

# ANLAGEN UND BETRIEBSPROZESSE



## **3** DIE ANLAGEN

Plasma-Anlage

Konditionierungsanlage

Umladestation

Empfangsgebäude

Behälterlagerhalle

Mittelaktiv-Lager

Heisse Zelle

Lagerhalle

---

## **12** GEBINDE- UND BEHÄLERTYPEN

Gebinde für schwach- und mittelaktive Abfälle

Behälter für abgebrannte Brennelemente und hochaktive Abfälle

---

## **16** DIE BETRIEBSPROZESSE

Einlagerung von abgebrannten Brennelementen und hochaktiven Abfällen

Einlagerung von mittelaktiven Abfällen

Behandlung von schwachaktiven Betriebsabfällen in der Plasma-Anlage

Dekontamination und Konditionierung von schwachaktiven Abfällen

---

# DIE ANLAGEN

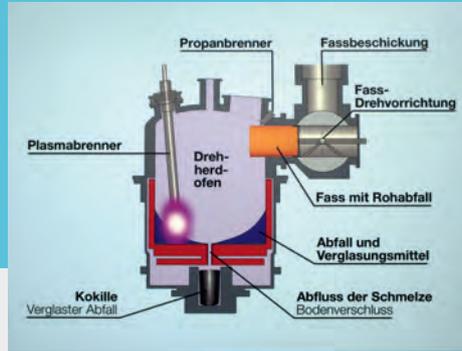
- 1 Plasma-Anlage
- 2 Konditionierungsanlage
- 3 Umladestation
- 4 Empfangsgebäude
- 5 Behälterlagerhalle
- 6 Mittelaktiv-Lager
- 7 Heisse Zelle
- 8 Lagerhalle



# 1 PLASMA-ANLAGE



OFENHALLE



FUNKTIONSPRINZIP



KOMMANDORAUM

Die Zwiilag hat bei der Behandlung radioaktiver Abfälle einen, dem Stand der Technik entsprechenden, neuen Weg beschritten. Die radioaktiven Abfälle werden nicht auf konventionelle Art verascht, sondern mit einem Plasmabrenner bei hohen Temperaturen von bis zu 20000° C thermisch zersetzt oder aufgeschmolzen. Dieses aus der Metallurgie hervorgegangene Plasmaverfahren erlaubt einerseits die Verarbeitung von brennbaren Stoffen, andererseits die Aufschmelzung von metallischen Teilen, von Beton und anderen Feststoffen. Mit den gleichen Verfahrensschritten können organische und anorganische Stoffe verarbeitet werden.

Die aufgeschmolzenen Abfälle werden unter der Beimischung von Glas in endlagerfähige Gebinde abgegossen.

Durch dieses Verfahren kann die Radioaktivität zwar nicht verringert, das Volumen aber verkleinert werden.

Die sehr hohen Temperaturen im Lichtbogen sowie ein Nachbrenner mit einem nachgeschalteten Schnellabkühler bewirken eine vollständige Zersetzung aller organischen Stoffe und verhindern die Bildung von Giften. Diese im Nuklearbereich weltweit erste Anlage ist eine Weiterentwicklung einer konventionellen Plasma-Anlage.

Die Anlage wird in der Regel im Frühjahr und im Spätherbst ununterbrochen für mehrere Wochen in Betrieb genommen. Während diesen Verarbeitungskampagnen können alle Vorgänge in der Plasma-Anlage von einem Kommandoraum aus mit modernsten Einrichtungen gesteuert und überwacht werden.

## 2 KONDITIONIERUNGSANLAGE



REINIGUNG VON KOMPONENTEN



FASSTRANSPORTSYSTEM



ZERLEGUNGSARBEITEN

In der Konditionierungsanlage stehen eine Vielzahl verfahrenstechnischer Einrichtungen zur Verfügung, mit denen die angelieferten Abfälle – vorwiegend Stückgut und grosse Komponenten aus den Kernkraftwerken – behandelt werden. Das Hauptziel ist die vollständige Dekontamination bis zur Freigrenze, so dass die von radioaktiven Stoffen befreiten Abfallstücke als konventioneller Abfall der Wiederverwertung zugeführt werden können. Die angelieferten Abfälle können bezüglich ihrer stofflichen Zusammensetzung, Konsistenz, Verpackung und ihres Gewichtes sehr unterschiedlich sein. Deshalb werden neben mechanischen Trennverfahren und der Oberflächenabtragung beispielsweise auch elektrolytische oder chemische Reinigungsverfahren eingesetzt. Die verbleibenden Rückstände werden entweder in Zement verfestigt oder in normierte Abfallgebilde verpackt und später in der Plasma-Anlage behandelt. Die bei den Reinigungsprozessen anfallenden radioaktiven Abwässer und Zuschlagsstoffe werden in der internen Abwasserbehandlungsanlage weiter behandelt.

