

TEIL 7

FOLGENABSCHÄTZUNG

— Anhang 1 — Radioaktive Stoffe

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

| | |
|--|----|
| TEIL 7..... | 1 |
| TABELLEN..... | 4 |
| FIGUREN..... | 11 |
| P RESENTATION VON..... | 14 |
| ANHANG 1..... | 14 |
| 1..... | 15 |
| METHODOLOGIE FÜR DIE BEWERTUNG RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN..... | 15 |
| 2..... | 17 |

| | |
|---|----|
| BEWERTUNG DER RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN UND HYPOTHESEN..... | 17 |
| 2.1. DEMONTAGESCHRITTE..... | 17 |
| 2.2. OPERATIONEN AUSGEWÄHLT FÜR..... | 18 |
| ABSCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN UND PLANUNG | 18 |
| 2.3. ABWEISER DER ABLEHNUNG..... | 20 |
| 2.3.1. ABGESANDTER FLÜSSIGER RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN..... | 20 |
| 2.3.2. ABGESANDTE RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN IN ATMOSPHERE. | 20 |
| 2.3.3. DIFFUSE ABLEITUNGEN | 21 |
| BEWERTUNG DER ABLEITUNGEN RADIOAKTIVER STOFFE DURCH OPERATION..... | 21 |
| 3.1. ELEKTROMECHANISCHER LUFTÜBERZUG | 21 |
| 3.1.1. OPERATIONS- UND PLANUNGSBESCHREIBUNG..... | 21 |
| 3.1.2. SUSPENSION IN DER LUFT | 23 |
| 3.1.3. PHYSIKALISCHE DATEN..... | 24 |
| 3.1.4. RADIOLOGISCHE DATEN..... | 30 |
| 3.1.5. BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 34 |
| 3.1.6. ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE IM ZUSAMMENHANG MIT..... | 34 |
| ELEKTROMECHANISCHER LUFTÜBERZUG..... | 34 |
| 3.2. ELEKTROMECHANISCH UNTER WASSER..... | 36 |
| 3.2.1. BESCHREIBUNG DER OPERATION UND PLANUNG..... | 36 |
| 3.2.2. AUSSETZUNG..... | 36 |
| 3.2.3. BEWERTUNG DER VERDAMPFUNG | 37 |
| 3.2.4. PHYSIKALISCHE DATEN | 38 |
| 3.2.5. RADIOLOGISCHE DATEN..... | 39 |
| 3.2.6. BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 41 |
| 3.2.7. ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE IM ZUSAMMENHANG MIT..... | 41 |
| ELEKTROMECHANISCH UNTER WASSER | 41 |
| 3.3. SANIERUNG | 43 |
| 3.3.1. BESCHREIBUNG DER OPERATION UND PLANUNG..... | 44 |
| 3.3.2. SUSPENSION IN DER LUFT | 44 |
| 3.3.3. PHYSIKALISCHE UND RADIOLOGISCHE DATEN..... | 44 |
| 3.3.4. BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 48 |
| 3.3.5. ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE..... | 48 |
| SANIERUNG | 48 |

| | |
|--|----|
| 3.4. AN BETRIEBLICHE TÄTIGKEITEN GEBUNDENE RADIOAKTIVE FREISETZUNGEN | 49 |
| 3.4.1. ABLEITUNGEN AN VERDAMPFUNG UND ENTLERUNG | 50 |
| SCHWIMMBÄDER BK | 50 |
| 3.4.2. RADIOAKTIVE FREISETZUNGEN, DIE MIT DEM BETRIEB DES WASCHSALONS, DEN BODENREINIGUNGSOPERATIONEN UND DEN PUNKTUELLEN DECONTAMINATIONEN VERBUNDEN SIND | 52 |
| 3.4.3. SCHÄTZUNG DER FREISETZUNGEN AUS DEM BETRIEB | 53 |
| 4. | 55 |
| ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER ATMOSPHERISCHEN RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN | 55 |
| 4.1. ERGEBNISSE DER GESAMTABLEITUNGEN PRO JAHR UND KATEGORIE VON RADIONUKLEIDEN | 55 |
| 4.2. HISTOGRAMM DER ABLEITUNGEN..... | 56 |
| 4.3. SORTIERUNG VON RADIONUKLEIDEN | 58 |
| 4.4. KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE DER GESCHÄTZTEN ABLEITUNGEN MIT ÜBERWIEGENDEM RADIONUCLEID | 58 |
| 4.4.1. KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER..... | 58 |
| EINLEITUNGEN AUF ALLEN WEGEN..... | 58 |
| 4.4.2. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DES BAN..... | 60 |
| 4.4.3. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER..... | 60 |
| MODULARE BELÜFTUNG 1 | 60 |
| 4.4.4. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER..... | 61 |
| MODULARE BELÜFTUNG 2 | 61 |
| 4.4.5. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER..... | 61 |
| MODULARE BELÜFTUNG 3 | 61 |
| 4.5. ABLEHNUNGSPERIODEN | 62 |
| 4.6. MAXIMALE JÄHRLICHE RÜCKWÜRFE PRO ZEITRAUM..... | 65 |
| 4.6.1. TRITIUM | 65 |
| 4.6.2. KOHLENSTOFF 14 | 65 |
| 4.6.3. ANDERE BETA-GAMMA-SENDER | 66 |
| 4.7. ANALYSE DER MESURABILITE | 67 |
| 4.7.2. MINDESTWERTE FÜR DIE ERKLÄRUNG | 67 |
| 4.8. BEANTRAGTE ABLEITUNGSGRENZWERTE FÜR RADIOAKTIVE STOFFE | |
| 68 | |
| ATMOSPHERISCHE..... | 68 |
| 4.8.1. DEFINITION VON ZURÜCKWEISUNGSGRENZEN..... | 68 |

| | | |
|--|--|----|
| 4.8.2. | GRENZWERTE IN JÄHRLICHEN AKTIVITÄTEN | 70 |
| 4.8.3. | GRENZWERTE FÜR VOLUMENAKTIVITÄTEN | 70 |
| 4.8.4. | LIMITS IN AKTIVITÄTS-DEBITS | 71 |
| ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER FLÜSSIGEN RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN | | 71 |
| 5.1. | ERGEBNISSE DER GESAMTABLEITUNGEN PRO JAHR UND KATEGORIE VON RADIONUKLEIDEN | 71 |
| 5.2. | HISTOGRAMM DER ABLEITUNGEN..... | 73 |
| 5.3. | SORTIERUNG VON RADIONUKLEIDEN | 75 |
| 5.4. | KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE ZUR SCHÄTZUNG DER ABLEITUNGEN DURCH VORHERRSCHENDES RADIONUCLEID | 75 |
| 5.5. | ABLEHNUNGSPERIODEN | 76 |
| 5.6. | MAXIMALE JÄHRLICHE RÜCKWÜRFE PRO ZEITRAUM..... | 79 |
| 5.7. | ANALYSE DER MESURABILITE | 79 |
| 5.8. | BEANTRAGTE ABLEITUNGSGRENZWERTE FÜR FLÜSSIGE RADIOAKTIVE STOFFE | 80 |
| 5.8.1. | DEFINITION VON ZURÜCKWEISUNGSGRENZEN..... | 80 |
| 5.8.2. | GRENZWERTE IN JÄHRLICHEN AKTIVITÄTEN..... | 81 |
| 5.8.3. | GRENZWERTE IM EMPFÄNGERMEDIUM..... | 81 |
| 4.1.1. | | |

TABELLEN

| | |
|--|----|
| TEIL 7..... | 1 |
| TABELLEN..... | 4 |
| FIGUREN | 11 |
| PRESENTATION VON | 14 |
| ANHANG 1 | 14 |
| 1. | 15 |
| METHODOLOGIE FÜR DIE BEWERTUNG RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN..... | 15 |
| 2. | 17 |
| BEWERTUNG DER RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN UND HYPOTHESEN..... | 17 |
| 2.1. DEMONTAGESCHRITTE..... | 17 |
| 2.2. OPERATIONEN AUSGEWÄHLT FÜR..... | 18 |
| ABSCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN UND PLANUNG | 18 |
| 2.3. ABWEISER DER ABLEHNUNG..... | 20 |
| 2.3.1. ABGESANDTER FLÜSSIGER RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN..... | 20 |
| 2.3.2. ABGESANDTE RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN IN ATMOSPHERE. | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.3. DIFFUSE ABLEITUNGEN | 21 |
| BEWERTUNG DER ABLEITUNGEN RADIOAKTIVER STOFFE DURCH OPERATION..... | 21 |
| 3.1. ELEKTROMECHANISCHER LUFTÜBERZUG | 21 |
| 3.1.1. OPERATIONS- UND PLANUNGSBESCHREIBUNG | 21 |
| 3.1.2. SUSPENSION IN DER LUFT | 23 |
| 3.1.3. PHYSIKALISCHE DATEN | 24 |
| 3.1.4. RADIOLOGISCHE DATEN..... | 30 |
| 3.1.5. BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 34 |
| 3.1.6. ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE IM ZUSAMMENHANG MIT..... | 34 |
| ELEKTROMECHANISCHER LUFTÜBERZUG..... | 34 |
| 3.2. ELEKTROMECHANISCH UNTER WASSER..... | 36 |
| 3.2.1. BESCHREIBUNG DER OPERATION UND PLANUNG..... | 36 |
| 3.2.2. AUSSETZUNG..... | 36 |
| 3.2.3. BEWERTUNG DER VERDAMPFUNG | 37 |
| 3.2.4. PHYSIKALISCHE DATEN | 38 |
| 3.2.5. RADIOLOGISCHE DATEN..... | 39 |
| 3.2.6. BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 41 |
| 3.2.7. ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE IM ZUSAMMENHANG MIT..... | 41 |
| ELEKTROMECHANISCH UNTER WASSER | 41 |
| 3.3. SANIERUNG | 43 |
| 3.3.1. BESCHREIBUNG DER OPERATION UND PLANUNG..... | 44 |
| 3.3.2. SUSPENSION IN DER LUFT | 44 |
| 3.3.3. PHYSIKALISCHE UND RADIOLOGISCHE DATEN | 44 |
| 3.3.4. BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 48 |
| 3.3.5. ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE..... | 48 |
| SANIERUNG | 48 |
| 3.4. AN BETRIEBLICHE TÄTIGKEITEN GEBUNDENE RADIOAKTIVE FREISETZUNGEN | 49 |
| 3.4.1. ABLEITUNGEN AN VERDAMPFUNG UND ENTLERUNG | 50 |
| SCHWIMMBÄDER BK | 50 |
| 3.4.2. RADIOAKTIVE FREISETZUNGEN, DIE MIT DEM BETRIEB DES WASCHSALONS, DEN BODENREINIGUNGSOPERATIONEN UND DEN PUNKTUELLEN DECONTAMINATIONEN VERBUNDEN SIND | 52 |
| 3.4.3. SCHÄTZUNG DER FREISETZUNGEN AUS DEM BETRIEB..... | 53 |

| | |
|---|----|
| 4. | 55 |
| ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER ATMOSPHERISCHEN RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN | 55 |
| 4.1. ERGEBNISSE DER GESAMTABLEITUNGEN PRO JAHR UND KATEGORIE VON RADIONUKLEIDEN | 55 |
| 4.2. HISTOGRAMM DER ABLEITUNGEN | 56 |
| 4.3. SORTIERUNG VON RADIONUKLEIDEN | 58 |
| 4.4. KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE DER GESCHÄTZTEN ABLEITUNGEN MIT ÜBERWIEGENDEM RADIONUCLEID | 58 |
| 4.4.1. KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER EINLEITUNGEN AUF ALLEN WEGEN | 58 |
| 4.4.2. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DES BAN | 60 |
| 4.4.3. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER MODULARE BELÜFTUNG 1 | 60 |
| 4.4.4. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER MODULARE BELÜFTUNG 2 | 61 |
| 4.4.5. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER MODULARE BELÜFTUNG 3 | 61 |
| 4.5. ABLEHNUNGSPERIODEN | 62 |
| 4.6. MAXIMALE JÄHRLICHE RÜCKWÜRFE PRO ZEITRAUM | 65 |
| 4.6.1. TRITIUM | 65 |
| 4.6.2. KOHLENSTOFF 14 | 65 |
| 4.6.3. ANDERE BETA-GAMMA-SENDER | 66 |
| 4.7. ANALYSE DER MESURABILITE | 67 |
| 4.7.2. MINDESTWERTE FÜR DIE ERKLÄRUNG | 67 |
| 4.8. BEANTRAGTE ABLEITUNGSGRENZWERTE FÜR RADIOAKTIVE STOFFE 68 | |
| ATMOSPHERISCHE | 68 |
| 4.8.1. DEFINITION VON ZURÜCKWEISUNGSGRENZEN | 68 |
| 4.8.2. GRENZWERTE IN JÄHRLICHEN AKTIVITÄTEN | 70 |
| 4.8.3. GRENZWERTE FÜR VOLUMENAKTIVITÄTEN | 70 |
| 4.8.4. LIMITS IN AKTIVITÄTS-DEBITS | 71 |
| ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER FLÜSSIGEN RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN | 71 |
| 5.1. ERGEBNISSE DER GESAMTABLEITUNGEN PRO JAHR UND KATEGORIE VON RADIONUKLEIDEN | 71 |
| 5.2. HISTOGRAMM DER ABLEITUNGEN | 73 |

| | | |
|--|--|----|
| 5.3. | SORTIERUNG VON RADIONUKLEIDEN | 75 |
| 5.4. | KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE ZUR SCHÄTZUNG DER ABLEITUNGEN DURCH VORHERRSCHENDES RADIONUCLEID | 75 |
| 5.5. | ABLEHNUNGSPERIODEN | 76 |
| 5.6. | MAXIMALE JÄHRLICHE RÜCKWÜRFE PRO ZEITRAUM..... | 79 |
| 5.7. | ANALYSE DER MESURABILITE | 79 |
| 5.8. | BEANTRAGTE ABLEITUNGSGRENZWERTE FÜR FLÜSSIGE RADIOAKTIVE STOFFE | 80 |
| 5.8.1. | DEFINITION VON ZURÜCKWEISUNGSGRENZEN..... | 80 |
| 5.8.2. | GRENZWERTE IN JÄHRLICHEN AKTIVITÄTEN..... | 81 |
| 5.8.3. | GRENZWERTE IM EMPFÄNGERMEDIUM | 81 |
| Tabelle y | Aufbereitungstiefen, die den verschiedenen Kategorien entsprechen... 43 | |
| TEIL 7..... | | 1 |
| TABELLEN..... | | 4 |
| FIGUREN | | 11 |
| P RESENTATION VON | | 14 |
| ANHANG 1 | | 14 |
| 1. | | 15 |
| METHODOLOGIE FÜR DIE BEWERTUNG RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN..... | | 15 |
| 2. | | 17 |
| BEWERTUNG DER RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN UND HYPOTHESEN..... | | 17 |
| 2.1. DEMONTAGESCHRITTE..... | | 17 |
| 2.2. OPERATIONEN AUSGEWÄHLT FÜR..... | | 18 |
| ABSCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN UND PLANUNG | | 18 |
| 2.3. ABWEISER DER ABLEHNUNG | | 20 |
| 2.3.1. ABGESANDTER FLÜSSIGER RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN..... | | 20 |
| 2.3.2. ABGESANDTE RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN IN ATMOSPHERE. | | 20 |
| 2.3.3. DIFFUSE ABLEITUNGEN | | 21 |
| BEWERTUNG DER ABLEITUNGEN RADIOAKTIVER STOFFE DURCH OPERATION | | 21 |
| 3.1. ELEKTROMECHANISCHER LUFTÜBERZUG | | 21 |
| 3.1.1. OPERATIONS- UND PLANUNGSBESCHREIBUNG | | 21 |
| 3.1.2. SUSPENSION IN DER LUFT | | 23 |
| 3.1.3. PHYSIKALISCHE DATEN..... | | 24 |
| 3.1.4. RADIOLOGISCHE DATEN..... | | 30 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1.5. | BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 34 |
| 3.1.6. | ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE IM ZUSAMMENHANG MIT | 34 |
| | ELEKTROMECHANISCHER LUFTÜBERZUG | 34 |
| 3.2. | ELEKTROMECHANISCH UNTER WASSER | 36 |
| 3.2.1. | BESCHREIBUNG DER OPERATION UND PLANUNG | 36 |
| 3.2.2. | AUSSETZUNG | 36 |
| 3.2.3. | BEWERTUNG DER VERDAMPFUNG | 37 |
| 3.2.4. | PHYSIKALISCHE DATEN | 38 |
| 3.2.5. | RADIOLOGISCHE DATEN | 39 |
| 3.2.6. | BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 41 |
| 3.2.7. | ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE IM ZUSAMMENHANG MIT | 41 |
| | ELEKTROMECHANISCH UNTER WASSER | 41 |
| 3.3. | SANIERUNG | 43 |
| 3.3.1. | BESCHREIBUNG DER OPERATION UND PLANUNG | 44 |
| 3.3.2. | SUSPENSION IN DER LUFT | 44 |
| 3.3.3. | PHYSIKALISCHE UND RADIOLOGISCHE DATEN | 44 |
| 3.3.4. | BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 48 |
| 3.3.5. | ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE | 48 |
| | SANIERUNG | 48 |
| 3.4. | AN BETRIEBLICHE TÄTIGKEITEN GEBUNDENE RADIOAKTIVE FREISETZUNGEN | 49 |
| 3.4.1. | ABLEITUNGEN AN VERDAMPFUNG UND ENTLERUNG | 50 |
| | SCHWIMMBÄDER BK | 50 |
| 3.4.2. | RADIOAKTIVE FREISETZUNGEN, DIE MIT DEM BETRIEB DES WASCHSALONS, DEN BODENREINIGUNGSOPERATIONEN UND DEN PUNKTUELLEN DECONTAMINATIONEN VERBUNDEN SIND | 52 |
| 3.4.3. | SCHÄTZUNG DER FREISETZUNGEN AUS DEM BETRIEB | 53 |
| 4. | | 55 |
| | ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER ATMOSPHERISCHEN RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN | 55 |
| 4.1. | ERGEBNISSE DER GESAMTABLEITUNGEN PRO JAHR UND KATEGORIE VON RADIONUKLEIDEN | 55 |
| 4.2. | HISTOGRAMM DER ABLEITUNGEN | 56 |
| 4.3. | SORTIERUNG VON RADIONUKLEIDEN | 58 |
| 4.4. | KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE DER GESCHÄTZTEN ABLEITUNGEN MIT | |

| | |
|--|----|
| ÜBERWIEGENDEM RADIONUCLEID | 58 |
| 4.4.1. KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER..... | 58 |
| EINLEITUNGEN AUF ALLEN WEGEN..... | 58 |
| 4.4.2. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DES BAN..... | 60 |
| 4.4.3. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER..... | 60 |
| MODULARE BELÜFTUNG 1 | 60 |
| 4.4.4. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER..... | 61 |
| MODULARE BELÜFTUNG 2 | 61 |
| 4.4.5. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER..... | 61 |
| MODULARE BELÜFTUNG 3 | 61 |
| 4.5. ABLEHNUNGSPERIODEN | 62 |
| 4.6. MAXIMALE JÄHRLICHE RÜCKWÜRFE PRO ZEITRAUM..... | 65 |
| 4.6.1. TRITIUM | 65 |
| 4.6.2. KOHLENSTOFF 14 | 65 |
| 4.6.3. ANDERE BETA-GAMMA-SENDER | 66 |
| 4.7. ANALYSE DER MESURABILITE | 67 |
| 4.7.2. MINDESTWERTE FÜR DIE ERKLÄRUNG | 67 |
| 4.8. BEANTRAGTE ABLEITUNGSGRENZWERTE FÜR RADIOAKTIVE STOFFE | |
| 68 | |
| ATMOSPHERISCHE..... | 68 |
| 4.8.1. DEFINITION VON ZURÜCKWEISUNGSGRENZEN..... | 68 |
| 4.8.2. GRENZWERTE IN JÄHRLICHEN AKTIVITÄTEN..... | 70 |
| 4.8.3. GRENZWERTE FÜR VOLUMENAKTIVITÄTEN | 70 |
| 4.8.4. LIMITS IN AKTIVITÄTS-DEBITS | 71 |
| ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER FLÜSSIGEN RADIOAKTIVEN | |
| ABLEITUNGEN | 71 |
| 5.1. ERGEBNISSE DER GESAMTABLEITUNGEN PRO JAHR UND KATEGORIE | |
| VON RADIONUKLEIDEN | 71 |
| 5.2. HISTOGRAMM DER ABLEITUNGEN..... | 73 |
| 5.3. SORTIERUNG VON RADIONUKLEIDEN | 75 |
| 5.4. KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE ZUR SCHÄTZUNG DER ABLEITUNGEN | |
| DURCH VORHERRSCHENDES RADIONUCLEID | 75 |
| 5.5. ABLEHNUNGSPERIODEN | 76 |
| 5.6. MAXIMALE JÄHRLICHE RÜCKWÜRFE PRO ZEITRAUM..... | 79 |
| 5.7. ANALYSE DER MESURABILITE | 79 |
| 5.8. BEANTRAGTE ABLEITUNGSGRENZWERTE FÜR FLÜSSIGE | |

| | | |
|--|--|----|
| RADIOAKTIVE STOFFE | 80 | |
| 5.8.1. DEFINITION VON ZURÜCKWEISUNGSGRENZEN..... | 80 | |
| 5.8.2. GRENZWERTE IN JÄHRLICHEN AKTIVITÄTEN..... | 81 | |
| 5.8.3. GRENZWERTE IM EMPFÄNGERMEDIUM | 81 | |
| Tabelle aaa | Liste der vorherrschenden Radionuklide für flüssige Ableitungen und Verteilung innerhalb ihrer Kategorie | 71 |
| Tabelle bbb | Geschätzte flüssige radioaktive Freisetzungen pro Radioelement während des gesamten Stilllegungszeitraums, in dem flüssige radioaktive Freisetzungen vorgesehen sind | 72 |
| Tabelle ccc | Geschätzte jährliche Höchstmengen für flüssige Ableitungen pro Ableitungszeitraum | 75 |
| Tabelle ddd | Geschätzte jährliche Höchstmengen für flüssige Ableitungen pro Ableitungszeitraum | 75 |
| Tabelle eee | Schwellenwerte für die Entscheidung der Maßnahme für flüssige Ableitungen (Bq/L) | 76 |
| Tabelle fff | Grenzwerte für jährliche Aktivitäten | 77 |

FIGUREN

| | |
|---|----|
| TEIL 7..... | 1 |
| TABELLEN..... | 4 |
| FIGUREN..... | 11 |
| PRESENTATION VON..... | 14 |
| ANHANG 1..... | 14 |
| 1..... | 15 |
| METHODOLOGIE FÜR DIE BEWERTUNG RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN..... | 15 |
| 2..... | 17 |
| BEWERTUNG DER RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN UND HYPOTHESEN..... | 17 |
| 2.1. DEMONTAGESCHRITTE..... | 17 |
| 2.2. OPERATIONEN AUSGEWÄHLT FÜR..... | 18 |
| ABSCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN UND PLANUNG..... | 18 |
| 2.3. ABWEISER DER ABLEHNUNG..... | 20 |
| 2.3.1. ABGESANDTER FLÜSSIGER RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN..... | 20 |
| 2.3.2. ABGESANDTE RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN IN ATMOSPHERE..... | 20 |
| 2.3.3. DIFFUSE ABLEITUNGEN..... | 21 |
| BEWERTUNG DER ABLEITUNGEN RADIOAKTIVER STOFFE DURCH OPERATION..... | 21 |
| 3.1. ELEKTROMECHANISCHER LUFTÜBERZUG..... | 21 |
| 3.1.1. OPERATIONS- UND PLANUNGSBESCHREIBUNG..... | 21 |
| 3.1.2. SUSPENSION IN DER LUFT..... | 23 |
| 3.1.3. PHYSIKALISCHE DATEN..... | 24 |
| 3.1.4. RADIOLOGISCHE DATEN..... | 30 |
| 3.1.5. BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN..... | 34 |
| 3.1.6. ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE IM ZUSAMMENHANG MIT..... | 34 |
| ELEKTROMECHANISCHER LUFTÜBERZUG..... | 34 |
| 3.2. ELEKTROMECHANISCH UNTER WASSER..... | 36 |
| 3.2.1. BESCHREIBUNG DER OPERATION UND PLANUNG..... | 36 |
| 3.2.2. AUSSETZUNG..... | 36 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.2.3. | BEWERTUNG DER VERDAMPFUNG | 37 |
| 3.2.4. | PHYSIKALISCHE DATEN | 38 |
| 3.2.5. | RADIOLOGISCHE DATEN | 39 |
| 3.2.6. | BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 41 |
| 3.2.7. | ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE IM ZUSAMMENHANG MIT | 41 |
| | ELEKTROMECHANISCH UNTER WASSER | 41 |
| 3.3. | SANIERUNG | 43 |
| 3.3.1. | BESCHREIBUNG DER OPERATION UND PLANUNG | 44 |
| 3.3.2. | SUSPENSION IN DER LUFT | 44 |
| 3.3.3. | PHYSIKALISCHE UND RADIOLOGISCHE DATEN | 44 |
| 3.3.4. | BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN | 48 |
| 3.3.5. | ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE | 48 |
| | SANIERUNG | 48 |
| 3.4. | AN BETRIEBLICHE TÄTIGKEITEN GEBUNDENE RADIOAKTIVE FREISETZUNGEN | 49 |
| 3.4.1. | ABLEITUNGEN AN VERDAMPFUNG UND ENTLERUNG | 50 |
| | SCHWIMMBÄDER BK | 50 |
| 3.4.2. | RADIOAKTIVE FREISETZUNGEN, DIE MIT DEM BETRIEB DES WASCHSALONS, DEN BODENREINIGUNGSOPERATIONEN UND DEN PUNKTUELLEN DECONTAMINATIONEN VERBUNDEN SIND | 52 |
| 3.4.3. | SCHÄTZUNG DER FREISETZUNGEN AUS DEM BETRIEB | 53 |
| 4. | | 55 |
| | ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER ATMOSPHERISCHEN RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN | 55 |
| 4.1. | ERGEBNISSE DER GESAMTABLEITUNGEN PRO JAHR UND KATEGORIE VON RADIONUKLEIDEN | 55 |
| 4.2. | HISTOGRAMM DER ABLEITUNGEN | 56 |
| 4.3. | SORTIERUNG VON RADIONUKLEIDEN | 58 |
| 4.4. | KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE DER GESCHÄTZTEN ABLEITUNGEN MIT ÜBERWIEGENDEM RADIONUCLEID | 58 |
| 4.4.1. | KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER | 58 |
| | EINLEITUNGEN AUF ALLEN WEGEN | 58 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.4.2. | SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DES BAN | 60 |
| 4.4.3. | SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER | 60 |
| | MODULARE BELÜFTUNG 1 | 60 |
| 4.4.4. | SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER | 61 |
| | MODULARE BELÜFTUNG 2 | 61 |
| 4.4.5. | SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER | 61 |
| | MODULARE BELÜFTUNG 3 | 61 |
| 4.5. | ABLEHNUNGSPERIODEN | 62 |
| 4.6. | MAXIMALE JÄHRLICHE RÜCKWÜRFE PRO ZEITRAUM..... | 65 |
| 4.6.1. | TRITIUM | 65 |
| 4.6.2. | KOHLENSTOFF 14 | 65 |
| 4.6.3. | ANDERE BETA-GAMMA-SENDER | 66 |
| 4.7. | ANALYSE DER MESURABILITE | 67 |
| 4.7.2. | MINDESTWERTE FÜR DIE ERKLÄRUNG | 67 |
| 4.8. | BEANTRAGTE ABLEITUNGSGRENZWERTE FÜR RADIOAKTIVE STOFFE 68 | |
| | ATMOSPHERISCHE..... | 68 |
| 4.8.1. | DEFINITION VON ZURÜCKWEISUNGSGRENZEN..... | 68 |
| 4.8.2. | GRENZWERTE IN JÄHRLICHEN AKTIVITÄTEN..... | 70 |
| 4.8.3. | GRENZWERTE FÜR VOLUMENAKTIVITÄTEN..... | 70 |
| 4.8.4. | LIMITS IN AKTIVITÄTS-DEBITS | 71 |
| | ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER FLÜSSIGEN RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN | 71 |
| 5.1. | ERGEBNISSE DER GESAMTABLEITUNGEN PRO JAHR UND KATEGORIE VON RADIONUKLEIDEN | 71 |
| 5.2. | HISTOGRAMM DER ABLEITUNGEN..... | 73 |
| 5.3. | SORTIERUNG VON RADIONUKLEIDEN | 75 |
| 5.4. | KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE ZUR SCHÄTZUNG DER ABLEITUNGEN DURCH VORHERRSCHENDES RADIONUCLEID | 75 |
| 5.5. | ABLEHNUNGSPERIODEN | 76 |
| 5.6. | MAXIMALE JÄHRLICHE RÜCKWÜRFE PRO ZEITRAUM..... | 79 |
| 5.7. | ANALYSE DER MESURABILITE | 79 |

| | |
|---|----|
| 5.8. BEANTRAGTE ABLEITUNGSGRENZWERTE FÜR FLÜSSIGE RADIOAKTIVE STOFFE | 80 |
| 5.8.1. DEFINITION VON ZURÜCKWEISUNGSGRENZEN..... | 80 |
| 5.8.2. GRENZWERTE IN JÄHRLICHEN AKTIVITÄTEN..... | 81 |
| 5.8.3. GRENZWERTE IM EMPFÄNGERMEDIUM..... | 81 |

PRESENTATION VON ANHANG 1

Zweck dieses Anhangs ist es, eine Schätzung der radioaktiven Freisetzungen in die Luft und in Flüssigkeiten vorzulegen, die bei sämtlichen Stilllegungsvorgängen des INB Nr. 75 entstehen. Die Elemente dieses Anhangs werden in [Kapitel 2 Ziffer 2.6.2](#) und in [Kapitel 6 Absatz 6.3](#) verwendet.

Zunächst werden die Methodik für die Bewertung der radioaktiven Ableitungen, der Umfang und die Annahmen dargelegt ([Abschnitt 1 und 2](#)).

Anschließend wird eine Bewertung der radioaktiven Freisetzungen in die Luft und in Flüssigkeiten durchgeführt ([Abschnitt 3](#)).

Schließlich werden die Ergebnisse der Schätzung der radioaktiven Freisetzungen in die Luft ([Absatz 4](#)) und der flüssigen radioaktiven [Ableitungen](#) ([Absatz 5](#)) vorgelegt: geschätzte Tätigkeiten pro Jahr, Festlegung der Ableitungszeiträume, Listen der wichtigsten Radionuklide, Analyse der Messbarkeit und beantragte Grenzwerte pro Ableitungszeitraum.

1. METHODOLOGIE FÜR DIE BEWERTUNG RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN

Diese Bewertung erstreckt sich auf sämtliche Abschaltungen des INB Nr. 75, die radioaktive Ableitungen vom elektromechanischen Abbau bis zur Sanierung der Räumlichkeiten ausstoßen können.

Die geschätzten Rückwürfe im Zusammenhang mit der Stilllegung beruhen auf folgenden Schritten:

- Bestandsaufnahme der Massen und Flächen der vom Abbau betroffenen Bauteile;
- radiologisches Inventar der vom Abbau betroffenen Bauteile;
- Prüfung der Tätigkeiten, die von der Tätigkeit freigesetzt werden können (Schneiden, Kratzen, Verdunstung usw.) und Anwendung entsprechender Aussetzungskoeffizienten;
- Anwendung von Reinigungsfaktoren (Luftfiltration und Wasseraufbereitung).

Das Verfahren zur Schätzung der Rückwürfe ist in [Abbildung a schematisiert](#).

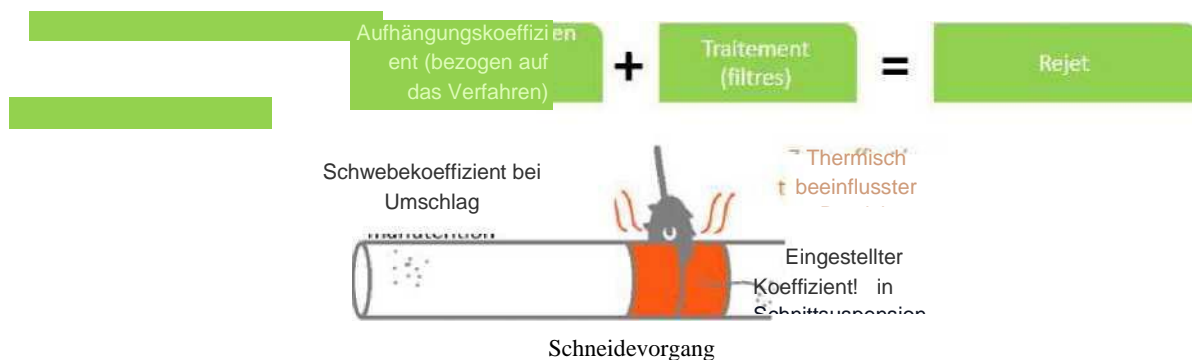


Abbildung a Beginn der Schätzung der Rückwürfe des Abbaus

Die Suspensionierung in der Luft, die durch die Verschiebung der abgebauten Teile entsteht, wird berücksichtigt, ist jedoch im Vergleich zu der durch die Teilungen und Sanierungen bedingten Vernachlässigung zu vernachlässigen (Schwebungsfaktor betrachtet 1000 bis 100000 mal geringer als bei den Zerlegungen je nach Art der Kontamination, siehe Tabelle c).

