISIKOABSCHÄTZUNG FÜR EFFEKTE OHNE SCHWELLENWERT

Der individuelle Risikoausfall (ERI) für einen Stoff und eine Altersklasse wird nach folgender Formel ausgedrückt:

$$ERI = \frac{ERU \times DJE \times nb \text{ Belichtungsjahre}}{\text{Dauer eines Lebens}}$$

Mit:

- ERU: Ein Übermaß an Einheitsrisiko, das der VTR ohne Schwellenwert entspricht;
- DJE: Tägliche Dosis der Ausstellung;
- Anzahl der Expositionsjahre: Summe der Dauer der Altersklassen<sup>8</sup>. Gemäß den Empfehlungen des INERIS-Leitfadens beträgt die Gesamtexpositionsdauer 30 Jahre. Sie entspricht dem<sup>90</sup>. Perzentil der Aufenthaltsdauer in Frankreich<sup>9</sup>:

Altersklasse	Anzahl der Ausstellungsjahre
[0-1 Jahr]	1 Jahr

<sup>8</sup>Die Expositionsmerkmale für die drei Altersklassen ([0-1][2-7]und [12-17 sind ein Wasserverbrauch von 0,55 l/d, 1,3 l/d und 1,5 l/d und Körpermassen von 6 kg, 17,2 kg bzw. 51,7 kg.

<sup>9</sup>Perzentil 90 der Aufenthaltsdauer (INERIS, 2013).

[1-2 Jahre]	1 Jahr
[2-7 Jahre]	5 Jahre
[7-12 Jahre]	5 Jahre
[12-17 Jahre]	5 Jahre
Erwachsener	13 Jahre

Tabelle ll Altersklasse in Bezug auf die Anzahl der Expositionsjahre

- Lebensdauer: Zeitraum, über den die Exposition gemittelt wird (Jahre). Der angenommene Wert entspricht der gesamten konventionellen Lebensdauer von 70 Jahren.

Die Gesamt-ERI für einen Stoff wird anhand der entsprechenden ERI für jede Altersklasse bewertet.

Die [mm-Tabelle](#) liefert die EDI für Stoffe mit ERU.

Substanz	DJE Leben lang
Chrome VI	$5,7 \cdot 10^{-10}$
Blei	$1,7 \cdot 10^{-9}$

Tabelle mm DJE ganzes Leben

## 3.8. TOXIKOLOGISCHE ANGABEN DER STOFFE

Die toxikologischen Daten der aus INB 75 freigesetzten Stoffe sind in alphabetischer Reihenfolge vorzulegen. In den folgenden Zusammenfassungen bezeichnet die Einheit „Kg p.c.“ Kg Körpergewicht.

### 3.8.1. BORSÄURE (CAS-Nr. 10043-35-3)

Borsäure	
Allgemeines	<p>Borsäure (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) wird als geruchloses weißes Pulver oder Granulat angeboten. Es ist eine schwache Säure (pKa = 9,15). Borsäure ist mäßig wasserlöslich (Löslichkeit = 47,2 g/l bei 20 °C).</p> <p>Borsäure kommt natürlich in Süßwasser (Unter- und Oberflächenwasser) und Ozeanen vor. Es ist auch in einigen Böden in mineralischer Form zu finden: die Sassolite.</p> <p>Der Mensch wird Borsäure durch Nahrung und Trinkwasser ausgesetzt. Die WHO schätzt die durchschnittliche Borexposition der Bevölkerung auf 0,2-0,6 mg/Tag für den Wasserverbrauch und 1,2 mg/Tag für die Ernährung. Darüber hinaus ist die Hautexposition aufgrund der zahlreichen Verwendungen in Kosmetika nicht unerheblich. Die Europäische Agentur für Lebensmittelsicherheit (EFSA) schätzt dies bei einer absorbierten Dosis von 0,04 bis 0,4 mg Bor pro Tag (bei einer Hautabsorptionshypothese von 1-10 %). Es sei darauf hingewiesen, dass Bor von der WHO wahrscheinlich als wesentlich angesehen wird, da es positive Auswirkungen haben kann.</p>
Akute Exposition	<p><u>Beim Menschen</u></p> <p>Borsäure ist eine moderate Haut- und Augenreizung.</p> <p>Es wurden verschiedene Fälle von akuter Intoxikation nach der Einnahme großer Mengen Borsäure oder ihrer Anwendung auf geschädigte Haut berichtet, insbesondere bei Kindern, die empfindlicher sind als Erwachsene. Diese Vergiftungen manifestieren sich in Verdauungsstörungen (Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Bauchschmerzen), Hautausschlag, Hypertonie, Unruhe, Faskulationen (unwillkürliche kurze Muskelerschütterungen), Krämpfe, Tachykardie (beschleunigte Herzfrequenz), hämodynamische Störungen und metabolische Azidose. Es wurden auch Fälle von Nieren-, Leber- und Bauchspeicheldrüsenschäden beobachtet. Der Verlauf einer akuten Borsäurevergiftung kann tödlich sein, da Todesfälle bei Kindern <math>\geq 3g</math> und <math>\geq 15g</math> bei Erwachsenen berichtet wurden (WHO, 2009).</p> <p><u>Beim Tier</u></p> <p>Die akute Toxizität von Borsäure ist gering. Bei verschiedenen Tierarten (Ratten, Mäusen und Hunden) ist die orale Letaldosis (DL50) über 2 000 mg/kg Körpergewicht. Die wichtigsten toxischen Manifestationen sind im Wesentlichen dieselben wie beim Menschen: Verdauungsstörungen (Durchfall, Erbrechen), Tachykardie, Krampfanfälle, Koma und Nierenschäden.</p>

Borsäure

<p>Chronische Exposition</p>	<p>Nicht karzinogene Wirkungen</p> <p><u>Beim Menschen</u> und oral manifestiert sich eine chronische Vergiftung mit Borsäure klassisch in einer Schädigung des Nervensystems (mit den folgenden Symptomen: Übelkeit, Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, Asthenie, Depression, Anorexie, Hautausschlag, geistige Verschlechterung und Alopezie (Haarverlust)). Es wurden auch Fälle von Halluzinationen, verminderter Sehschärfe und Anämie erwähnt. Aufgrund der möglichen Ansammlung von Borsäure im Körper bei wiederholter Exposition können sich die Anzeichen einer chronischen Intoxikation zu denen einer akuten Intoxikation entwickeln.</p> <p><u>Bei Tieren</u> sind die Wirkungen ähnlich denen beim Menschen (Anorexie, Haarausfall, Erbrechen, Nierenschäden usw.) und werden in mäßig hohen Dosen beobachtet. Bei höheren Dosen treten Hodeneffekte auf.</p> <p>Karzinogene Wirkungen</p> <p>Die Ergebnisse der Muta-Genotoxizitätstests an Borsäure sind negativ. Diese Säure gilt nicht als genotoxisch oder mutagen.</p> <p>Studien zur Karzinogenität am Menschen sind in der Literatur nicht verfügbar.</p> <p>Tierstudien (Ratten, Mäuse, Hunde) zeigen kein karzinogenes Potenzial für Borsäure.</p> <p>Auswirkungen auf die Fortpflanzung und die Entwicklung</p> <p>Borsäure wird von der EU als reproduktionstoxisch (H360FD) eingestuft – Kategorie 1B: Kann die Fruchtbarkeit und den Fötus in Tierdatenbanken beeinträchtigen.</p> <p>Epidemiologische Studien bei Arbeitnehmern, die sich mit den Auswirkungen von Borsäure auf die männliche Fruchtbarkeit befassen, sind hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Spermienqualität und -menge nicht abschließend. Sie zeigen jedoch eine Ansammlung von Borsäure im Sperma.</p> <p>Bei Tieren hingegen wurden bei mehreren Arten toxische Wirkungen auf den männlichen Fortpflanzungsapparat (Hodenatrophie, Degeneration der Samenröhrchen, verminderte Spermatogenese und Spermienqualität, verminderte Serumtestosteronspiegel) nach oraler Verabreichung nachgewiesen.</p> <p>Bei Tieren führt die orale Exposition gegenüber Borsäure während der Trächtigkeit zu einer Abnahme des fetalen Gewichts, Fehlbildungen des Herz-Kreislauf-Systems, der Rippen und des Gehirns bei Ratten, Mäusen und Kaninchen. Bei Ratten, der empfindlichsten Spezies, werden diese Wirkungen bereits ab 76 mg/kg/Tag beobachtet.</p>
<p>Leitwerte</p>	<p>Borsäure ist nicht Gegenstand einer Umweltempfehlung für Wasser für den menschlichen Gebrauch (Gesetz über die öffentliche Gesundheit – Erlass vom 11. Januar 2007; WHO).</p>