Die verschiedenen Behandlungseinrichtungen sind durch ein Fasstransportsystem miteinander verbunden. Zusätzlich gehören dazu die Abfallfassung und die daran angrenzenden Stationen für die Bestimmung der Abfallzusammensetzung. Grössere Mengen von Rohabfallfässern können bis zur Behandlung in der Plasma-Anlage in einem Hochregallager gesammelt werden. Die Anlagen für die Ausgangskontrollen von endlagerfähig konditionierten oder freigemessenen Abfällen befinden sich ebenfalls in der Konditionierungsanlage.

## 3 UMLADESTATION



SCHWERLASTFAHRZEUGE

Für den Umlad von Behältern und Containern von Bahnfahrzeugen auf Strassentransportmittel steht eine Umladestation mit Portalkran zur Verfügung. Die hierfür erforderliche Gleisanlage mit Strassenanschluss wurde rund ein Kilometer vom Standort der Zwiilag-Anlagen errichtet.



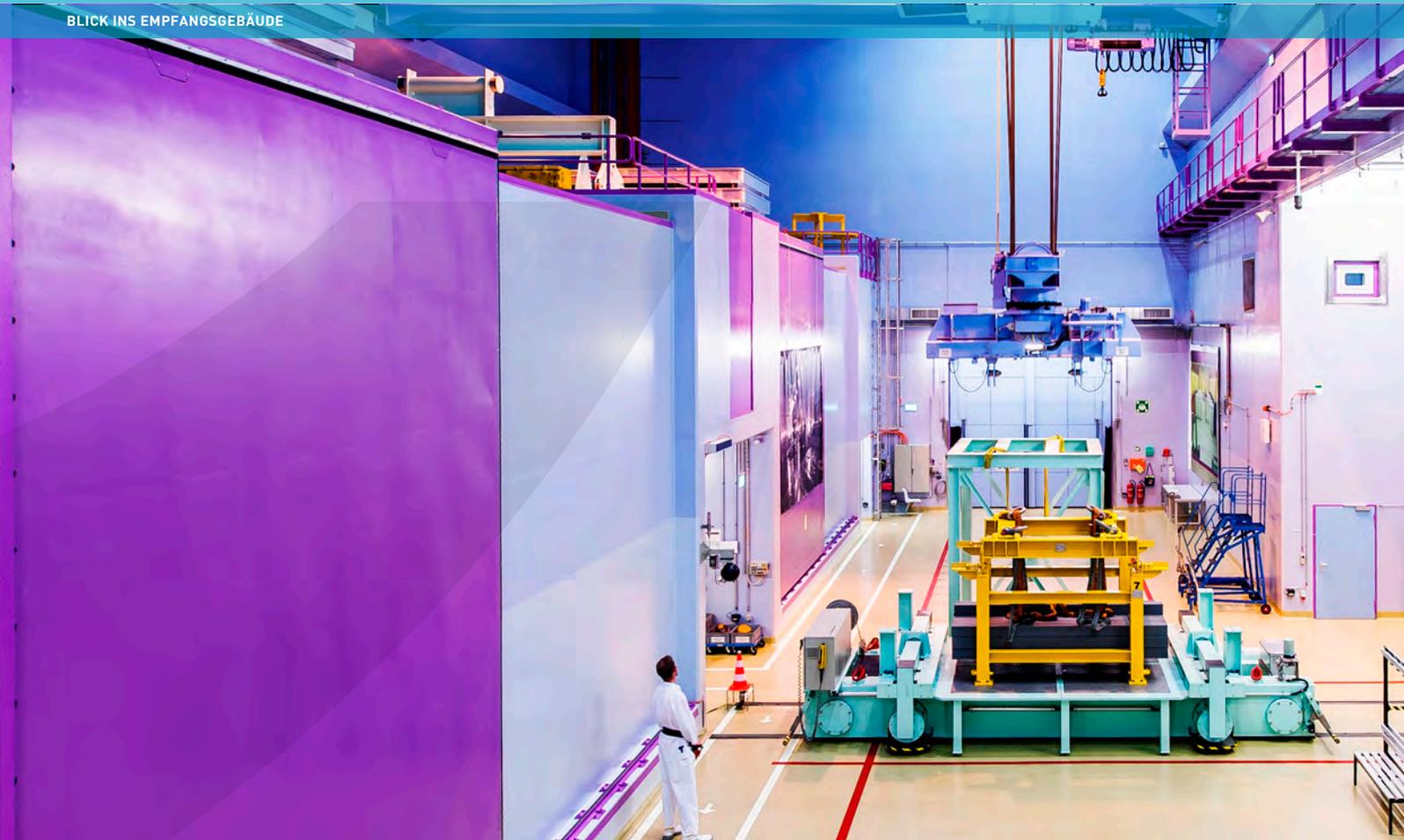
BEHÄLTERUMLAD SCHIENE/STRASSE

Per Bahn werden vorwiegend Rückstände aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich oder Grossbritannien angeliefert. Für den Transport zum Empfangsgebäude wird in erster Linie ein betriebseigenes Schwerlastfahrzeug eingesetzt.

## 4 EMPFANGSGEBÄUDE

Zwischen der Behälterlagerhalle und dem Mittelaktiv-Lager befindet sich der 26 m lange Empfangsbereich, in dem Behälter oder andere Gebinde abgeladen und für die Lagerung vorbereitet werden. Das Empfangsgebäude bietet Platz für Schwerlastfahrzeuge.

BLICK INS EMPFANGSGEBÄUDE



## 5 BEHÄLTERLAGERHALLE



BLICK IN DIE BEHÄLTERLAGERHALLE



AUSSCHNITT: TRANSPORT-/ LAGERBEHÄLTER

### Lager für abgebrannte Brennelemente und hochaktive Abfälle

Das Kernstück des Zwischenlagers bildet die 68 m lange, 41 m breite und knapp 20 m hohe Behälterlagerhalle. Diese dient der Aufnahme von verglasten hochaktiven Abfällen aus den Wiederaufbereitungsanlagen und von ausgedienten Brennelementen aus den schweizerischen Kernkraftwerken. Die verglasten hochaktiven Abfälle wie auch die ausgedienten Brennelemente werden in dicht verschlossenen Transport- und Lagerbehältern (TLB) gelagert. Bei voller Belegung finden in dieser Halle rund 200 solcher Behälter stehend Platz.