Rückwürfe aus dem laufenden Betrieb des Standorts durch Stilllegung (d. h. Vorgänge, die nicht unmittelbar mit der Stilllegung in Zusammenhang stehen: Waschen von Kleidung und Räumen, Dekontaminationen usw., siehe [Ziffer 3.4](#)) werden ebenfalls bewertet und zu den eigentlichen Stilllegungsemissionen hinzugefügt. Die abgelehnten Tätigkeiten werden anschließend geschätzt und analysiert. Die Analyse ermöglicht:

- gegebenenfalls Festlegung von Zurückweisungszeiträumen in Bezug auf dimensionierende Vorgänge;
- die Auswahl der Kategorien von Radionukliden, für die eine Ablehnung beantragt werden soll, und die Festlegung der Liste der überwiegenden Radionuklide;
- Analyse der Messbarkeit von Rückwürfen.

Dies ermöglicht es, die geforderten jährlichen Grenzwerte nach Radionuklidkategorie und Ableitungszeitraum zu

erreichen.

Die geplanten Rückwürfe sind aufgrund der für das Projekt getroffenen Entscheidungen so gering wie vernünftigerweise möglich: vorgezogene mechanische Zerlegungen gegenüber thermischen Schnitten, Wahl des Abbaus unter Wasser für den Behälter und die Innenräume, Einführung von Behandlungsmitteln zur Begrenzung der Einleitungen (siehe [Kapitel 2, Absatz 2.7](#)).

2. BEWERTUNG DER RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN UND HYPOTHESEN

wo die SUSZEPTIBLICHE PRODUKTISCHE VERORDNUNG RADIOAKTIVE STOFFE

Der Abbau des INB Nr. 75 erfolgt in mehreren Schritten: der elektromechanische Abbau und die Sanierung zielen darauf ab, das radiologische Risiko zu beseitigen, der konventionelle Abriss und die Sanierung des Standorts führen zum Endzustand des Standorts. Nur die ersten beiden Stufen können radioaktive Stoffe erzeugen.

2.1. DEMONTAGESCHRITTE

Wie in [Kapitel 2 Ziffer 2.3.3 dargelegt](#), sind die Stilllegungsschritte wie folgt gegliedert:

- Schritt 1: elektromechanische Demontearbeiten:
 - elektromechanischer Abbau in Luft;
 - elektromechanische Demontage unter Wasser;
- Schritt 2: Sanierung der Strukturen (nur für Kerngebäude);
- Schritt 3: konventioneller Abriss der Strukturen;
- Schritt 4: Sanierung des Standorts für die zukünftige Nutzung.

Diese verschiedenen Schritte sind auf der Ebene jedes Gebäudes aufeinanderfolgend, überlappen sich jedoch auf der gesamten Ebene des Standorts. So soll beispielsweise mit der Sanierung eines der BK (Brennstoffgebäude) begonnen werden, bevor der elektromechanische Abbau der übrigen Gebäude abgeschlossen ist.

Das Prinzip der Verkettung dieser 4 Stufen ist in [Abbildung b](#) dargestellt.

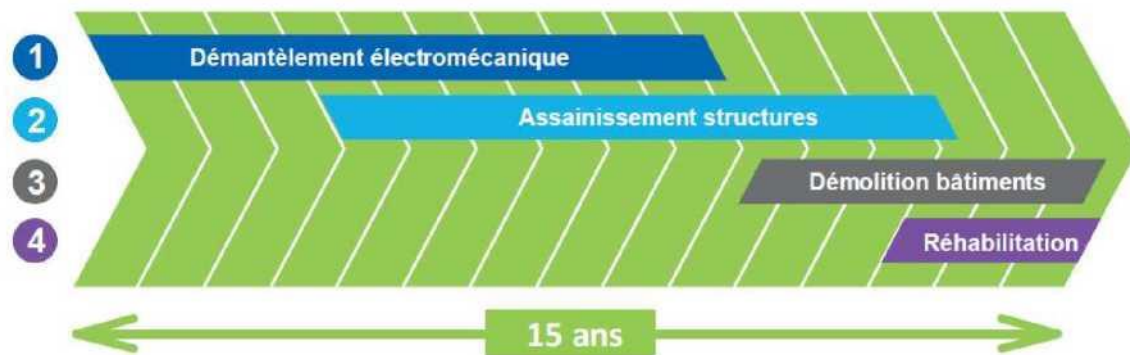


Abbildung b Prinzip der Verketzung der 4 Stufen des Abbauprojekts des INB Nr. 75

2.2. OPERATIONEN AUSGEWÄHLT FÜR ABSCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN UND PLANUNG

Bei der Schätzung der radioaktiven Freisetzungen werden folgende Vorgänge berücksichtigt:

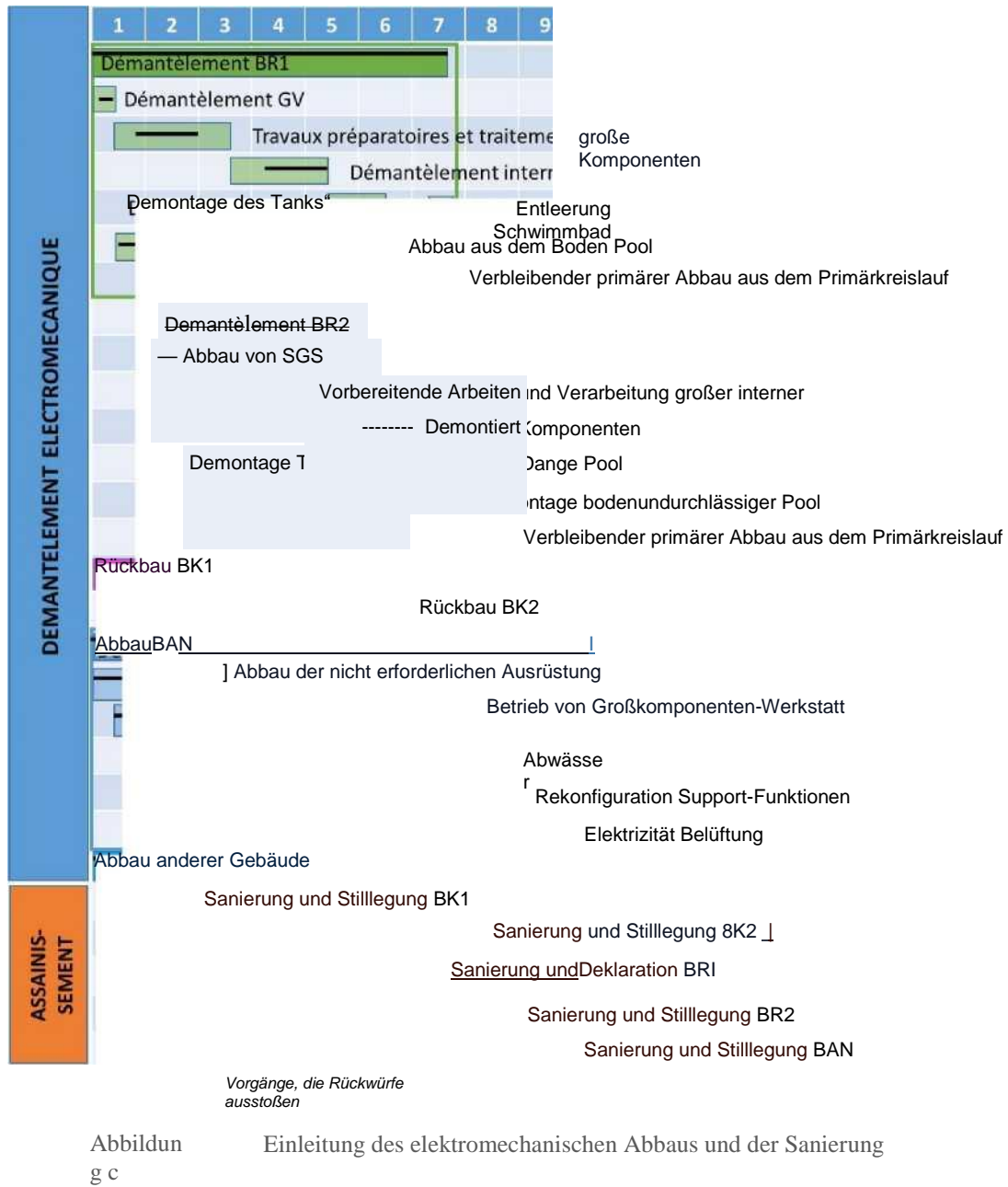
- elektromechanische Demontearbeiten:
 - elektromechanischer Abbau in Luft;
 - elektromechanische Demontage unter Wasser;
- Sanierung der Strukturen.

Dies liegt daran, dass die anderen Vorgänge keine radioaktiven Ableitungen verursachen.

Im Übrigen sind bei der Schätzung der Einleitungen Rückwürfe im Zusammenhang mit dem laufenden Betrieb des Standorts zu berücksichtigen: Betrieb des Waschsalons, Bodenwäsche, punktuelle Dekontamination, Verdunstung und Entleerung von Kapazitäten aus dem Betrieb des CNPE, die noch während des Abbaus vorhanden sind.

Die Schätzung der Rückwürfe aus dem Abbau von INB Nr. 75 erfolgt unter Berücksichtigung einer Stilllegungs- und Sanierungszeit von 12 Jahren für beide Einheiten (Jahre 1 bis 12) gemäß dem prognostizierten Zeitplan des Stilllegungsplans.

Bei der Abschätzung der radioaktiven Freisetzungen wird der in [Abbildung c](#) dargestellte Zeitplan zugrunde gelegt. Die genaue Reihenfolge und der Zeitpunkt der Programmierung können geändert werden, ohne dass sich die Gesamtmenge der Ableitungen auf die gesamte Stilllegung auswirkt. Mögliche Überschneidungen von Vorhaben könnten sich auf die jährliche Verteilung der Rückwurfprognosen auswirken. Um den sich daraus ergebenden Anstiegen der Rückwürfe in einigen Jahren Rechnung zu tragen, wird auf die geschätzten jährlichen Rückwürfe ein Unsicherheitskoeffizient von 50 % (entspricht einer Verzögerung von 6 Monaten bei einem der Einheiten) angewandt, um die in [Paragraph 4.8 und Ziffer 5.8 dieses Anhangs geforderten Grenzwerte zu erreichen \(siehe Paragraphen 4.8.1 und 5.8.1\)](#). Darüber hinaus werden die mit den Grenzwerten verbundenen Zeiträume in Form von physikalischen Meilensteinen formuliert: Entleerung von Schwimmbädern, Zerlegungsarbeiten unter Wasser usw. und sind nicht an ein Jahr der Ausführung gebunden.



2.3. ABWEISER DER ABLEHNUNG

2.3.1. ABGESANDTER FLÜSSIGER RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN

Die flüssigen radioaktiven Ableitungen werden an der Hauptableitungsanlage gemäß [Kapitel 2 Absatz 2.4.2](#) durchgeführt.

Die maximale Abstoßrate am Hauptabstoßwerk beträgt höchstens 50 m³/h.

Es ist vorgesehen, flüssige radioaktive Ableitungen bis zum Stillstand des TEU-Stromkreises nach dem Entleeren der letzten Schwimmbäder durchzuführen: flüssige Ableitungen sind bis zum Jahr 8 nach Beginn der Stilllegung geplant.

2.3.2. ABGESANDTE RADIOAKTIVER ABLEITUNGEN IN ATMOSPHERE

Die Emissionen radioaktiver Freisetzungen in die Atmosphäre sind in [Kapitel 2 Ziffer 2.4.4.1](#) aufgeführt.

Emissionen im Zusammenhang mit radioaktiven Freisetzungen in die Atmosphäre entwickeln sich im Laufe des Projekts:

- zu Beginn des Projekts werden die Hauptgebäude durch das DVN-System belüftet, das für die Stilllegung neu konfiguriert wurde. Die Einleitungen erfolgen am Schornstein des BAN (mindestens 56 m über dem Boden). Bei streunungsgefährdeten Arbeiten beträgt der prognostizierte durchschnittliche Nennabzugsdurchsatz 231 000 m³/h wobei der Durchfluss zwischen 100 000 m³/h und 257 200 m³/h variieren kann;
- zur Durchführung von Arbeiten an kontaminierten Elementen, die nicht an die allgemeine Belüftung angeschlossen sind (Abbau der externen Abwasserspeicher vor der Ableitung des BES), oder um den vollständigen elektromechanischen Abbau zu ermöglichen, bevor die Sanierungsphasen der Gebäudebetone eingeschaltet werden (einschließlich der Demontage des Lüftungssystems DVN), sind modulare Lüftungseinheiten (modulare Lüftung Einheit 1, modulare Lüftungseinheit 2, modulare Belüftung 3 (Außenbehälter und dann BES)) vorgesehen. Die Mindesthöhe des Schornsteins über dem Boden beträgt 10 m. Die nominale Abluftleistung pro Einheit beträgt 90 000 m³/h wobei der Durchfluss zwischen 5 000 m³/h und 90 000 m³/h je nach Bedarf variieren kann.

Der Arbeitsplan für jeden dieser Emittenten ist in [Tabelle a](#) dargestellt.

| Gesandter | Betriebszeit |
|--|------------------------------------|
| Historischer Kamin des Ban | Jahre 1 bis 9 |
| Modulare Belüftung Außentanks | Jahr 8 |
| Modulare Belüftung BES (Wiederverwertung der modularen Belüftung Außentanks) | Jahre 11 und 12 |
| Modulare Lüftung Einheit 1 | 9 Jahre bis zum Ende der Sanierung |
| Modulare Lüftung Einheit 2 | |

Tabelle a Betriebsplanung der Ausstossstoffe radioaktiver Freisetzungen in die Luft

Einige Gebäude und Räume verfügen über Lüftungen mit Emissionsanlagen, die nicht an die allgemeine Belüftung des Standorts angeschlossen sind: das Standortwartungsgebäude (BES), in dem die Wäscherei, die Erweiterung der Warze BR, das RRI-Gebäude und dessen Erweiterung untergebracht sind. Während des Betriebs des CNPE wurden

die Luftabwässer, die in diesen Anlagen vorhanden sein könnten, vor der Einleitung gefiltert, und es wurde eine Abwesenheitsmaßnahme eingeführt, um sicherzustellen, dass die damit verbundenen Emissionen vernachlässigbar sind. Während des Abbaus von INB Nr. 75 müssen die Luftabwässer, die in diesen Anlagen vorhanden sein könnten, dieselbe Art und dieselbe Aktivität aufweisen wie während des Betriebs des CNPE (mit Ausnahme der während der Stilllegungsphase des BES emittierten Luftabwässer, für die eine modulare Lüftungsanlage eingerichtet wird (siehe [Tabelle a](#))). Diese Abwässer werden vorab gefiltert. Die durchgeführte Überwachung ist in [Kapitel 6 Absatz 6.3](#) dargestellt. Die mit diesen Emittenten verbundenen Rückwürfe werden bei der weiteren Schätzung der Rückwürfe nicht berücksichtigt, da sie durch die Maßnahmen der Nichtabweisung bestätigt wurden.

2.3.3. DIFFUSE ABLEITUNGEN

Zusätzlich zu den Ableitungen, die von den in den vorstehenden Absätzen genannten Emissionen vorgenommen werden, können radioaktive Freisetzungen in die Luft durch die Entlüftungsöffnungen der Abwasserspeicher vor der Ableitung (T-T-Behälter) erfolgen.

Diese Freisetzungen können auch durch spezifische Zerlegungsvorgänge verursacht werden.

Alle diese Freisetzungen in die Luft stellen diffuse Emissionen dar.

Etwas diffuse Rückwürfe werden auf der Grundlage einer Vorabberechnung gemeldet.

3. BEWERTUNG DER ABLEITUNGEN RADIOAKTIVER STOFFE DURCH OPERATION

Die Annahmen für die Bewertung der Rückwürfe für jedes Vorhaben sind in den folgenden Absätzen aufgeführt:

- [Absatz 3.1](#) für den elektromechanischen Abbau von Luftkreisläufen;
- [Absatz 3.2](#) für Teilungen unter Wasser;
- [Ziffer 3.3](#) für die Sanierung von Strukturen;
- [Absatz 3.4](#) für Ableitungen aus dem laufenden Betrieb.

Jede Operation erzeugt flüssige und/oder atmosphärische radioaktive Freisetzungen.

3.1. ELEKTROMECHANISCHER LUFTÜBERZUG

Der elektromechanische Abbau in der Luft erzeugt im Wesentlichen radioaktive Freisetzungen in die Luft. Die damit verbundenen flüssigen radioaktiven Freisetzungen (Waschen und Dekontamination von Werkzeugen) werden in [Paragraf 3.4](#) geschätzt.

3.1.1. OPERATIONS- UND PLANUNGSBESCHREIBUNG

Die elektromechanischen Abbrucharbeiten in Luft bestehen darin, elektromechanische Anlagen in den verschiedenen Räumen abzulagern (Demontage oder Schneiden) und Abfall zu konditionieren. Nach Abschluss dieser Phase werden nur der Tiefbau und die Strukturelemente des Gebäudes sowie die für die Durchführung der

Sanierungsarbeiten erforderlichen Ausrüstungen (Zugangsmittel, Unterstützungsfunktionen des Lüftungstyps und gegebenenfalls nach Umgestaltung der Beleuchtung) an Ort und Stelle gelassen.

In jedem Gebäude zerfallen die elektromechanischen Abbauarbeiten in große Arbeitsgänge.

Für jedes der beiden Reaktorgebäude (BR):

- die Evakuierung der Dampferzeuger;
- Einrichtung einer „Großbaugruppe“ zum Zerlegen oder Aufbereiten von Großanlagen, die nicht direkt in Standardabfallpakete verpackt werden können;
- Abbau der primären Hauptabschaltungskreise;
- Abbau der Schleifen des Primärkreislaufs (ohne Behälter);
- Durchführung von Vorkehrungen für den Abbau der Innenräume und des Tanks (Abfallverpackungszelle und Abfallkinematik);
- die Demontage der letzten vorhandenen Ausrüstungen, einschließlich der unterstützenden Funktionen, zur Sanierung.

Für jedes der beiden brennbaren Gebäude (BK):

- die Demontage der im Poolboden vorhandenen Ausrüstungen und der Abteile des BK-Pools (Fortsetzung der Lagerungsregale, die möglicherweise in der Vorbereitungsphase für den Abbau und anschließende Entfernung des Liners begonnen werden);
- die Stilllegung der Räume unterhalb des Poolbodens;
- die Demontage der letzten vorhandenen Ausrüstungen, einschließlich der unterstützenden Funktionen, zur Sanierung.

Für das Kernhilfsgebäude (BAN) und für jedes der beiden Peripheriegebäude (BW):

- Einrichtung einer „Großbaugruppe“ zum Zerlegen oder Aufbereiten von Großanlagen, die nicht direkt in Standardabfallpakete verpackt werden können;
- eine erste Phase des Abbaus von Ausrüstung, die für die Stilllegung nicht erforderlich ist;
- eine zweite Phase des Abbaus der Stützfunktionen im NB, die den Kerngebäuden gemeinsam sind, wenn deren Betrieb für die Stilllegung nicht mehr erforderlich ist (z. B. Abwassermanagement und Lüftung). In dieser zweiten Phase der Arbeiten des BAN wird die ursprüngliche Belüftung neu konfiguriert. Diese Belüftung, von der der größte Teil der Blas- und Abluftnetze im BAN enthalten ist, wird durch modulare Lüftungseinheiten ersetzt, die den verschiedenen betroffenen Gebäuden (BR, BK, BW usw.) gewidmet sind, um den Rest der dort vorgesehenen Arbeiten zu ermöglichen;
- eine dritte Phase des Abbaus der letzten vorhandenen Ausrüstung für die Sanierung.

Für das Standortwartungsgebäude (BES): den Abbau aller vorhandenen Ausrüstungsgegenstände für die Sanierung;

Bei externen Abwasserspeicherbehältern vor der Ableitung: diese Tanks werden durch Anpassung des Verfahrens an die Typologie jedes Behälters (Metall, lackierter Beton, Beton mit Metallliner) abgebaut. Analog zu dem, was für Kerngebäude vorgesehen ist, kann eine modulare Lüftungseinheit für die Arbeiten im Zusammenhang mit diesen Außentanks eingesetzt werden.

Bei der Schätzung der Freisetzungen handelt es sich um die in Tabelle b dargestellten Vorgänge an den in [Tabelle b](#) dargestellten Schaltkreisen, die das kontaminierte Fluid transportieren.

| Schaltkreise für die Ableitungsschätzung | |
|--|---|
| EAS | Aspersion-Rezirkulation der Aspersion |
| PTR | Behandlung und Abkühlung des Schwimmwassers |
| RCP | Primärkühlungskreis |
| RCV | Chemische und volumetrische Kontrolle |

| | |
|-------|--------------------------------------|
| REA | Zusatz Wasser und Bore |
| REN | Kernproben-Schaltung |
| RIS | Sicherheitsinjektion |
| RPE | Säuberungen, Events, Atomexhaures |
| RRA | Abkühlung des Reaktors im Stillstand |
| TEP | Behandlung von primären Effluenten |
| DEINE | Behandlung von Solid Effluents |
| TEU | Behandlung von flüssigen Efluenten |

Tabelle b Schaltkreise für die Schätzung der Rückwürfe

Die anderen Schaltkreise sind nicht funktionell kontaminiert und werden als TFA (Sehr niedrige Aktivität) eingestuft. Ihre mögliche Kontamination ist um mehrere Größenordnungen kleiner als die Kontamination früherer Kreisläufe, so dass die damit verbundenen Einleitungen im Vergleich zu den Abwrackvorgängen auf funktional kontaminierten Kreisläufen vernachlässigbar sind.

Der elektromechanische Abbau von Bauteilen, die radioaktive Stoffe verursachen können, ist für die Jahre 1 bis 9 ab dem Beginn der Stilllegung vorgesehen (siehe [Abbildung c](#)) für die beiden BR-Gebäude, die 2 BK-Gebäude, die beiden BW-Gebäude und das BAN-Gebäude. Der elektromechanische Abbau des BES-Gebäudes ist für die Jahre 11 und 12 geplant.

3.1.2. SUSPENSION IN DER LUFT

Die atmosphärischen radioaktiven Stoffe, die bei der elektromechanischen Abwrackung an der Luft entstehen, stammen aus:

- die Suspension der labilen Oberflächenkontamination in der Luft beim Handling der Bauteile;
- die Suspension der Tätigkeit an der Stelle, an der das Schneiden durchgeführt wird, in der Luft;
- flüchtige Radionuklide, die auf der Oberfläche und in der wärmebeeinflussten Masse vorhanden sind und die den Schnittstrich umgeben, in der Luft bei thermischen Schnittschnitten suspendiert werden.

Die vorgesehenen Schneidarten können mechanische oder thermische Verfahren in der Luft sein:

- dem mechanischen Schneiden wird Vorrang eingeräumt, um die Freisetzungen zu verringern;
- das thermische Schneiden ist für bestimmte Bauteile vorgesehen, bei denen die Zuschnitte Mechaniken können nicht verwendet werden, insbesondere für Komponenten mit hoher Dicke.

Die betreffenden Schwebekoeffizienten in der Luft sind in [Tabelle c](#) dargestellt.

| Art der Intervention | Art des mobilisierten Quellbegriffs | Betroffene Fläche, Masse oder Volumen | Betroffenes RN (Radionuklid) | Koeffizient für die Aussetzung |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Verschieben/Handling der Elemente vor dem Schneiden | Labile Oberflächenkontamination | Äußere kontaminierte Gesamtfläche | Alle RN | 1.10 ⁻⁵ |
| Zuschneiden (mechanisch und thermisch) an die Umgebungsluft | Labile Oberflächenkontamination | Geschnittene Oberfläche | Alle RN | 1 |
| | | Thermisch beeinflusste Fläche | RN Gazeux | 1 |
| | Fixierte Oberflächenkontamination | Geschnittene Oberfläche | RN Gazeux | 1 |

| | | | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|-----------|-------------------|
| | on | | RN-Gas | $1 \cdot 10^{-1}$ |
| | | Thermisch beeinflusste Fläche | RN Gazeux | 1 |
| | Massenaktivität | Geschnittene Masse | RN Gazeux | 1 |
| | | | RN-Gas | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| | Thermisch betroffene Masse | RN Gazeux | 1 | |

Tabelle c Luftsuspensionskoeffizienten für Schneidvorgänge in der Luft

3.1.3. PHYSIKALISCHE DATEN

Für die meisten Elemente wurden folgende Annahmen herangezogen:

- einem Schnittanteil von 1 % (d. h. 0,01) für Rohrleitungen und Linearelemente (geschnitten nach einer Größe – entsprechend einem Schnitt von einem Zentimeter pro Meter);
- ein Schneidanteil von 2 % (d. h. 0,02) für Behälter-/Wärmetauscherbauteile (geschnitten in zwei Dimensionen).

Bei einigen Bauteilen (insbesondere in der Werkstatt geschnitten) lassen sich anhand der Stilllegungsszenarien die Anzahl der erforderlichen Teilungen abschätzen, so dass der Schnittanteil an der Oberfläche des Bauteils genau berechnet werden kann.

Für die meisten luftgeschnittenen Bauteile ist ein mechanisches Schneiden vorgesehen, wodurch die mit den Ausschnitten verbundenen Emissionen in die Luft reduziert werden.

Bei einigen Bauteilen kann ein mechanisches Schneiden z. B. aufgrund der hohen Dicke des zu schneidenden Bauteils kaum in Betracht gezogen werden. In diesem Fall kann ein thermischer Schnitt durchgeführt werden. Thermisch beeinflusste Massen und Oberflächen gelten als das Vierfache der geschnittenen Massen und Flächen.

Die für die luftgeschnittenen Bauteile für jede Produktionseinheit (oder Scheibe) betrachteten Massen und Flächen sind in den nachstehenden [Tabellen d bis Tabelle g](#) dargestellt (die Werte gelten für beide Produktionseinheiten als identisch). [Tabelle h](#) zeigt die Massen und Oberflächen für die luftgeschnittenen Komponenten, die für beide Einheiten gemeinsam sind.

| Zu schneidende Komponente | Gebäude | Schaltung | Geschätzte kontaminierte Fläche (m ²) | Geschätzte Masse (kg) | Geschätzter Anteil | Art des Schneidens |
|--|-------------------------------|-----------|---|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Kesselhalterring – Luftthermisches Schneiden | BR | — | 0 | 15039 | 0,01 | Thermische |
| Kalorienabweisender Metallkofferkasten | BR | — | 0 | 4800 | 0,01 | Mechanik |
| Behälterdeckel | BR (ausgeschnitten im BAN) | RCP | 162 | 55500 | 0,00174 | Thermische |
| RCP Heißer Zweig (BC) | BR | RCP | 46 | 29039 | 0,0055 | Mechanik |
| RCP Heißer Zweig nachgeschnitten in Großhandelskomponenten-Werkstatt | BR | RCP | 46 | 29039 | 0,0074 | Mechanik |
| RCP Teile Heißer Zweig in der Nähe von Tankschläuchen (Atelier BAN) | BR | RCP | 46 | 29039 | 0,00589 | Thermische |
| RCP Entsolidarisierung BF, BU, PP Volute vor der Übertragung in Großbauteilwerkstatt | BR | RCP | 105 | 63175 | 0,0060 | Mechanik |
| RCP Kaltverzweigung (BF), U-Verzweigung (BU) | BR | RCP | 105 | 63175 | 0,0060 | Mechanik |
| RCP Teile Kalter Zweig in der Nähe von Tankschläuchen (Atelier BAN) | BR | RCP | 49 | 29705 | 0,0054 | Thermische |
| RCP Druckdämpfer | BR | RCP | 76 | 79000 | 0,019 | Mechanik |
| RCP Volute Primärpumpe | BR | RCP | 141 | 129000 | 0,01 | Mechanik |
| RCP-Mechanismen Befehlsleisten | BR | RCP | 55 | 29760 | 0,0018 | Mechanik |
| RCP Kleine Rohrleitungen (kalte Zweige) | BR | RCP | 83 | 13824 | 0,01 | Mechanik |
| RCP Druckschläuche | BR | RCP | 114 | 12662 | 0,01 | Mechanik |
| RCP Entladungsbehälter des Druckbehälters | BR | RCP | 79 | 9000 | 0,02 | Thermische |

Tabelle d Schätzung der Massen und geschnittenen Flächen (für jede Produktionseinheit — Behälter und Primärkreislauf)

| Zu schneidende Komponente | Gebäude | Schaltung | Geschätzte kontaminierte Fläche (m ²) | Geschätzte Masse (kg) | Geschätzter Anteil | Art des Schneidens |
|--|---------|-----------|---|-----------------------|--------------------|--------------------|
| RCV Austauscher Regenerator (ER) – Drei Flaschen Wärmetauscher | BR | RCV | 288 | 4120 | 0,0019 | Mechanik |
| RCV Ausziehaustauscher | BR | RCV | 6 | 500 | 0,0030 | Mechanik |
| RCV Rohrleitungen ER – BR | BR | RCV | 152 | 7515 | 0,01 | Mechanik |
| RCV Rohrleitungen ENR – BR | BR | RCV | 152 | 7515 | 0,01 | Mechanik |
| RCV ENR (nicht regenerativer Austauscher) | BAN | RCV | 42 | 2790 | 0,02 | Mechanik |
| RCV Abwärtsschläuche ENR – BAN | BAN | RCV | 94 | 3046 | 0,01 | Mechanik |
| RCV vorgelagerte Mineralisierer – BW | BW | RCV | 72 | 2188 | 0,01 | Mechanik |
| RCV Austauscher GMPP (CEPP-Austauscher) + 2 REI gemischte Betten und + kationische REI | BAN | RCV | 35 | 3590 | 0,02 | Mechanik |
| RCV Ballon | BAN | RCV | 16 | 1800 | 0,02 | Thermische |
| RRA 2 Austauscher | BR | RRA | 908 | 21640 | 0,0049 | Mechanik |
| RRA Vorlaufschläuche Austauscher | BR | RRA | 67 | 5544 | 0,01 | Mechanik |
| RRA Nachlaufschläuche Austauscher | BR | RRA | 44 | 3640 | 0,01 | Mechanik |

Tabelle e Schätzung der geschnittenen Massen und Flächen (für jede Produktionseinheit— RCV- und RRA-Schaltungen)

| Zu schneidende Komponente | Gebäude | Schaltung | Geschätzte kontaminierte Fläche (m ²) | Geschätzte Masse (kg) | Geschätzter Anteil | Art des Schneidens |
|-------------------------------------|---------|-----------|---|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Ren Rohrleitungen Amont Austauscher | BR | REN | 96 | 2368 | 0,01 | Mechanik |
| Ren 10 Austauscher | BW | REN | 10 | 810 | 0,02 | Mechanik |
| Ren Rohrleitungen Aval Austauscher | BW | REN | 32 | 694 | 0,01 | Mechanik |
| REA Scheibenschläuche – BAN | BAN | REA | 14 | 467 | 0,01 | Mechanik |
| REA Scheibenschläuche – BR (+BK) | BR | REA | 27 | 564 | 0,01 | Mechanik |
| REA Tank Borsäure | BAN | REA | 74 | 4500 | 0,02 | Thermische |
| RIS Rohrleitungen – BR | BR | RIS | 300 | 44907 | 0,01 | Mechanik |
| RIS Rohrleitungen – BW | BW | RIS | 116 | 10156 | 0,01 | Mechanik |
| RIS 3 Akkus Injektion | BR | RIS | 204 | 93000 | 0,02 | Thermische |
| RIS Konzentrierter Bortank | BW | RIS | 13 | 10798 | 0,02 | Thermische |
| RIS Tank Bor Expansion | BAN | RIS | 4 | 190 | 0,02 | Mechanik |
| EAS Rohrleitungen BK | BK | EAS | 167 | 8250 | 0,01 | Mechanik |
| EAS Rohrleitungen BW | BW | EAS | 176 | 10863 | 0,01 | Mechanik |
| EAS 2 Austauscher | BK | EAS | 2206 | 58900 | 0,02 | Thermische |
| EAS Austauscher Nr. 5 | BK | EAS | 123 | 3670 | 0,02 | Mechanik |