### 3.8.2. ALUMINIUM (CAS-Nr. 7429-90-5)

Aluminium (CAS-Nr. 7429-90-5)													
Allgemeines	<p>Aluminium (Al) macht etwa 8 % der Erdkruste aus. Es wird in vielen Anwendungen (Metallurgie, Wasseraufbereitung, Medikamente, Kosmetika, Sprengstoffe, Tinten, Zement usw.) gefunden.</p> <p>In der Umwelt liegen die üblicherweise wiedergefundenen Konzentrationen im Oberflächen- und Grundwassers unter 0,1 mg/l und bei 0,7 bis 100 g/kg Boden. Seine Löslichkeit in Wasser ist gering (1 mg/l bei 20 °C). Sie ermöglicht jedoch die Kontamination des Wassers durch Auflösung, aber vor allem durch Bindung an organische Stoffe in Gewässern, in denen es als gelöste organische Komplexe erhältlich ist. In Gewässern mit geringem Gehalt an organischen Stoffen hängt das Verhalten von Aluminium vor allem vom pH-Wert ab. Sein Verhalten im Boden ist dem Verhalten im Wasser sehr ähnlich.</p> <p>Für die allgemeine Bevölkerung ist die Hauptexposition gegenüber Aluminium die Nahrung, die 5-20 mg Aluminium pro Tag liefert. Trinkwasser macht nur 5 % dieser Zufuhr aus, auch wenn Aluminiumsalze in der Wasseraufbereitung weit verbreitet sind. Einige Medikamente können zur täglichen Aluminiumzufuhr beitragen. Unter ihnen sind die reichsten an Aluminium die Verdauungsverbände, die mehrere hundert Milligramm in Form von Hydroxid und Phosphat liefern. Die Aufnahme durch Einnahme ist gering (weniger als 1 %).</p>												
Akute Exposition	Die akute Toxizität von Aluminium ist sehr gering wie die von Mineralsalzen (es sei denn, die anderen Elemente als Aluminium sind giftig: Fluoride oder Aluminiumphosphid). Lösliche Salze und organische Derivate sind stark reizend.												
Chronische Exposition	<p>- Nicht karzinogene Wirkungen</p> <p>Die chronische Toxizität von Aluminium zeigt sich in ganz besonderen Fällen. Fälle von Enzephalopathie wurden in den 1970er Jahren bei Niereninsuffizienz mit zu hohem Aluminiumwasser dialysiert.</p> <p>Bis heute gibt es seltene Fälle von chronischen Erkrankungen im Zusammenhang mit Aluminiummedikamenten (Gehirnschäden, Demineralisierung der Knochen, Anämie usw.). Es werden auch Fälle von Enzephalopathien bei Fachleuten beschrieben, die durch Inhalation hohen Aluminiumkonzentrationen ausgesetzt sind.</p> <p>Studien berichteten über hohe Aluminiumspiegel im Gehirn von Probanden mit Alzheimer-Krankheit, ohne dass ein Kausalzusammenhang festgestellt werden konnte. Epidemiologische Studien haben ein erhöhtes Risiko für diese Krankheit berichtet, aber es gibt viele Verzerrungen, und Aluminium aus Trinkwasser macht nur 5 % der Gesamtzufuhr aus, die in diesen Studien nicht berücksichtigt wird.</p> <p>- Karzinogene Wirkungen</p> <p>Einstufung nach Karzinogenität</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #4CAF50; color: white;">Aluminium</th> <th style="background-color: #4CAF50; color: white;">Klasse</th> <th style="background-color: #4CAF50; color: white;">Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">CIRC</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Produktion von Al: nachgewiesenes Karzinogen</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">US-EPA</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">Nicht bewertet</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">EU</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">Nicht bewertet</td> </tr> </tbody> </table>	Aluminium	Klasse	Bedeutung	CIRC	1	Produktion von Al: nachgewiesenes Karzinogen	US-EPA	/	Nicht bewertet	EU	/	Nicht bewertet
Aluminium	Klasse	Bedeutung											
CIRC	1	Produktion von Al: nachgewiesenes Karzinogen											
US-EPA	/	Nicht bewertet											
EU	/	Nicht bewertet											
Leitwerte	Der Code de la santé publique (Artikel R. 1321-2) und der Erlass vom 11. Januar 2007 legen eine „Qualitätsreferenz für Wasser für den menschlichen Gebrauch“ auf 200 µg/L fest.												



### 3.8.3. AMMONIUM (CAS-Nr. 14798-03-9)

#### Ammonium (CAS-Nr. 14798-03-9)

Allgemeines	Das Ammoniumion, $\text{NH}_4^+$ , ist eines der Hauptprodukte des Säugetierstoffwechsels aufgrund des Abbaus der organischen Substanz. Die Quellen der Umweltexposition sind im Vergleich zur endogenen Ammoniaksynthese unbedeutend. Die natürlichen Ammoniakkonzentrationen im Grundwasser liegen in der Regel unter 0,2 mg/l. Oberflächengewässer können bis zu 12 mg/l enthalten.
Leitwerte	Der Code de la Santé Publique (Artikel R. 1321-2) und der Erlass vom 11. Januar 2007 legen eine „Qualitätsreferenz für Wasser für den menschlichen Gebrauch“ auf 100 µg/l und eine „Gütegrenze für Wasser für den menschlichen Gebrauch“ von 4 mg/L fest. Die WHO bietet keinen Leitwert für Ammonium an.
Kriterium der Nichtauswahl	Kein VTR