Das Prinzip der Trockenlagerung von verglasten hochaktiven Abfällen und von abgebrannten Brennelementen ist ein sicherheitstechnisch erprobtes Konzept. Die hochaktiven Abfälle geben Wärme ab. Diese muss jederzeit abgeführt werden können. Mittels Naturumlauf der Luft, welche durch Öffnungen in den Seitenwänden in die Halle gelangt und über Dachöffnungen abgegeben wird, ist die Wärmeabfuhr jederzeit sichergestellt. Die Wärmeleistung eines mit hochaktiven Abfällen beladenen Stahlbehälters kann anfänglich circa 40 bis 50 Kilowatt betragen. Diese nimmt im Verlauf der Zeit ab und beträgt nach zehn Jahren Zwischenlagerung noch rund 25 bis 30 Kilowatt. Eine Nutzung dieses Wärmepotentials ist aufgrund der heutigen Möglichkeiten jedoch wirtschaftlich nicht sinnvoll. Die über die Dachöffnungen austretende Warmluft ist nicht radioaktiv und hat keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt.

## 6 MITTELAKTIV-LAGER



LAGER FÜR MITTELAKTIVE ABFÄLLE



LAGERCONTAINER MIT SCHWACH- UND MITTELAKTIVEN ABFÄLLEN

### Lager für mittelaktive Abfälle

Das Lager für mittelaktive Abfälle weist eine Lagerkapazität für umgerechnet 384 20-Fuss-Lagercontainer auf. Die Lagercontainer werden mit bereits konditionierten, endlagerfähigen Abfallgebinden beladen und fernbedient in den Lagerschächten aufeinander abgestellt. Die massive Bauweise des Gebäudes dient einerseits der Abschirmung der Abfälle und zusätzlich auch dem Schutz gegen Einwirkungen von aussen. Die Stapelhöhe pro Lagerbucht beträgt maximal 16 Meter. Somit können pro Position 8 Container übereinander gestapelt werden. Die einzelnen Lagerschächte werden im Lagergebäude zusätzlich mit massiven Betondeckeln abgedeckt.