Tabelle f Schätzung der Massen und geschnittenen Flächen
(für jede Produktionseinheit – REN, REA, RIS, EAS)

| Zu schneidende Komponente | Gebäude | Schaltung | Geschätzte kontaminierte Fläche (m ²) | Geschätzte Masse (kg) | Geschätzter Anteil | Art des Schneidens |
|--|---------|-----------|---|-----------------------|--------------------|--------------------|
| PTR Boot + Lademaschine | BR | PTR | 173 | 3508 | 0,01 | Thermische |
| PTR Rohrleitungen – BR | BR | PTR | 103 | 2891 | 0,01 | Mechanik |
| PTR Rohrleitungen – BK | BK | PTR | 160 | 3799 | 0,01 | Mechanik |
| PTR Rohrleitungen – BW | BW | PTR | 85 | 1974 | 0,01 | Mechanik |
| PTR Tank Nr. 1 | BW | PTR | 701 | 42563 | 0,02 | Thermische |
| PTR 2 Austauscher | BK | PTR | 446 | 11600 | 0,02 | Thermische |
| PTR Entmineralisierer | BAN | PTR | 13 | 900 | 0,02 | Mechanik |
| Rohrübertragung | BK | PTR | 8,5 | 683 | 0,0071 | Mechanik |
| PTR-Liner von Fächern Pool BK (Lagerung, Sarg, Transfer) | BK | PTR | 1078 | 25225 | 0,014 | Mechanik |
| PTR liner von BR-Schwimmfächern | BR | PTR | 800 | 19200 | 0,012 | Mechanik |
| RPE Rohrleitungen – BR | BR | RPE | 478 | 11732 | 0,01 | Mechanik |
| RPE Rohrleitungen – BK | BK | RPE | 20 | 610 | 0,01 | Mechanik |
| RPE Rohrleitungen – BW | BW | RPE | 6 | 152 | 0,01 | Mechanik |
| RPE-Reservoirs Primärabwässer und RPE-Abflüsse | BR | RPE | 21 | 1280 | 0,02 | Mechanik |
| RPE Tanks Nr. 10 und 11 | BK | RPE | 28 | 855 | 0,02 | Mechanik |
| RPE Tank Nr. 4 | BAN | RPE | 47 | 2280 | 0,02 | Mechanik |
| RPE Tank Nr. 5 Servituden RIS | BW | RPE | 31 | 2280 | 0,02 | Mechanik |
| TEP Rohrleitungen BR | BR | TEP | 5 | 109 | 0,01 | Mechanik |

Tabelle g Schätzung der Massen und geschnittenen Flächen (für jede Produktionseinheit — Stromkreise PTR, RPE, TEP)

| Zu schneidende Komponente | Gebäude | Schaltung | Geschätzte kontaminierte Fläche (m ²) | Geschätzte Masse (kg) | Geschätzter Anteil | Art des Schneidens |
|---|---------|-----------|---|-----------------------|--------------------|--------------------|
| RCV vorgelagerte Mineralisiererrohre – BAN (Gemeinden und Scheiben) | BAN | RCV | 502 | 17838 | 0,01 | Mechanik |
| REA Gemeinsame Rohrleitungen | BAN | REA | 94 | 3113 | 0,01 | Mechanik |
| REA Gemeinsamer Bortank Nr. 3 | BAN | REA | 74 | 4500 | 0,02 | Thermische |
| REA 2 Reaktive Zusatzwassertanks | BAN | REA | 490 | 40000 | 0,02 | Thermische |
| RIS Gemeinsame Rohrleitungen BAN | BAN | RIS | 38 | 1977 | 0,01 | Mechanik |
| PTR Rohrleitungen – BAN (Gemeinden und Tranchen) | BAN | PTR | 94 | 1816 | 0,01 | Mechanik |
| PTR Gemeinsame Filter Nr. 3 und Nr. 4 | BAN | PTR | 8 | 710 | 0,02 | Mechanik |
| RPE Gemeinschaftsrohre + 2 BAN-Einheiten | BAN | RPE | 476 | 18026 | 0,01 | Mechanik |
| RPE Generalschatz Nr. 3 und Primärabwässer Nr. 4 | BAN | RPE | 45 | 3980 | 0,02 | Mechanik |
| TEP Rohrleitungen BAN (Gemeinden + 2 Einheiten) | BAN | TEP | 303 | 9131 | 0,01 | Mechanik |
| TEP Tanks (Kopftank, Zwischenlagerung 2-3-4, Behälter 5-6-7) | BAN | TEP | 612 | 57850 | 0,02 | Thermische |
| TEP Verdampfer | BAN | TEP | 30 | 1600 | 0,02 | Mechanik |
| TEP Austauscher, Werkstattkondensatoren | BAN | TEP | 360 | 10600 | 0,02 | Mechanik |
| TEP Austauscher, Kondensatoren | BAN | TEP | 35 | 1200 | 0,02 | Mechanik |
| TEP 7 Entmineralisierer | BAN | TEP | 66 | 5300 | 0,02 | Mechanik |
| Teu – Rohrleitungen (Gemeinden + 2 Einheiten) | BAN | TEU | 198 | 5888 | 0,01 | Mechanik |
| Teu – Tanks (Abflusslagerung 1-2-3-4 und Lagerung 56) | BAN | TEU | 318 | 21000 | 0,02 | Thermische |
| Teu 2 Entmineralisierer | BAN | TEU | 23 | 1510 | 0,02 | Mechanik |

| Zu schneidende Komponente | Gebäude | Schaltung | Geschätzte kontaminierte Fläche (m ²) | Geschätzte Masse (kg) | Geschätzter Anteil | Art des Schneidens |
|--------------------------------------|---------|-----------|---|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Teu Heizung Verdampfer | BAN | TEU | 54 | 1300 | 0,02 | Mechanik |
| Teu Verdampfer | BAN | TEU | 150 | 1600 | 0,02 | Mechanik |
| Teu Kondensator | BAN | TEU | 26 | 750 | 0,02 | Mechanik |
| Teu Kühler | BAN | TEU | 5 | 200 | 0,02 | Mechanik |
| TSE – Tanks 2, 7 | BAN | DEINE | 49 | 1720 | 0,02 | Thermische |
| TSE – Tanks 1, 3, 4, 5 | BAN | DEINE | 32 | 1938 | 0,02 | Mechanik |
| TES – Rohrleitungen | BAN | DEINE | 46 | 1423 | 0,01 | Mechanik |
| Teu – Außentanks | Ext | TEU | 1939 | 1796000 | 0,02 | Mechanik |
| Teu – Außenrohre | Ext | TEU | 52 | 1731 | 0,01 | Mechanik |
| Elektromechanische Demontage des BES | BES | — | 100000 | 37000 | 0,02 | Mechanik |

Tabelle h Schätzung der Massen und geschnittenen Flächen (gemeinsame Schaltungen beider Einheiten von Produktion)

3.1.4. RADIOLOGISCHE DATEN

Die radiologische Aktivität der abzubauenen Strukturen beim elektromechanischen Luftabbau beruht hauptsächlich auf der Kontamination.

Einige luftgetrennte Elemente werden aktiviert (die bei der elektromechanischen Demontage weniger als 2 Massenprozent der zu schneidenden Elemente ausmachen).

Die radiologischen Inventare der zu zerlegenden Strukturen werden zum Zeitpunkt des Beginns des Abbaus (d. h. 5 Jahre nach der endgültigen Stilllegung des CNPE für die Berechnungen des Abbaus) betrachtet und sind in den nachstehenden Absätzen aufgeführt.

3.1.4.1. Kontamination von Schaltkreisen

Die Oberflächenkontamination der Schaltkreise resultiert aus Ablagerungen:

- Partikel, die den Strukturen durch Korrosion und mechanischen Verschleiß abgerissen und unter Neutronenstrom aktiviert werden;
- Spaltprodukte und Aktiniden, die freigesetzt werden, wenn eine brennbare Hülle während des Betriebs nicht dicht ist.

Der Grad der Kontamination hängt von mehreren Faktoren ab, von denen die wichtigsten sind:

- Betriebsbedingungen (Druck, Temperatur und Durchfluss des Fluids);
- Materialart (Zusammensetzung, Oberflächenzustand);
- die Geometrie der Struktur in Kontakt mit der Vektorflüssigkeit.

Die Radionuklide in der Kontamination stammen alle aus dem Kern des Reaktors. Um also ein Kontaminationsvektor zu sein, muss eine Flüssigkeit in Kontakt mit dem Reaktorkern stehen. Für das INB Nr. 75, die REP-Technologiezentrale, ist das Kontaminationsmedium Primärwasser. Beim Betrieb eines REP handelt es sich bei den von der Kontamination betroffenen Kreisläufen um den Primärkreislauf sowie alle Hilfskreise, die das Primärwasser transportieren, aufbereiten oder recyceln.

^1 SPALTPRODUKTE, AKTIVIERUNGSPRODUKTE

Aktivierungsprodukte sind Radionuklide, die aus dem Phänomen der Aktivierung von Flüssigkeiten und Strukturen stammen, die dem Neutronenstrom ausgesetzt sind, der während des Reaktorbetriebs erzeugt wird.

Spaltprodukte sind Radionuklide, die aus Brennelementen stammen und während des Reaktorbetriebs erzeugt werden.

Die radiologischen Inventare werden auf folgender Grundlage geschätzt:

- betriebliche Maßnahmen;
- Entnahme von Rohren an Dampferzeugern;
- die Kapitalisierung der Analysen der Betriebsabfälle der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke.

Darüber hinaus ist für den Zeitraum nach Betriebsausfall und vor Beginn des Stilllegungszeitraums eine Dekontaminierung mehrerer Schaltkreise vorgesehen, um insbesondere die Dosimetrie des eingesetzten Personals zu verringern. Die dekontaminierten Schaltkreise sind der RCP-Stromkreis (Primärkreis), der RRA-Schaltung (Reaktor-Kühlkreis bei Stillstand) und ein Teil des RCV-Stromkreises (chemische und volumetrische Kontrolle) (bis einschließlich des regenerativen Austauschers). Für diese Schaltkreise besteht das Ziel darin, mehr als 95 % der ursprünglichen Kontamination zu entfernen. Konservativ wird angenommen, dass die Dekontamination 90 % der ursprünglichen Kontamination entfernt.

Oberflächenkontaminationen pro Kreislauf können für jede Produktionseinheit unterschiedlich sein. Benachteiligend werden Oberflächenkontaminationen für die beiden Produktionseinheiten als identisch angesehen, wobei die am stärksten benachteiligte Oberflächenkontamination berücksichtigt wird.

Die Kontaminationswerte für Kobalt 60 sind in [Tabelle i](#) für jeden der betreffenden Schaltkreise oder Teile davon zum Zeitpunkt des Beginns des Abbaus (d. h. 5 Jahre nach der endgültigen Einstellung der Produktion des CNPE) aufgeführt. Wie in [Ziffer 3.1.1](#) dargelegt, wird darauf hingewiesen, dass nicht funktional kontaminierte Schaltkreise in der Ableitungsschätzung nicht berücksichtigt werden.

| Schaltung betrachtet | Teil der Schaltung | Surfaktivität Co60 (GBq/m ²) |
|------------------------|---|--|
| Primärkreis | Unterströmung | 0,1 |
| | Heißer Zweig | 0,06 |
| | Kalter Zweig | 0,1 |
| | Druck- und RDP-Druckbehälter (Druckentlastungsbehälter) | 0,1 |
| | GV (Dampfgeneratoren) | 0,02 |
| RCV | Amont ER (Regenerator-Wechselrichter) und ER | 0,04 |
| | Amont ENR (nicht regenerativer Austauscher) | 0,02 |
| | ENR | 0,001 |
| | ENR-Stamm | 0,04 |
| | RCV nach unten Filter Nr. 1 | 0,09 |
| RRA | Vorgelagerte Austauscher | 0,06 |
| | Austauscher | 0,1 |
| | Abflusstauscher | 0,004 |
| REN | Vorgelagerte Austauscher | 0,6 |
| | Austauscher | 0,03 |
| | Abflusstauscher. | 0,008 |
| REA | REA | 0,07 |
| RIS | RIS | 0,6 |
| EAS | EAS | 1 |
| PTR | PTR | 1 |
| RPE | RPE | 0,4 |
| Gemeinsame Schaltungen | TEP | 0,1 |
| | Teu (Teil vor der Behandlung) | 0,2 |
| | DEINE | 0,04 |

Tabelle i Geschätzte Surfaktivitäten in Co60 der Touren zum Zeitpunkt des Beginns des Stilllegung (unter Annahme 5 Jahre nach der endgültigen Einstellung der Produktion)

Das Spektrum (Aufteilung der Radionuklide) zum Zeitpunkt des Stilllegungsbeginns ist in [Tabelle j](#) dargestellt und ist für alle untersuchten Schaltkreise identisch.

| Radioelement | Verhältnis/Co60 | Radioelement | Verhältnis/Co60 |
|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| ¹⁴ C | 7,14.10 ⁻⁰² | ⁴¹ Ca | 9,63.10 ⁻⁰⁶ |
| ³⁶ Cl | 1,93.10 ⁻⁰⁸ | ⁵⁵ Fe | 1,14 |
| ¹²⁹ I | 9,89.10 ⁻⁰⁸ | ⁵⁹ Ni | 1,02.10 ⁻⁰³ |
| ⁵⁸ Co | 3,29.10 ⁻⁰⁸ | ⁶³ Ni | 1,36 |
| ⁶⁰ Co | 1 | ⁹⁰ Sr | 4,43.10 ⁻⁰² |
| ⁵⁴ Mio. | 3,18.10 ⁻⁰³ | ⁹³ MB | 1,87.10 ⁻⁰⁶ |
| ⁶⁵ Zn | 2,58.10 ⁻⁰⁴ | ⁹³ Zr | 9,63.10 ⁻⁰⁵ |
| ¹²⁵ Sb | 1,31.10 ⁻⁰² | ⁹⁴ Nb | 5,79.10 ⁻⁰⁴ |
| ¹¹⁰ mAg | 3,18.10 ⁻⁰³ | ¹⁰⁸ mAg | 1,34.10 ⁻⁰² |
| ¹³⁷ Cs | 8,61.10 ⁻⁰³ | ¹²¹ mSn | 3,62.10 ⁻⁰⁵ |
| ¹³⁴ Cs | 9,01.10 ⁻⁰⁴ | ²⁴¹ Pu | 1,61.10 ⁻⁰³ |
| ⁷⁹ Se | 3,96.10 ⁻⁰⁷ | ²³⁸ Pu | 1,44.10 ⁻⁰⁴ |
| ⁹⁹ Tc | 4,14.10 ⁻⁰⁵ | ²³⁹ Pu | 5,49.10 ⁻⁰⁵ |
| ¹⁰⁷ Pd | 9,89.10 ⁻⁰⁷ | ²⁴⁰ Pu | 5,09.10 ⁻⁰⁵ |
| ¹²⁶ Sn | 8,90.10 ⁻⁰⁷ | ²⁴¹ Am | 2,03.10 ⁻⁰⁴ |
| ¹³⁵ Cs | 2,97.10 ⁻⁰⁷ | ²⁴² Cm | 9,52.10 ⁻⁰⁸ |
| ¹⁵¹ Sm | 3,81.10 ⁻⁰⁴ | ²⁴⁴ Cm | 9,89.10 ⁻⁰⁵ |
| ¹⁰ Be | 3,85.10 ⁻⁰⁷ | | |

Tabelle j Schätzwerte im Vergleich zu Co60 für die Kontamination von Schaltkreisen zum Zeitpunkt des Beginn der Stilllegung (unter Annahme 5 Jahre nach der endgültigen Einstellung der Produktion)

Für Kreisläufe, die nach dem Stillstand dekontaminiert wurden, gilt die nach der Dekontaminierung verbleibende Kontamination als vollständig fixiert.

Bei anderen Kreisläufen ergibt sich aus der Analyse des Erfahrungsberichts, dass der an der Oberflächenkontamination festgelegte Anteil der Kontamination 50 % beträgt.

Bei Tritium handelt es sich um eine Massenkontamination, die zum Zeitpunkt des Beginns des Abbaus für alle funktionell kontaminierten Schaltkreise 0,1 Bq/g beträgt.

3.1.4.2. Aktivierung von Strukturen

Die Aktivierung der Materialien resultiert aus dem Betrieb des Reaktorkerns. Während dieser Zeit wurden die Anlagen um das Herz (Metallstrukturen und Beton) dem Neutronenstrom ausgesetzt. Einige Atome, die diese Materialien bilden, wurden durch Neutronenabscheidung von radioaktiven Atomen.

Die Aktivierung der Materialien wird durch Berechnung bewertet.

Die vom Abbau in Luft betroffenen Strukturen, die nur aktiviert sind, sind:

- der Behälterhaltering;
- das Gehäuse des Behälterwärmeschutzmittels.

Die Co60-Massenaktivitäten dieser Strukturen sind in [Tabelle k](#) dargestellt. Da der Beginn des Abbaus der Behälterinnen und Behälter 3 Jahre nach Beginn der Stilllegung geplant ist, werden die Aktivierungsspektren 3 Jahre nach Beginn des Abbaus (d. h. 8 Jahre nach der endgültigen Einstellung der Produktion) betrachtet.

| Betrachtetes Element | Tätigkeiten Co60 (Bq/g) |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Ring Tankhalterung | $1,0 \cdot 10^{+04}$ |
| Casing des Behälterwärmeschutzmittels | $4,0 \cdot 10^{+04}$ |

Tabelle k Co60-Massentätigkeiten von luftgeschnittenen Metallelementen,
3 Jahre nach Beginn des Abbaus

Die Verhältnisse der anderen Radioelemente zu Co60 sind in [Tabelle r](#) (Spalte „Ratio/Co60 Cuve“) dargestellt.

3.1.5. BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN

Vor der Freisetzung durch einen der Ableitungsschächte in die Umwelt werden die atmosphärischen Abwässer aus dem elektromechanischen Luftabbau durch einen THE-Filter (Sehr hohe Effizienz) gefiltert.

Der gewählte Behandlungskoeffizient beträgt 1000 für alle Radionuklide außer denen, die als gasförmig angesehen werden (Tritium, Kohlenstoff 14, Chlor 36), für die die Filter als unwirksam angesehen werden (siehe Kapitel [2](#), [Ziffer 2.5.2](#)).

3.1.6. ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE IM ZUSAMMENHANG MIT ELEKTROMECHANISCHER LUFTÜBERZUG

Die geschätzten Tätigkeiten der radioaktiven Freisetzungen in die Luft nach Jahr und Kategorie von Radionukliden aus allen Schornsteinen im Zusammenhang mit dem elektromechanischen Abbau in Luft sind in [Tabelle 1](#) und in [Abbildung d](#) dargestellt.

| Rückwürfe | Jahr 1 | Jahr 2 | Jahr 3 | Jahr 4 | Jahr 5 | Jahr 6 |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| atmosphärisch | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| Tritium | $5,5 \cdot 10^{+05}$ | $2,0 \cdot 10^{+06}$ | $1,3 \cdot 10^{+06}$ | $5,7 \cdot 10^{+05}$ | $5,4 \cdot 10^{+05}$ | $6,7 \cdot 10^{+05}$ |
| Kohlenstoff 14 | $6,5 \cdot 10^{+08}$ | $1,9 \cdot 10^{+09}$ | $1,6 \cdot 10^{+09}$ | $8,6 \cdot 10^{+08}$ | $1,3 \cdot 10^{+08}$ | $3,6 \cdot 10^{+09}$ |
| Beta Gamma | $9,4 \cdot 10^{+06}$ | $2,5 \cdot 10^{+07}$ | $1,3 \cdot 10^{+07}$ | $5,2 \cdot 10^{+06}$ | $6,8 \cdot 10^{+05}$ | $2,3 \cdot 10^{+07}$ |
| Alpha | $1,5 \cdot 10^{+03}$ | $3,9 \cdot 10^{+03}$ | $2,0 \cdot 10^{+03}$ | $8,0 \cdot 10^{+02}$ | $9,6 \cdot 10^{+01}$ | $3,5 \cdot 10^{+03}$ |

| Freisetzungen in die Luft | Jahr 7 | Jahr 8 | Jahr 9 | Jahr 10 | Jahr 11 | Jahr 12 |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------|----------------------|----------------------|
| | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| Tritium | $2,6 \cdot 10^{+06}$ | $5,1 \cdot 10^{+06}$ | $1,6 \cdot 10^{+06}$ | — | $3,7 \cdot 10^{+04}$ | $3,7 \cdot 10^{+04}$ |
| Kohlenstoff 14 | $5,7 \cdot 10^{+09}$ | $3,5 \cdot 10^{+09}$ | $6,0 \cdot 10^{+06}$ | — | $7,1 \cdot 10^{+05}$ | $7,1 \cdot 10^{+05}$ |
| Beta Gamma | $5,3 \cdot 10^{+07}$ | $3,1 \cdot 10^{+07}$ | $6,5 \cdot 10^{+04}$ | — | $3,6 \cdot 10^{+04}$ | $3,6 \cdot 10^{+04}$ |
| Alpha | $8,2 \cdot 10^{+03}$ | $4,8 \cdot 10^{+03}$ | — | — | 5,5 | 5,5 |

Tabelle 1 Geschätzte radioaktive Freisetzungen in der Luft nach Kategorien für den Abbau elektromechanische Luft

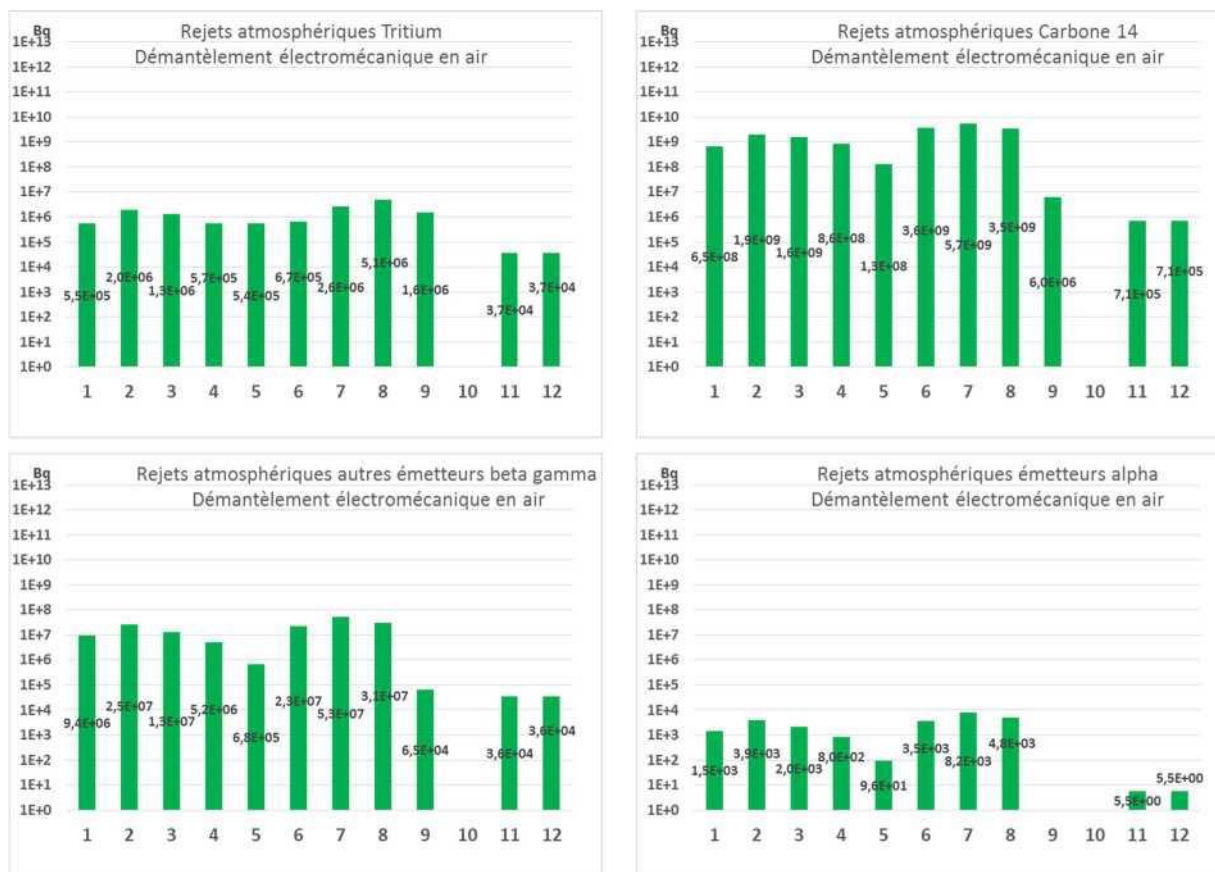


Abbildung d Geschätzte radioaktive Freisetzungen in der Luft nach Kategorien für den Abbau elektromechanische Luft

3.2. ELEKTROMECHANISCH UNTER WASSER

Die elektromechanische Demontage unter Wasser führt zu flüssigen radioaktiven Freisetzungen (in Verbindung mit Wasser- und Wasserzerlegungen) und radioaktiven Freisetzungen in die Luft (insbesondere im Zusammenhang mit der Verdunstung).

3.2.1. BESCHREIBUNG DER OPERATION UND PLANUNG

Die Operation ist in [Kapitel 2 Ziffer 2.3.4](#) dargestellt.

Dieser Vorgang besteht darin, die Behälterinnenräume unter Wasser zu demontieren und dann den Behälter in jedem der beiden Reaktorgebäude (BR) abzubauen.

Nach der Wasserversorgung des Pools der einzelnen Reaktorgebäude erfolgt das Schneiden der Innenräume, beginnend mit den oberen Innenräumen und dann mit den unteren Innenräumen.

Ein mechanisches Schneidverfahren wird einem thermischen Schneidverfahren vorgezogen, um die Freisetzungen zu minimieren.

Am Ende des Schneidens der Innenräume für jedes BR-Gebäude wird das BR-Pool entleert, eine Handhabung des Tanks erfolgt, ein Behälterbrunnenverschluss wird eingerichtet. Dann wird das BR-Pool des Gebäudes wieder in Wasser gebracht, und das Schneiden des Tanks erfolgt mit einem geeigneten Schneidmittel. Benachteiligend wird bei der Abschätzung der Ableitungen ein thermischer Ausschnitt des Behälters berücksichtigt.

Für die Jahre 4 bis 7 ab dem Beginn der Stilllegung ist der Abbau unter Wasser des Behälters und des Behälterinnenraums vorgesehen (4-6 für die Stilllegung der ersten Produktionseinheit, 5 bis 7 für die Stilllegung der zweiten Produktionseinheit). Die Entleerung der BR-Pools ist für die Jahre 7 und 8 vorgesehen.

3.2.2. AUSSETZUNG

Flüssige radioaktive Abwässer aus elektromechanischen Abbauvorgängen unter Wasser stammen aus:

- die Suspension der Oberflächenkontamination der untergetauchten Elemente im Wasser;
- das Zerlegen unter Wasser und die Suspension der Aktivität am Schnittstrich im Wasser;
- das Schneiden unter Wasser und die Suspension in Wasser bei thermischen Ausschnitten von „volatilen“ Radionukliden auf der Oberfläche und in der thermisch betroffenen Masse, die den Schnittstrich umspannt.

Die betreffenden Koeffizienten für die Suspension in Wasser sind in [Tabelle m](#) dargestellt.

| Art der Intervention | Art des mobilisierten Quellbegriffs | Betroffene Fläche, Masse oder Volumen | Betroffenes RN (Radionuklid) | Koeffizient für die Aussetzung |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Wassereinspeisung: Wäscherei | Labile Oberflächenkontamination | Verunreinigte Gesamtfläche | Alle RN | 1,0 |
| Schneiden (mechanisch und thermisch) unter Wasser | Fixierte Oberflächenkontamination | Geschnittene Oberfläche | Alle RN | 1,0 |
| | | Thermisch beeinflusste Fläche | RN Gazeux | 1,0 |
| | Massenaktivität | Geschnittene Masse | Alle RN | 1,0 |
| | | Thermisch betroffene Masse | RN Gazeux | 1,0 |

Tabelle m Suspensionskoeffizienten im Wasser, die für die Zuschnitte unter Wasser

Die atmosphärischen radioaktiven Abwässer, die bei der elektromechanischen Demontage unter Wasser entstehen, stammen aus:

- die Suspension der Tätigkeit an der Stelle, an der das Schneiden durchgeführt wird, in der Luft;
- die Suspension der flüchtigen Radionuklide auf der Oberfläche und in der thermisch betroffenen Masse, die den Schnittstrich umschließen, in der Luft bei thermischen Schnittschnitten;
- Verdunstung von kontaminiertem Wasser (insbesondere durch Schneiden).

Die betreffenden Schwebekoeffizienten in der Luft sind in [Tabelle n](#) dargestellt.

| Art der Intervention | Art des mobilisierten Quellbegriffs | Betroffene Fläche, Masse oder Volumen | Betroffenes RN (Radionuklid) | Koeffizient für die Aussetzung |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Verdampfung bei Abbau unter Wasser | Volumenaktivität des Wassers | Austauschfläche | Alle RN | Vgl. Paragraph 3.2.3 |
| Schneiden (mechanisch und thermisch) unter Wasser | Fixierte Oberflächenkontamination | Geschnittene Oberfläche | RN Gazeux | $1,0 \cdot 10^{-02}$ |
| | | | RN-Gas | $1,0 \cdot 10^{-03}$ |
| | | Thermisch beeinflusste Fläche | RN Gazeux | $1,0 \cdot 10^{-02}$ |
| | Massenaktivität | Geschnittene Masse | RN Gazeux | $1,0 \cdot 10^{-02}$ |
| | | | RN-Gas | $1,0 \cdot 10^{-04}$ |
| Thermisch betroffene Masse | RN Gazeux | $1,0 \cdot 10^{-02}$ | | |

Tabelle n Luft-Suspensionskoeffizienten für Schneidvorgänge unter Wasser

3.2.3. BEWERTUNG DER VERDAMPFUNG

Die zugehörige Verdunstungsrate wird anhand der folgenden Formeln berechnet:

$$Q_{Evap} = V \cdot (X_q - X_q) \quad \text{und} \quad X_q = X_{geblasen} + \frac{1 \cdot Q_{Evap}}{P \cdot Q_{ventil}}$$

Mit

- Q_{Evap} kg/h Verdunstungsdurchsatz;

- S m² Wasserdeckefläche;
- A kg/m²/h Verdampfungskoeffizient;
Der Wert von ϵ hängt von den Bewegungen des Wassers an der Oberfläche ab:
 - 30kg/m²/hentspricht zu einer sehr unruhiges Wasser (höchster Wert) benachteiligend);
 - 20kg/m²/hentspricht zu einer mittelgeschütteltes Wasser;
 - 10kg/m²/hentspricht zu einer wenig unruhiges Wasser;
- X' kg/kg Wassermassengehalt der gesättigten Luft bei Wasseroberflächentemperatur;
- X_{eq} kg/kg Wassermasse in der Luft in der Nähe der Schnittstelle;
- $X_{geblasen}$ kg/kg Massenwassergehalt der auf dem Wasserdecke geblasenen Luft;

Sie ist anhand des Wassermassengehalts der Außenluft und der gegebenenfalls an der Belüftungsluft angeblasenen Luftbehandlungen (Kühlung, Heizung, Entfeuchtung usw.) zu bewerten. Je nach Temperaturschwankungen der Umgebungsluft sollte der am stärksten belastende Wert (niedrigster Wassergehalt) gewählt werden.

- P kg/m³ Dichte der feuchten Luft;
- $Q_{Gebläse}$ m³/h Belüftungsdurchfluss des Luftvolumens über dem Tischdecke.

Die Massengehalte werden im feuchten Luftdiagramm in Abhängigkeit von der Wassertemperatur angegeben (Beispiel $X' = 0,0145$ kg Wasser/kg Luft bei 20 °C).

Jedes der BR-Pools wird für die Zuschnitte des Beckens und der Innenräume unter Wasser aus Wasser sein: ein Benachteiligungswert von 30 kg/m²/h (Wasser wird beim Schneiden gerührt). Der Lüftungsdurchsatz beträgt 35 000 m³/h, was dem Luftstrom entspricht, der auf Höhe des Poolbodens unter Berücksichtigung der maximalen Belüftung für nur 1 Produktionseinheit gewonnen wird.