### 3.8.4. CHROME (CAS-Nr. 7440-47-3)

Chrome (CAS-Nr. 7440-47-3)													
Allgemeines	<p>Chrom (VI) ist in der Umwelt natürlich selten, da es überwiegend anthropogenen Ursprungs ist. Es ist sehr mobil in der Umwelt, es setzt die allgemeine Bevölkerung hauptsächlich durch die Einnahme von kontaminierten Lebensmitteln und Wasser aus, ohne dass der Anteil, der Chrom VI zuzuschreiben ist, gut geschätzt wird. Es gelangt besser in den Körper über die Atemwege als durch Verdauungswege. Chrom ist irritierend und sensibilisierend.</p>												
Akute Exposition	<p><u>Beim Menschen:</u> Die Einnahme von Chromsalzen führt schnell zu Verdauungssyndromen (Abdominalschmerzen, blutiges Erbrechen, hämorrhagischer Durchfall), die durch Kreislaufkollaps tödlich sein können (Letaldosis: 1-3 g (CrO<sub>3</sub>); 50-70 mg/kg Körpergewicht (andere Chromate), verzögerte Leber- und Nierenschäden werden beschrieben.</p> <p><u>Bei Tieren:</u> Orale Expositionen haben eine größere Wirkung als durch Inhalation und nur durch die Haut. Bei Nagetieren (Ratten, Mäusen) liegen die beobachteten DL50 für die verschiedenen oralen Chrom(VI)-Derivate zwischen 40 und 175 mg/kg Körpergewicht, d. h. 13 bis 91 mg Cr (VI)/kg Körpergewicht.</p>												
Chronische Exposition	<p>— Nicht karzinogene Wirkungen</p> <p><u>Beim Menschen:</u> bei der oralen Anwendung wurden nach wiederholter Einnahme von Chrom (VI) kontaminiertem Wasser Symptome im Verdauungssystem (Geschwüre im Mund, Durchfall, Bauchschmerzen und Erbrechen) beschrieben.</p> <p><u>Bei Tieren:</u> Die beobachteten Wirkungen sind identisch mit denen beim Menschen und hängen mit den reizenden und allergisierenden Eigenschaften der löslichen Verbindungen von Chrom (VI) zusammen. — Karzinogene Wirkungen</p> <p>Einstufung nach Karzinogenität</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #4CAF50; color: white;"> <th>Chrom</th> <th>Klasse</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC</td> <td>1</td> <td>Karzinogen</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>A</td> <td>Karzinogen</td> </tr> <tr> <td>EU</td> <td>/</td> <td>Nicht bewertet</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Beim Menschen:</u> Verschiedene Studien am Arbeitnehmer zeigten einen ursächlichen Zusammenhang zwischen der Exposition der Atemwege gegenüber Chrom (VI) und Lungenkrebs und deuten auf einen möglichen Zusammenhang mit Nasen- und Nasennebenhöhlenkrebs hin. Orale Exposition wäre mit einem übermäßigen Risiko für Magenkrebs verbunden.</p> <p><u>Bei Tieren:</u> Studien an Nagetieren (Ratten, Mäusen) durch die Verabreichung verschiedener Chromverbindungen (VI) zeigten einen signifikanten Anstieg der Nasenapillome und der pulmonalen Adenokarzinomen. Orale Verabreichung zeigt einen signifikanten Anstieg der Magen-Darm-Trakt-Krebs.</p> <p>— Auswirkungen auf die Reproduktion</p> <p><u>Beim Menschen:</u> Studien am Menschen lassen keinen Schluss auf die Reproduktionstoxizität und die Entwicklung von Chrom (VI) zu.</p> <p><u>Bei Tieren:</u> Bei Nagetieren (Ratten, Mäusen) berichten mehrere orale Studien über Auswirkungen auf die männliche Fertilität (Veränderung der Spermatogenese, histologische Veränderungen der Hoden), erhöhtes Auftreten von Fehlbildungen und Fötotoxizität (erhöhte prä- und postimplantative Verluste, Abnahme des Gewichts der Föten).</p>	Chrom	Klasse	Bedeutung	CIRC	1	Karzinogen	US EPA	A	Karzinogen	EU	/	Nicht bewertet
Chrom	Klasse	Bedeutung											
CIRC	1	Karzinogen											
US EPA	A	Karzinogen											
EU	/	Nicht bewertet											
Leitwerte	<p>Der Code de la Santé Publique (Artikel R. 1321-2) und der Erlass vom 11. Januar 2007 legen eine „Gütegrenze für Wasser für den menschlichen Gebrauch auf 6 µg/L“ fest.</p> <p>Die WHO schlägt einen Leitwert von 50 µg/l im Trinkwasser für Gesamtchrom vor.</p>												

### 3.8.5. KUPFER (CAS-Nr. 7440-50-8)

Kupfer (CAS-Nr. 7440-50-8)	
Allgemeines	<p>Kupfer ist ein wesentliches Spurenelement, das einer homöostatischen Regulierung unterliegt. Es wirkt als Bestandteil vieler Metallenzyme. Kupfer wirkt in die Knorpelqualität, die Knochenmineralisierung, die Regulierung von Neurotransmittern, die Herzfunktion, die Immunmechanismen und den Eisenstoffwechsel ein.</p> <p>Das Kupfer-Hintergrundrauschen beträgt etwa 0,15 µg/l im Meerwasser und 1-20 µg/l im Süßwasser.</p> <p>Die Hauptform der Exposition der Allgemeinbevölkerung ist die Ernährung und das Trinkwasser. Im Allgemeinen liegt die tägliche orale Gesamtzufuhr (Nahrung und Trinkwasser) zwischen 1 und 2 mg/Tag mit gelegentlichen Spitzen bei mehr als 5 mg/Tag und einem Trinkwasserbeitrag von selten mehr als 0,1 mg/Tag. Die Zufuhr von Kupfer über die Atemwege oder perkutan ist vernachlässigbar.</p>
Akute Exposition	<p><u>Beim Menschen:</u> Orale Intoxikation ist selten, abgesehen von suizidalen Aufnahmen.</p> <p>Die Einnahme von Kupfersalzen verursacht schwere Verdauungsstörungen mit Dehydrierung, Lebernekrose und Nierenschäden, die zum Tod führen können. Die therapeutische Dosis mit emetisierendem Ziel betrug 300 mg Kupfersulfat.</p> <p><u>Bei Tieren:</u> die Toxizität einer einzelnen Kupferdosis variiert stark je nach Art (DL50 zwischen 15 und 1 664 mg Cu/kg Körpergewicht). Unter den Kupfersalzen sind diejenigen, die eine gute Wasserlöslichkeit aufweisen, in der Regel giftiger.</p> <p>Ratten, die täglich 15 Tage lang 305 mg Cu/kg in Form von Cu(II) Sulfat erhielten, zeigten Veränderungen ihrer biochemischen Parameter und schädliche Auswirkungen auf Leber, Nieren und Lunge. Diese Effekte waren ähnlich wie bei anderen Arten mit anderen Kupferderivaten.</p>
Chronische Exposition	<p>- Nicht karzinogene Wirkungen</p> <p>Kupfer ist ein wesentlicher Bestandteil, und die Nebenwirkungen, die ihm zuzurechnen sind, können sowohl aus Mangel als auch aus Überschüssen resultieren. Die WHO ist der Ansicht, dass Angesichts der verfügbaren Daten über die Exposition gegenüber Kupfer (...) in Europa und Amerika scheint es, dass die Gefahren eines Kupfermangels größer sind als die eines Überschusses dieses Elements.</p> <p>Zu den Gruppen, die möglicherweise anfälliger für überschüssiges Kupfer sind, gehören Hämodialysepatienten und Patienten mit chronischer Lebererkrankung. Zu den Gruppen, die einem Kupfermangelrisiko ausgesetzt sind, gehören auch Säuglinge und Personen, die an einem Malabsorptionssyndrom leiden oder ausschließlich parenteral ernährt werden.</p> <p>Über einen längeren Zeitraum ausgesetzt, zeigten Ratten und Mäuse nach Einnahme von Tagesdosen in Höhe von 138 mg Cu/kg Körpergewicht (Ratten) und 1 000 mg Cu/kg Körpergewicht (Maus) keine anderen eindeutigen Anzeichen einer Toxizität als eine dosisabhängige Wachstumsreduktion. Neurotoxizitätsstudien zeigten keine Auswirkungen auf das Verhalten, aber nach oraler Verabreichung von Dosen von 20-40 mg Cu/kg Körpergewicht pro Tag wurden neurochemische Veränderungen berichtet. Eine begrenzte Anzahl von Immunotoxizitätsstudien ergab eine Verschlechterung der humoralen und zellvermittelten Immunfunktion durch Trinkwasser in Dosen von etwa 10 mg Cu/kg Körpergewicht pro Tag.</p> <p>- Karzinogene Wirkungen</p> <p>Einstufung nach Karzinogenität</p>

Kupfer	Klasse	Bedeutung
CIRC	/	Nicht bewertet
US EPA	D	Nicht bewertet
EU	/	Nicht bewertet