Die Bewirtschaftung des Lagers erfolgt nach modernsten, strahlenschutztechnischen Grundsätzen. Der Empfangsbereich, die Umlade- und die Lagerbereiche sind räumlich voneinander getrennt. Die Manipulation des Lagerguts erfolgt fernbedient mit Hilfe von Kameras, oder auch unter direktem Sichtkontakt durch bleiverglaste Strahlenschutzfenster.

Über das Gesamtinventar sowie über den Standort und den Inhalt jedes einzelnen Gebindes wird genau Buch geführt. Der Zustand der gelagerten Fässer und Container wird darüber hinaus periodisch kontrolliert.

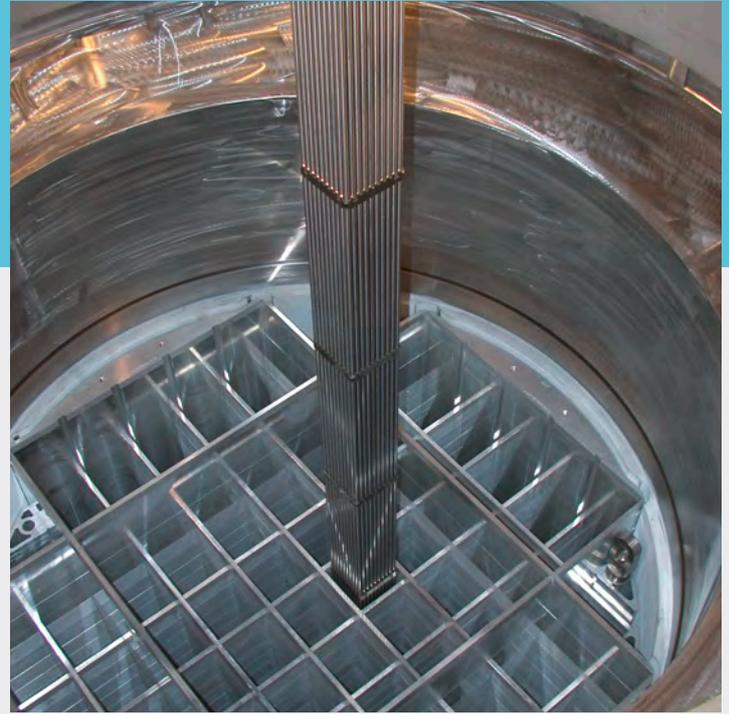
Über die installierte Gaswarnanlage wird die Konzentration von Gasen wie Wasserstoff und Methan und die Temperatur im Lager kontinuierlich überwacht.

## 7 HEISSE ZELLE



BLICK IN DIE HEISSE ZELLE

In der flugzeugabsturz sicher gebauten Heissen Zelle können bei Bedarf Lagerbehälter überprüft oder repariert werden. Darüber hinaus wird dieser Raum auch für die Inspektion oder für das Umladen von Brennelementen benötigt.



UMLADEN VON BRENNELEMENTEN

Die Handhabungen in der Heissen Zelle werden ausschliesslich fernbedient ausgeführt. Das Bedienpersonal kann alle Vorgänge über Kameras und gleichzeitig auch mit direktem Sichtkontakt durch Bleiglasfenster steuern.

## 8 LAGERHALLE

### Lagergebäude für schwach- und mittelaktive Abfälle

Das Lagergebäude für schwach- und mittelaktive Abfälle wurde in einer zweiten Bauetappe erstellt. Dieses 98 m lange, 33 m breite und knapp 20 m hohe Gebäude mit einer Lagerkapazität von 1144 Lagercontainern besteht aus einem Empfangs- und einem Lagerbereich. Die Lagerhalle wird bis auf weiteres für die konventionelle Lagerung z.B. von Leergebinden oder auch von Ersatzmaterial genutzt.

Zu einem späteren Zeitpunkt soll die Lagerhalle für die Zwischenlagerung von Stilllegungsabfällen aus den schweizerischen Kernkraftwerken dienen.