Verschiedene Berechnungen werden in [Tabelle o](#) durchgeführt und synthetisiert.

| Schwimmbad BR | Oberfläche Wasserdecke (m ²) | Koeff evap (kg/m ² /h) | X'' (kg/kgair) | Q _{Gebläse} (m ³ /h) | X _{Geblasen} | Rho | XEQ (kg _{eau} /kgair) | Q _{evap} (kg/h) |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|----------------|--|-----------------------|-----|--------------------------------|--------------------------|
| Winter (T=-28 °C/Feuchtigkeit = 90 %) | 162 | 30 | 0,01469 | 35000 | 0,00034 | 1,2 | 0,00182564 | 62,54 |
| Winter (T=-15 °C/Feuchtigkeit = 90 %) | 162 | 30 | 0,01469 | 35000 | 0,00106 | 1,2 | 0,00247015 | 59,41 |
| Sommer (T=30 °C/Feuchtigkeit = 30 %) | 162 | 30 | 0,01469 | 35000 | 0,00792 | 1,2 | 0,00862235 | 29,51 |
| Hülle Fall (Feuchtigkeit = 0 %) | 162 | 30 | 0,01469 | 35000 | 0 | 1,2 | 0,00152393 | 64,01 |

Tabelle o Berechnung der Verdunstung für jedes der Pools BR

Der Wert von 64,01 kg/h, vernünftigerweise Umschlag, wird beibehalten.

3.2.4. PHYSIKALISCHE DATEN

Die Merkmale der unter Wasser geschnittenen Teile sind in [Tabelle p](#) dargestellt, sie sind für jede Produktionseinheit identisch.

| Art der Komponente | Geschnittenes Stück | Geschätzte Gesamtfläche (m ²) | Geschätzte Gesamtmasse (kg) | Art des Schneidens | Geschätzte Spänmasse (kg) | Anteil der Masse und der geschnittenen Fläche, berechnet aus der Schneidebene |
|--------------------|---------------------|---|-----------------------------|--------------------|---------------------------|---|
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|----------|---|--------|--------|------------|------|-----------|
| Interne | Thermischer Bildschirm | 112 | 26187 | Mechanik | 470 | 0,0179478 |
| Interne | Hoher thermischer Bildschirm Solidar Teil der Herzhülle | 74,7 | 4042 | Mechanik | 160 | 0,0395844 |
| Interne | Trennwand + Herzhülle | 204,3 | 32998 | Mechanik | 560 | 0,0169707 |
| Interne | Obere Kernplatte | 16,3 | 3240 | Mechanik | 120 | 0,037037 |
| Interne | Untere Kernplatte | 19,5 | 3410 | Mechanik | 140 | 0,0410557 |
| Behälter | Thermisches Schneiden unter Wasser | 141,42 | 260200 | Thermische | 5068 | 0,0194773 |

Tabelle p Eigenschaften der geschnittenen Teile (innere Behälter und Behälter) für eine Einheit von Produktion

Beim Schneiden des Behälters gilt die thermisch betroffene Masse als viermal so groß wie die geschnittene Masse.

3.2.5. RADIOLOGISCHE DATEN

Die radiologische Aktivität, die für den Abbau der Behälterinnenräume und des Behälters zu berücksichtigen ist, ist auf:

- radiologische Aktivierung, da sich diese Bestandteile in unmittelbarer Nähe des Herzens befinden;
- Kontamination, die auf den Strukturen durch Wasser des Primärkreislaufs abgelagert wird.

3.2.5.1. Aktivierung von Strukturen

Die Aktivierung der Materialien resultiert aus dem Betrieb des Reaktorkerns. Während dieser Zeit wurden Metallstrukturen in der Nähe des aktiven Kerns dem Neutronenstrom ausgesetzt. Einige Atome, die diese Materialien bilden, wurden durch Neutronenabscheidung von radioaktiven Atomen. Diese Metallkonstruktionen sind die Bestandteile des Tanks und der festen Innenräume des Behälters. Die am stärksten aktivierten Strukturen oder Teile davon sind diejenigen, die sich am aktiven Kern des Reaktors befinden, d. h.: Kernhülle, Trennwand, Wärmeschirm sowie untere und obere Kernplatten. Der größte Teil der radiologischen Aktivität des Tanks und der Innenräume kommt vom Aktivierungsphänomen.

Die Materialaktivierung wird durch Modellierung bewertet.

Da der Beginn des Abbaus des Tankinnenraums und des Behälters 3 Jahre nach Beginn der Stilllegung geplant ist, werden die Aktivierungsspektren 3 Jahre nach Beginn des Abbaus betrachtet (d. h. 8 Jahre nach der endgültigen Einstellung der Produktion, wobei der Zeitpunkt des Beginns des Abbaus 5 Jahre nach dem Stillstand liegt).

Die Co60-Massenaktivitäten der einzelnen Elemente sind in [Tabelle q](#) dargestellt.

| Betrachtetes Element | Tätigkeiten Co60 (Bq/g) |
|-------------------------|-------------------------|
| Thermischer Bildschirm | $1,2 \cdot 10^{+07}$ |
| High-Screen-Thermikteil | $1,5 \cdot 10^{+07}$ |
| Umschlag/Absperrung | $2,4 \cdot 10^{+08}$ |
| Obere Platte | $1,7 \cdot 10^{+07}$ |
| Untere Platte | $1,8 \cdot 10^{+08}$ |
| Behälter | $4,6 \cdot 10^{+05}$ |

Tabelle q Co60-Massenaktivitäten der Innenräume des Tanks und des Tanks nach 3 Jahren nach dem Beginn des Abbaus

Die Verhältnisse der anderen Radioelemente zu Co60 sind in [Tabelle r](#) dargestellt.

| Radioelement | Verhältnis/Co60 Kessel | Verhältnis/Co60 Internes | Radioelement | Verhältnis/Co60 Kessel | Verhältnis/Co60 Internes |
|--------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------|
| ¹⁴ C | $7,98 \cdot 10^{-04}$ | $3,13 \cdot 10^{-03}$ | ⁵⁴ Mio. | $2,05 \cdot 10^{-03}$ | $1,57 \cdot 10^{-03}$ |
| ³ UHR | $2,07 \cdot 10^{-04}$ | $1,17 \cdot 10^{-03}$ | ⁹³ MB | $3,41 \cdot 10^{-04}$ | $1,70 \cdot 10^{-04}$ |
| ⁴⁹ v | $3,95 \cdot 10^{-08}$ | $3,14 \cdot 10^{-07}$ | ⁹¹ Nb | $8,22 \cdot 10^{-06}$ | $2,77 \cdot 10^{-06}$ |
| ¹¹⁸ mAg | $4,18 \cdot 10^{-07}$ | $3,11 \cdot 10^{-07}$ | ⁹³ mNb | $3,30 \cdot 10^{-04}$ | $4,21 \cdot 10^{-03}$ |
| ¹¹⁰ mAg | $5,68 \cdot 10^{-08}$ | $2,65 \cdot 10^{-08}$ | ⁹⁴ Nb | $4,49 \cdot 10^{-06}$ | $7,20 \cdot 10^{-05}$ |
| ³⁹ Ar | $7,65 \cdot 10^{-07}$ | $2,67 \cdot 10^{-07}$ | ⁵⁹ Ni | $2,13 \cdot 10^{-03}$ | $9,59 \cdot 10^{-03}$ |
| ¹³³ Ba | $9,57 \cdot 10^{-08}$ | $5,36 \cdot 10^{-08}$ | ⁶³ Ni | $2,14 \cdot 10^{-01}$ | 1,26 |
| ⁴¹ Ca | $1,01 \cdot 10^{-07}$ | $1,02 \cdot 10^{-07}$ | ¹⁴⁵ Pm | $5,04 \cdot 10^{-08}$ | $1,38 \cdot 10^{-08}$ |
| ¹⁰⁹ Cd | $6,18 \cdot 10^{-09}$ | $6,68 \cdot 10^{-07}$ | ¹⁴⁷ Pm | $3,24 \cdot 10^{-07}$ | $4,48 \cdot 10^{-08}$ |
| ¹¹³ mCd | $7,93 \cdot 10^{-07}$ | $1,48 \cdot 10^{-08}$ | ¹⁹³ Pt | $1,63 \cdot 10^{-07}$ | $1,94 \cdot 10^{-05}$ |
| ¹⁴⁴ Das | $1,22 \cdot 10^{-10}$ | $1,76 \cdot 10^{-10}$ | ²³⁸ Pu | $2,60 \cdot 10^{-12}$ | $1,58 \cdot 10^{-08}$ |
| ³⁶ Cl | $2,35 \cdot 10^{-08}$ | $2,41 \cdot 10^{-08}$ | ²⁴¹ Pu | $4,76 \cdot 10^{-11}$ | $1,50 \cdot 10^{-07}$ |
| ⁵⁷ Co | $7,12 \cdot 10^{-07}$ | $2,61 \cdot 10^{-06}$ | ¹⁰⁶ Ru | $9,14 \cdot 10^{-11}$ | $7,23 \cdot 10^{-10}$ |
| ⁶⁰ Co | 1 | 1 | ¹²⁵ Sb | $8,53 \cdot 10^{-05}$ | $1,02 \cdot 10^{-04}$ |
| ¹³⁴ Cs | $5,60 \cdot 10^{-07}$ | $1,53 \cdot 10^{-07}$ | ⁷⁹ Se | $1,25 \cdot 10^{-09}$ | $2,88 \cdot 10^{-08}$ |
| ¹³⁷ Cs | $5,35 \cdot 10^{-08}$ | $1,10 \cdot 10^{-07}$ | ¹⁵¹ Sm | $5,75 \cdot 10^{-06}$ | $3,70 \cdot 10^{-07}$ |
| ¹⁵² Eu | $1,30 \cdot 10^{-04}$ | $7,54 \cdot 10^{-07}$ | ¹¹⁹ mSb | $2,31 \cdot 10^{-07}$ | $3,33 \cdot 10^{-07}$ |
| ¹⁵⁴ Eu | $2,52 \cdot 10^{-05}$ | $3,57 \cdot 10^{-06}$ | ¹²¹ mSb | $4,46 \cdot 10^{-06}$ | $4,22 \cdot 10^{-06}$ |
| ¹⁵⁵ Eu | $8,99 \cdot 10^{-07}$ | $3,08 \cdot 10^{-07}$ | ⁹⁰ Sr | $8,22 \cdot 10^{-08}$ | $9,52 \cdot 10^{-08}$ |
| ⁵⁵ Fe | 3,08 | 1,38 | ⁹⁹ Tc | $5,94 \cdot 10^{-05}$ | $2,35 \cdot 10^{-05}$ |
| ¹⁵³ Gd | $5,94 \cdot 10^{-10}$ | $2,00 \cdot 10^{-10}$ | ²⁰⁴ Tl | $4,68 \cdot 10^{-07}$ | $3,61 \cdot 10^{-07}$ |
| ¹⁷⁸ mHf | $1,80 \cdot 10^{-06}$ | $7,46 \cdot 10^{-08}$ | ¹⁷¹ Tm | $9,73 \cdot 10^{-08}$ | $7,78 \cdot 10^{-09}$ |
| ⁸⁵ Kr | $6,42 \cdot 10^{-09}$ | $1,63 \cdot 10^{-08}$ | ⁶⁵ Zn | $1,06 \cdot 10^{-07}$ | $4,58 \cdot 10^{-07}$ |

Tabelle r Ratios gegenüber Co60 für die Aktivierung der Innenräume des Behälters und des Behälters, 3 Jahre nach Beginn des Abbaus

3.2.5.2. Kontamination von Schaltkreisen

Die geschnittenen Elemente sind Teil des Primärkreislaufs, die entsprechende Kontamination ist in [Abschnitt 3.1.4.1](#) dargestellt. Es wird daran erinnert, dass der Primärkreislauf (einschließlich Behälter und Behälterinnen) nach dem Abschalten dekontaminiert wurde, das Ziel besteht darin, mehr als 95 % der ursprünglichen Kontamination zu entfernen. Konservativ wird angenommen, dass die Dekontamination 90 % der ursprünglichen Kontamination entfernt. Die verbleibende Kontamination gilt als vollständig fixiert.

3.2.6. BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN

Vor der Freisetzung durch einen der Ableitungsschächte in die Umwelt werden die atmosphärischen Abwässer aus dem elektromechanischen Abbau unter Wasser durch einen THE-Filter (Sehr hohe Effizienz) gefiltert. Der gewählte Behandlungskoeffizient beträgt 1000 (TH) für alle Radionuklide außer denen, die als gasförmig angesehen werden (Tritium, Kohlenstoff 14, Chlor 36), für die die Filter als unwirksam angesehen werden (siehe Kapitel [2, Ziffer 2.5.2](#)).

Bei flüssigen Abwässern ist die Aufbereitung von kontaminiertem Wasser ein Kompromiss zwischen der Menge der produzierten Abfälle (Filter und Harze) und der Aktivität des Abwassers. Das Wasser aus den Schwimmbädern, in dem die Zerlegungen durchgeführt wurden, wird so behandelt, dass eine Aktivität in der Größenordnung von 2 000 Bq/L in der Beta-Gamma-Aktivität (in ähnlicher Weise wie das in der Betriebsphase des CNPE angestrebte Reinigungsziel) angestrebt wird. Für Tritium und Kohlenstoff 14 gilt die Wirksamkeit von Wasserfiltern und -harzen als Null (siehe [Kapitel 2, Ziffer 2.5.1](#)).

3.2.7. ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE IM ZUSAMMENHANG MIT ELEKTROMECHANISCH UNTER WASSER

3.2.7.1. Radioaktive Freisetzungen in die Luft im Zusammenhang mit dem elektromechanischen Abbau unter Wasser

Die geschätzten Tätigkeiten der radioaktiven Freisetzungen in die Luft nach Jahr und Kategorie von Radionukliden aller Schornsteine im Zusammenhang mit dem elektromechanischen Abbau unter Wasser sind in [Tabelle s](#) und in [Abbildung e](#) dargestellt.

Werte unter 1 Bq/Jahr werden nicht angegeben.

| Rückwürfe atmosphärisch | Jahr 4 Bq/Jahr | Jahr 5 Bq/Jahr | Jahr 6 Bq/Jahr | Jahr 7 Bq/Jahr |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tritium | 4,2.10 ⁺¹⁰ | 8,8.10 ⁺¹⁰ | 1,5.10 ⁺¹¹ | 7,5.10 ⁺¹⁰ |
| Kohlenstoff 14 | 1,1.10 ⁺¹¹ | 2,4.10 ⁺¹¹ | 4,1.10 ⁺¹¹ | 2,0.10 ⁺¹¹ |
| Beta Gamma | 3,6.10 ⁺⁰⁷ | 4,1.10 ⁺⁰⁷ | 5,7.10 ⁺⁰⁷ | 3,0.10 ⁺⁰⁶ |
| Alpha | — | — | — | — |

Tabelle s Geschätzte radioaktive Freisetzungen in der Luft nach Kategorien für den Abbau elektromechanisch unter Wasser

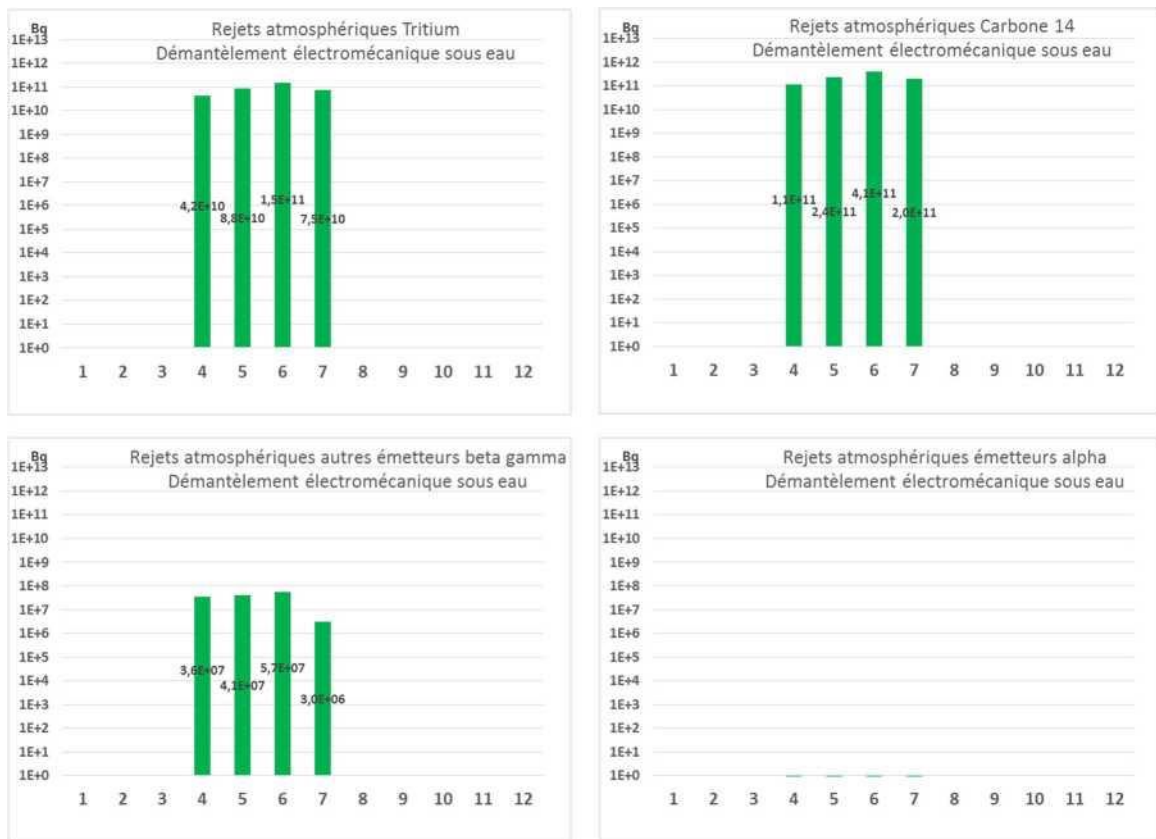


Abbildung e Geschätzte radioaktive Freisetzungen in der Luft nach Kategorien für den Abbau elektromechanisch unter Wasser

3.2.7.3. Flüssige radioaktive Freisetzungen im Zusammenhang mit dem elektromechanischen Abbau unter Wasser

Die geschätzten Tätigkeiten der flüssigen radioaktiven Freisetzungen pro Jahr und Kategorie von Radionukliden im Zusammenhang mit dem elektromechanischen Abbau unter Wasser sind in [Tabelle t](#) und in [Abbildung f](#) dargestellt.

Werte unter 1 Bq/Jahr werden nicht angegeben.

| Flüssige Ableitungen | Jahr 7 Bq/Jahr | Jahr 8 Bq/Jahr |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| Tritium | $2,0 \cdot 10^{+11}$ | $2,0 \cdot 10^{+11}$ |
| Kohlenstoff 14 | $5,4 \cdot 10^{+11}$ | $5,4 \cdot 10^{+11}$ |
| Beta Gamma | $3,1 \cdot 10^{+09}$ | $3,1 \cdot 10^{+09}$ |
| Alpha | $1,7 \cdot 10^{+01}$ | $1,7 \cdot 10^{+01}$ |

Tabelle t Geschätzte flüssige radioaktive Freisetzungen nach Kategorien für den Abbau elektromechanisch unter Wasser

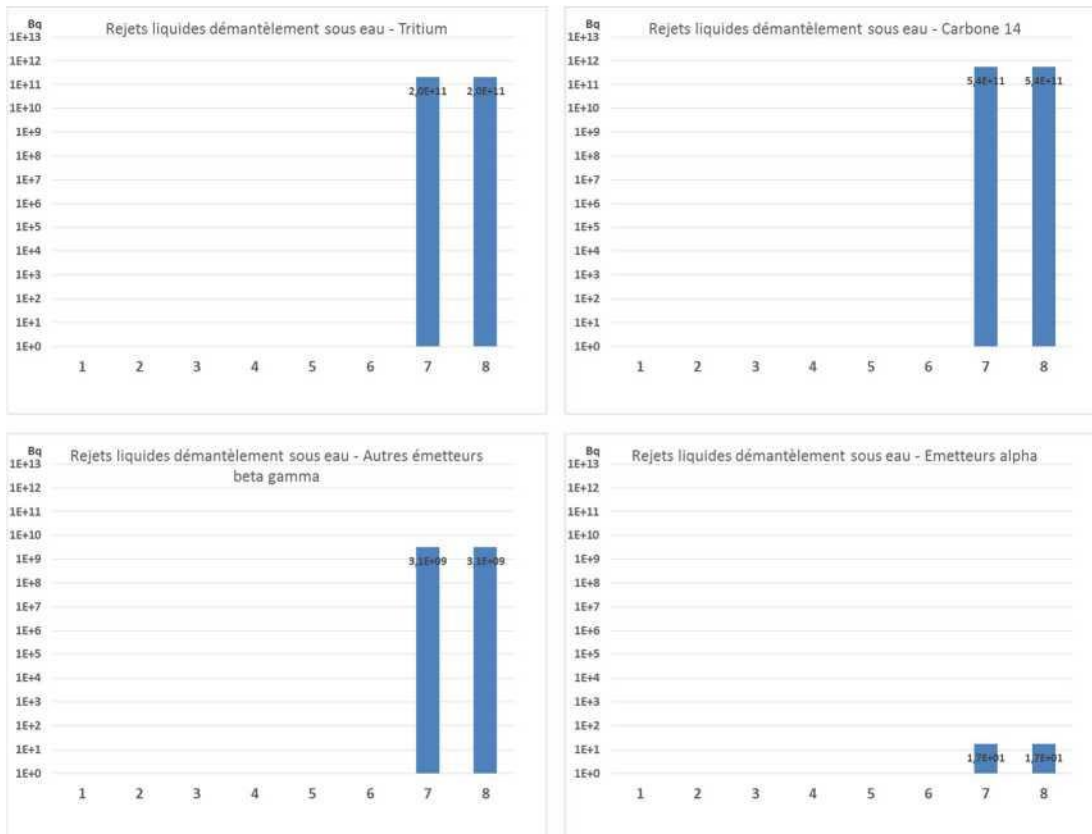


Abbildung f Geschätzte flüssige radioaktive Freisetzungen nach Kategorien für den elektromechanischen Abbau unter Wasser

3.3. SANIERUNG

Die Sanierungsmaßnahmen führen hauptsächlich zu radioaktiven Freisetzungen in die Luft. Die damit verbundenen flüssigen radioaktiven Freisetzungen (Waschen und Dekontamination von Werkzeugen) werden in [Paragraph 3.4](#) geschätzt.

3.3.1. BESCHREIBUNG DER OPERATION UND PLANUNG

Die Sanierung der Gebäude betrifft kerntechnische Gebäude, bei denen die Radioaktivität (Aktivierung, Ablagerung oder Migration von Kontaminationen), die möglicherweise in der Gebäudestruktur vorhanden sein könnte, mit Hilfe mechanischer Mittel (Schleifen, Verriegeln usw.) entfernt werden soll.

Die Sanierungsmaßnahmen sind in allen Kerngebäuden ähnlich (zwei BR-Reaktorgebäude, zwei BK-Brenngebäude, zwei BW-Gebäude, BAN-AKW-Gebäude, Wartungsgebäude am Standort BES), mit Ausnahme eines spezifischen Vorgangs, der darin besteht, den aktivierten Teil des Stahlbetons zu entfernen, der den Reaktortankbrunnen in beiden BR bildet, der durch Zerlegung von Betonblöcken aktiviert wird.

Die Sanierungsarbeiten an einem Gebäude können bereits nach dem Ende der Etappe des elektromechanischen Abbaus desselben Gebäudes beginnen.

Die Sanierung ist für die Jahre 5 bis 12 ab dem Beginn des Abbaus geplant.

3.3.2. SUSPENSION IN DER LUFT

Die atmosphärischen radioaktiven Stoffe aus der Abwasserentsorgung stammen aus:

- die Suspension der Massenaktivität (Aktivierung) in der Luft, die sich in den Betonblöcken des Behälterbrunnens an der Stelle befindet, an der sie geschnitten werden;
- der Suspensionierung der vorhandenen Aktivität in der Luft (Oberflächenkontamination und Massenaktivität) im Beton bei der mechanischen Sanierung (Kratzen) von Betonflächen.

Die betreffenden Schwebekoeffizienten in der Luft sind in [Tabelle u](#) dargestellt.

| Art der Intervention | Art des mobilisierten Quellbegriffs | Betroffene Fläche, Masse oder Volumen | Betroffenes RN (Radionuklid) | Koeffizient für die Aussetzung |
|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Sanierung | Labile Oberflächenkontamination | Sanierte Oberfläche | Alle RN | 1 |
| | Fixierte Oberflächenkontamination | Sanierte Oberfläche | Alle RN | 1.10 ⁻⁰² |
| | Massenaktivität | Sanierte Masse | Alle RN | 1.10 ⁻⁰² |

Tabelle u Suspensionskoeffizienten in der Luft, die für den Betrieb verwendet werden
Sanierung

3.3.3. PHYSIKALISCHE UND RADIOLOGISCHE DATEN

3.3.3.1. Beton des Behälterbrunnens

Während des Reaktorbetriebs wurde der Beton des Behälterbrunnens in einer Umgebung in der Nähe des Tanks einem Neutronenstrom aus dem Reaktor ausgesetzt. Dieser Beton wird entsprechend auf den ersten Zentimetern der Dicke aktiviert, wenn auch auf einem viel niedrigeren Niveau als im Tank und in den Innenräumen, aufgrund des exponentiellen Rückgangs des Neutronenflusses mit dem Abstand zum Kern.

Der betreffende Betonteil besteht aus Beton des Behälterbrunnens, der sich rechts am aktiven Reaktorkern befindet. Es ist geplant, Beton aus dem Behälterbrunnen in Blöcke zu schneiden. [Abbildung g](#) zeigt die betreffenden aktivierten Betonblöcke (Block der oberen und unteren Krone).

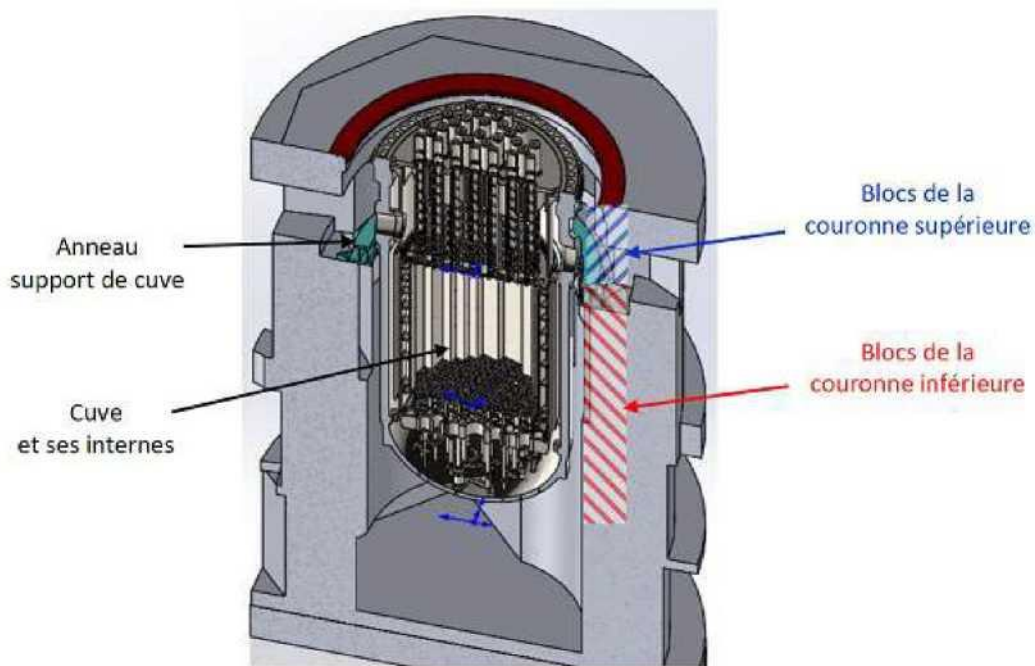


Abbildung g Schnittansicht des Reaktortankbrunnens

Das Schneiden des Betons aus dem Behälterbrunnen erzeugt feine Schnitte. Die Masse der Feinschneider der aktivierten Blöcke wird auf 3 600 kg pro Produktionseinheit geschätzt.

Die durchschnittliche Massenaktivierungsaktivität des Tankbrunnenbetons (einschließlich Bewehrung) innerhalb der ersten 15 Zentimeter am rechten Rand des aktiven Kerns wird auf $2,35 \cdot 10^4$ Bq/g Co60, 3 Jahre nach Beginn des Abbaus (d. h. 8 Jahre nach der endgültigen Einstellung der Produktion) geschätzt, die Verhältniszahlen der wichtigsten Radionuklide zu Co60 sind in [Tabelle v](#) dargestellt.

| RN | Verhältnis/Co60 |
|-------------------|------------------------|
| ³ UHR | 1,09.10 ⁺⁰¹ |
| ¹⁴ C | 7,74.10 ⁻⁰³ |
| ⁶⁰ Co | 1 |
| ⁵⁵ Fe | 5,58 |
| ⁶³ Ni | 1,37.10 ⁻⁰¹ |
| ¹⁵² EU | 1,09 |
| ¹⁵⁴ EU | 7,24.10 ⁻⁰² |

Tabelle v Ratios bezogen auf Co60 für die Aktivierung des Betons des Behälterbrunnens, 3 Jahre nach Beginn des Abbaus

3.3.3.2. Merkmale der zu sanierenden Räume

Die Kontamination der zu sanierenden Räume kann auf zwei Arten charakterisiert werden:

- eine Oberflächenkontamination im Zusammenhang mit dem Zustand der radiologischen Sauberkeit der Räumlichkeiten;
- eine Massenkontamination des Betons im Zusammenhang mit früheren Tätigkeiten im Raum.

3.3.3.2.1. Oberflächenkontamination

Für die Zonenabfall werden die Räume als K (konventionell) oder N (nuklear) eingestuft. Innerhalb der Einstufung N sind drei Kontaminationsstufen definiert: NP (Eigene Nuclear), mit einer Surfaktivität von weniger als 0,4 Bq/cm², N1 mit einer Surfaktivität von weniger als 4 Bq/cm² und N2 mit einer Surfaktivität von mehr als 4 Bq/cm².

Die betreffenden Flächen für jedes Gebäude sind in [Tabelle w](#) dargestellt.

| Flächen (m ²) | NP | N1 | N2 |
|---------------------------|------|-----|------|
| BR | 140 | 410 | 1100 |
| BK | 1700 | 20 | 0 |
| BW | 1100 | 0 | 60 |
| BAN | 6010 | 100 | 830 |
| Galerien Ban | 1230 | 0 | 220 |

Tabelle w Größenordnung der zu sanierenden Flächen nach Gebäuden

Die für jeden Oberflächentyp ausgewählten Oberflächenkontaminationen sind in [Tabelle x \(Co60-Flächenkontamination zum Zeitpunkt des Beginns des Abbaus \(d. h. 5 Jahre nach der endgültigen Einstellung der Produktion\) aufgeführt\):](#)

| Grad der Kontamination | NP | N1 | N2 |
|-------------------------------------|-----|----|----|
| Surfaktivität (Bq/cm ²) | 0,4 | 4 | 40 |

Tabelle x Flächenverunreinigungen in Co60 nach Art der zu sanierenden Fläche

Für das BES-Gebäude gilt eine Fläche von 3 500 m² mit einer Oberflächenbelastung von 0,24 Bq/cm² in Co60.

Das Spektrum der Oberflächenkontamination der Räume wird als identisch mit dem Spektrum der Kreisläufe angesehen und ist in [Tabelle j](#) dargestellt.

3.3.3.2.2. Massenkontamination

Die Massenkontamination des Betons hängt mit den vergangenen Tätigkeiten im Raum zusammen. Die Historienanalyse ermöglicht es, verschiedene Oberflächenkategorien (von 0 bis 3) zu bestimmen, wobei für jede Dicke zu entfernen ist.