Kupfer (CAS-Nr. 7440-50-8)	
Chronische Exposition	<p>Die zur Karzinogenität vorliegenden Daten reichen nicht aus, um eine Risikobewertung zu ermöglichen. Aufgrund fehlender Humandaten, unzureichender Tierdaten und unzweideutiger Mutagenitätsdaten wurde Kupfer von der US EPA und der EU nicht als Karzinogen eingestuft.</p> <p>— Auswirkungen auf die Reproduktion</p> <p><u>Beim Menschen:</u> Es gibt keine menschlichen Daten.</p> <p><u>Bei Tieren:</u> Tierstudien über toxische Wirkungen auf Fortpflanzung und Entwicklung sind begrenzt und reichen nicht aus, um eine Risikobewertung zu ermöglichen.</p>
Leitwerte	<p>Der Code de la Santé Publique (Artikel R. 1321-2) und der Erlass vom 11. Januar 2007 legen eine „Gütegrenze für Wasser für den menschlichen Gebrauch“ auf 2 mg/L und eine „Qualitätsreferenz für Wasser für den menschlichen Gebrauch“ auf 1 mg/L fest.</p> <p>Die WHO empfiehlt einen Leitwert von 2 mg/l im Trinkwasser.</p>

### 3.8.6. EISEN (CAS-Nr. 7439-89-6)

Eisen (CAS-Nr. 7439-89-6)	
Allgemeines	<p>Eisen ist ein wesentliches Element für den Menschen. Der tägliche Eisenbedarf hängt vom Alter, Geschlecht, physiologischen Status und Bioverfügbarkeit von Eisen ab (variabel je nach Form und physiologischem Zustand), sie werden auf 10 bis 50 mg/Tag geschätzt (WHO 2011). Eisenmangel ist ein großes Problem für die öffentliche Gesundheit. Im Gegensatz dazu ist überschüssiges Eisen beim Menschen aufgrund der Regulierung seiner Absorption außergewöhnlich (im Durchschnitt passieren nur 10 % des aufgenommenen Gesamteisens die Darmschleimhaut).</p>
Auswirkungen auf die Gesundheit	<p>Die schädlichen Auswirkungen einer übermäßigen Eisenaufnahme bei normalen Probanden sind nicht eindeutig nachgewiesen. Akute Vergiftungen, sekundäre Vergiftungen durch die Einnahme von Eisen- oder Eisensalzen sind fast immer medikamentös. Die Einnahme von weniger als 20 mg/kg Körpergewicht Eisen löst keine Störungen aus und bis zu 60 mg/kg Körpergewicht sind gutartige Vergiftungen. Das Risiko einer tödlichen Vergiftung tritt trotz angemessener Behandlung nur bei Eisenaufnahmen über 150 mg/kg Körpergewicht auf.</p>
Leitwerte	<p>Im Gesetzbuch über öffentliche Gesundheit (Artikel R. 1321-2) und im Erlass vom 11. Januar 2007 wird Folgendes festgelegt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Qualitätsreferenz für Wasser für den menschlichen Gebrauch“ von 200 µg/l;</li> <li>• „Grenzwerte für Oberflächensüßwasser für die Erzeugung von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ mit einem Leitwert von 0,1 mg/l gelöstem Eisen und einem zwingenden Wert von 0,3 mg/l für die Behandlung A1 mit einem Leitwert von 1 mg/l gelöstem Eisen und einem zwingenden Wert von 2 mg/l für die Behandlung A2 mit einem Leitwert von 1 mg/l gelöstem Eisen für die Behandlung A3.</li> </ul> <p>Darüber hinaus schlägt die WHO keinen Leitwert vor, der auf gesundheitsbezogenen Kriterien für Eisen basiert.</p>
Kriterium der Nichtauswahl	<p>Kein VTR</p> <p>Um eine mögliche Eisenüberlastung bei gefährdeten Bevölkerungsgruppen (Hämochromatose, Polytransfusion, chronischer Ethylismus) zu verhindern, setzte das JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) die maximal zulässige Tagesdosis auf 0,8 mg/kg/Tag fest. Diese PMTDI (Provisional Maximum Tolerable Daily Intake) wäre jedoch eine unzureichende Tagesdosis, um Eisenmangel bei Kindern sowie schwangeren und stillenden Frauen (JEFCA, WHO Food Additives Series 18, Iron) zu vermeiden.</p> <p>Der einzige verfügbare Referenzwert für Eisen kann daher nicht als Toxicological Reference Value (TRV) angesehen werden, der zur Bewertung der Risiken für die Allgemeinbevölkerung verwendet werden kann. Denn eine tägliche orale Einnahme, die geringer ist als der DTPB, wenn sie einen Teil der Bevölkerung schützt, der anfällig für Eisenüberlastungen ist, ermöglicht es nicht, den Ernährungsbedarf bestimmter Bevölkerungsgruppen zu decken.</p>

### 3.8.7. LITHIN

Lithin (CAS-Nr. 1310-66-3)	
Allgemeines und Auswirkungen auf die Gesundheit	<p>Im Wasser trennt sich Lithin in Li<sup>+</sup> und OH<sup>-</sup> Ionen.</p> <p>Die Toxizität von Lithium ist gering. Oral variiert DL50 für viele Tierarten zwischen 400 und 1 200 mg/kg. Die Standarddosis von Lithiumcarbonat beträgt 0,5 bis 2 g/Tag (8 bis 32 mg/kg/Tag bei einem Gewicht von 62,5 kg). Fälle von freiwilligen Vergiftungen beim Menschen deuten darauf hin, dass eine Dosis von 12 bis 60 g (192-960 mg/kg/Tag bei einem Gewicht von 62,5 kg) zu Koma und Tod führt.</p>
Leitwerte	In der Verordnung vom 11. Januar 2007 (Gesetz über die öffentliche Gesundheit) und der WHO ist weder ein regulatorischer Wert noch eine Empfehlung für die Konzentration von Lithin in Wasser für den menschlichen Gebrauch festgelegt.
Kriterium der Nichtauswahl	Kein VTR

### 3.8.8. MANGANESE (CAS-Nr. 7439-96-5)

Mangan (CAS-Nr. 7439-96-5)										
Allgemeines	<p>Mangan ist ein essentieller Nährstoff (Oligonährstoff). Es wirkt insbesondere bei der Mineralisierung der Knochen, dem Energiestoffwechsel und dem Schutz der Zellen vor freien Radikalen. Die Tagesdosis, die ab dem Alter von 1 Jahr als ausreichend und sicher für den Menschen angesehen wird, beträgt 1-5 mg/Tag und wird über die Nahrung zugeführt.</p> <p>Die Verdauungsabsorption von Mangan ist um 3 bis 8 % gering, bei Kleinkindern ist sie jedoch höher, verbunden mit der von Eisen und Kalzium.</p>									
Auswirkungen auf die Gesundheit	<p>Das einzige Salz, das häufig für akute Intoxikationen verantwortlich ist, ist Kaliumpermanganat, dessen Wirkungen mit der Oxidationskraft zusammenhängen und deren Schwere von der Konzentration der eingenommenen Lösung abhängt.</p> <p>Pailletten, die ätzend sind, können für schwere korrosive Läsionen des Verdauungstrakts verantwortlich sein.</p> <p>- Nicht karzinogene Wirkungen</p> <p>Im Arbeitsumfeld und bei chronischen Atemwegsexpositionen wurden Auswirkungen auf das Nervensystem (Enzephalopathie durch Beeinträchtigung der zentralen grauen Kerne, verantwortlich für den Manganparkinson) nachgewiesen. Weitere Beeinträchtigungen wurden beschrieben: allergische Dermatosen, Rhinitis und Asthma, hämatologische Erkrankungen, Neuropathien, Hyperthyreose. Bei Tieren wurden Hodentoxizität bei Nagetieren und Kaninchen (parenterale Verabreichung) festgestellt.</p> <p>- Karzinogene Wirkungen</p> <p>Einstufung nach Karzinogenität</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Mangan</th> <th style="width: 33%;">Klasse</th> <th style="width: 33%;">Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IARC/EU</td> <td>/</td> <td>Nicht bewertet</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>D</td> <td>Nicht klassifizierbar in Bezug auf seine Karzinogenität</td> </tr> </tbody> </table> <p>In Bezug auf die karzinogene und mutagene Wirkung von Mangan sind die Ergebnisse unregelmäßig, auch wenn einige Derivate in vitro mutagene Wirkung gezeigt haben. Nagetierstudien (Mangansulfat) führten manchmal zu leichten Tumorzunwachsen (Pankreas bei männlichen Ratten und Hypophysenadenom bei Frauen), manchmal zu einer Zunahme von Schilddrüsentumoren bei Mäusen, während in anderen Studien keine Krebsarten nachgewiesen wurden.</p> <p>— Auswirkungen auf die Reproduktion</p> <p>Es wurden keine Daten über Auswirkungen auf die Reproduktion veröffentlicht.</p>	Mangan	Klasse	Bedeutung	IARC/EU	/	Nicht bewertet	US EPA	D	Nicht klassifizierbar in Bezug auf seine Karzinogenität
Mangan	Klasse	Bedeutung								
IARC/EU	/	Nicht bewertet								
US EPA	D	Nicht klassifizierbar in Bezug auf seine Karzinogenität								