### LAGER FÜR LEERE GEBINDE UND BETRIEBSSTOFFE



# GEBINDE FÜR SCHWACH- UND MITTELAKTIVE ABFÄLLE



ANLIEFERUNGSFASS / ROHABFALLFASS

## Anlieferungsfass / Rohabfallfass

Dieses 200 l Fass aus Stahlblech dient zum Sammeln, Verpacken und Transportieren von schwachaktiven Rohabfällen. Dazu gehören schwach kontaminierte Betriebsabfälle aus den Kernkraftwerken wie auch radioaktive Abfälle aus der Medizin, der Industrie und der Forschung. Das Anlieferungsfass, auch A-Fass genannt, wird mit einem Spannring verschlossen. Diese Rohabfälle werden in der Konditionierungsanlage oder der Plasma-Anlage behandelt.



ENDLAGERFASS

## Endlagerfass

Beim sogenannten E-Fass handelt es sich um ein endlagerfähiges 200 l Stahlfass für schwach- und mittelaktive Abfälle. Darin werden endkonditionierte Abfälle aus den Kernkraftwerken ins zentrale Zwischenlager angeliefert und im Mittelaktiv-Lager eingelagert. Auch beim Behandeln von Rohabfällen in der Plasma-Anlage fallen Reststoffe an, welche unter Beimischung von Glas, ebenfalls in Endlagerfässer abgepackt und damit für die geologische Tiefenlagerung bereitgestellt werden.



KLEINBETONCONTAINER

### Kleinbetoncontainer

Nicht brennbare Abfälle, die aufgrund ihrer Abmessungen nicht in der Plasma-Anlage verarbeitet werden können, oder bei denen durch das Aufschmelzen keine Volumenreduktion resultiert, werden in KC-T12 Kleinbetoncontainer einbetoniert. Die tiefenlagerfähig hergestellten Container haben eine Grösse von 1.5×1.5×2 m. Sie werden ebenfalls im Mittelaktiv-Lager zwischengelagert.



STAHLKOKILLE FÜR VERGLASTE HOCH- UND MITTELAKTIVE ABFÄLLE

### Stahlkokille für verglaste hoch- und mittelaktive Abfälle

Bei der Wiederaufarbeitung von ausgedienten Brennelementen im Ausland fallen hoch- und mittelaktive Abfälle an. Diese werden in tiefenlagerfähige 180 l Stahlkokillen abgefüllt und mit Glas verfestigt. Die Stahlkokillen werden in Transport- und Lagerbehältern per Bahn angeliefert. Während die Stahlkokillen mit mittelaktiven Abfällen in Lagercontainer umgeladen und in das Mittelaktiv-Lager verbracht werden können, verbleiben die Stahlkokillen mit hochaktiven Abfällen in den Behältern, welche in das Behälterlager eingestellt werden.

# 14 BEHÄLTER FÜR HOCHAKTIVE ABFÄLLE



TRANSPORT- UND LAGERBEHÄLTER MIT VERGLASTEN HOCHAKTIVEN ABFÄLLEN

Die verglasten hochaktiven Abfälle und die abgebrannten Brennelemente werden in massiven, bis zu 140 Tonnen schweren Stahlbehältern in der Behälterlagerhalle zwischengelagert.