Die [Tabelle zeigt](#) die anzuwendenden Behandlungen und die Tiefen, auf denen sie für die verschiedenen Kategorien angewendet werden können.

| Kategorie für Beton | Behandlung |
|---------------------|--|
| Kategorie 0 | Entstaubung |
| Kategorie 1 | 2 mm Schrumpfung |
| Kategorie 2 | Schrumpfung von 25 mm auf den Böden und 10 mm auf den Segeln |
| Kategorie 3 | Entnahme im Einzelfall mit einem Minimum von 50 mm |

Tabelle y Behandlungstiefen für die verschiedenen Kategorien

Die Menge an pulverförmigen Abfällen, die durch die Behandlung pro Gebäude erzeugt werden, ist [Tabelle z](#) zu entnehmen.

| Pulver (kg) | Kategorie 1 | Kategorie 2 | Kategorie 3 |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| BR | 46200 | 81400 | 15400 |
| BK | 8800 | 33000 | 8800 |
| BW | 8800 | 8800 | 2200 |
| BAN | 55000 | 59400 | 4400 |
| Galerien des Ban | 13200 | 0 | 13200 |
| BES | 80000 | 0 | 1000 |

Tabelle z Durch Gebäudesanierung erzeugte Sprühmengen

Die CO60-Tätigkeiten zum Zeitpunkt des Beginns des Abbaus (d. h. 5 Jahre nach der endgültigen Einstellung der Produktion) für die Betonkategorien sind in [Tabelle aa angegeben](#).

| | Kategorie 0 | Kategorie 1 | Kategorie 2 | Kategorie 3 |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Bq/g | 0_n | 10 N | 100 | 5000 |

Tabelle aa Massentätigkeiten in Co60 nach Betonkategorien für Sanierung

Das zugehörige Spektrum wird in [Tabelle bb](#) dargestellt (bei dem Spektrum handelt es sich um ein Spektrum, das zum Zeitpunkt des Beginns des Abbaus 20 Jahre alt ist, um den alten Charakter der Massenkontamination darzustellen).

| Radionuklid | Verhältnis/Co60 |
|--------------------|-----------------------|
| ^{14}C | $9,88 \cdot 10^{-01}$ |
| ^{129}I | $1,37 \cdot 10^{-06}$ |
| ^{36}Cl | $2,67 \cdot 10^{-07}$ |
| ^{60}Co | 1,00 |
| ^{63}Ni | $1,65 \cdot 10^{+01}$ |
| ^{90}Sr | $3,81 \cdot 10^{-01}$ |
| ^{137}Cs | $7,52 \cdot 10^{-02}$ |
| ^{108}mAg | $1,80 \cdot 10^{-01}$ |
| ^{238}Pu | $1,71 \cdot 10^{-03}$ |
| ^{239}Pu | $7,60 \cdot 10^{-04}$ |
| ^{240}Pu | $7,08 \cdot 10^{-04}$ |
| ^{241}Am | $3,17 \cdot 10^{-03}$ |
| ^{244}Cm | $6,37 \cdot 10^{-04}$ |

Tabelle bb Ratios im Vergleich zu Co60 für die Sanierung

Die Tritiumaktivität wird als 0,02 Bq/g betrachtet, unabhängig von der Kategorie.

3.3.4. BEHANDLUNG VON RÜCKWÜRFEN

Vor der Freisetzung durch einen der Ableitungsschächte in die Umwelt wird der aus der Abwasserentsorgung gewonnene Luftabfluss durch einen THE-Filter (Sehr hohe Effizienz) gefiltert.

Der gewählte Behandlungskoeffizient beträgt 1000 (1 TE) für alle Radionuklide außer denen, die als gasförmig angesehen werden (Tritium, Kohlenstoff 14, Chlor 36), für die die Filter als unwirksam angesehen werden (siehe Kapitel [2, Ziffer 2.5.2](#)).

3.3.5. ERGEBNIS DER SCHÄTZUNG DER RÜCKWÜRFE SANIERUNG

Die geschätzten Tätigkeiten der radioaktiven Freisetzungen in die Luft nach Jahr und Kategorie von Radionukliden aller Schornsteine im Zusammenhang mit der Sanierung sind in [Tabelle cc](#) und in [Abbildung h](#) dargestellt.

| Freisetzungen in die Luft | Jahr 5 | Jahr 6 | Jahr 7 | Jahr 8 | Jahr 9 | Jahr 10 | Jahr 11 | Jahr 12 |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| Tritium | 1,5.10 ⁺⁰⁴ | 3,3.10 ⁺⁰⁴ | 9,4.10 ⁺⁰⁸ | 4,2.10 ⁺⁰⁹ | 8,4.10 ⁺⁰⁹ | 4,2.10 ⁺⁰⁹ | 9,4.10 ⁺⁰⁸ | 1,4.10 ⁺⁰⁵ |
| Kohlenstoff 14 | 1,4.10 ⁺⁰⁸ | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁸ | 4,3.10 ⁺⁰⁸ | 9,4.10 ⁺⁰⁸ | 7,7.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁹ | 2,5.10 ⁺⁰⁸ |
| Beta Gamma | 2,6.10 ⁺⁰⁶ | 5,6.10 ⁺⁰⁶ | 2,9.10 ⁺⁰⁶ | 1,1.10 ⁺⁰⁷ | 2,4.10 ⁺⁰⁷ | 1,8.10 ⁺⁰⁷ | 2,1.10 ⁺⁰⁷ | 4,9.10 ⁺⁰⁶ |
| Alpha | 9,9.10 ⁺⁰² | 2,2.10 ⁺⁰³ | 8,0.10 ⁺⁰² | 3,1.10 ⁺⁰³ | 6,6.10 ⁺⁰³ | 5,5.10 ⁺⁰³ | 7,4.10 ⁺⁰³ | 1,7.10 ⁺⁰³ |

Tabelle cc Geschätzte atmosphärische radioaktive Freisetzungen nach Kategorien für die Sanierung

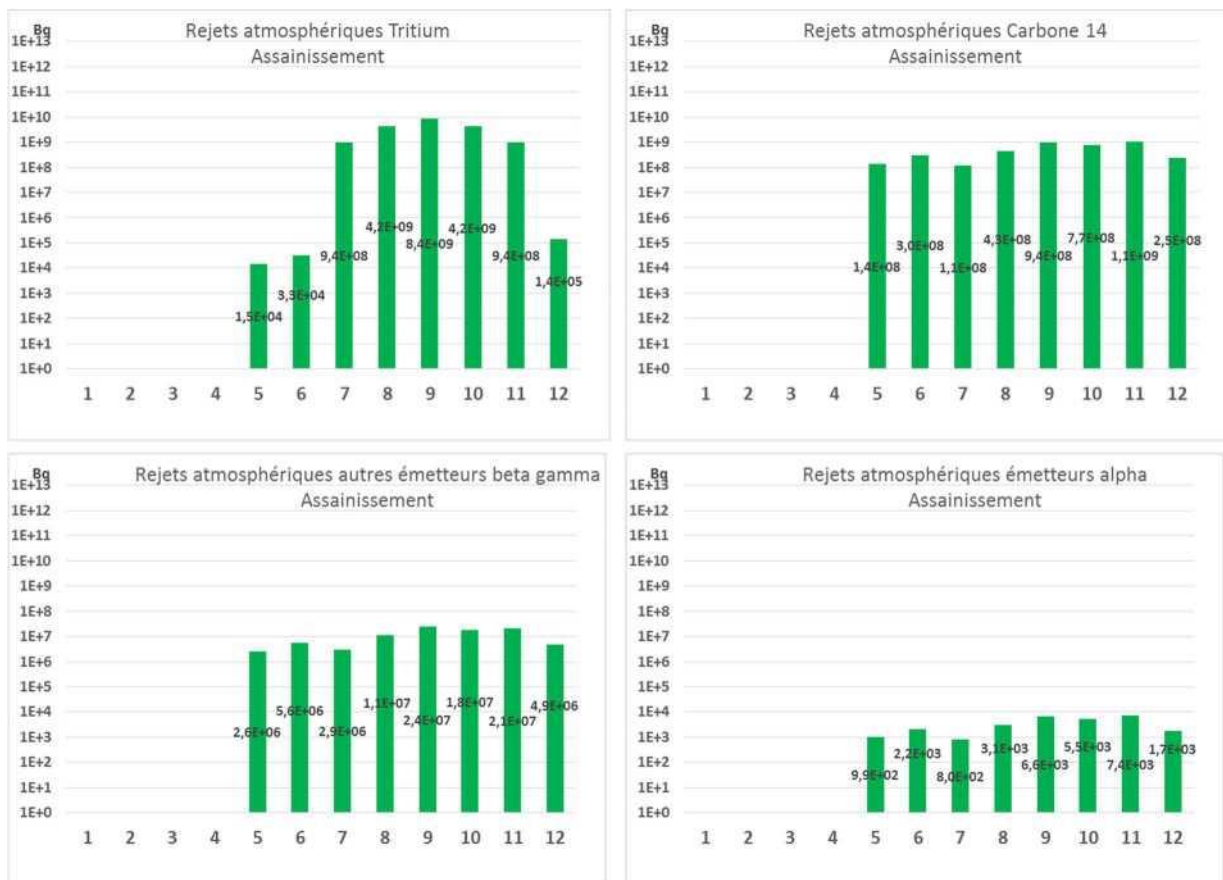


Abbildung h Geschätzte radioaktive Freisetzungen in der Luft nach Kategorien für die Sanierung

Ein Teil der Gebäudesanierung erfolgt nach der Einrichtung der modularen Lüftungseinheiten, die im Laufe des Jahres 8 geplant sind. Für jede Produktionseinheit wird eine modulare Lüftungseinheit installiert. Die Gebäude der Produktionseinheit Nr. 1 werden der modularen Lüftungseinheit 1 zugewiesen, die Gebäude der Produktionseinheit Nr. 2 werden der modularen Lüftungseinheit 2 zugewiesen. Konservativ wird die Sanierung der BAN und der BAN-Stollen als den beiden modularen Lüftungseinheiten zugeordnet, was bedeutet, dass sie zweimal gezählt wird.

3.4. AN BETRIEBLICHE TÄTIGKEITEN GEBUNDENE RADIOAKTIVE FREISETZUNGEN

Zusätzlich zu den Rückwürfen, die in unmittelbarem Zusammenhang mit der Stilllegung stehen (geschätzt in den Paragraphen [3.1](#), [3.2](#) und [3.3](#)), sind bei der Schätzung der Rückwürfe nicht unmittelbar mit der Stilllegung

zusammenhängende Rückwürfe zu berücksichtigen: dabei handelt es sich um Freisetzungen im Zusammenhang mit dem laufenden Betrieb des Standorts (Betrieb des Waschalons, Bodenwäsche, punktuelle Dekontaminationen (Werkzeuge, Schwimmbäder usw.)) und Einleitungen im Zusammenhang mit Betriebsende, die nicht in der Phase des Vorabbaus durchgeführt wurden (Verdunstung und Entleerung von Kapazitäten, die sich aus dem Betrieb des CNPE noch während des Abbaus ergeben, usw.).

Die Schätzung dieser radioaktiven Freisetzungen in die Luft und in Flüssigkeiten, sogenannte Freisetzungen im Zusammenhang mit betrieblichen Tätigkeiten, ist nachstehend dargestellt.

3.4.1. ABLEITUNGEN AN VERDAMPFUNG UND ENTLERUNG SCHWIMMBÄDER BK

Während des Betriebs des CNPE muss bei Vorhandensein von Brennstoffen das Deaktivierungsbecken jedes brennbaren Gebäudes (BK) im Borwasser gehalten werden, um die nukleare Reaktion zu kontrollieren und die Sicherheit zu gewährleisten. Zuschläge werden durchgeführt, um die Verdunstung zu kompensieren. Nach dem Abtransport des Brennstoffs ist das Vorhandensein von Bor nicht mehr erforderlich. Ziel ist es, das gesamte Bor vor dem Beginn des Abbaus zu behandeln. Angesichts des umfangreichen Bestands an Borsäure in der Anlage, insbesondere in diesen brennbaren Schwimmbädern, ist jedoch nicht garantiert, dass der gesamte Bor vor Beginn des Abbaus verarbeitet wird und somit die Schwimmbäder vollständig entleert werden konnten. Daher wird konservativ davon ausgegangen, dass die Schwimmbäder der beiden BK-Gebäude zu Beginn des Abbaus in Borwasser sind.

Die damit verbundenen radioaktiven Stoffe würden in diesem Fall während der Stilllegungsphase potenziell freigesetzt:

- atmosphärische radioaktive Abwässer im Zusammenhang mit der Verdunstung von Wasser in BK-Pools, solange sie nicht entleert werden;
- flüssige radioaktive Abwässer im Zusammenhang mit der Entleerung dieser Schwimmbäder.

3.4.1.1. Physikalische und radiologische Daten

Zur Bewertung der damit verbundenen Ableitungen wird davon ausgegangen, dass die Aktivität in den BK-Pools der Höchstaktivität entspricht, die während der Laufzeit des CNPE festgestellt wurde, nämlich:

- höchstens 841 MBq/T Tritium (im Zeitraum 2016-2017), gerundet auf 900 MBq/T;
- höchstens 0,69 MBq/T in Beta-Gamma-Sendern (im Zeitraum 2016-2017), gerundet auf 1 MBq/T. Das Spektrum für „andere Beta-Gamma-Sender“ ist das PTR-Spektrum (siehe [Ziffer 3.1.4.1, Tabelle i](#)).

Das zugehörige Volumen beträgt 1 560 m³ Pool.

3.4.1.2. Bewertung der Verdunstung

Der Verdunstungsdurchsatz wird in gleicher Weise berechnet wie die Verdunstung von Schwimmbädern in BR-Gebäuden (siehe [Ziffer 3.2.3](#)).

Der für die Berechnung der Verdunstung verwendete Wert von ϵ hängt von den Bewegungen des Wassers an der Oberfläche ab. Da in den BK-Pools in den meisten Fällen keine Arbeiten durchgeführt werden, wird ein Wert von 10 kg/m²/h für die BK-Schwimmbäder berücksichtigt. Die Belüftungsleistung beträgt 20 000 m³/h.

Verschiedene Berechnungen werden durchgeführt und in der [Tabelle dd](#) dargestellt.

| Schwimmbad BK | Oberfläche Wasserdecke (m ²) | Koeff evap (kg/m ² /h) | X" (kg/kgair) | Qventil (m ³ /h) | Xsoufflé | Rho | XEQ (kgeau/kgair) | Qévap (kg/h) |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|---------------|-----------------------------|----------|-----|-------------------|--------------|
| Winter (T=-28 °C/Feuchtigkeit = 90 %) | 123 | 10 | 0,01469 | 20000 | 0,00034 | 1,2 | 0,00103655 | 16,80 |
| Winter (T=-15 °C/Feuchtigkeit = 90 %) | 123 | 10 | 0,01469 | 20000 | 0,00106 | 1,2 | 0,00172059 | 15,96 |
| Sommer (T=30 °C/Feuchtigkeit = 30 %) | 123 | 10 | 0,01469 | 20000 | 0,00792 | 1,2 | 0,00825005 | 7,93 |
| Hülle Fall (Feuchtigkeit =0 %) | 123 | 10 | 0,01469 | 20000 | 0 | 1,2 | 0,00071634 | 17,19 |

Tabelle dd Berechnung der Verdunstung für jeden der BK-Pools

Der Wert von 17,19 kg/h, vernünftigerweise Umschlag, wird beibehalten.

3.4.1.3. Behandlung von Rückwürfen

Vor der Freisetzung durch einen der Ableitungsschächte in die Umwelt werden die aus der Verdunstung gewonnenen Abwässer durch einen THE-Filter (Sehr hohe Effizienz) gefiltert. Der gewählte Behandlungskoeffizient beträgt 1000 (1 THE-Filter) für alle Radionuklide ohne Tritium, Kohlenstoff 14, bei denen die Filtereffizienz als Null eingestuft wird (siehe Kapitel 2, Ziffer 2.5.2).

Der Behandlungskoeffizient für flüssige Abwässer beträgt 10⁴ (entsprechend einer Harzbehandlung) für alle Radionuklide ohne Tritium und Kohlenstoff 14, bei denen die Wirksamkeit als Null gilt (siehe Kapitel 2, Ziffer 2.5.1).

3.4.1.4. Ergebnis der Schätzung der Ableitungen im Zusammenhang mit dem Betrieb und der Entleerung von Schwimmbädern BK

Die damit verbundenen Freisetzungen sind in der [Tabelle ee](#) (Luftableitung) und in der [Tabelle ff](#) (Flüssigkeitsableitungen) dargestellt.

| Jährliche gasförmige Emissionen | Bq/Jahr |
|---------------------------------|-----------------------|
| Tritium | 1,4.10 ⁺¹¹ |
| Kohlenstoff 14 | 1,1.10 ⁺⁰⁷ |
| Andere Beta-/Gammassender | 5,4.10 ⁺⁰³ |
| Alpha | & 1 |

Tabelle ee jährliche atmosphärische radioaktive Freisetzungen im Zusammenhang mit der Verdunstung eines BK-Pools, sowohl dass die BK-Pools im Wasser sind

| Flüssige Ableitungen im Jahr der Entleerung | Bq/Jahr |
|---|-----------------------|
| Tritium | 1,4.10 ⁺¹² |
| Kohlenstoff 14 | 1,1.10 ⁺⁰⁸ |
| Andere Beta-/Gammassender | 5,6.10 ⁺⁰⁵ |
| Alpha | 8,6.10 ⁺⁰¹ |

Tabelle ff Flüssige radioaktive Ableitungen im Zusammenhang mit der Entleerung eines Pools BK, Jahr der Entleerung

3.4.2. RADIOAKTIVE FREISETZUNGEN, DIE MIT DEM BETRIEB DES WASCHALONS, DEN BODENREINIGUNGSOPERATIONEN UND DEN PUNKTUELLEN DECONTAMINATIONEN VERBUNDEN SIND

Während des Betriebs des CNPE wurden flüssige radioaktive Freisetzen im Zusammenhang mit dem Betrieb des Waschalons, der Bodenwäsche und der punktuellen Dekontamination nicht speziell bewertet, da sie angesichts der Ableitungen im Zusammenhang mit dem Betrieb des CNPE vernachlässigbar waren.

In der Stilllegungsphase, abgesehen von der Abwrackung unter Wasser, werden die meisten Vorgänge trocken durchgeführt und keine flüssigen Ableitungen erzeugt.

Diese flüssigen Betriebsabwässer werden somit vorherrschend.

Es wird eine Schätzung der jährlichen Aktivität der radioaktiven Ableitungen in flüssiger Form vorgenommen. Die Freisetzen in die Luft, die mit laufenden Betrieben verbunden sind, wie das Waschen von Wäsche und Räumen, gelten als vernachlässigbar gegenüber den Abwrackvorgängen; dies wird für das Waschen der Wäsche durch die Überprüfung bestätigt, dass in der Betriebsphase des CNPE keine Freisetzen beim Abgesandten des BES festgestellt wurden.

Es wird angenommen, dass die Tätigkeit des Waschwassers 0,1 % der Tätigkeit ausmacht, die während des Stilllegungsvorgangs im Raum suspendiert wird (diese Tätigkeit wird nicht durch Belüftung wiederaufgenommen und findet sich auf dem Boden und den Werkzeugen wieder).

Die Aktivität der atmosphärischen Abwässer von Tritium und Kohlenstoff 14 beträgt maximal $3 \cdot 10^{11}$ Bq/Jahr und $4 \cdot 10^{11}$ Bq/Jahr (siehe [Tabelle ii](#)), was einer Gesamtaktivität bei flüssigen Abwässern von $3 \cdot 10^8$ bzw. $4 \cdot 10^8$ Bq/Jahr für Tritium und Kohlenstoff 14 entspricht.

Da es keine Erfahrungen mit der Tätigkeit von Flüssigabwässern im Zusammenhang mit diesen Vorgängen gibt (insbesondere gibt es keine Erfahrungen mit dem Waschen von kontrollierten Flächenkleidungen für stillgelegte Standorte, da diese von den in Betrieb befindlichen CNPE-Waschanlagen durchgeführt wird), wird für die Anträge auf Grenzwerte ein Unsicherheitskoeffizient von 100 % für die mit diesen Vorgängen verbundenen Abwässer angewandt.

Für die anderen Beta-Gamma-Emittenten wird unter Berücksichtigung der Behandlung des flüssigen Abwassers vor der Ableitung eine Schätzung zugrunde gelegt, die sich auf Folgendes stützt:

- die in [Anhang 2 Ziffer 2.3.1 vorgenommene Schätzung des Betriebsabgasvolumens](#): die Schätzung des Waschabwassers für den Stilllegungszeitraum beträgt ca. $1\,100\text{ m}^3$. Zur Berücksichtigung aller möglichen Abwässer (Waschen der Räume, Waschen der Werkzeuge, punktuellen Dekontaminationen...) wird dieser Wert auf $2\,000\text{ m}^3$ gerundet. Zu beachten ist, dass dieses Volumen weder die Entleerung der BR-Pools, die bei der Stilllegung berücksichtigt werden, noch die in [Absatz 3.4.1](#) berücksichtigten Entleerungen der BK-Pools umfasst;
- eine Schätzung der Volumenaktivität in anderen Beta-Gamma-Emittenten dieser Abwässer auf der Grundlage der aktuellen Erfahrungen mit der Tätigkeit in den Ableitungsbehältern, d. h. höchstens 200 Bq/l, verteilt auf das atmosphärische Abwasserspektrum.

Die jährliche Aktivität in anderen Beta-Gamma-Sendern wird daher auf $2000 \times 1000 \times 200 = 4,108$ Bq geschätzt.

Die Volumenaktivität in Alpha-Sendern wird als unterhalb der Nachweisgrenze betrachtet.

3.4.3. SCHÄTZUNG DER FREISETZUNGEN AUS DEM BETRIEB

3.4.3.1. Radioaktive Freisetzen in die Luft im Zusammenhang mit Freisetzen aus dem Betrieb

Die geschätzten Tätigkeiten der radioaktiven Freisetzen in die Nutzung in die Luft nach Jahr und Kategorie von Radionukliden aller Schornsteine sind in [Tabelle gg](#) und in [Abbildung i](#) dargestellt.

Werte unter 1 Bq/Jahr werden nicht angegeben.

| Freisetzen in die Luft | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Jahr 1 Bq/Jahr | Jahr 2 Bq/Jahr | Jahr 3 Bq/Jahr | Jahr 4 Bq/Jahr | Jahr 5 Bq/Jahr | Jahr 6 Bq/Jahr | Jahr 7 Bq/Jahr |
| Tritium | $2,7 \cdot 10^{11}$ | $2,7 \cdot 10^{11}$ | $1,4 \cdot 10^{11}$ | $1,4 \cdot 10^{11}$ | $1,4 \cdot 10^{11}$ | $1,4 \cdot 10^{11}$ | $1,4 \cdot 10^{11}$ |
| Kohlenstoff 14 | $2,2 \cdot 10^{07}$ | $2,2 \cdot 10^{07}$ | $1,1 \cdot 10^{07}$ | $1,1 \cdot 10^{07}$ | $1,1 \cdot 10^{07}$ | $1,1 \cdot 10^{07}$ | $1,1 \cdot 10^{07}$ |
| Beta Gamma | $1,1 \cdot 10^{04}$ | $1,1 \cdot 10^{04}$ | $5,4 \cdot 10^{03}$ | $5,4 \cdot 10^{03}$ | $5,4 \cdot 10^{03}$ | $5,4 \cdot 10^{03}$ | $5,4 \cdot 10^{03}$ |
| Alpha | 1,7 | 1,7 | — | — | — | — | — |

Tabelle gg Geschätzte atmosphärische radioaktive Ableitungen nach Kategorien für den Betrieb

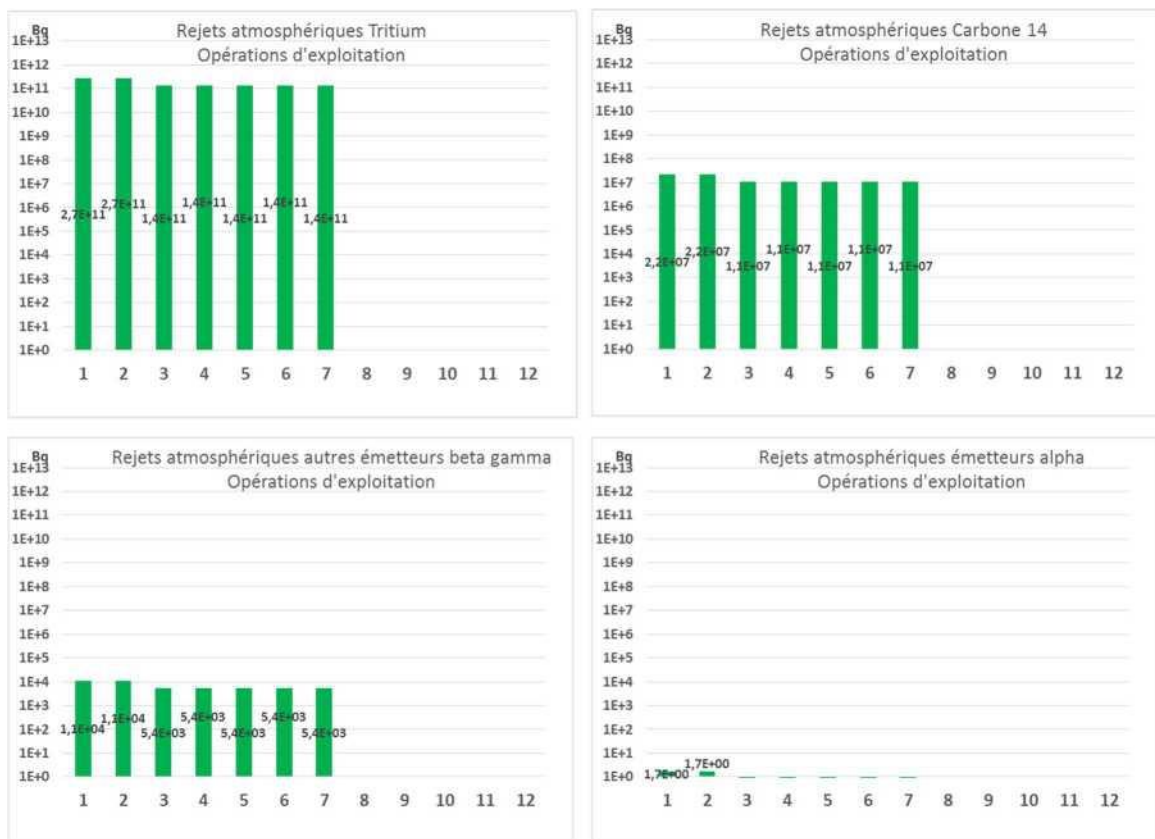


Abbildung i Geschätzte atmosphärische radioaktive Freisetzen nach Kategorien für betriebliche Tätigkeiten

3.4.3.2. Flüssige radioaktive Freisetzungen im Zusammenhang mit Freisetzungen aus dem Betrieb

Die geschätzten Tätigkeiten der flüssigen radioaktiven Freisetzungen aus dem Betrieb nach Jahr und Kategorie von Radionukliden sind in [Tabelle hh](#) und in [Abbildung j](#) dargestellt.

Werte unter 1 Bq/Jahr werden nicht angegeben.

| Flüssige Ableitungen | Jahr 1 | Jahr 2 | Jahr 3 | Jahr 4 | Jahr 5 | Jahr 6 | Jahr 7 | Jahr 8 |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| Tritium | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $1,4 \cdot 10^{+12}$ | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $1,4 \cdot 10^{+12}$ |
| Kohlenstoff 14 | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $5,1 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $5,1 \cdot 10^{+08}$ |
| Beta Gamma | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ |
| Alpha | – | – | $8,6 \cdot 10^{+01}$ | – | – | – | – | $8,6 \cdot 10^{+01}$ |

Tabelle hh Geschätzte flüssige radioaktive Ableitungen nach Kategorien für Betriebstätigkeiten

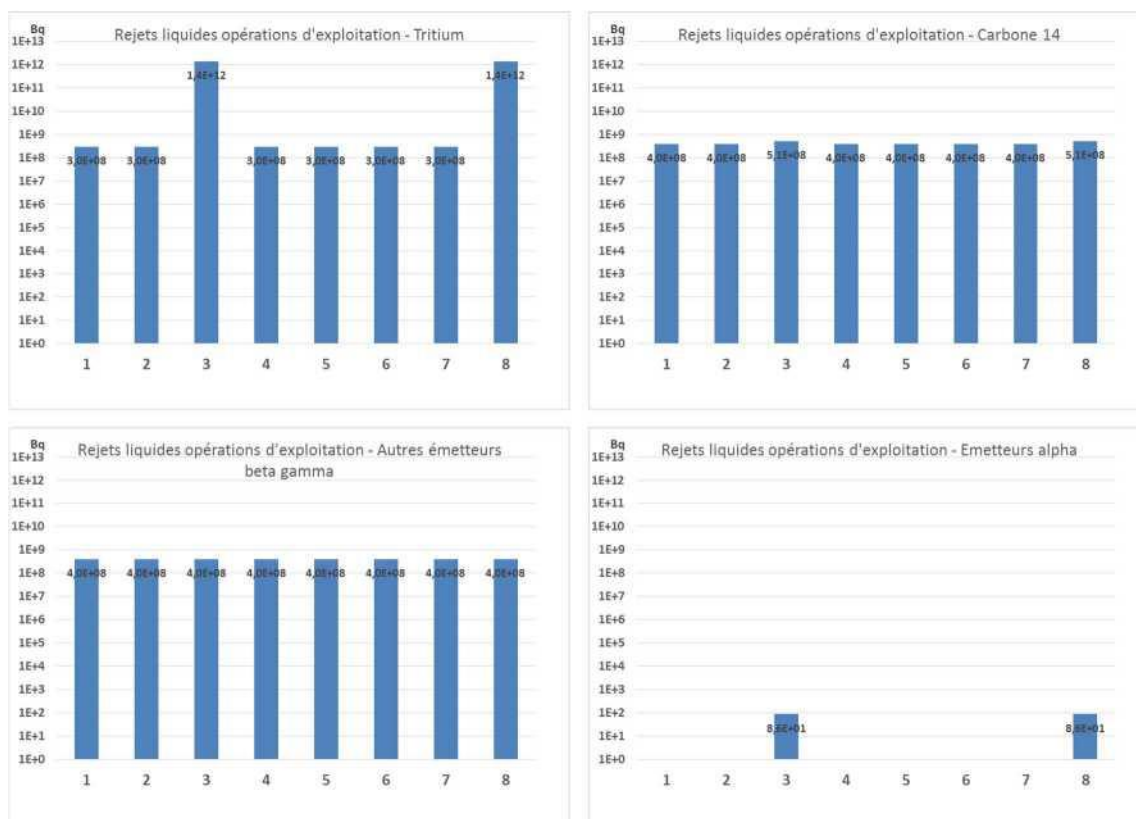


Abbildung j Geschätzte flüssige radioaktive Ableitungen nach Kategorien für den Betrieb

4. ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER ATMOSPHERISCHEN RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN

4.1. ERGEBNISSE DER GESAMTABLEITUNGEN PRO JAHR UND KATEGORIE VON RADIONUKLEIDEN

Die geschätzten Tätigkeiten der radioaktiven Freisetzungen in die Luft nach Jahr und Kategorie von Radionukliden aller Schornsteine, einschließlich Freisetzungen im Zusammenhang mit der elektromechanischen Stilllegung (Abschnitt 3.1 und 3.2), Ableitungen im Zusammenhang mit der Sanierung (Absatz 3.3) und Ableitungen aus dem Betrieb (Absatz 3.4), sind in Tabelle ii aufgeführt.

| Freisetzungen in die Luft | | | | | | |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Luft | Jahr 1 Bq/Jahr | Jahr 2 Bq/Jahr | Jahr 3 Bq/Jahr | Jahr 4 Bq/Jahr | Jahr 5 Bq/Jahr | Jahr 6 Bq/Jahr |
| Tritium | $2,7 \cdot 10^{+11}$ | $2,7 \cdot 10^{+11}$ | $1,4 \cdot 10^{+11}$ | $1,8 \cdot 10^{+11}$ | $2,2 \cdot 10^{+11}$ | $2,9 \cdot 10^{+11}$ |
| Kohlenstoff 14 | $6,7 \cdot 10^{+11}$ | $1,9 \cdot 10^{+09}$ | $1,6 \cdot 10^{+09}$ | $1,1 \cdot 10^{+11}$ | $2,4 \cdot 10^{+11}$ | $4,1 \cdot 10^{+11}$ |
| Beta Gamma | $9,4 \cdot 10^{+06}$ | $2,5 \cdot 10^{+07}$ | $1,3 \cdot 10^{+07}$ | $4,1 \cdot 10^{+07}$ | $4,4 \cdot 10^{+07}$ | $8,5 \cdot 10^{+07}$ |
| Alpha | $1,5 \cdot 10^{+03}$ | $3,9 \cdot 10^{+03}$ | $2,0 \cdot 10^{+03}$ | $8,0 \cdot 10^{+02}$ | $1,1 \cdot 10^{+03}$ | $5,7 \cdot 10^{+03}$ |

| Freisetzungen in die Luft | | | | | | |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Luft | Jahr 7 Bq/Jahr | Jahr 8 Bq/Jahr | Jahr 9 Bq/Jahr | Jahr 10 Bq/Jahr | Jahr 11 Bq/Jahr | Jahr 12 Bq/Jahr |
| Tritium | $2,1 \cdot 10^{+11}$ | $4,2 \cdot 10^{+09}$ | $8,4 \cdot 10^{+09}$ | $4,2 \cdot 10^{+09}$ | $9,4 \cdot 10^{+08}$ | $1,8 \cdot 10^{+05}$ |
| Kohlenstoff 14 | $2,1 \cdot 10^{+11}$ | $4,0 \cdot 10^{+09}$ | $9,5 \cdot 10^{+08}$ | $7,7 \cdot 10^{+08}$ | $1,1 \cdot 10^{+09}$ | $2,5 \cdot 10^{+08}$ |
| Beta Gamma | $5,9 \cdot 10^{+07}$ | $4,2 \cdot 10^{+07}$ | $2,4 \cdot 10^{+07}$ | $1,8 \cdot 10^{+07}$ | $2,1 \cdot 10^{+07}$ | $4,9 \cdot 10^{+06}$ |
| Alpha | $9,0 \cdot 10^{+03}$ | $7,8 \cdot 10^{+03}$ | $6,6 \cdot 10^{+03}$ | $5,5 \cdot 10^{+03}$ | $7,4 \cdot 10^{+03}$ | $1,8 \cdot 10^{+03}$ |

Tabelle ii Geschätzte atmosphärische radioaktive Freisetzungen nach Kategorien für den gesamten Zeitraum Demontage

4.2. HISTOGRAMM DER ABLEITUNGEN

Die nachstehenden Abbildungen zeigen die voraussichtliche Entwicklung der geschätzten Tätigkeiten von radioaktiven Abwässern aus der Atmosphäre mit Tritium, Kohlenstoff 14, anderen P/y-Emittenten und α -Strahlern für alle Jahre des Abbaus, in denen alle Schornsteine für die Erzeugung von atmosphärischen radioaktiven Stoffen vorgesehen sind.