Leitwerte	<p>Im Gesetzbuch über öffentliche Gesundheit (Artikel R. 1321-2) und im Erlass vom 11. Januar 2007 wird ein „Qualitätsreferenzwert für Wasser für den menschlichen Gebrauch“ von 50 µg/l Mangan festgelegt.</p> <p>Die WHO hat aus technischen Gründen keinen auf gesundheitlichen Auswirkungen auf Trinkwasser basierenden Leitwert festgelegt. Darüber hinaus würde der Leitwert von 0,4 mg/l, der aus der empfohlenen maximalen Tagesdosis von 11 mg/d abgeleitet werden kann, zu schwärzenden Ablagerungen in den Rohrleitungen führen.</p>
-----------	---

### 3.8.9. NICKEL (CAS-Nr. 7440-02-0)

Nickel (CAS-Nr. 7440-02-0)																
Allgemeines	<p>Nickel kommt natürlich in Böden, Wasser, Luft und Lebensmitteln vor. Die allgemeine Bevölkerung ist hauptsächlich durch Lebensmittel (insbesondere Gemüse und Getreide) exponiert. Die durchschnittliche ernährungsbedingte Nickelaufnahme scheint unter 0,2 mg/Tag zu liegen. Der Beitrag von Trinkwasser zu diesen Zufuhren wird von der WHO zwischen 2 und 11 % geschätzt. Die berufsbedingten Expositionen sind hauptsächlich Atemwege.</p> <p>Nickel und seine löslichen Verbindungen werden sowohl über die Atemwege als auch durch den Mund absorbiert, seine Absorption ist für die Haut vernachlässigbar. Für den oralen Weg gelangt Nickel besser aus dem Wasser ins Blut als aus Lebensmitteln.</p> <p>Die wichtigsten Zielorgane sind die Lunge (Hauptzielorgan bei Inhalationsexposition) und die Nieren, gefolgt von Schilddrüse, Herz, Leber, Gehirn, Milz und Bauchspeicheldrüse.</p>															
Akute Exposition	<p>Es liegen nur wenige Daten zur akuten Toxizität beim Menschen vor. Oral wurde über Verdauungsstörungen berichtet (Durchfall, Erbrechen, Verdauungsreizungen...) und bei schwereren Expositionen neurologische Wirkungen (Kopfschmerzen, Asthenie...). Ein Herzstillstand eines 2-jährigen Kindes wurde nach versehentlicher Einnahme einer hohen Nickelmenge beobachtet. Bei Tieren (Ratten, Kaninchen) wurde auch in mehreren Studien über Niereneffekte berichtet.</p>															
Chronische Exposition	<p>- Nicht karzinogene Wirkungen</p> <p>Oral gesehen sind die wichtigsten Wirkungen, die bei Tieren beobachtet werden, Lungen-, Magen-Darm-Effekte (Irritationen, Geschwüre,...) und Nieren (Polyurie, Gewichtszunahme der Nieren,...). Neurologische Effekte (Lethargie, verminderte Körpertemperatur, unregelmäßige Atmung...) wurden ebenfalls beobachtet.</p> <p>- Karzinogene Wirkungen</p> <p>Einstufung nach Karzinogenität</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #4CAF50; color: white;"> <th>Nickel</th> <th>Klasse</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">CIRC</td> <td>2B</td> <td>Nickel-Metall und Legierung: Krebserzeugend möglich</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Nickelverbindungen: Nachgewiesenes Karzinogen</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>A</td> <td>Karzinogen</td> </tr> <tr> <td>EU</td> <td>/</td> <td>Kann Krebs verursachen</td> </tr> </tbody> </table> <p>Oral scheinen keine Studien zur Karzinogenität beim Menschen oral durchgeführt worden zu sein. Oral sind nur wenige Studien an Tieren verfügbar und es wurde keine signifikante Zunahme der Tumorinzidenz gezeigt.</p> <p>— Auswirkungen auf die Reproduktion</p> <p>Nickel kann die Plazentabarriere in ionisierter Form durchqueren. Das reproduktionstoxische Potenzial von Nickelverbindungen ist beim Menschen nicht eindeutig nachgewiesen.</p> <p>Oral berichteten mehrere Studien an Ratten oder Mäusen über toxische Wirkungen auf das männliche Fortpflanzungssystem mit bestimmten Nickelverbindungen (Sulfat, Chlorid oder Nitrat). Bei weiblichen Tieren wurde in einer Reihe von Studien über eine Abnahme des Überlebens der Nachkommen von exponierten Tieren vor der Paarung und während der Trächtigkeits- und Laktationsperioden berichtet. Die Interpretation dieser Daten ist kompliziert</p>		Nickel	Klasse	Bedeutung	CIRC	2B	Nickel-Metall und Legierung: Krebserzeugend möglich	1	Nickelverbindungen: Nachgewiesenes Karzinogen	US EPA	A	Karzinogen	EU	/	Kann Krebs verursachen
Nickel	Klasse	Bedeutung														
CIRC	2B	Nickel-Metall und Legierung: Krebserzeugend möglich														
	1	Nickelverbindungen: Nachgewiesenes Karzinogen														
US EPA	A	Karzinogen														
EU	/	Kann Krebs verursachen														

	durch mütterliche Toxizität, die häufig in den verwendeten Dosen auftritt. Studien deuten auf ein mögliches teratogenes Potenzial von Nickel und seinen löslichen Verbindungen hin.
Leitwerte	Der Code de la Santé Publique (Artikel R. 1321-2) und der Erlass vom 11. Januar 2007 legen den Wert „Grenzwert für Wasser für den menschlichen Gebrauch“ und eine „Grenzzugabe für Rohwasser aller Herkunft für die Erzeugung von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ auf 20 µg/L fest. Die WHO schlägt einen Leitwert für Trinkwasser von 70 µg/l vor.