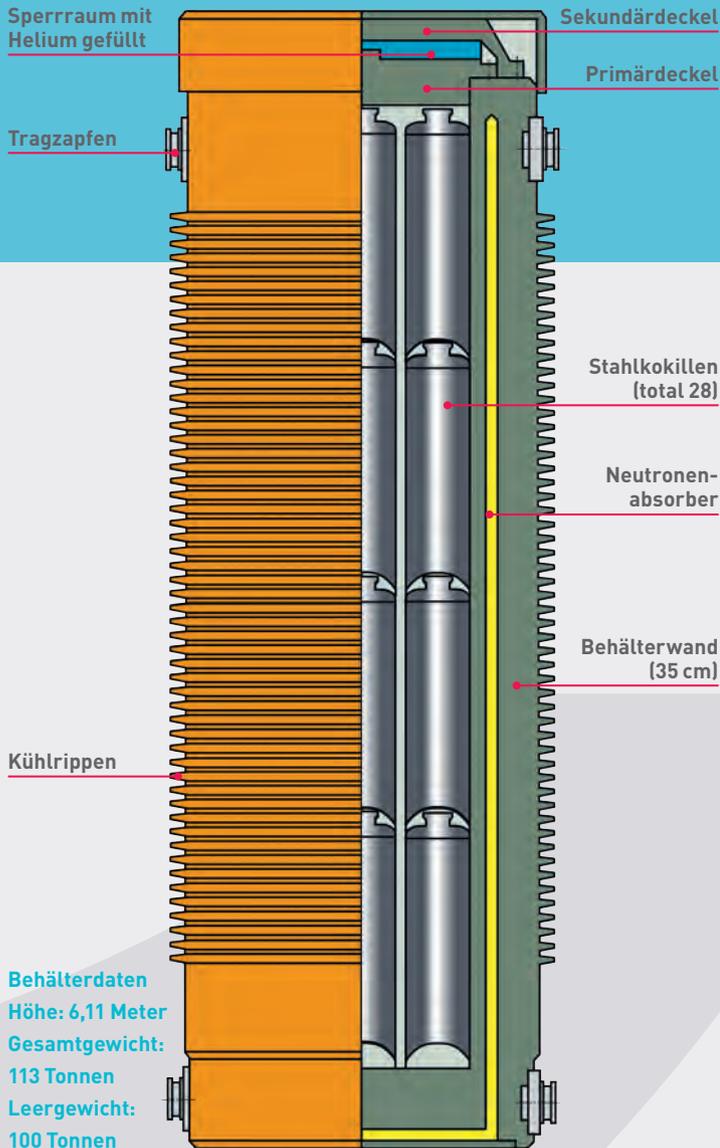
Die Behälter schützen die Abfälle und Brennelemente gegen alle denkbaren Störfälle wie Flugzeugabsturz, Erdbeben, Brand und weitere Einwirkungen.



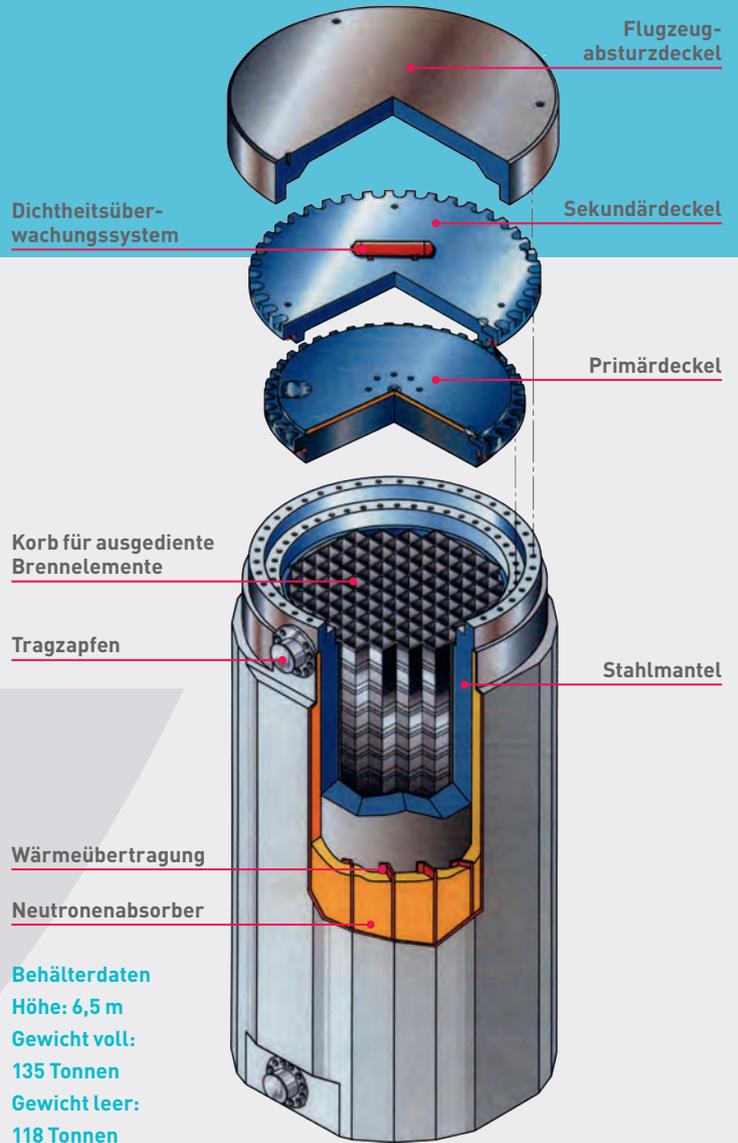
TRANSPORT- UND LAGERBEHÄLTER MIT ABGEBRANNTEN BRENNELEMENTEN

Die Dichtheit der Behälter wird während der gesamten Dauer der Zwischenlagerung kontinuierlich überwacht. Zum Einsatz kommen ausschliesslich von der Behörde lizenzierte und freigegebene Behältertypen.