Abbildung k Geschätzte Tätigkeiten pro Jahr der radioaktiven Freisetzungen in die Luft durch Tritium

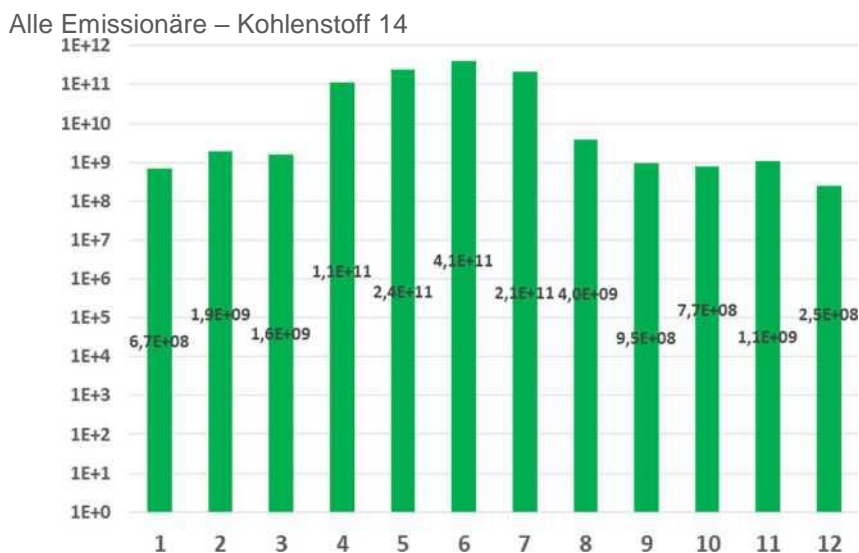


Abbildung geschätzte jährliche Tätigkeiten radioaktiver Kohlenstoffemissionen in die Luft 14

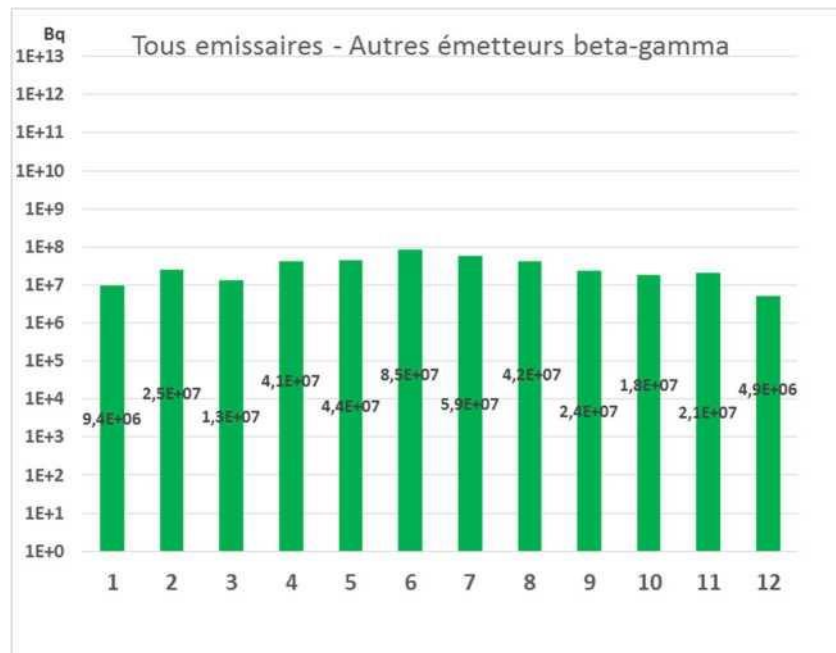


Abbildung m Geschätzte jährliche Tätigkeiten der radioaktiven Freisetzungen in die Luft in andere Sender ^/y

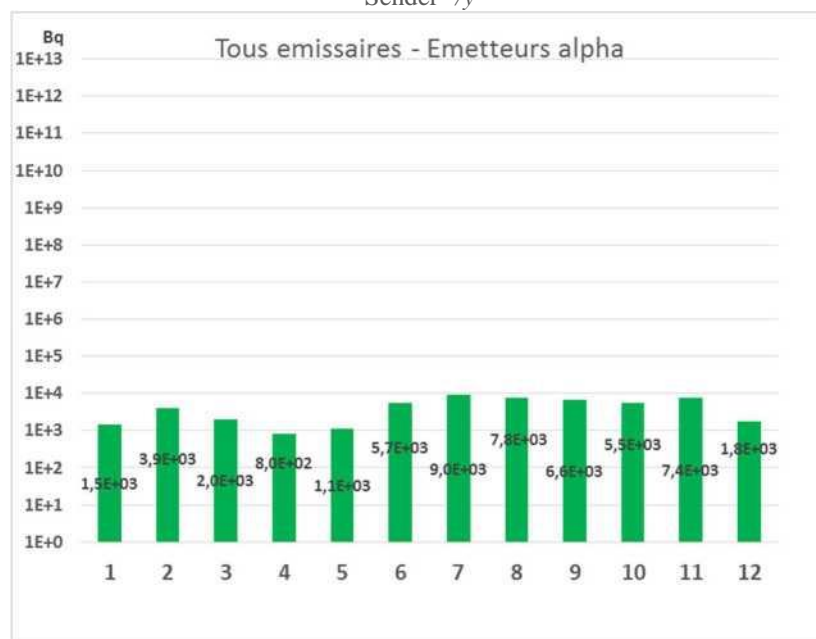


Abbildung n Geschätzte Tätigkeiten jährlicher radioaktiver Freisetzungen in die Luft

Alpha-Sender erreichen maximal 9 000 Bq/Jahr (siehe Abbildung n). In Anbetracht einer gleichmäßigen Verteilung der Emissionen von Alpha-Emittenten über die Stilllegungsjahre und einer durchschnittlichen Belüftungsleistung von 231 000 m³/h beträgt die durchschnittliche jährliche Volumenaktivität 4,4·10⁻⁶ Bq / m³. So weisen die entnommenen Aerosole keine Gesamalpha-Volumenaktivität künstlicher Herkunft auf, die über der Entscheidungsschwelle für die Messung liegt (~ 10⁻³ Bq / m³). Sie werden im Anschluss an die Bewertung der Rückwürfe nicht vorgelegt.

Die Entwicklung der Rückwürfe in Verbindung mit der Planung der Hauptphasen des Stilllegungsprojekts führt dazu, dass verschiedene Phasen der Ablehnung unterschieden werden:

- für Tritium eine erste Periode von Jahr 1 bis Jahr 7, die der Phase entspricht, in der die Schwimmbäder BR oder BK im Wasser liegen (erheblicher Beitrag aufgrund der Verdunstung der Schwimmbäder, siehe [Abschnitt 3.4.1.4](#)) und eine zweite Periode des Jahres 8 bis zum Jahr 12, die nach dem Entleeren aller Schwimmbäder beginnt;
- für Kohlenstoff 14, drei Perioden: vom Jahr 1 bis zum Jahr 3, dann vom Jahr 8 bis zum Jahr 12 mit einem Grundableitungsniveau und einem höheren Ableitungszeitraum von Jahr 4 bis Jahr 7, der dem Abbau des Beckens und der Innenräume unter Wasser in den BR-Pools entspricht (siehe [Ziffer 3.2.7](#));
- bei anderen Beta-/Gamma-Emittenten bleiben die Ableitungen während des gesamten Abbaus in der gleichen Größenordnung, es wird kein Abwurfzeitraum unterschieden.

4.3. SORTIERUNG VON RADIONUKLEIDEN

Mit Ausnahme der Kategorien „ ^3H “ und „ ^{14}C “ können die Kategorien, für die ein Antrag auf Genehmigung von Ableitungen gestellt werden kann, möglicherweise aus mehreren Radionukliden bestehen. Diese „multielementaren“ Kategorien sind zu sortieren, um nur die für jede dieser Kategorien repräsentativen überwiegenden Radionuklide zu erhalten.

Als überwiegende Radionuklide gelten Radionuklide, die mehr als 1 % der jährlichen Aktivität ihrer Zugehörigkeitskategorie ausmachen ODER, deren potenzieller Beitrag zur jährlichen effektiven Dosis, berechnet auf der Grundlage der geschätzten Ableitungen (alle Kategorien), über 1 % aller Schornsteine beträgt.

Endgültig ausgeschlossen sind Radionuklide, die weniger als 1 % der jährlichen Aktivität ihrer Zugehörigkeitskategorie ET ausmachen, deren Beitrag zur effektiven Jahresdosis, berechnet auf der Grundlage der geschätzten Ableitungen (alle Kategorien), weniger als 1 % beträgt.

Die vorherrschenden Radionuklide für die Freisetzung in die Luft und ihre Verteilung innerhalb ihrer Zugehörigkeitskategorie sind in [Tabelle jj](#) angegeben.

Zu den überwiegenden Radionukliden der Kategorie β/γ kommen Tritium und Kohlenstoff 14 als eigenständige Kategorie hinzu.

| Kategorie | Tritium | Kohlenstoff 14 | Andere Beta-/Gammasender | | | | | | |
|--|----------------|-----------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Radionuklid | ^3UHR | ^{14}c | ^{60}Co | ^{55}Fe | ^{63}Ni | ^{90}Sr | ^{152}Eu | ^{137}Cs | $^{108}\text{m,g}$ |
| Aufteilung innerhalb der Kategorie (%) | 100 | 100 | 23 | 30 | 45 | 0,9 | 0,5 | 0,2 | 0,4 |

Tabelle jj Liste der vorherrschenden Radionuklide für Freisetzungen in die Luft und Verteilung innerhalb ihrer Kategorie

Hinweis: Die in [Tabelle jj](#) aufgeführten Radionuklide werden in [Kapitel 6 Absatz 6.3](#) zur Erfassung radioaktiver Freisetzungen in die Luft verwendet.

4.4. KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE DER GESCHÄTZTEN ABLEITUNGEN MIT ÜBERWIEGENDEM RADIONUCLEID

4.4.1. KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER EINLEITUNGEN AUF ALLEN WEGEN

Die geschätzten Tätigkeiten der radioaktiven Freisetzungen in die Luft pro Jahr und mit überwiegendem Radionuklid aus allen Schornsteinen, einschließlich Freisetzungen im Zusammenhang mit der elektromechanischen Stilllegung, sanierungsbedingten Ableitungen und Freisetzungen aus dem Betrieb, sind in [Tabelle kk aufgeführt](#). Dieses Detail ist

notwendig, um die Messbarkeit von Radionukliden zu bewerten und anschließend die damit verbundenen Grenzwerte zu bestimmen.

| Jahr | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Freisetzungen in die Luft | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| ³ UHR | 2,7.10 ⁺¹¹ | 2,7.10 ⁺¹¹ | 1,4.10 ⁺¹¹ | 1,8.10 ⁺¹¹ | 2,2.10 ⁺¹¹ | 2,9.10 ⁺¹¹ | 2,1.10 ⁺¹¹ | 4,2.10 ⁺⁰⁹ | 8,4.10 ⁺⁰⁹ | 4,2.10 ⁺⁰⁹ | 9,4.10 ⁺⁰⁸ | 1,8.10 ⁺⁰⁵ |
| ¹⁴ C | 6,7.10 ⁺⁰⁸ | 1,9.10 ⁺⁰⁹ | 1,6.10 ⁺⁰⁹ | 1,1.10 ⁺¹¹ | 2,4.10 ⁺¹¹ | 4,1.10 ⁺¹¹ | 2,1.10 ⁺¹¹ | 4,0.10 ⁺⁰⁹ | 9,5.10 ⁺⁰⁸ | 7,7.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁹ | 2,5.10 ⁺⁰⁸ |
| ⁶⁰ Co | 2,6.10 ⁺⁰⁶ | 7,2.10 ⁺⁰⁶ | 3,7.10 ⁺⁰⁶ | 1,1.10 ⁺⁰⁷ | 1,2.10 ⁺⁰⁷ | 2,2.10 ⁺⁰⁷ | 1,6.10 ⁺⁰⁷ | 9,6.10 ⁺⁰⁶ | 2,1.10 ⁺⁰⁶ | 1,6.10 ⁺⁰⁶ | 1,5.10 ⁺⁰⁶ | 4,2.10 ⁺⁰⁵ |
| ⁵⁵ Fe | 3,0.10 ⁺⁰⁶ | 8,1.10 ⁺⁰⁶ | 4,2.10 ⁺⁰⁶ | 1,5.10 ⁺⁰⁷ | 1,6.10 ⁺⁰⁷ | 2,9.10 ⁺⁰⁷ | 1,9.10 ⁺⁰⁷ | 1,2.10 ⁺⁰⁷ | 4,8.10 ⁺⁰⁶ | 2,7.10 ⁺⁰⁶ | 9,7.10 ⁺⁰⁵ | 2,1.10 ⁺⁰⁵ |
| ⁶³ Ni | 3,6.10 ⁺⁰⁶ | 9,7.10 ⁺⁰⁶ | 5,0.10 ⁺⁰⁶ | 1,4.10 ⁺⁰⁷ | 1,6.10 ⁺⁰⁷ | 3,3.10 ⁺⁰⁷ | 2,3.10 ⁺⁰⁷ | 1,9.10 ⁺⁰⁷ | 1,6.10 ⁺⁰⁷ | 1,3.10 ⁺⁰⁷ | 1,8.10 ⁺⁰⁷ | 4,1.10 ⁺⁰⁶ |
| ⁹⁰ Sr | 1,2.10 ⁺⁰⁵ | 3,2.10 ⁺⁰⁵ | 1,6.10 ⁺⁰⁵ | 6,5.10 ⁺⁰⁴ | 6,2.10 ⁺⁰⁴ | 4,0.10 ⁺⁰⁵ | 7,0.10 ⁺⁰⁵ | 5,5.10 ⁺⁰⁵ | 3,7.10 ⁺⁰⁵ | 3,1.10 ⁺⁰⁵ | 4,1.10 ⁺⁰⁵ | 9,8.10 ⁺⁰⁴ |
| ¹⁵² Eu | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,4.10 ⁺⁰⁴ | 4,2.10 ⁺⁰⁵ | 8,4.10 ⁺⁰⁵ | 4,2.10 ⁺⁰⁵ | 9,4.10 ⁺⁰⁴ | 0 |
| ¹³⁷ Cs | 2,3.10 ⁺⁰⁴ | 6,2.10 ⁺⁰⁴ | 3,2.10 ⁺⁰⁴ | 1,3.10 ⁺⁰⁴ | 1,2.10 ⁺⁰⁴ | 7,8.10 ⁺⁰⁴ | 1,4.10 ⁺⁰⁵ | 1,1.10 ⁺⁰⁵ | 7,2.10 ⁺⁰⁴ | 6,0.10 ⁺⁰⁴ | 8,1.10 ⁺⁰⁴ | 1,9.10 ⁺⁰⁴ |
| ¹⁰⁸ mAg | 3,5.10 ⁺⁰⁴ | 9,6.10 ⁺⁰⁴ | 4,9.10 ⁺⁰⁴ | 1,9.10 ⁺⁰⁴ | 2,8.10 ⁺⁰⁴ | 1,4.10 ⁺⁰⁵ | 2,2.10 ⁺⁰⁵ | 1,9.10 ⁺⁰⁵ | 1,7.10 ⁺⁰⁵ | 1,4.10 ⁺⁰⁵ | 1,9.10 ⁺⁰⁵ | 4,5.10 ⁺⁰⁴ |
| Tritium | 2,7.10 ⁺¹¹ | 2,7.10 ⁺¹¹ | 1,4.10 ⁺¹¹ | 1,8.10 ⁺¹¹ | 2,2.10 ⁺¹¹ | 2,9.10 ⁺¹¹ | 2,1.10 ⁺¹¹ | 4,2.10 ⁺⁰⁹ | 8,4.10 ⁺⁰⁹ | 4,2.10 ⁺⁰⁹ | 9,4.10 ⁺⁰⁸ | 1,8.10 ⁺⁰⁵ |
| Kohlenstoff14 | 6,7.10 ⁺⁰⁸ | 1,9.10 ⁺⁰⁹ | 1,6.10 ⁺⁰⁹ | 1,1.10 ⁺¹¹ | 2,4.10 ⁺¹¹ | 4,1.10 ⁺¹¹ | 2,1.10 ⁺¹¹ | 4,0.10 ⁺⁰⁹ | 9,5.10 ⁺⁰⁸ | 7,7.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁹ | 2,5.10 ⁺⁰⁸ |
| Weitere Beta/Gamma | 9,4.10 ⁺⁰⁶ | 2,5.10 ⁺⁰⁷ | 1,3.10 ⁺⁰⁷ | 4,1.10 ⁺⁰⁷ | 4,4.10 ⁺⁰⁷ | 8,5.10 ⁺⁰⁷ | 5,9.10 ⁺⁰⁷ | 4,2.10 ⁺⁰⁷ | 2,4.10 ⁺⁰⁷ | 1,8.10 ⁺⁰⁷ | 2,1.10 ⁺⁰⁷ | 4,9.10 ⁺⁰⁶ |

Tabelle kk Geschätzte atmosphärische radioaktive Freisetzungen pro Radioelement und Jahr für die gesamte Stilllegungszeit (alle Schornsteine zusammen)

Einzelheiten der geschätzten Tätigkeiten der jährlichen radioaktiven Freisetzungen in die Luft und das überwiegende Radionuklid, einschließlich der Freisetzungen im Zusammenhang mit der elektromechanischen Stilllegung, der Einleitungen im Zusammenhang mit der Sanierung und der Freisetzung aus dem Betrieb, sind der [Tabelle1 in Tabelle oo](#) zu entnehmen. In den Jahren 10 bis 12 der Stilllegung liegt die Summe der Freisetzungen je Schornstein etwas höher als die zuvor geschätzten Gesamtemissionen: diese Abweichung ist auf die doppelte Verbuchung der Sanierungsmaßnahmen des NB und der Stollen des NB zurückzuführen, die den einzelnen modularen Lüftungseinheiten zugewiesen sind (siehe [Ziffer 3.3.5](#)), dies ändert nichts an den Schlussfolgerungen der Schätzung.

4.4.2. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DES BAN

| Jahr | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Kamin des Ban | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| ³ UHR | 2,7.10 ⁺¹¹ | 2,7.10 ⁺¹¹ | 1,4.10 ⁺¹¹ | 1,8.10 ⁺¹¹ | 2,2.10 ⁺¹¹ | 2,9.10 ⁺¹¹ | 2,1.10 ⁺¹¹ | 4,2.10 ⁺⁰⁹ | 1,3.10 ⁺⁰⁹ |
| ¹⁴ c | 6,7.10 ⁺⁰⁸ | 1,9.10 ⁺⁰⁹ | 1,6.10 ⁺⁰⁹ | 1,1.10 ⁺¹¹ | 2,4.10 ⁺¹¹ | 4,1.10 ⁺¹¹ | 2,1.10 ⁺¹¹ | 4,0.10 ⁺⁰⁹ | 1,1.10 ⁺⁰⁸ |
| ⁶⁰ Co | 2,6.10 ⁺⁰⁶ | 7,2.10 ⁺⁰⁶ | 3,7.10 ⁺⁰⁶ | 1,1.10 ⁺⁰⁷ | 1,2.10 ⁺⁰⁷ | 2,2.10 ⁺⁰⁷ | 1,6.10 ⁺⁰⁷ | 9,6.10 ⁺⁰⁶ | 2,7.10 ⁺⁰⁵ |
| ⁵⁵ Fe | 3,0.10 ⁺⁰⁶ | 8,1.10 ⁺⁰⁶ | 4,2.10 ⁺⁰⁶ | 1,5.10 ⁺⁰⁷ | 1,6.10 ⁺⁰⁷ | 2,9.10 ⁺⁰⁷ | 1,9.10 ⁺⁰⁷ | 1,2.10 ⁺⁰⁷ | 7,0.10 ⁺⁰⁵ |
| ⁶³ Ni | 3,6.10 ⁺⁰⁶ | 9,7.10 ⁺⁰⁶ | 5,0.10 ⁺⁰⁶ | 1,4.10 ⁺⁰⁷ | 1,6.10 ⁺⁰⁷ | 3,3.10 ⁺⁰⁷ | 2,3.10 ⁺⁰⁷ | 1,9.10 ⁺⁰⁷ | 1,9.10 ⁺⁰⁶ |
| ⁹⁰ Sr | 1,2.10 ⁺⁰⁵ | 3,2.10 ⁺⁰⁵ | 1,6.10 ⁺⁰⁵ | 6,5.10 ⁺⁰⁴ | 6,2.10 ⁺⁰⁴ | 4,0.10 ⁺⁰⁵ | 7,0.10 ⁺⁰⁵ | 5,5.10 ⁺⁰⁵ | 4,4.10 ⁺⁰⁴ |
| ¹⁵² Eu | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,4.10 ⁺⁰⁴ | 4,2.10 ⁺⁰⁵ | 1,3.10 ⁺⁰⁵ |
| ¹³⁷ Cs | 2,3.10 ⁺⁰⁴ | 6,2.10 ⁺⁰⁴ | 3,2.10 ⁺⁰⁴ | 1,3.10 ⁺⁰⁴ | 1,2.10 ⁺⁰⁴ | 7,8.10 ⁺⁰⁴ | 1,4.10 ⁺⁰⁵ | 1,1.10 ⁺⁰⁵ | 8,7.10 ⁺⁰³ |
| ¹⁰⁸ mAg | 3,5.10 ⁺⁰⁴ | 9,6.10 ⁺⁰⁴ | 4,9.10 ⁺⁰⁴ | 1,9.10 ⁺⁰⁴ | 2,8.10 ⁺⁰⁴ | 1,4.10 ⁺⁰⁵ | 2,2.10 ⁺⁰⁵ | 1,9.10 ⁺⁰⁵ | 2,0.10 ⁺⁰⁴ |
| Tritium | 2,7.10 ⁺¹¹ | 2,7.10 ⁺¹¹ | 1,4.10 ⁺¹¹ | 1,8.10 ⁺¹¹ | 2,2.10 ⁺¹¹ | 2,9.10 ⁺¹¹ | 2,1.10 ⁺¹¹ | 4,2.10 ⁺⁰⁹ | 1,3.10 ⁺⁰⁹ |
| Kohlenstoff14 | 6,7.10 ⁺⁰⁸ | 1,9.10 ⁺⁰⁹ | 1,6.10 ⁺⁰⁹ | 1,1.10 ⁺¹¹ | 2,4.10 ⁺¹¹ | 4,1.10 ⁺¹¹ | 2,1.10 ⁺¹¹ | 4,0.10 ⁺⁰⁹ | 1,1.10 ⁺⁰⁸ |
| Weitere Beta/Gamma | 9,4.10 ⁺⁰⁶ | 2,5.10 ⁺⁰⁷ | 1,3.10 ⁺⁰⁷ | 4,1.10 ⁺⁰⁷ | 4,4.10 ⁺⁰⁷ | 8,5.10 ⁺⁰⁷ | 5,9.10 ⁺⁰⁷ | 4,2.10 ⁺⁰⁷ | 3,1.10 ⁺⁰⁶ |

Tabelle II Geschätzte atmosphärische radioaktive Freisetzungen pro Radioelement und Jahr
Kamin des Ban

4.4.3. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER MODULARE BELÜFTUNG 1

| Jahr | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Modulare Belüftung 1 | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| ³ UHR | 3,4.10 ⁺⁰⁹ | 9,0.10 ⁺⁰⁴ | 7,4.10 ⁺⁰⁴ | 3,6.10 ⁺⁰⁴ |
| ¹⁴ c | 2,8.10 ⁺⁰⁸ | 4,3.10 ⁺⁰⁸ | 7,8.10 ⁺⁰⁸ | 9,2.10 ⁺⁰⁷ |
| ⁶⁰ Co | 7,4.10 ⁺⁰⁵ | 7,2.10 ⁺⁰⁵ | 1,0.10 ⁺⁰⁶ | 1,9.10 ⁺⁰⁵ |
| ⁵⁵ Fe | 1,9.10 ⁺⁰⁶ | 3,5.10 ⁺⁰⁵ | 2,7.10 ⁺⁰⁵ | 1,2.10 ⁺⁰⁵ |
| ⁶³ Ni | 4,6.10 ⁺⁰⁶ | 7,2.10 ⁺⁰⁶ | 1,3.10 ⁺⁰⁷ | 1,6.10 ⁺⁰⁶ |
| ⁹⁰ Sr | 1,1.10 ⁺⁰⁵ | 1,7.10 ⁺⁰⁵ | 3,1.10 ⁺⁰⁵ | 3,7.10 ⁺⁰⁴ |
| ¹⁵² Eu | 3,4.10 ⁺⁰⁵ | — | — | — |
| ¹³⁷ Cs | 2,1.10 ⁺⁰⁴ | 3,4.10 ⁺⁰⁴ | 6,0.10 ⁺⁰⁴ | 7,4.10 ⁺⁰³ |
| ¹⁰⁸ mAg | 5,0.10 ⁺⁰⁴ | 7,9.10 ⁺⁰⁴ | 1,4.10 ⁺⁰⁵ | 1,7.10 ⁺⁰⁴ |
| Tritium | 3,4.10 ⁺⁰⁹ | 9,0.10 ⁺⁰⁴ | 7,4.10 ⁺⁰⁴ | 3,6.10 ⁺⁰⁴ |
| Kohlenstoff14 | 2,8.10 ⁺⁰⁸ | 4,3.10 ⁺⁰⁸ | 7,8.10 ⁺⁰⁸ | 9,2.10 ⁺⁰⁷ |
| Weitere Beta/Gamma | 7,8.10 ⁺⁰⁶ | 8,6.10 ⁺⁰⁶ | 1,5.10 ⁺⁰⁷ | 1,9.10 ⁺⁰⁶ |

Tabelle mm Geschätzte atmosphärische radioaktive Freisetzungen pro Radioelement und Jahr
modularer Lüftungskamin Produktionseinheit 1

4.4.4. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER MODULARE BELÜFTUNG 2

| Jahr | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Modulare Belüftung 2 | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| ³ UHR | 3,8.10 ⁺⁰⁹ | 4,2.10 ⁺⁰⁹ | 9,4.10 ⁺⁰⁸ | 5,0.10 ⁺⁰⁴ |
| ¹⁴ c | 5,6.10 ⁺⁰⁸ | 4,3.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁹ | 1,8.10 ⁺⁰⁸ |
| ⁶⁰ Co | 1,1.10 ⁺⁰⁶ | 1,1.10 ⁺⁰⁶ | 1,5.10 ⁺⁰⁶ | 3,4.10 ⁺⁰⁵ |
| ⁵⁵ Fe | 2,2.10 ⁺⁰⁶ | 2,5.10 ⁺⁰⁶ | 9,6.10 ⁺⁰⁵ | 1,9.10 ⁺⁰⁵ |
| ⁶³ Ni | 9,2.10 ⁺⁰⁶ | 7,3.10 ⁺⁰⁶ | 1,8.10 ⁺⁰⁷ | 3,0.10 ⁺⁰⁶ |
| ⁹⁰ Sr | 2,1.10 ⁺⁰⁵ | 1,7.10 ⁺⁰⁵ | 4,1.10 ⁺⁰⁵ | 7,3.10 ⁺⁰⁴ |
| ¹⁵² EU | 3,8.10 ⁺⁰⁵ | 4,2.10 ⁺⁰⁵ | 9,4.10 ⁺⁰⁴ | — |
| ¹³⁷ Cs | 4,2.10 ⁺⁰⁴ | 3,4.10 ⁺⁰⁴ | 8,1.10 ⁺⁰⁴ | 1,4.10 ⁺⁰⁴ |
| ¹⁰⁸ mAg | 1,0.10 ⁺⁰⁵ | 7,9.10 ⁺⁰⁴ | 1,9.10 ⁺⁰⁵ | 3,3.10 ⁺⁰⁴ |
| Tritium | 3,8.10 ⁺⁰⁹ | 4,2.10 ⁺⁰⁹ | 9,4.10 ⁺⁰⁸ | 5,0.10 ⁺⁰⁴ |
| Kohlenstoff14 | 5,6.10 ⁺⁰⁸ | 4,3.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁹ | 1,8.10 ⁺⁰⁸ |
| Weitere Beta/Gamma | 1,3.10 ⁺⁰⁷ | 1,2.10 ⁺⁰⁷ | 2,1.10 ⁺⁰⁷ | 3,7.10 ⁺⁰⁶ |

Tabelle nn Geschätzte Gesamtradioaktive Freisetzungen in die Luft je Radioelement und Jahr Kamin der modularen Belüftung Produktionseinheit 2

4.4.5. SCHÄTZUNG VON RÜCKWÜRFEN AUF DEM WEG DER MODULARE BELÜFTUNG 3

| Jahr | Abbau von Außenbehältern | Abbau des BES | |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 8 | 11 | 12 |
| Modulare Belüftung 3 | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| ³ UHR | 3,6.10 ⁺⁰⁶ | 3,7.10 ⁺⁰⁴ | 1,3.10 ⁺⁰⁵ |
| ¹⁴ c | 5,6.10 ⁺⁰⁴ | 7,1.10 ⁺⁰⁵ | 6,5.10 ⁺⁰⁷ |
| ⁶⁰ Co | 7,9.10 ⁺⁰² | 1,0.10 ⁺⁰⁴ | 8,3.10 ⁺⁰⁴ |
| ⁵⁵ Fe | 9,0.10 ⁺⁰² | 1,1.10 ⁺⁰⁴ | 2,1.10 ⁺⁰⁴ |
| ⁶³ Ni | 1,1.10 ⁺⁰³ | 1,4.10 ⁺⁰⁴ | 1,1.10 ⁺⁰⁶ |
| ⁹⁰ Sr | 35 | 4,4.10 ⁺⁰² | 2,5.10 ⁺⁰⁴ |
| ¹⁵² EU | — | — | — |
| ¹³⁷ Cs | 6,8 | 86 | 5,0.10 ⁺⁰³ |
| ¹⁰⁸ mAg | 11 | 1,3.10 ⁺⁰² | 1,2.10 ⁺⁰⁴ |
| Tritium | 3,6.10 ⁺⁰⁶ | 3,7.10 ⁺⁰⁴ | 1,3.10 ⁺⁰⁵ |
| Kohlenstoff14 | 5,6.10 ⁺⁰⁴ | 7,1.10 ⁺⁰⁵ | 6,5.10 ⁺⁰⁷ |
| Weitere Beta/Gamma | 2,8.10 ⁺⁰³ | 3,6.10 ⁺⁰⁴ | 1,2.10 ⁺⁰⁶ |

Tabelle oo Geschätzte atmosphärische radioaktive Freisetzungen pro Radioelement und Jahr Schornstein der modularen Belüftung 3 verwendet für den Abbau von Außenbehältern und dann BES

4.5. ABLEHNUNGSPERIODEN

Wie in [Ziffer 4.2](#) dargelegt, führt die Entwicklung der Rückwürfe in Verbindung mit der Planung der Hauptschritte des Stilllegungsprojekts zu einer Unterscheidung mehrerer Ablehnungszeiträume, die in den folgenden Abbildungen dargestellt sind ([Abbildung o](#) bis [Abbildung q](#)):

- für Tritium einen ersten Zeitraum, der der Phase entspricht, in der die BR- oder BK-Pools im Wasser liegen (erheblicher Beitrag aufgrund der Verdunstung der Schwimmbäder) und ein zweiter Zeitraum nach dem Entleeren aller Schwimmbäder;
- für Kohlenstoff 14, drei Perioden: zwei Zeiträume, die einem Grundableitungsniveau entsprechen und einen längeren Ableitungszeitraum einschließen, der dem Abbau des Beckens und der Innenräume unter Wasser in BR-Pools entspricht;
- bei anderen Beta-/Gamma-Emittenten bleiben die Ableitungen während des gesamten Abbaus in der gleichen Größenordnung, es wird kein Abwurfzeitraum unterschieden.