### 3.8.10. NITRATE (CAS-Nr. 14797-55-8)

Nitrate (CAS-Nr. 14797-55-8)													
Allgemeines	Nitrate sind Teil des natürlichen Stickstoffkreislaufs und sind daher überall in der Umwelt vorhanden. Sie werden auch als Düngemittel – die Ursache für die Grund- und Oberflächenwasseranreicherung – als Lebensmittelzusatzstoffe, in der chemischen Industrie oder bei der Herstellung von Explosivstoffen hergestellt. Ihre Salze kommen in Form von farblosen Kristallen, die sehr wasserlöslich sind. Menschen sind Nitraten durch Nahrung ausgesetzt, davon 14 % für Trinkwasser. Eine gleichwertige Zufuhr kommt aus der natürlichen Produktion von Nitraten in den menschlichen Organismus.												
Akute Exposition	<u>Beim Menschen:</u> Die Toxizität von Nitrat ist hauptsächlich auf seine Reduktion in Nitriten zurückzuführen (vgl. §.nitrit). Bei Erwachsenen wurden Fälle von akuter Intoxikation nach versehentlicher Einnahme großer Nitratmengen ( $\geq 33$ mg/kg Körpergewicht) berichtet. Bei Neugeborenen wurden Fälle von Vergiftungen bei geringeren Nitratmengen ( $\geq 1,5$ mg/kg) beobachtet. <u>Bei Tieren:</u> Die akute Nitrattoxizität ist gering (DL50 oral über 2 000 mg/kg für Natriumnitrat, Ammoniumnitrat und Kaliumnitrat bei Ratten und Mäusen).												
Chronische Exposition	- Nicht karzinogene Wirkungen <u>Beim Menschen:</u> Oral zeigen mehrere epidemiologische Studien, dass Nitrate die Schilddrüsenfunktion beeinträchtigen können. <u>Bei Tieren:</u> Bei Nagetieren (Ratten, Mäusen) ist die chronische orale Toxizität gering. Die beobachteten Effekte sind eine Abnahme der Gewichtszunahme und eine Beeinträchtigung der Schilddrüsenfunktion. - Karzinogene Wirkungen Einstufung nach Karzinogenität												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nitrate*</th> <th>Klasse</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC</td> <td>2A</td> <td>Wahrscheinlich krebserzeugend</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>/</td> <td>Nicht bewertet</td> </tr> <tr> <td>EU</td> <td>/</td> <td>Nicht bewertet</td> </tr> </tbody> </table>	Nitrate*	Klasse	Bedeutung	CIRC	2A	Wahrscheinlich krebserzeugend	US EPA	/	Nicht bewertet	EU	/	Nicht bewertet
	Nitrate*	Klasse	Bedeutung										
	CIRC	2A	Wahrscheinlich krebserzeugend										
	US EPA	/	Nicht bewertet										
EU	/	Nicht bewertet											
* Nitrate wären nicht direkt krebserregend. Im Gegensatz dazu scheint es, dass bestimmte Krebsformen mit einer Exposition gegenüber N-Nitroso-Verbindungen in Verbindung gebracht werden können, insbesondere Nitrosamine, die im Verdauungstrakt aus Nitraten (oder Nitriten) gebildet werden (WHO, 1998). Die epidemiologischen Beweise belegen jedoch derzeit nicht, dass ein Zusammenhang zwischen der Nitrataufnahme und dem Auftreten von Krebs beim Menschen besteht.													
— Auswirkungen auf die Reproduktion <u>Beim Menschen:</u> die verfügbaren Studien lassen keinen Schluss zu einem Zusammenhang zwischen Nitraten und reproduktionstoxischen Wirkungen oder auf die Entwicklung zu. <u>Bei Tieren:</u> Reproduktive Wirkungen bei Meerschweinchen wurden nur bei sehr hohen Dosen beobachtet (NOAEL = 10 g/l Kaliumnitrat). Die US-EPA ist der Ansicht, dass in den verschiedenen Tierstudien (Ratten, Mäuse, Hamster, Kaninchen...), in denen Nitrate auf die Fortpflanzung, die fetotoxische Wirkung oder die Entwicklung getestet wurden, keine signifikanten Auswirkungen festgestellt wurden.													
Leitwerte	Der Code de la Santé Publique (Artikel R. 1321-2) und der Erlass vom 11. Januar 2007 legen den Wert „Grenzwert für Wasser für den menschlichen Gebrauch“ auf 50 mg/L fest.												

	Die WHO schlägt einen Leitwert von 50 mg NO <sub>3</sub> /L im Trinkwasser vor. Außerdem muss die Summe der Nitratkonzentration geteilt durch 50 und der Nitritkonzentration geteilt durch 3 kleiner oder gleich 1 bleiben.
--	---

### 3.8.11. NITRITE (CAS-Nr. 14797-65-0)

Nitrite (CAS-Nr. 14797-65-0)													
Allgemeines	Nitrite sind Teil des natürlichen Stickstoffkreislaufs und daher überall in der Umwelt, aber in geringerer Konzentration als Nitrate, da sie weniger stabil sind. Sie können auch aus der ökologischen Umwandlung von Chloraminen stammen, die zur Desinfektion verwendet werden. Sie werden auch als Lebensmittelzusatzstoffe hergestellt. Ihre Salze sind in Form von farblosen bis hellgelben Granulaten oder Kristallen erhältlich, die in Wasser sehr löslich sind. Die menschlichen Populationen sind Nitrit über Nahrung ausgesetzt, darunter weniger als 10 % für Trinkwasser und 80 % durch Nitratexposition.												
Akute Exposition	<p><u>Beim Menschen:</u> Die akute Toxizität von Nitriten ist mit Methämoglobinämie verbunden, die sich als Zyanose (blaue Haut- und Schleimhautfärbung) manifestiert, wenn der Blutmethämoglobinspiegel 10 % übersteigt und dann durch Atemwegssymptome (Dyspnoe) und neurologische Symptome (Betroffenheit, Kopfschmerzen...) über 55-60 % hinausgeht. Wenn die Rate über 70 % liegt, wird sie tödlich. Neugeborene und schwangere Frauen sind besonders anfällig für Nitrit sowie einige Menschen mit genetischen Anomalien, die die Reversibilität von Methämoglobinämie verringern.</p> <p>Diese Empfindlichkeit erklärt sich beim Neugeborenen dadurch, dass sein Hämoglobin leicht oxidierbar ist und die Methämoglobin-Reduktase-Aktivität bei Schwangeren dadurch gering ist, dass die Methämoglobinämie in der 30. Schwangerschaftswoche 10 % erreichen kann.</p>												
Chronische Exposition	- Nicht karzinogene Wirkungen												
	<u>Beim Menschen:</u> Epidemiologische Studien haben eine Abnahme der Produktion wichtiger Hormone im Stoffwechsel (Kortikosteroide) beim Menschen nach längerer Exposition gegenüber Nitriten im Trinkwasser gezeigt.												
	<u>Bei Tieren:</u> die Wirkungen, die bei Nagetieren (Ratten, Mäusen) nach oraler Gabe von Nitritsalzen in Trinkwasser oder in der Nahrung beobachtet werden, sind vielfältig (subklinische Methämoglobinämie, Hypertrophie in den Nebennieren, erhöhte Nierengewichte und histopathologische Veränderungen in Lunge und Herz).												
	- Karzinogene Wirkungen												
	Einstufung nach Karzinogenität												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nitriten*</th> <th>Klasse</th> <th>Bedeutung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIRC</td> <td>2A</td> <td>Wahrscheinlich krebserzeugend</td> </tr> <tr> <td>US EPA</td> <td>/</td> <td>Nicht bewertet</td> </tr> <tr> <td>EU</td> <td>/</td> <td>Nicht bewertet</td> </tr> </tbody> </table>	Nitriten*	Klasse	Bedeutung	CIRC	2A	Wahrscheinlich krebserzeugend	US EPA	/	Nicht bewertet	EU	/	Nicht bewertet
Nitriten*	Klasse	Bedeutung											
CIRC	2A	Wahrscheinlich krebserzeugend											
US EPA	/	Nicht bewertet											
EU	/	Nicht bewertet											
	<p>* Es scheint, dass bestimmte Formen von Krebs mit der Exposition gegenüber N-Nitrosenverbindungen in Verbindung gebracht werden können, insbesondere Nitrosaminen, die im Verdauungstrakt vor allem aus Nitriten gebildet werden (WHO, 1998). Die epidemiologischen Beweise belegen jedoch derzeit nicht, dass ein Zusammenhang zwischen der Nitrataufnahme und dem Auftreten von Krebs beim Menschen besteht.</p> <p><u>Beim Menschen:</u> Epidemiologische Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen Nitrit und einer erhöhten Inzidenz von Magenkrebs.</p> <p><u>Bei Tieren:</u> Die Studien zur Karzinogenität beziehen sich auf die orale Anwendung. Die Ergebnisse der Studien mit Nitrit allein (Natriumnitrit oder Kaliumnitrit) sind nicht schlüssig. Studien zur gleichzeitigen Verabreichung von Nitriten und nitrosierbaren Verbindungen bei Nagetieren (Ratten, Mäusen) zeigten eine signifikante Zunahme der Inzidenz von Tumoren (Leber, Lunge, Lymphsystem, Magen, Blase und Gebärmutter), deren Eigenschaften denen ähnlich sind, die durch N-Nitrosenderivate der getesteten nitrosierbaren Verbindungen induziert werden.</p>												