## Schnitt durch Transport- und Lagerbehälter für verglaste hochaktive Abfälle



## Schnitt durch Transport- und Lagerbehälter für ausgediente Brennelemente



# 16 DIE BETRIEBSPROZESSE

Lernen Sie vier typische Betriebsprozesse anhand eines vereinfachten Modells kennen!

- I Einlagerung von Brennelementen und hochaktiven Abfällen
- II Einlagerung von mittelaktiven Abfällen
- III Behandlung von schwachaktiven Betriebsabfällen in der Plasma-Anlage
- IV Dekontamination und Konditionierung von schwachaktiven Abfällen





In den einzelnen Anlagen wird eine Vielzahl an Methoden und Verfahren zur Behandlung und Einlagerung der verschiedenen Kategorien von radioaktiven Abfällen eingesetzt. Ein stark vereinfachtes Modell führt durch die typischen Betriebsprozesse.



Die Betriebsprozesse I und II zeigen typische Einlagerungsvorgänge für angelieferte hoch- und mittelaktive Behältnisse.

Die Betriebsprozesse III und IV zeigen die Behandlung von schwachaktiven Rohabfällen aus den Kernkraftwerken oder aus der Medizin, Industrie und Forschung sowie deren Einlagerung.

# 18

1

## EINLAGERUNG VON BRENNELEMENTEN UND HOCHAKTIVEN ABFÄLLEN





1



2



3

**1 Anlieferung per Bahn oder auf der Strasse**

Behälter mit ausgedienten Brennelementen aus den Kernkraftwerken oder mit hochaktiven Rückständen aus der Wiederaufarbeitung werden via Umladestation oder direkt mit Schwerlastfahrzeugen zum Empfangsgebäude angeliefert.