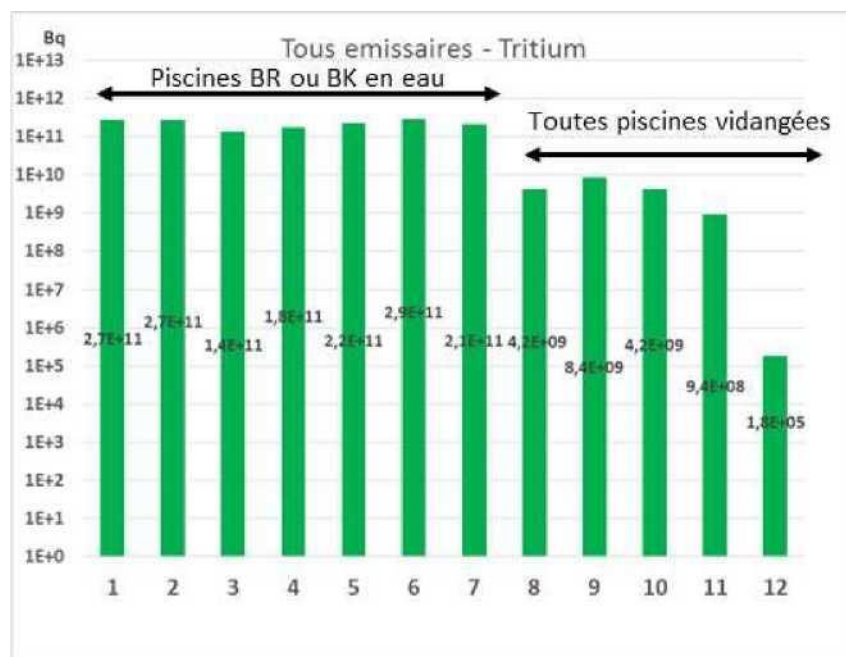


Abbildung o Ableitungsperioden für Tritium (atmosphärische Ableitungen)

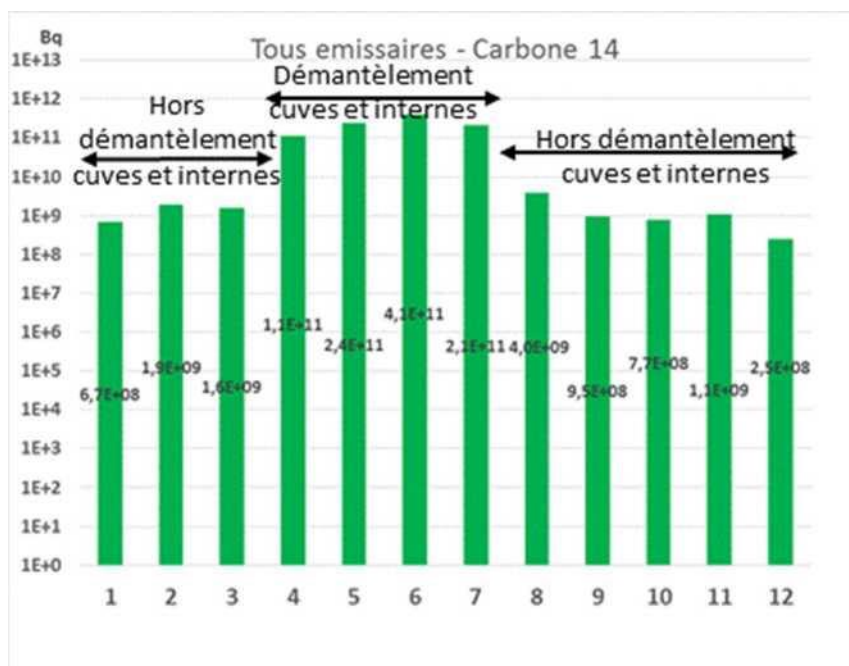


Abbildung p Emissionsperioden für Kohlenstoff 14 (Luftableitungen)

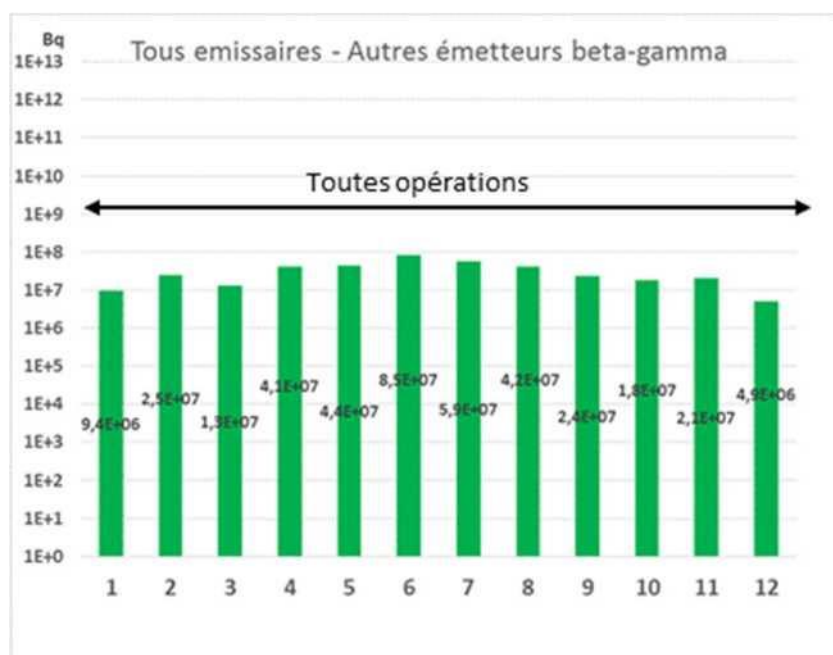


Abbildung q Ableitungszeitraum für andere Beta-Gamma-Strahler (atmosphärische Ableitungen)

So können für alle Radionuklide 3 Ableitungsphasen bestimmt werden, die auf der [Abbildung r](#):

- Phase 1: BK-Wasserbecken, leere BR-Pools (d. h. vor dem Abbau des Beckens und der Innenräume);

- Phase 2: BK-Wasser-Pools, BR-Wasserpools (d. h. während des Abbaus des Beckens und der Innenräume unter Wasser);
- Phase 3: BK- und BR-Schwimmbecken (das Ende der Entleerung der Pools BR und BK ist im selben Jahr geplant).

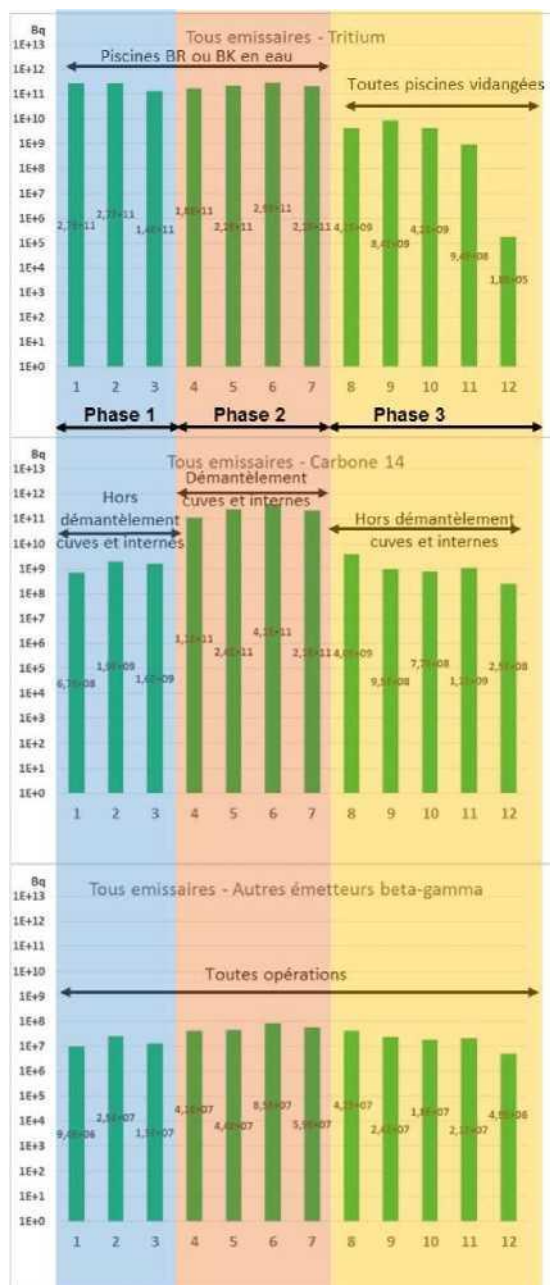


Abbildung r Definition der Einleitungsphasen (Luftableitung)

Um die geforderten Grenzwerte zu bestimmen, wird diese Phase aufgrund der Umstellung der DVN-Lüftung auf mehrere modulare Lüftungseinheiten in Phase 3a (vor dem Abschalten der DVN-Lüftung) und 3b (nach der Umstellung auf modulare Lüftungseinheiten) getrennt.

4.6. MAXIMALE JÄHRLICHE RÜCKWÜRFE PRO ZEITRAUM

Die geschätzten maximalen jährlichen Tätigkeiten je Schornstein, Ableitungszeitraum und Radionuklidkategorie sind in den nachstehenden Tabellen dargestellt.

4.6.1. TRITIUM

| Maximale jährliche Tritium-Aktivitäten (Bq/Jahr) | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 a | Phase 3b |
|--|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Kamin des Ban | $2,7 \cdot 10^{+11}$ | $2,9 \cdot 10^{+11}$ | $4,2 \cdot 10^{+09}$ | — |
| Modulare Lüftung Einheit 1 | — | — | — | $3,4 \cdot 10^{+09}$ |
| Modulare Lüftung Einheit 2 | — | — | — | $4,2 \cdot 10^{+09}$ |
| Modulare Belüftung 3 Abbau von Außenbehältern | — | — | $3,6 \cdot 10^{+06} *$ | — |
| Modulare Belüftung 3 Abbau des BES | — | — | — | $1,3 \cdot 10^{+05} *$ |

(*): Diese Aktivität ist bei diesem Schornstein angesichts der analytischen Leistung der installierten Probenahme- und Analysemittel nicht messbar.

Tabelle pp Geschätzte jährliche Höchstwerte für Tritium je Schornstein und Zeitraum von Einleitung (Wegwerfungen)

4.6.2. KOHLENSTOFF 14

| Maximale jährliche Kohlenstoffaktivitäten 14 (Bq/Jahr) | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 a | Phase 3b |
|--|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Kamin des Ban | $1,9 \cdot 10^{+09}$ | $4,1 \cdot 10^{+11}$ | $4,0 \cdot 10^{+09}$ | — |
| Modulare Lüftung Einheit 1 | — | — | — | $7,8 \cdot 10^{+08}$ |
| Modulare Lüftung Einheit 2 | — | — | — | $1,1 \cdot 10^{+09}$ |
| Modulare Belüftung 3 Abbau von Außenbehältern | — | — | $5,6 \cdot 10^{+04} *$ | — |
| Modulare Belüftung 3 Abbau des BES | — | — | — | $6,5 \cdot 10^{+07}$ |

(*): Diese Aktivität ist bei diesem Schornstein angesichts der analytischen Leistung der installierten Probenahme- und Analysemittel nicht messbar.

Tabelle qq Geschätzte jährliche Höchstwerte für Kohlenstoff 14 pro Schornstein und Zeitraum Einleitung (Luftableitung)

4.6.3. ANDERE BETA-GAMMA-SENDER

| Maximale jährliche Tätigkeiten in anderen Emittenten β/γ (Bq/Jahr) | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 a | Phase 3b |
|---|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Kamin des Ban | $2,5 \cdot 10^{+07}$ | $8,5 \cdot 10^{+07}$ | $4,2 \cdot 10^{+07}$ | — |
| Modulare Lüftung Einheit 1 | — | — | — | $1,5 \cdot 10^{+07}$ |
| Modulare Lüftung Einheit 2 | — | — | — | $2,0 \cdot 10^{+07}$ |
| Modulare Belüftung 3 Abbau von Außenbehältern | — | — | $2,8 \cdot 10^{+03} *$ | — |
| Modulare Belüftung 3 Abbau des BES | — | — | — | $1,2 \cdot 10^{+06}$ |

(*): Diese Aktivität ist bei diesem Schornstein angesichts der analytischen Leistung der installierten Probenahme- und Analysemittel nicht messbar.

Tabelle r r Geschätzte jährliche Höchstwerte in anderen Beta-Gamma-Emittenten pro Schornstein und Ableitungszeitraum (Luftableitung)

Die geschätzte maximale jährliche Aktivität für alle Kategorien von Radioelementen wird im Jahr 6 (in Phase 2) erzielt, in dem für die beiden Produktionseinheiten die Zerlegung der Innenräume unter Wasser vorgesehen ist.

4.7. ANALYSE DER MESURABILITE

Im vorstehenden Absatz wurde für jeden Ableitungskamin, für jeden Zeitraum und jede Kategorie von Radionukliden die maximale Aktivität ermittelt, die abgelehnt werden kann. Es muss nun klargestellt werden, inwieweit diese Tätigkeiten, die abgelehnt werden können, den Antrag auf Genehmigung von Rückwürfen erfordern.

Zu diesem Zweck wird davon ausgegangen, dass eine nicht nachweisbare abgelehnte Tätigkeit (mit den besten industriellen Probenahme- und Analysemitteln gekennzeichnet) keinen Antrag auf Genehmigung von Rückwürfen erfordert.

Die Umsetzung dieses Ansatzes erfolgt in diesem Absatz.

4.7.1. Zum jetzigen Zeitpunkt wird davon ausgegangen, dass alle überwiegenden Radionuklide systematisch erfasst werden, mindestens jedoch bei der Entscheidungsschwelle der Maßnahme.

Die Entscheidungsschwellen (SD) der verwendeten Messtechniken stellen eine analytische Leistung dar. Die Entscheidungsschwellenwerte entsprechen der Hälfte der Detektionsgrenzwerte. Bei derselben Messung variieren diese Nachweisgrenzen je nach den Verfahren der Probenahmen. Je nach Art der Freisetzungen sind die Vorgehensweisen unterschiedlich, was die unterschiedlichen Nachweisgrenzen erklärt.

Die Schwellen für die Entscheidung (SD) für regulatorische Maßnahmen, die für stillgelegte Standorte gelten, sind in der [Tabelle ss](#) angegeben.

| Schwellenwerte für die Entscheidung der Maßnahme (Bq/m ³) | | |
|---|---|-------|
| Tritium | | 20 |
| Kohlenstoff 14 | | 5 |
| Andere Sender β/γ | Durch Gammaskpektrometrie gemessene Elemente (Co60, Eu152, Cs137, Ag108m) | 0,001 |
| | Ni63 | 0,001 |
| | Sr90 | 0,01 |
| | Fe55 | 0,001 |

Tabelle ss Entscheidungsschwellen der Maßnahme für Freisetzungen in die Luft (Bq/m³)

4.7.2. MINDESTWERTE FÜR DIE ERKLÄRUNG

Die Meldemindestwerte (MMS) für die einzelnen Radioelemente für jeden der Schornsteine werden nach folgender Formel berechnet:

$$VMD \text{ (Bq/Jahr)} = SD\text{-Messung (Bq/m}^3) \times \text{Durchflusslüftung (m}^3/\text{h)} \times \text{Anzahl Stunden pro Jahr (h)}$$

Bei dieser VMD handelt es sich um die Tätigkeit, bei der der Betreiber die abgelehnte Tätigkeit nicht genau quantifizieren kann und die bei Fehlen eines Nachweises mindestens gemeldet wird.

Der Lüftungsdurchsatz wird als 257 200 m³/h für den Schornstein des BAN und 90 000 m³/h für modulare Belüftungen (maximale Belüftungsraten, siehe Ziffer 2.3.2) betrachtet. Die Mindestwerte für die Meldung (VMD) nach Schornsteintyp und Kategorie sind in [Tabelle tt](#) angegeben.

| Mindestwert der Meldung (Bq/Jahr) | Kamin des Ban | Modularer Lüftungskamin |
|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Tritium | 4,5.10 ⁺¹⁰ | 1,6.10 ⁺¹⁰ |

| | | |
|---|---------------------|---------------------|
| Kohlenstoff 14 | $1,1 \cdot 10^{10}$ | $3,9 \cdot 10^{09}$ |
| Sr90 | $2,3 \cdot 10^{07}$ | $7,9 \cdot 10^{06}$ |
| Andere Sender β/γ (Co60, Eu152, Cs137, Ag108m, Ni63, Fe55) | $2,3 \cdot 10^{06}$ | $7,9 \cdot 10^{05}$ |

Tabelle tt Mindestberichtswerte (VMD) nach Schornsteintyp (Bq/Jahr)

4.8. BEANTRAGTE ABLEITUNGSGRENZWERTE FÜR RADIOAKTIVE STOFFE ATMOSPHERISCHE

4.8.1. DEFINITION VON ZURÜCKWEISUNGSGRENZEN

Die maximalen jährlichen Tätigkeiten nach [Abschnitt 4.6 werden](#) mit den VMDs in [Tabelle tt](#) verglichen. Diese Analyse ermöglicht es, die Ableitungsgrenzwerte für jede Ableitungsphase und jede Kategorie von Radionukliden festzulegen. Der für den Rückwurfgrenzwert nach Zeitraum und Kategorie zugrunde gelegte Wert ist ein Wert, der entweder

- der VMD (wenn die geschätzte maximale jährliche Aktivität niedriger ist als die nicht messbare);
- der geschätzten maximalen jährlichen Aktivität (wenn sie die analytische Leistung des VMD übersteigt).

Für den Fall, dass die Aktivität auf der Ebene eines Senders nicht messbar ist (unter Berücksichtigung der besten analytischen Leistung der Messgeräte), wird davon ausgegangen, dass dieser Sender keine Ableitungen für die betreffende Radionuklidkategorie und den betreffenden Ableitungszeitraum durchführt.

Die Analyse erfolgt über Schornstein, wobei der Grenzwert für den gesamten Standort durch Hinzufügung der pro Schornstein ausgewählten Tätigkeiten festgelegt wird.

Die nachstehende [Tabelle](#) zeigt den Ansatz für Tritium, wobei der Ansatz für die anderen Kategorien ähnlich ist (bei den anderen Beta-Gamma-Emittenten wird die Summe erreicht).

| Ausgewählte Tätigkeiten in Tritium (Bq/Jahr) Die für jeden Phase 1 Kamin gewählte Aktivität wird hervorgehoben | | Phase 2 | Phase 3 a | Phase 3b |
|---|----------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Kamin des Ban | Maximaler Wert | <u>2,7.10⁺¹¹</u> | <u>2,9.10⁺¹¹</u> | 4,2.10 ⁺⁰⁹ |
| | VMD | 4,5.10 ⁺¹⁰ | 4,5.10 ⁺¹⁰ | <u>4,5.10⁺¹⁰</u> |
| Modulare Lüftung Einheit 1 | Maximaler Wert | — | — | 3,4.10 ⁺⁰⁹ |
| | VMD | — | — | <u>1,6.10⁺¹⁰</u> |
| Modulare Lüftung Einheit 2 | Maximaler Wert | — | — | 4,2.10 ⁺⁰⁹ |
| | VMD | — | — | <u>1,6.10⁺¹⁰</u> |
| Modulare Belüftung Abbau von Außenbehältern | Maximaler Wert | — | — | 3,6.10 ⁺⁰⁶ (nicht messbar) |
| | VMD | — | — | 1,6.10 ⁺¹⁰ |
| Modulare Belüftung Abbau des BES | Maximaler Wert | — | — | 1,3.10 ⁺⁵ (nicht messbar) |
| | VMD | — | — | 1,6.10 ⁺¹⁰ |

Tabelle uu Beginn der Beantragung von Grenzwerten: Beispiel Tritium

Nach diesem Vorgehen für jede Kategorie wird die Summe der pro Schornstein für jede Phase ausgewählten Tätigkeiten durchgeführt und in der nachstehenden Tabelle vv dargestellt.

| Ausgewählte jährliche Tätigkeiten (Bq/Jahr) | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 a | Phase 3b | Maximal Phase 3 |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tritium | 2,7.10 ⁺¹¹ | 2,9.10 ⁺¹¹ | 4,5.10 ⁺¹⁰ | 3,2.10 ⁺¹⁰ | 4,5.10 ⁺¹⁰ |
| Kohlenstoff 14 | 1,1.10 ⁺¹⁰ | 4,1.10 ⁺¹¹ | 1,1.10 ⁺¹⁰ | 1,2.10 ⁺¹⁰ | 1,2.10 ⁺¹⁰ |
| Andere Beta/Gamma-Sender | 5,2.10 ⁺⁰⁷ | 1,1.10 ⁺⁰⁸ | 7,2.10 ⁺⁰⁷ | 7,0.10 ⁺⁰⁷ | 7,2.10 ⁺⁰⁷ |

Tabelle vv Summe für alle Kamine der ausgewählten jährlichen Tätigkeiten nach Kategorie

Die Grenzwerte werden dann für jede Radionuklidkategorie für jeden in Absatz 4.5 definierten Zeitraum bestimmt, indem auf den ermittelten Wert ein Unsicherheitskoeffizient gemäß Absatz 2.2 („Koeffizient Unsicherheit planning“ in den nachstehenden Absätzen) angewendet wird.

Bei Kohlenstoff 14 ergeben die Gegenkontrollen (Vergleich der Ergebnisse von Messungen an zwei am selben Ableitungspunkt identischen Messkanälen) eine große Unsicherheit bei dieser Messung, weshalb ein zusätzlicher Unsicherheitskoeffizient von 100 % für einen hohen berechneten Wert bzw. 150 % für einen niedrigen berechneten Wert (die Messunsicherheit ist größer, wenn der Messwert niedriger ist) auf den für Kohlenstoff 14 ermittelten Wert angewendet wird („Koeffizient Unsicherheit Kohlenstoff 14“ in den nachstehenden Absätzen). Anschließend werden die Ergebnisse gerundet.

Für Tritium entspricht der erste Zeitraum dem Zeitpunkt, zu dem sich die BR- und BK-Pools im Wasser befinden, d. h. in den Phasen 1 und 2. Das jährliche Maximum dieser beiden Phasen beträgt 2,9.10⁺¹¹ Bq. Bei Anwendung des „Planungsunsicherheitskoeffizienten“ erhält man 4,4.10⁺¹¹ Bq, gerundet auf 5. 10⁺¹¹ Bq. Die beantragte Obergrenze beträgt 5.10⁺¹¹ Bq/Jahr. Die zweite Periode beginnt nach der Entleerung der Schwimmbäder, d. h. der Phase 3, für die das jährliche Maximum 4,5.10⁺¹⁰ Bq beträgt. Dieser Wert basiert nur auf VMDs oder nicht messbaren Werten, es wird kein Unsicherheitskoeffizient angewendet. Der geforderte Grenzwert ist ein gerundeter Wert von 5.10⁺¹⁰ Bq/Jahr.

Bei Kohlenstoff 14 ist die wichtigste Ableitungszeit die Stilllegung des Tanks und der Innenräume unter Wasser, d. h. Phase 2, mit einem jährlichen Höchstwert von 4,1.10⁺¹¹ Bq. Bei Anwendung des „Koeffizienten Unsicherheitsplanung“

und des „Koeffizienten Kohlenstoff 14 Messunsicherheit“ von 100 % ergibt sich $1,2 \cdot 10^{12}$ Bq, gerundet auf $1 \cdot 10^{12}$ Bq. Die beantragte Obergrenze beträgt $1 \cdot 10^{12}$ Bq/Jahr. Die Basisabstoßung entspricht dem jährlichen Höchstwert der Phasen 1 und 3, d. h. $1,2 \cdot 10^{10}$ Bq. Bei Anwendung des „Koeffizienten Unsicherheitsplanung“ und des „Koeffizienten Unsicherheit messen Kohlenstoff 14“ von 150 % ergibt sich $4,5 \cdot 10^{10}$ Bq. Der geforderte Grenzwert ist ein gerundeter Wert von $5 \cdot 10^{10}$ Bq/Jahr.

Bei anderen Beta-/Gamma-Emittenten wird kein Ableitungszeitraum unterschieden, der jährliche Höchstwert für alle drei Phasen beträgt $1,1 \cdot 10^8$ Bq. Bei Anwendung des „Koeffizienten Unsicherheitsplanung“ erhält man $1,7 \cdot 10^8$ Bq. Der geforderte Grenzwert ist ein gerundeter Wert von $2 \cdot 10^8$ Bq/Jahr.

4.8.2. GRENZWERTE IN JÄHRLICHEN AKTIVITÄTEN

Die beantragten jährlichen Grenzwerte für die Freisetzung in die Luft je Zeitraum und für jede Kategorie von Radionukliden sind in [Tabelle ww](#) aufgeführt.

| Beantragte Grenzwerte für radioaktive Freisetzungen in die Luft (Bq/Jahr) | | |
|---|---|-------------------|
| Tritium | Jahre, in denen mindestens ein BR- und/oder BK-Pool im Wasser liegt (ganz oder teilweise des Jahres) (entsprechend den Jahren der Phasen 1 und 2) | $5 \cdot 10^{11}$ |
| | Ab dem Jahr nach der Entleerung aller Schwimmbäder BR und BK (entsprechend den Jahren der Phase 3) | $5 \cdot 10^{10}$ |
| Kohlenstoff 14 | Jahre, in denen mindestens ein BR-Pool im Wasser liegt (ganz oder teilweise des Jahres) (entsprechend den Jahren der Phase 2) | $1 \cdot 10^{12}$ |
| | Jahre, in denen kein BR-Pool aus Wasser besteht (entsprechend den Jahren der Phasen 1 und 3) | $5 \cdot 10^{10}$ |
| Andere Spalt- oder Aktivierungsprodukte für Beta- oder Gamma-Emitter | | $2 \cdot 10^{08}$ |

Tabelle ww Beantragte jährliche Aktivitätsgrenzwerte für Freisetzungen in die Luft

Der Betreiber stellt durch die Messung sicher, dass keine künstlichen Alpha-Strahler-Radionuklide freigesetzt werden. Der beantragte Jahresgrenzwert für die Kategorie „Sonstige Beta-/Gamma-Emittenten“ bezieht sich auf die verschiedenen überwiegenden Radionuklide, deren Art und Verteilung in [Tabelle jj](#) aufgeführt sind.

Bei den diffusen Ableitungen handelt es sich zudem um radioaktive Ableitungen in den Entlüftungsöffnungen der Flüssigkeitsbehälter und aus besonderen Vorgängen, deren Ableitungen nicht auf die Ableitungsschächte ausgerichtet werden können. Sie werden monatlich pro Berechnung geschätzt, um insbesondere sicherzustellen, dass sie vernachlässigbar sind.

4.8.3. GRENZWERTE FÜR VOLUMENAKTIVITÄTEN

Die Grenzwerte für Volumenaktivitäten, die in der Luft auf Bodenhöhe gemessen werden, dürfen die Werte in [Tabelle xx](#) nicht überschreiten.

Die Analyse von Aerosolen, die kontinuierlich unter den vorherrschenden Winden aus der Luft entnommen werden, wird täglich durchgeführt (Messungen bei J+ 6). Die Tritiumanalyse wird einmal pro Regulierungszeitraum anhand einer kontinuierlichen Probenahme unter den vorherrschenden Winden durchgeführt.

| Grenzwerte für Volumenaktivitäten (Bq/m ³) in der Luft unter den vorherrschenden Winden | |
|---|------|
| Tritium | 50 |
| Andere Sender β/γ | 0,01 |

Tabelle xx Grenzen in Volumenaktivitäten

4.8.4. LIMITS IN AKTIVITÄTS-DEBITS

Die Aktivitätsraten an den Schornsteinen des INB Nr. 75 werden anhand der Grenzwerte in Volumenaktivität in der Umgebung und des Atmosphärischen Transferkoeffizienten (TAC) ermittelt, der $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ s} / \text{m}^3$ für INB Nr. 75 entspricht.

Die Aktivitätsraten von INB Nr. 75 werden durch Division der Grenzwerte in Volumenaktivitäten in der Umgebung (Bq/m³) durch CTÄ (s/m³) bestimmt.

Es wurde eine Schätzung der Aktivitätsraten für jeden Schornstein vorgenommen. Aufgrund des Vorhandenseins von Schornsteinen von modularen Lüftungseinheiten, bei denen die abgelehnte Aktivität jedes Jahr unterschiedlich ist (siehe [Abschnitt 4.4](#)), weist der relative Anteil der Freisetzung von Schornsteinen im Verhältnis zueinander ebenfalls eine große Variabilität auf. Daher erscheint es unerheblich, für jeden Schornstein eine Begrenzung des individuellen Aktivitätsdurchsatzes zu beantragen. Auch wird ein Gesamtgrenzwert für die verschiedenen Kamine gefordert.

Die Summe der Aktivitätsraten an den verschiedenen Schornsteinen entspricht den folgenden Werten:

| Grenzwerte für den durchschnittlichen Aktivitätsdurchsatz (Bq/s) (Summe der Aktivitätsraten an den verschiedenen Schornsteinen) | |
|---|----------------------|
| Tritium | $1,1 \cdot 10^{+07}$ |
| Andere Sender β/γ | $2,2 \cdot 10^{+03}$ |

Tableau yy Grenzwerte in Aktivitätsraten an Schornsteinen

Diese Grenzwerte für den durchschnittlichen Aktivitätsdurchsatz sind in jedem Zeitraum einzuhalten.

ERGEBNISSE DER SCHÄTZUNG DER FLÜSSIGEN RADIOAKTIVEN ABLEITUNGEN

5.1. ERGEBNISSE DER GESAMTABLEITUNGEN PRO JAHR UND KATEGORIE VON RADIONUKLEIDEN

Die geschätzten Tätigkeiten der flüssigen radioaktiven Freisetzungen pro Jahr und Kategorie von Radionukliden mit Hauptableitung (einzigartiger Ausstoß), einschließlich der Freisetzungen im Zusammenhang mit dem elektromechanischen Abbau unter Wasser ([Absatz 3.2](#)) und der Freisetzungen aus dem Betrieb ([Absatz 3.4](#)), sind in [Tabelle zz](#) dargestellt.

| Rückwürfe | Jahr 1 | Jahr 2 | Jahr 3 | Jahr 4 | Jahr 5 | Jahr 6 | Jahr 7 | Jahr 8 |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Flüssigkeiten | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| Tritium | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $1,4 \cdot 10^{+12}$ | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $2,0 \cdot 10^{+11}$ | $1,6 \cdot 10^{+12}$ |
| Kohlenstoff 14 | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $5,1 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $5,4 \cdot 10^{+11}$ | $5,4 \cdot 10^{+11}$ |

| | | | | | | | | |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Beta Gamma | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $3,5 \cdot 10^{+09}$ | $3,5 \cdot 10^{+09}$ |
| Alpha | – | – | $8,6 \cdot 10^{+01}$ | – | – | – | $1,7 \cdot 10^{+01}$ | $1,0 \cdot 10^{+02}$ |

Tabelle zz Geschätzte flüssige radioaktive Ableitungen pro Jahr für den gesamten Zeitraum
Abbau, bei dem flüssige radioaktive Ableitungen geplant sind

5.2. HISTOGRAMM DER ABLEITUNGEN

Die folgenden Abbildungen zeigen die Entwicklung der geschätzten Tätigkeiten flüssiger radioaktiver Stoffe, die an den Hauptableitungsabsender an Tritium, Kohlenstoff 14, andere P/Y-Strahler und α -Emittenten für alle Jahre der Stilllegung, in denen flüssige radioaktive Freisetzungen vorgesehen sind, abgegeben werden (siehe [Paragraf 2.3.1](#)).