Nitrite (CAS-Nr. 14797-65-0)	
Chronische Exposition	<p>— Auswirkungen auf die Reproduktion</p> <p><b>Beim Menschen:</b> Verfügbare Studien am Menschen lassen keinen Schluss zur Reprotoxizität zu Nitriten.</p> <p><b>Bei Tieren:</b> Nitrite sind nicht teratogen. Die Studien zeigten nur nach oraler Exposition gegenüber sehr hohen Dosen, die Methämoglobinämie bei der Mutter induzierten, toxische Wirkungen auf die Fortpflanzung und die Entwicklung. Reproduktionstoxische Wirkungen (Spontanaborte, Abnahme des perinatalen Überlebens, vorübergehende Methämoglobinämie bei Neugeborenen, motorische Funktionsstörungen) wurden nach oraler Gabe des Trinkwassers in Dosen von mehr als 1 000 mg Nitrit/L berichtet. Darüber hinaus wurde eine Abnahme der Spermienzahl und Motilität bei Nagetieren (Ratte, Mäuse) bei oralen Dosen von mehr als 2 000 mg Nitriten/L festgestellt.</p>
Leitwerte	<p>Der Code de la santé publique (siehe Artikel R. 1321-2) und der Erlass vom 11. Januar 2007 legen den folgenden Grenzwert für die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch in Nitratkonzentrationen fest: Grenzwert für Nitrat = 0,5 mg NO<sub>3</sub>/L.</p> <p>Die von der WHO empfohlenen Leitwerte für Nitrit betragen 3 mg NO<sub>2</sub>/L.</p>

### 3.8.12. BLEI (CAS-Nr. 7439-92-1)

Blei (CAS-Nr. 7439-92-1)	
Allgemeines	<p>Blei (Pb) ist ein grau-blaues Metall, das in metallischer Form unlöslich in Wasser ist. Im divalenten Zustand kann es eine breite Palette an anorganischen oder organischen Verbindungen bilden, die in Wasser löslich sind. Blei und seine Verbindungen sind natürlich in Wasser, Atmosphäre und Boden vorhanden.</p> <p>In der Umwelt kommt Blei hauptsächlich in anorganischer Form im divalenten Zustand vor (Pb<sup>2+</sup>).</p> <p>Es gibt viele anthropogene Expositionsquellen aufgrund der zahlreichen industriellen Anwendungen von Blei und seinen Verbindungen (insbesondere in der Eisen- und Stahlindustrie).</p> <p>Unabhängig von diesen Einleitungen kann Blei im Trinkwasser in signifikanten Konzentrationen in Bezug auf den Bleigehalt der Wasserleitungen und den Säuregrad des Wassers vorhanden sein.</p> <p>Die Auswirkungen von Blei auf den Menschen werden in der Regel anhand der im Blut gemessenen internen Bleidosis (Pleumämie) identifiziert. Bei der oralen Anwendung ist die Resorption bei Erwachsenen gering (zwischen 5-10 %) und bei Neugeborenen und Kindern höher (von 50 % bei Kindern unter 2 Jahren bis 20 % bei Kindern im Alter von 10 Jahren). Die Hautabsorption von Blei und seinen Verbindungen ist vernachlässigbar.</p>
Akute Exposition	<p><b>Beim Menschen:</b> Akute Bleivergiftung manifestiert sich 2 bis 48 Stunden nach der Einnahme durch Verdauungsstörungen (Abdominalschmerzen, Erbrechen, Durchfall), Nieren (Oligurie und Nierentubulusinsuffizienz) und hämatologische (diskrete Hämolyse). Bei massiver Vergiftung können schwerwiegende neurologische Wirkungen beobachtet werden (Enzephalopathie, Anzeichen einer intrakraniellen Hypertonie, Krampfanfälle).</p>
Chronische Exposition	<p>- Nicht karzinogene Wirkungen</p> <p>Chronische Bleivergiftung (Saturnismus) zielt auf viele Organe: die Symptome sind hämatologische (Anämie), Verdauungsbeschwerden (Abdominalschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Kolik Saturnin), neurologische (Gedächtnisstörungen, fokussiertes Defizitsyndrom, Koma, Krämpfe, Lähmungen...), kardiovaskuläre (Hypertonie), Nieren (Nephropathie, Niereninsuffizienz) und immunologische (Verringerung der Anzahl der T-Lymphozyten und Immunglobuline ohne besondere Anfälligkeit für Infektionen). Es ist allgemein anerkannt, dass Blei in hohem Maße mit den toxischen Wirkungen von Blei korreliert. Chronische Bleivergiftung (Saturnismus) tritt auf, wenn Bleigehalt 50 µg/l erreicht. Die empfindlichsten Wirkungen betreffen die neurologische Entwicklung von Kindern.</p> <p>- Karzinogene Wirkungen</p>

Blei (CAS-Nr. 7439-92-1)

Einstufung nach Karzinogenität

Blei	Klasse	Bedeutung
CIRC		2
		2a
		3
US EPA		2b
EU		/

Blei: Krebserzeugend möglich  
Anorganisches Blei: Krebserzeugend prob  
Organisches Blei: unklassifizierbar in Karzinogenität  
Wahrscheinlich krebserzeugend  
Nicht bewertet

Beim Menschen: Studien, die durch Inhalation anorganischer Verbindungen bei Arbeitern durchgeführt wurden, zeigen, dass Blei Magen- und Lungenkrebs verursachen könnte und fragwürdiger ist, Nieren- und Hirnkrebs.

Bei Tieren (Ratten): hochdosiertes Blei induziert Nierentumoren.

— Auswirkungen auf die Reproduktion

Blei hat Auswirkungen auf die männliche Fruchtbarkeit und kann zu Verzögerungen in der Pubertät führen und die Anzahl der spontanen Abtreibungen bei Frauen erhöhen. Blei ist toxisch für den Fötus (Fetotoxizität). Obwohl beim Menschen nicht nachgewiesen, wurde seine Teratogenität (Induktion von Fehlbildungen) bei Tieren nachgewiesen.

Leitwerte	<p>Im Gesetzbuch über die öffentliche Gesundheit (Artikel R. 1321-2) und im Erlass vom 11. Januar 2007 wird Folgendes festgelegt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>„Grenzwert für Oberflächensüßwasser, das für die Erzeugung von Wasser für den menschlichen Gebrauch verwendet wird“ bei 10 µg/l;</li> <li>„Qualitätsgrenzwert für Rohwasser aller Herkunft für die Erzeugung von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ von 50 µg/l;</li> <li>„Grenzwert für Oberflächensüßwasser, das für die Erzeugung von Wasser für den menschlichen Gebrauch verwendet wird“ mit einem zwingenden Wert von 10 µg/l für die Behandlung A1 und zwingenden Werten von 50 µg/l für A2- und A3-Behandlungen.</li> </ul> <p>Die WHO empfiehlt einen Wert von 10 µg/l im Trinkwasser.</p>
-----------	---

### 3.8.13. STÖSSE

Staub

Allgemeines	<p>Partikel sind einzigartige Luftverbindungen in dem Sinne, dass ihre Klassifizierung auf ihrem Durchmesser und nicht auf ihrer Zusammensetzung beruht. Dies ist ein wichtiges Merkmal, da sie ihre Verweilzeit in der Luft sowie ihre Fähigkeit bestimmt, mehr oder weniger tief in die Atemwege einzudringen und zu bleiben. So unterscheidet man klassisch drei Größenklassen: große Partikel (PM<sub>10</sub>), Feinstaub (PM<sub>2.5</sub>) und ultrafeine Partikel (PM<sub>0.1</sub>) je nachdem, ob ihr durchschnittlicher aerodynamischer Durchmesser kleiner als 10 µm, 2,5 µm bzw. 1 µm ist.</p> <p>Unabhängig von der untersuchten Stelle gibt es immer eine Grundkonzentration von Partikeln, unabhängig davon, ob sie natürlichen und/oder anthropogenen Ursprungs sind. Der Hauptweg der Exposition gegenüber atmosphärischen Partikeln ist die Inhalation. Das Werden von Partikeln im Atmungssystem hängt hauptsächlich von ihrer Größe ab. Nur Partikel unter 10 µm gelangen in den Tracheobronchialbaum und PM<sub>2.5</sub> erreichen die Lungenalveolen. Die Exposition ist je nach Person und ihren Aktivitäten sehr unterschiedlich. So erhöht körperliche Aktivität die Belüftung und damit das Eindringen von Schadstoffen. Im Vergleich zu einem Erwachsenen ist der Anteil der feinen Partikel, die bis zu den Alveolen gelangen, bei Kindern dreimal höher und bei Neugeborenen bis zu acht Mal. Ebenso sind Menschen mit chronisch obstruktiver Broncho-Pneumopathie (COPD) aufgrund ihrer Atembeschwerden stärker exponiert.</p> <p>Es wurden statistische Zusammenhänge zwischen Effekten und Partikelraten festgestellt, die hauptsächlich auf die Atemwege und Herz-Kreislauf-Effekte zurückzuführen sind, sei es wegen akuter oder langfristiger Wirkungen, einschließlich Lungenkrebs. Diese Verschmutzung wäre</p>
-------------	--

	<p>auch für vorzeitige Todesfälle verantwortlich. In der Europäischen Union verringert die Exposition gegenüber PM<sub>2,5</sub> durch menschliche Aktivitäten die Lebenserwartung um 8,6 Monate (WHO, 2006). Einige Populationen sind besonders empfindlich auf Partikelverschmutzung. Dies sind Föten, Neugeborene, schwangere Frauen, Kinder, ältere Menschen und Menschen mit Herz-Kreislauf- oder Atemwegserkrankungen (Vorgeschichte von Myokardinfarkt, Koronaropathie, Asthma usw.), Diabetes oder sogar Fettleibigkeit.</p> <p>Es war nicht möglich, eine Konzentrationsschwelle von PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> zu ermitteln, unterhalb deren keine gesundheitlichen Auswirkungen festgestellt würden. Die größten gesundheitlichen Auswirkungen sind nicht mit den höchsten Verschmutzungsspitzen verbunden, sondern mit den Grundwerten.</p>
Leitwerte	Für PM <sub>10</sub> gelten Luftqualitätsnormen. Diese sind in <a href="#">Kapitel 3</a> dargestellt. Die WHO empfiehlt zum Schutz der Gesundheit einen Jahresdurchschnittswert von 40 µg/m <sup>3</sup> und einen stündlichen Mittelwert von 50 µg/m <sup>3</sup> .
Kriterium der Nichtauswahl	Kein VTR

### 3.8.14. NATRIUM

Natrium	
Allgemeines	<p>Das Natriumion ist in allen Gewässern vorhanden. Salzeinbrüche, Meeresnebel, Abwasser und Salz für die Schneeräumung können erheblich zum Vorhandensein von Natrium im Wasser beitragen.</p> <p>Beim Menschen sind Lebensmittel die Hauptquelle für Natrium, hauptsächlich in Form von Chloriden. Natrium ist natürlich in allen Lebensmitteln enthalten und kann auch bei der Zubereitung zugesetzt werden. In Westeuropa und Nordamerika beträgt der Verbrauch von Natriumchlorid durchschnittlich 10 g/Tag oder 4 g Natrium. Personen, denen eine natriumarme Diät verschrieben wurde, sollten diese Aufnahme auf weniger als 2 g/Tag beschränken. Trinkwasser enthält in der Regel weniger als 20 mg Natrium pro Liter, dieser Gehalt kann in einigen Regionen weit überschritten werden.</p>
Leitwerte	Der Code de la Santé Publique (Artikel R1321-2) und der Erlass vom 11. Januar 2007 legen eine „Qualitätsreferenz für Wasser für den menschlichen Gebrauch“ und eine „Grenze für die Qualität des Oberflächensüßwassers, das für die Erzeugung von Wasser für den menschlichen Gebrauch verwendet wird“ auf 200 mg/L fest.
Kriterium der Nichtauswahl	Kein VTR

### 3.8.15. ZINK (CAS-Nr. 7440-66-6)

Zink (CAS-Nr. 7440-66-6)	
Allgemeines	<p>Zink kommt natürlich in der Umwelt vor, hauptsächlich im Boden in Form von Zinksulfid (ZnS) im Gestein. Es hat viele industrielle Anwendungen. Es wird insbesondere in der Metall-, Nahrungs-, Bau-, Automobil- und Chemieindustrie eingesetzt.</p> <p>Zink ist ein wesentliches Metall. Es ist notwendig für Wachstum, Knochen- und Hirnentwicklung, Fortpflanzung, fetale Entwicklung, Geschmack und Geruch, Immunfunktionen und Wundheilung.</p> <p>Die allgemeine Bevölkerung ist vor allem Zink über Nahrung ausgesetzt (proteinreiche Lebensmittel wie Fleisch und Fisch) und in einem geringeren Anteil über Trinkwasser. Die durchschnittliche tägliche Nahrungsaufnahme wird auf 12 mg/Tag und die Wasseraufnahme auf 13 µg/l geschätzt. Die Inhalationsexposition wird als weniger als 1 µg/d angesehen.</p>
Akute Exposition	<p>Oral führt die Einnahme von Zinkchlorid zu Verletzungen des Verdauungstrakts. Die Einnahme von hohen Mengen an metallischem Zink oder Zinksulfat führt zu Verdauungsstörungen, die mit Schwindel verbunden sein können, Lethargie sehen Schwierigkeiten beim Gehen.</p> <p>Zinkchlorid ist ätzend für Haut und Auge.</p>
Chronische Exposition	<p>- Nicht karzinogene Wirkungen</p> <p>Oral führt die chronische Einnahme von Zink zu Verdauungseffekten (Abdominalkrämpfe, Übelkeit, Erbrechen) im Zusammenhang mit seiner Reizung, von denen einige – wie Anämien – mit Kupfermangel in Verbindung stehen, eine übermäßige Zinkaufnahme, die die intestinale Absorption von Kupfer verringert. Es werden Immun-, Bauchspeicheldrüsen- und Anämieerkrankungen beschrieben.</p> <p>Die Daten des Arbeitnehmers deuten darauf hin, dass eine chronische Zinkexposition durch Inhalation auch zu Verdauungseffekten führen könnte.</p> <p>- Karzinogene Wirkungen</p> <p>Zink und seine Hauptverbindungen wurden nicht vom IARC bewertet. In-vitro- und In-vivo-Studien mit Zinkchlorid oder Zinksulfat zeigten kein mutagenes Potenzial, sondern ein geringes DNA-Bruchvermögen (Clastogen).</p> <p><u>Bei Tieren</u> (Mäusen) wurde kein Anstieg der Tumorzinzidenz nach Inhalations- oder oraler Exposition gegenüber Sulfat, Oxid oder Zinkchlorid nachgewiesen.</p> <p>- Auswirkungen auf die Fortpflanzung</p> <p><u>Bei Männern</u> zeigten Studien an Frauen mit Zink-Supplementierung im Gegensatz zu Zinkmangel keine reproduktionstoxische Wirkung. Bei Tieren (Ratten, Mäusen) führt die Exposition gegenüber hohen oralen Zinkdosen während der Trächtigkeit zu fötotoxischen Wirkungen (erhöhte postimplantative Resorption) und embryotoxischen Wirkungen (Wachstumsverzögerungen, vermindertes Körpergewicht).</p>
Leitwerte	<p>Zink ist nicht Gegenstand einer Umweltempfehlung für Wasser, das für den menschlichen Gebrauch bestimmt ist (Gesundheitskodex – Erlass vom 11. Januar 2007, WHO).</p>