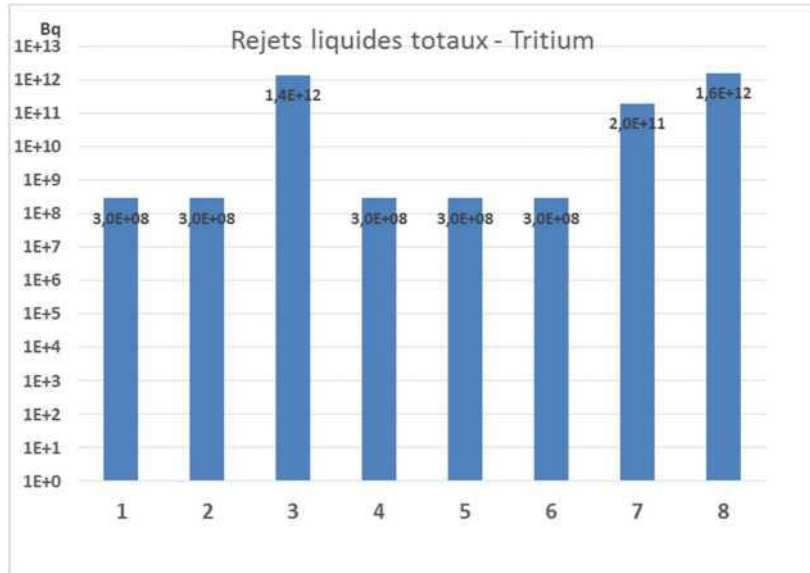


Abbildung s Geschätzte jährliche Tätigkeiten flüssiger radioaktiver Tritiumableitungen

IE+ 13

Flüssige Gesamtemissionen – Kohlenstoff 14

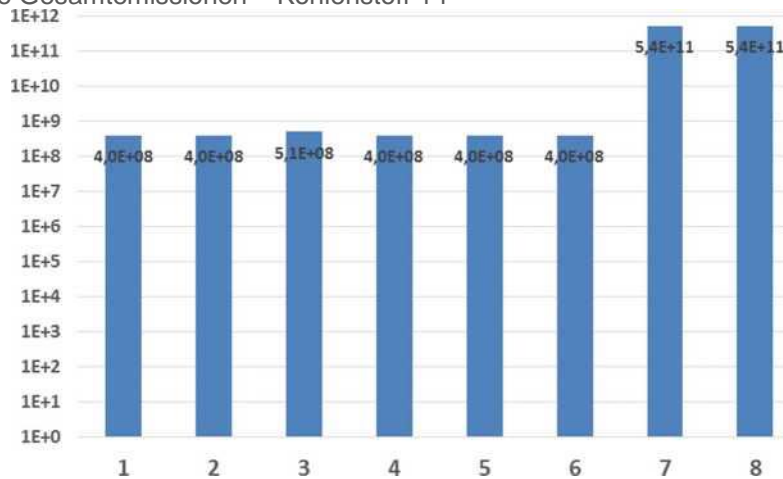


Abbildung t Geschätzte jährliche Tätigkeiten flüssiger radioaktiver Kohlenstoffableitungen 14

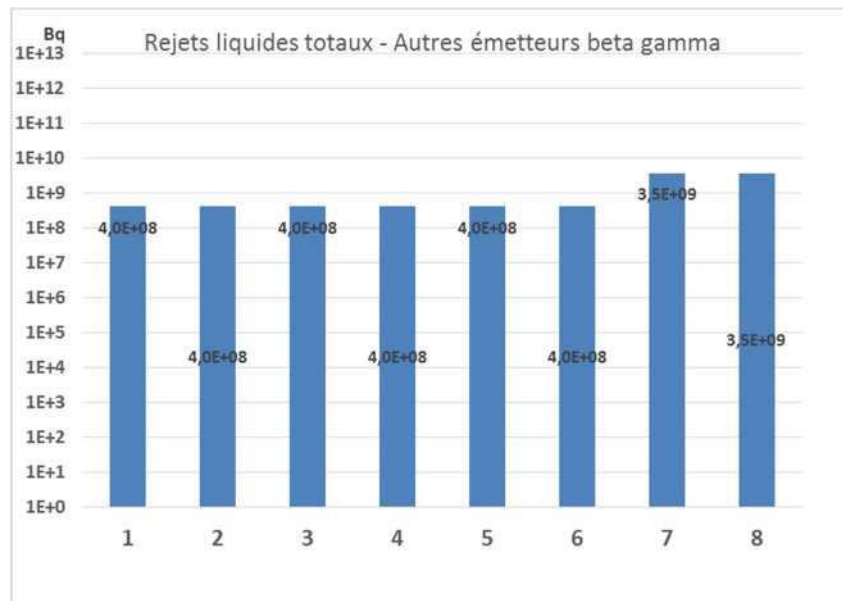


Abbildung u Geschätzte jährliche Tätigkeiten flüssiger radioaktiver Ableitungen in anderen Sendern ^/y

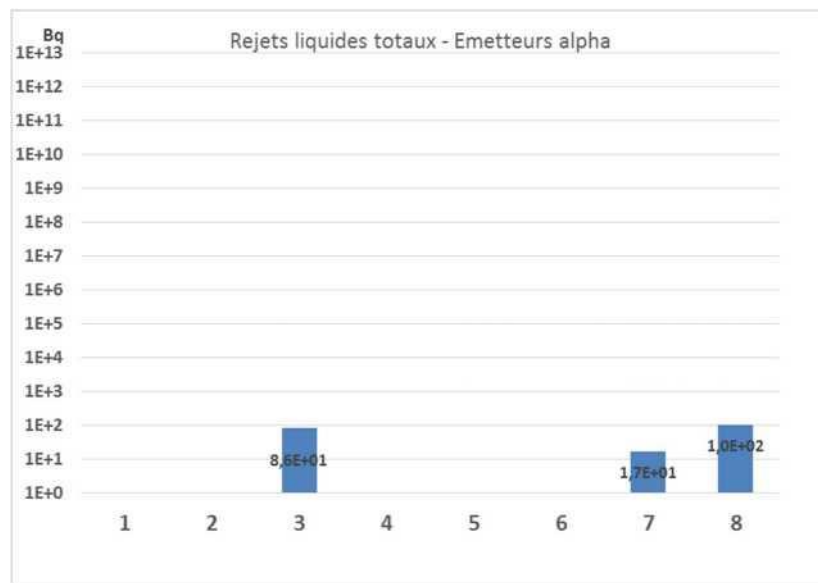


Abbildung v Geschätzte Tätigkeiten jährlicher radioaktiver Freisetzungen in die Luft

Die Alpha-Emittenten erreichen maximal 100 Bq/Jahr (siehe [Abbildung v](#)), die zugehörige Volumenaktivität beträgt $7 \cdot 10^{-5} \text{ Bq/L}$ (das damit verbundene abgeleitete Volumen beträgt 1500 m^3 , d. h. das Volumen eines Pools). Die abgeführten Abwässer weisen daher keine Gesamtalpha-Volumenaktivität künstlicher Herkunft auf, die über dem Schwellenwert für die Entscheidung der Maßnahme liegt (in der Größenordnung von $2 \text{ bis } 5 \cdot 10^{-1} \text{ Bq/L}$).

Die Entwicklung der prognostizierten Rückwürfe in Verbindung mit den wichtigsten Etappen des Stilllegungsprojekts führt dazu, dass mehrere typische Jahre der Rückwürfe unterschieden werden:

- für Tritium entsprechen die Jahre der Entleerung des Pools BR oder BK einer signifikant größeren Freisetzung als für Jahre ohne Entleerung des Pools (erheblicher Beitrag aufgrund des anfänglichen Tritiuminventars des Pools BK – vgl. [Paragraph 3.4.1.4](#) - und der Teilungen unter Wasser im Pool BR – vgl. [Ziffer 3.2.7.2](#));
- bei Kohlenstoff 14 entsprechen die Jahre der Entleerung des BR-Pools einer signifikant höheren Freisetzung als

in den Jahren ohne Beckenentleerung oder nur mit BK-Poolentleerung (wichtiger Beitrag der Wasserschnitte der Behälterinneninnen – siehe [Abschnitt 3.2.7.2](#));

- bei anderen Beta-/Gamma-Emittenten bleiben die Ableitungen während des gesamten Abbaus in der gleichen Größenordnung, es wird kein Abwurfzeitraum unterschieden.

5.3. SORTIERUNG VON RADIONUKLEIDEN

Mit Ausnahme der Kategorien „³H“ und „¹⁴C“ können die Kategorien, für die ein Antrag auf Genehmigung von Ableitungen gestellt werden kann, möglicherweise aus mehreren Radionukliden bestehen. Es wird eine Sortierung dieser „multielementaren“ Kategorien vorgenommen, um nur die für sie repräsentativen überwiegenden Radionuklide zu erhalten.

Als überwiegende Radionuklide gelten Radionuklide, die mehr als 1 % der jährlichen Aktivität ihrer Zugehörigkeitskategorie ausmachen ODER, deren potenzieller Beitrag zur effektiven Jahresdosis, berechnet auf der Grundlage der geschätzten Ableitungen (alle Kategorien), mehr als 1 % beträgt.

Endgültig ausgeschlossen sind Radionuklide, die weniger als 1 % der jährlichen Aktivität ihrer Zugehörigkeitskategorie ET ausmachen, deren Beitrag zur effektiven Jahresdosis, berechnet auf der Grundlage der geschätzten Ableitungen (alle Kategorien), weniger als 1 % beträgt.

Die vorherrschenden Radionuklide für flüssige Ableitungen und deren Verteilung innerhalb ihrer Zugehörigkeitskategorie sind in der [Tabelle aaa](#) angegeben.

Zu den überwiegenden Radionukliden der Kategorie β/γ kommen Tritium und Kohlenstoff 14 als eigenständige Kategorie hinzu.

| Kategorie | Tritium | Kohlenstoff 14 | Andere Beta-/Gammasender | | | |
|--|------------------|-----------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Radionuklid | ³ UHR | ¹⁴ c | ⁶⁰ Co | ⁵⁵ Fe | ⁶³ Ni | ⁹⁰ Sr |
| Aufteilung innerhalb der Kategorie (%) | 100 | 100 | 27,7 | 36,3 | 35,6 | 0,4 |

Tabelle aaa Liste der vorherrschenden Radionuklide für flüssige Ableitungen und Verteilung innerhalb ihrer Kategorie

Hinweis: Die in der [Tabelle aaa](#) aufgeführten Radionuklide werden in [Kapitel 6 Absatz 6.3](#) zur Erfassung flüssiger radioaktiver Ableitungen verwendet.

5.4. KONSOLIDIERTE ERGEBNISSE ZUR SCHÄTZUNG DER ABLEITUNGEN DURCH VORHERRSCHENDES RADIONUCLEID

Die geschätzten Tätigkeiten der flüssigen radioaktiven Freisetzungen pro Jahr und überwiegendem Radionuklid sind in [Tabelle bbb aufgeführt](#). Dieses Detail ist notwendig, um die Messbarkeit von Radionukliden zu bewerten und anschließend die damit verbundenen Grenzwerte zu bestimmen.

| Flüssige Ableitungen | Jahr 1 | Jahr 2 | Jahr 3 | Jahr 4 | Jahr 5 | Jahr 6 | Jahr 7 | Jahr 8 |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr | Bq/Jahr |
| ³ UHR | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 1,4.10 ⁺¹² | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 2,0.10 ⁺¹¹ | 1,6.10 ⁺¹² |
| ¹⁴ c | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 5,1.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 5,4.10 ⁺¹¹ | 5,4.10 ⁺¹¹ |
| ⁶⁰ co | 1,1.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁸ | 1,1.10 ⁺⁰⁸ | 9,7.10 ⁺⁰⁸ | 9,7.10 ⁺⁰⁸ |

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ⁵⁵ Fe | 1,3.10 ⁺⁰⁸ | 1,3.10 ⁺⁰⁸ | 1,3.10 ⁺⁰⁸ | 1,3.10 ⁺⁰⁸ | 1,3.10 ⁺⁰⁸ | 1,3.10 ⁺⁰⁸ | 1,3.10 ⁺⁰⁹ | 1,3.10 ⁺⁰⁹ |
| ⁶³ Ni | 1,5.10 ⁺⁰⁸ | 1,5.10 ⁺⁰⁸ | 1,5.10 ⁺⁰⁸ | 1,5.10 ⁺⁰⁸ | 1,5.10 ⁺⁰⁸ | 1,5.10 ⁺⁰⁸ | 1,2.10 ⁺⁰⁹ | 1,2.10 ⁺⁰⁹ |
| ⁹⁰ Sr | 5,0.10 ⁺⁰⁶ | 5,0.10 ⁺⁰⁶ | 5,0.10 ⁺⁰⁶ | 5,0.10 ⁺⁰⁶ | 5,0.10 ⁺⁰⁶ | 5,0.10 ⁺⁰⁶ | 5,0.10 ⁺⁰⁶ | 5,0.10 ⁺⁰⁶ |
| Tritium | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 1,4.10 ⁺¹² | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 3,0.10 ⁺⁰⁸ | 2,0.10 ⁺¹¹ | 1,6.10 ⁺¹² |
| Kohlenstoff14 | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 5,1.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 5,4.10 ⁺¹¹ | 5,4.10 ⁺¹¹ |
| Weitere Beta/Gamma | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 4,0.10 ⁺⁰⁸ | 3,5.10 ⁺⁰⁹ | 3,5.10 ⁺⁰⁹ |

Tabelle bbb Geschätzte flüssige radioaktive Freisetzungen pro Radioelement über den gesamten Zeitraum Abbau, bei dem flüssige radioaktive Ableitungen geplant sind

5.5. ABLEHNUNGSPERIODEN

Wie in [Ziffer 5.2](#) dargelegt, führt die Entwicklung der Rückwürfe in Verbindung mit der Planung der Hauptschritte des Stilllegungsprojekts dazu, dass mehrere Ablehnungszeiträume unterschieden werden, die in den folgenden Abbildungen dargestellt sind ([Abbildung w](#) und [Abbildung x](#)):

- für Tritium entsprechen die Jahre der BR- oder BK-Poolentleerung einer signifikant größeren Freisetzung als in Jahren ohne Schwimmbadentleerung;
- bei Kohlenstoff 14 entsprechen die Jahre der BR-Poolentleerung einer signifikant größeren Freisetzung als in den Jahren ohne Schwimmbadentleerung oder nur mit BK-Poolentleerung;
- bei anderen Beta-/Gamma-Emittenten bleiben die Ableitungen während des gesamten Abbaus in der gleichen Größenordnung, es wird kein Abwurfzeitraum unterschieden.

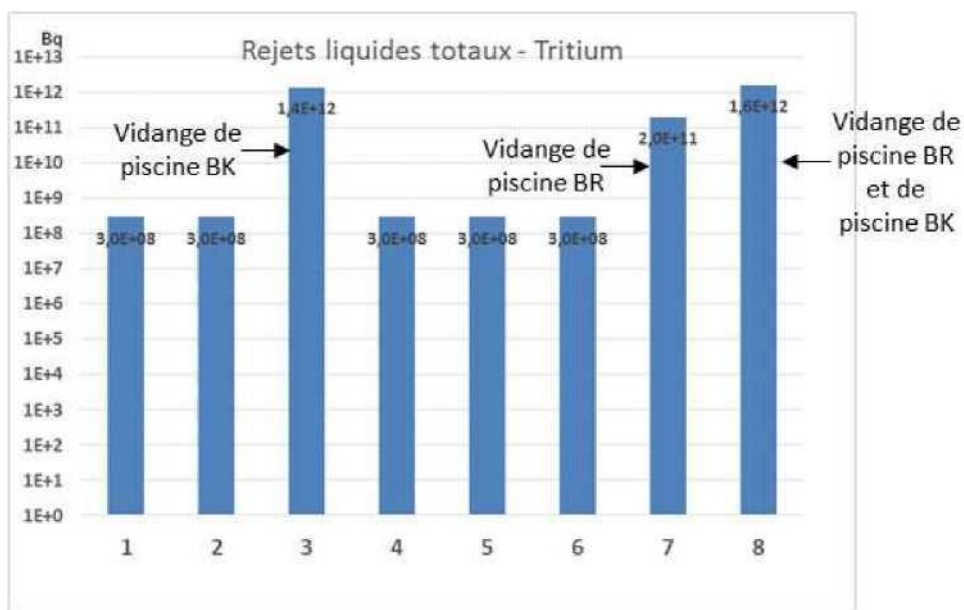


Abbildung w Ableitungsperioden für Tritium (Flüssigkeitsabweisen)

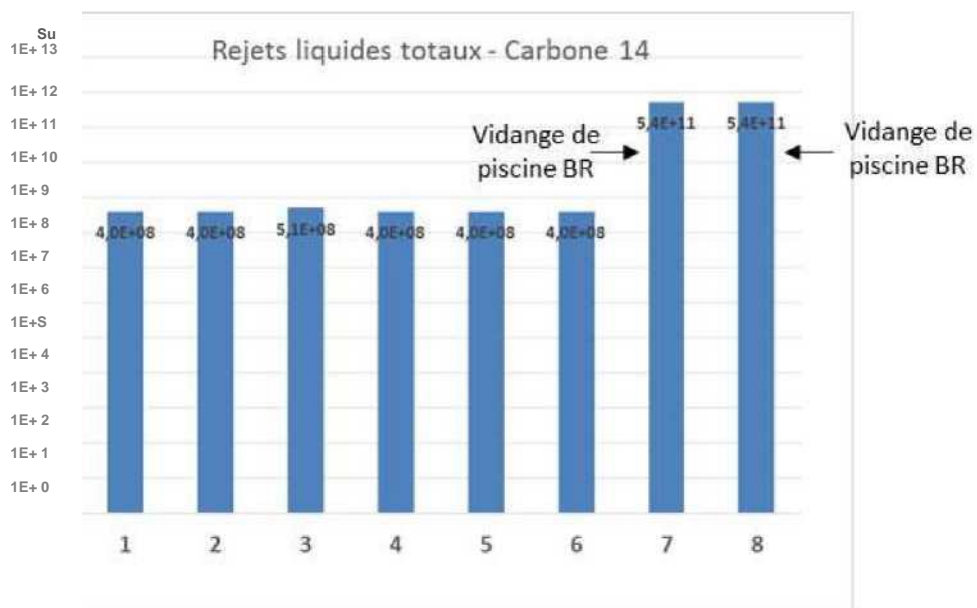


Abbildung x Ableitungszeiträume für Kohlenstoff 14
(Flüssigkeitsableitungen)

So können für alle Radionuklide 4 Arten von Ableitungsjahren bestimmt werden, die in der [folgenden Abbildung](#) dargestellt sind:

- Jahr Typ 0: ordentliches Jahr mit nur Betriebsableitungen (d. h. Jahr ohne Schwimmbadentleerung);
- Jahr Typ 1: Jahr mit Entleerung eines BK-Pools allein (voraussichtliche Ablehnung im Jahr 3) und Ausstoß aus dem Betrieb;
- Jahr Typ 2: Jahr mit Entleerung eines BR-Pools allein (voraussichtliche Ablehnung im Jahr 7) und Ausstoß aus dem Betrieb;
- Jahr Typ 3: Jahr mit Entleerung eines BR-Pools und eines BK-Pools (voraussichtliche Ablehnung im Jahr 8) und Betriebsausstoß.

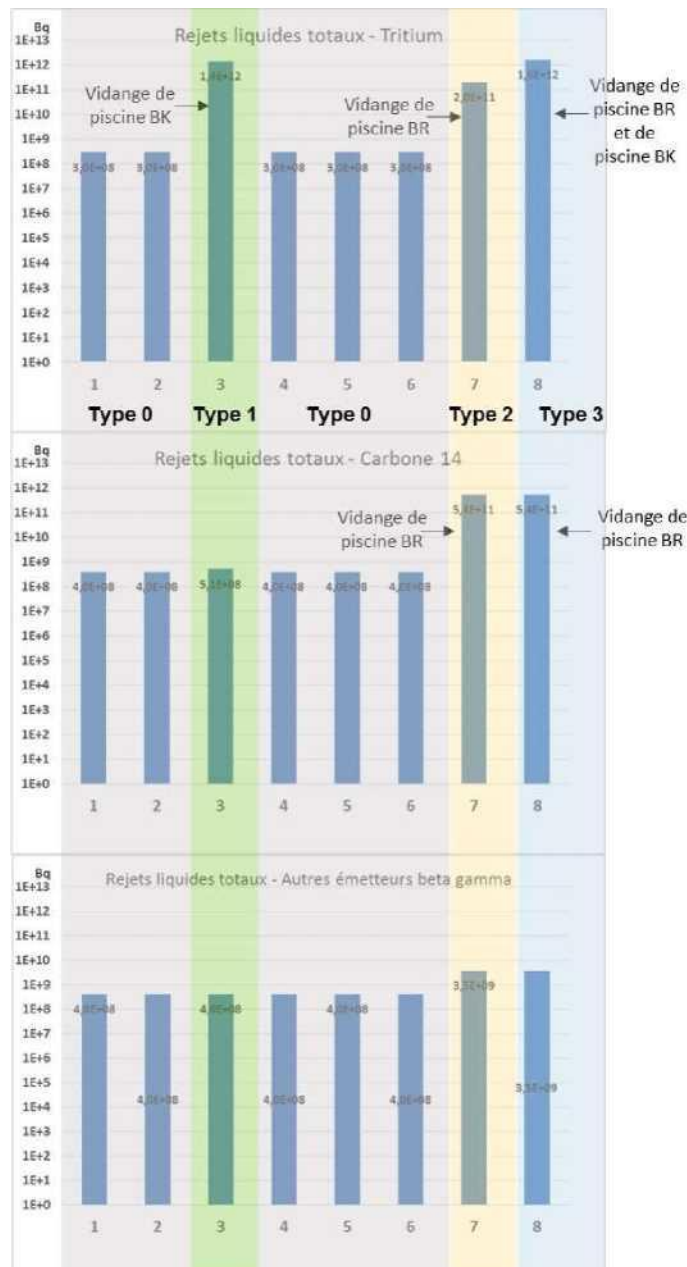


Abbildung y Definition der typischen Ableitungsjahre (Flüssigkeitsabweisen)

5.6. MAXIMALE JÄHRLICHE RÜCKWÜRFE PRO ZEITRAUM

Die geschätzten maximalen jährlichen Tätigkeiten nach Ableitungszeitraum und Radionuklidkategorie sind in [Tabelle ccc angegeben](#).

| Maximale jährliche Tätigkeiten flüssiger Ableitungen (Bq/Jahr) | Jahr Typ 0 (Jahr ohne Entleerung Pool) | Jahr Typ 1 (Schwimmbad BK) | Jahr Typ 2 (Schwimmbad BR) | Jahr Typ 3 (Swimming Pool Entleerung BR und BK) |
|--|--|----------------------------|----------------------------|---|
| Tritium | $3,0 \cdot 10^{+08}$ | $1,4 \cdot 10^{+12}$ | $2,0 \cdot 10^{+11}$ | $1,6 \cdot 10^{+12}$ |
| Kohlenstoff 14 | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $5,1 \cdot 10^{+08}$ | $5,4 \cdot 10^{+11}$ | $5,4 \cdot 10^{+11}$ |
| Andere Sender β/γ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $4,0 \cdot 10^{+08}$ | $3,5 \cdot 10^{+09}$ | $3,5 \cdot 10^{+09}$ |

Tabelle ccc geschätzte jährliche Höchstwerte für flüssige Ableitungen je Ableitungszeitraum

Die geschätzte jährliche Höchstaktivität für alle Kategorien von Radioelementen wird für das Jahr Typ 3 ermittelt, in dem die Abwässer aus den Schwimmbädern BR und BK zu den Betriebsabwässern hinzukommen.

Die jährlichen Volumenaktivitäten werden auf der Grundlage der Mindestmengen berechnet, die jedes Jahr abgelehnt werden.

Die Mindestableitungen aus dem Betrieb werden als 2 000 m³ betrachtet

Freisetzungen im Zusammenhang mit der Entleerung eines BR-Pools oder eines BK-Pools werden als 1 500 m³ (gerundeter Wert) betrachtet.

| Jährliche Volumenaktivitäten flüssiger Ableitungen (Bq/L) | Jahr Typ 0 (Jahr ohne Entleerung Pool) | Jahr Typ 1 (Schwimmbad BK) | Jahr Typ 2 (Schwimmbad BR) | Jahr Typ 3 (Swimming Pool Entleerung BR und BK) |
|---|--|----------------------------|----------------------------|---|
| Tritium | 150 | $4 \cdot 10^{+05}$ | $5,7 \cdot 10^{+04}$ | $3,2 \cdot 10^{+05}$ |
| Kohlenstoff 14 | 200 | 146 | $1,5 \cdot 10^{+05}$ | $1,1 \cdot 10^{+05}$ |
| Andere Sender β/γ | 200 | 114 | 1000 | 700 |

Tabelle dd Schätzwerte jährliche Höchstmengen flüssiger Ableitungen je Ableitungszeitraum

5.7. ANALYSE DER MESURABILITE

Im vorstehenden Absatz wurde für jeden Zeitraum und jede Kategorie von Radionukliden die maximale Aktivität ermittelt, die abgelehnt werden kann. Es muss nun klargestellt werden, inwieweit diese Tätigkeiten, die abgelehnt werden können, den Antrag auf Genehmigung von Rückwürfen erfordern.

Zu diesem Zweck wird davon ausgegangen, dass eine nicht nachweisbare abgelehnte Tätigkeit (mit den besten industriellen Probenahme- und Analysemitteln gekennzeichnet) keinen Antrag auf Genehmigung von Rückwürfen erfordert.

Die Umsetzung dieses Ansatzes erfolgt in diesem Absatz.

Zum jetzigen Zeitpunkt wird davon ausgegangen, dass alle überwiegenden Radionuklide systematisch, mindestens jedoch bei der Entscheidungsschwelle der Maßnahme, erfasst werden.

Die Schwellenwerte für regulatorische Maßnahmen (SD) für stillgelegte Standorte sind der nachstehenden [Tabelle eee](#) zu entnehmen.

Schwellenwerte für die Entscheidung der Maßnahme (Bq/L)

| | | |
|------------------------------|--|-----|
| Tritium | | 50 |
| Kohlenstoff 14 | | 50 |
| Andere Sender β/γ | Elemente gemessen durch Gammaskpektrometrie (Co60) | 2,5 |
| | Ni63 | 2 |
| | Sr90 | 0,5 |
| | Fe55 | 4 |

Tabelle eee Entscheidungsschwellen der Maßnahme für flüssige Ableitungen (Bq/L)

5.8. BEANTRAGTE ABLEITUNGSGRENZWERTE FÜR FLÜSSIGE RADIOAKTIVE STOFFE

5.8.1. DEFINITION VON ZURÜCKWEISUNGSGRENZEN

Die maximalen jährlichen Volumenaktivitäten je Zeitraum der [Tabelle ddd](#) werden mit den Entscheidungsschwellen in [Tabelle eee](#) verglichen.

Diese Analyse ermöglicht es, die Ableitungsgrenzwerte für jeden Ableitungszeitraum und jede Kategorie von Radionukliden festzulegen. Der für den Rückwurfgrenzwert nach Zeitraum und Kategorie zugrunde gelegte Wert ist ein Wert, der entweder

- das abgelehnte Volumen multipliziert mit der Entscheidungsschwelle (wenn die geschätzte jährliche Höchstmenge geringer ist als die nicht messbare Menge);
- der geschätzten maximalen jährlichen Tätigkeit (wenn sie die analytische Leistung der Entscheidungsschwelle überschreitet).

Aus dieser Analyse ergibt sich, dass alle geschätzten Aktivitäten messbar sind.

Die Grenzwerte werden dann für jede Radionuklidkategorie für jeden in [Absatz 5.5](#) definierten Zeitraum festgelegt, indem auf den ermittelten Wert der Unsicherheitskoeffizient gemäß [Absatz 2.2](#) („Koeffizient Unsicherheit planning“ in den nachstehenden Absätzen) angewendet wird, um mögliche Überschneidungen von Vorgängen zu vermeiden, die zu einer Erhöhung der jährlichen Aktivität des Waschwassers führen würden, mit Ausnahme der geplanten Jahre mit Entleerung von Schwimmbädern.

Bei Tritium und Kohlenstoff 14 wird der in [Absatz 3.4.2](#) definierte „Koeffizient Ungewissheitsabfluss“ in den Jahren ohne Entleerung des Pools angewendet, da es schwierig ist, die Menge dieser Radionuklide in flüssigen Ableitungen zu bestimmen.

Anschließend werden die Ergebnisse gerundet.

Für Tritium entspricht die größte Freisetzung den Jahren der Entleerung des Pools BR oder BK (Typ 1, 2 oder 3). Das jährliche Maximum dieser 3 Arten von Jahren beträgt $1,6 \cdot 10^{12}$ Bq, gerundet auf $2 \cdot 10^{12}$ Bq. Die beantragte Obergrenze beträgt $2 \cdot 10^{12}$ Bq/Jahr. In den Jahren ohne Entleerung des Pools (Jahr Typ 0) wird das jährliche Maximum auf $3,0 \cdot 10^8$ Bq geschätzt. Bei Anwendung des „Koeffizienten Unsicherheitsplanung“ und des „Koeffizienten Abwässerwaschung“ erhält man $9 \cdot 10^8$ Bq, gerundet auf $1 \cdot 10^9$ Bq. Die beantragte Obergrenze beträgt $1 \cdot 10^9$ Bq/Jahr.

Bei Kohlenstoff 14 entspricht die größte Freisetzung den Jahren der BR-Poolentleerung (Typ-2- und 3-Jahre). Das jährliche Maximum dieser beiden Arten von Jahren beträgt $5,4 \cdot 10^{11}$ Bq. Die beantragte Obergrenze beträgt $6 \cdot 10^{11}$ Bq/Jahr. In den Jahren ohne Schwimmbadentleerung oder mit Poolentleerung BK (Jahr Typ 0 und 1) wird das jährliche Maximum auf $4,0 \cdot 10^8$ Bq geschätzt. Bei Anwendung des „Koeffizienten Unsicherheitsplanung“ und des „Koeffizienten Ungewissheit Spülung“ erhält man $1,2 \cdot 10^9$ Bq, gerundet auf $1 \cdot 10^9$ Bq. Die beantragte Obergrenze beträgt $1 \cdot 10^9$ Bq/Jahr. Bei anderen Beta-/Gamma-Emittenten wird kein Ableitungszeitraum unterschieden, der jährliche Höchstwert für die

gesamte Stilllegungszeit wird auf $3,5 \cdot 10^9$ Bq geschätzt. Bei Anwendung des „Koeffizienten Planungsunsicherheit“ erhält man $5,3 \cdot 10^9$ Bq, auf $5 \cdot 10^9$ gerundet. Die beantragte Grenze ist $5 \cdot 10^9$ Bq/Jahr.

5.8.2. GRENZWERTE IN JÄHRLICHEN AKTIVITÄTEN

Die beantragten jährlichen Grenzwerte für flüssige Ableitungen je Zeitraum und für jede Kategorie von Radionukliden sind in [Tabelle fff](#) aufgeführt.

| Beantragte Grenzwerte für flüssige radioaktive Ableitungen (Bq/Jahr) | | |
|--|---|--------------------|
| Tritium | Jahr mit BR- und/oder Poolentleerung BK (entsprechend den Jahren Typ 1, 2 und 3) | $2 \cdot 10^{+12}$ |
| | Jahr ohne Entleerung des BR-Pools oder des Pools BK (entsprechend den Jahren Typ 0) | $1 \cdot 10^{+09}$ |
| Kohlenstoff 14 | Jahr mit Poolentleerung BR (entsprechend den Jahren Typ 2 und 3) | $6 \cdot 10^{+11}$ |
| | Jahr ohne Entleerung des BR-Pools (entsprechend den Jahren Typ 0 und 1) | $1 \cdot 10^{+09}$ |
| Andere Spalt- oder Aktivierungsprodukte für Beta- oder Gamma-Emitter | | $5 \cdot 10^{+09}$ |

Tabelle fff Grenzwerte in jährlichen Tätigkeiten

Der Betreiber stellt durch die Messung sicher, dass keine künstlichen Alpha-Strahler-Radionuklide freigesetzt werden. Der beantragte Jahresgrenzwert für die Kategorie „Sonstige Beta-/Gamma-Emittenten“ bezieht sich auf die verschiedenen überwiegenden Radionuklide, deren Art und Verteilung in der [Tabelle aaa](#) aufgeführt sind.

5.8.3. GRENZWERTE IM EMPFÄNGERMEDIUM

Die Aktivitätsrate (Bq/s) am Einleitungspunkt variiert je nach Durchfluss D (L/s) des Flusses, in den die Einleitungen durchgeführt werden. Im Durchschnitt über 24 Stunden sollte die Aktivitätsrate bei Tritium $80 \times D$ und bei anderen Beta- und Gamma-Emittenten $0,7 \times D$ nicht überschreiten.