**2 Ablad und Dichtheitsprüfung**

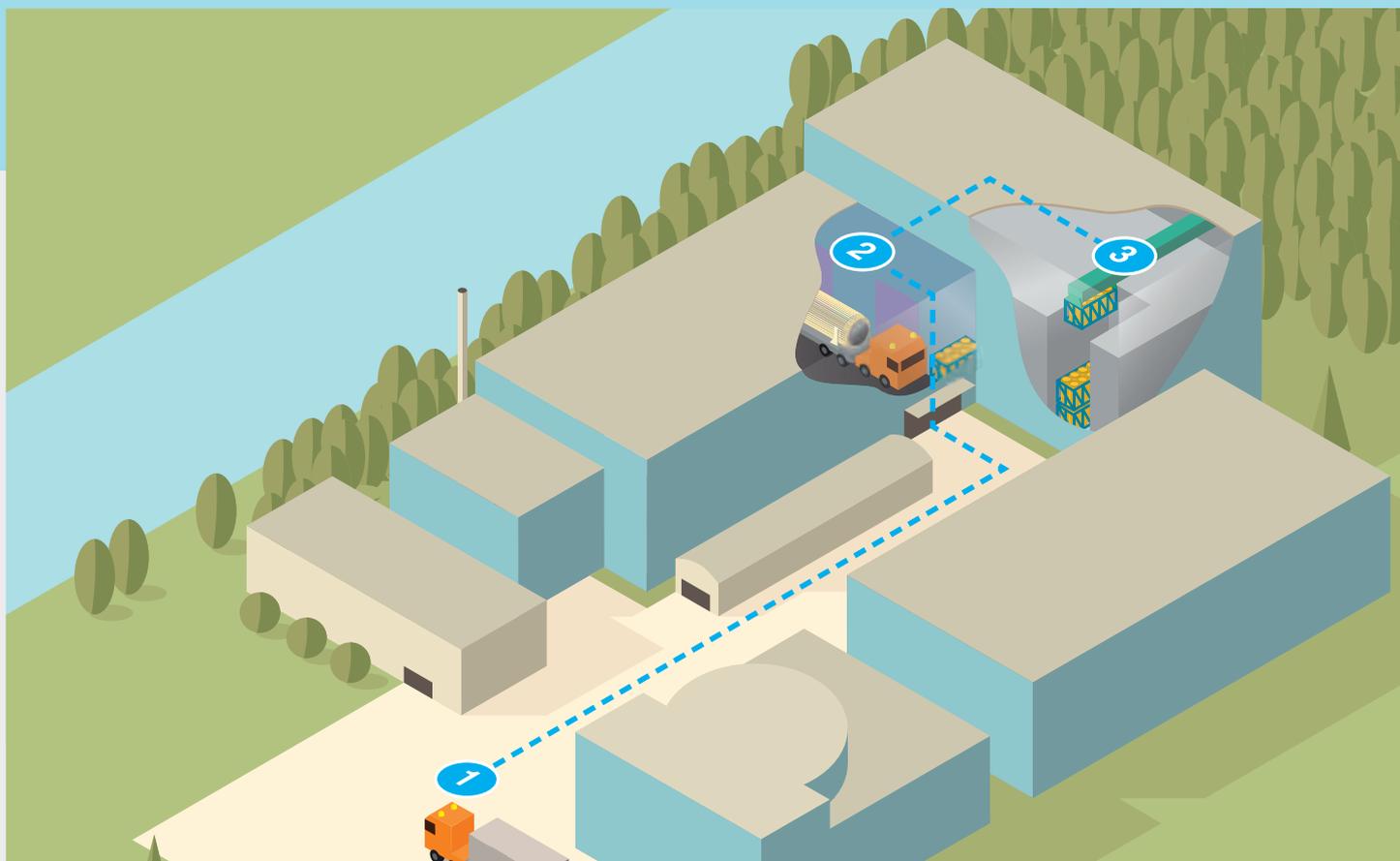
Die Behälter werden im Empfangsgebäude abgeladen und in einem speziell eingerichteten Arbeitsplatz durch Fachpersonal auf ihre Dichtheit überprüft.

**3 Einlagerung in der Behälterlagerhalle**

Die Behälter werden auf einem Transferwagen in die Behälterlagerhalle gefahren und mit einem Kran auf ihren Stellplatz gehoben. Anschliessend werden die Behälter an ein Behälterüberwachungssystem angeschlossen und konstant auf ihre Dichtheit überwacht.



# EINLAGERUNG VON MITTELAKTIVEN ABFÄLLEN





### **1 Anlieferung per Bahn**

Mittelaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland werden in grossen Transportbehältern via Umladestation angeliefert. In einem Behälter befinden sich in der Regel bis zu 28 verschweisste Stahlkokillen mit verglasten mittelaktiven Abfällen.

### **2 Umladen in Lagercontainer**

Die Stahlkokillen mit mittelaktiven, verglasten Rückständen aus der Wiederaufarbeitung werden im Empfangsgebäude aus dem Transportbehälter ausgeladen und in Lagercontainer eingestellt. Alle Arbeiten erfolgen fernbedient mit modernsten Einrichtungen.

### **3 Einlagerung ins Mittelaktiv-Lager**

Die beladenen Lagercontainer werden in das Mittelaktiv-Lager gefahren und in den einzelnen Lagerbuchten übereinander aufgestapelt. Das Lager ist erdbebensicher gebaut und wird mit verschiedensten Messeinrichtungen konstant überwacht.



# BEHANDLUNG VON SCHWACHAKTIVEN BETRIEBSABFÄLLEN IN DER PLASMA-ANLAGE





#### **1 Anlieferung von Betriebsabfällen**

Die schwachaktiven Betriebsabfälle aus den schweizerischen Kernkraftwerken und radioaktive Abfälle aus der Medizin, der Industrie und der Forschung werden in Fässern angeliefert. Die Anlieferung erfolgt in einem eigens für diese Transporte eingerichteten 40"-Container.

#### **2 Behandlung in der Plasma-Anlage**

Die Rohabfallfässer werden mit dem gesamten Inhalt eingeschmolzen. Die organischen Stoffe verbrennen und die Rückstände werden zusammen mit flüssigem Glas in Stahlkokillen abgegossen.

#### **3 Umladen der 200 Liter Endlagerfässer in Lagercontainer**

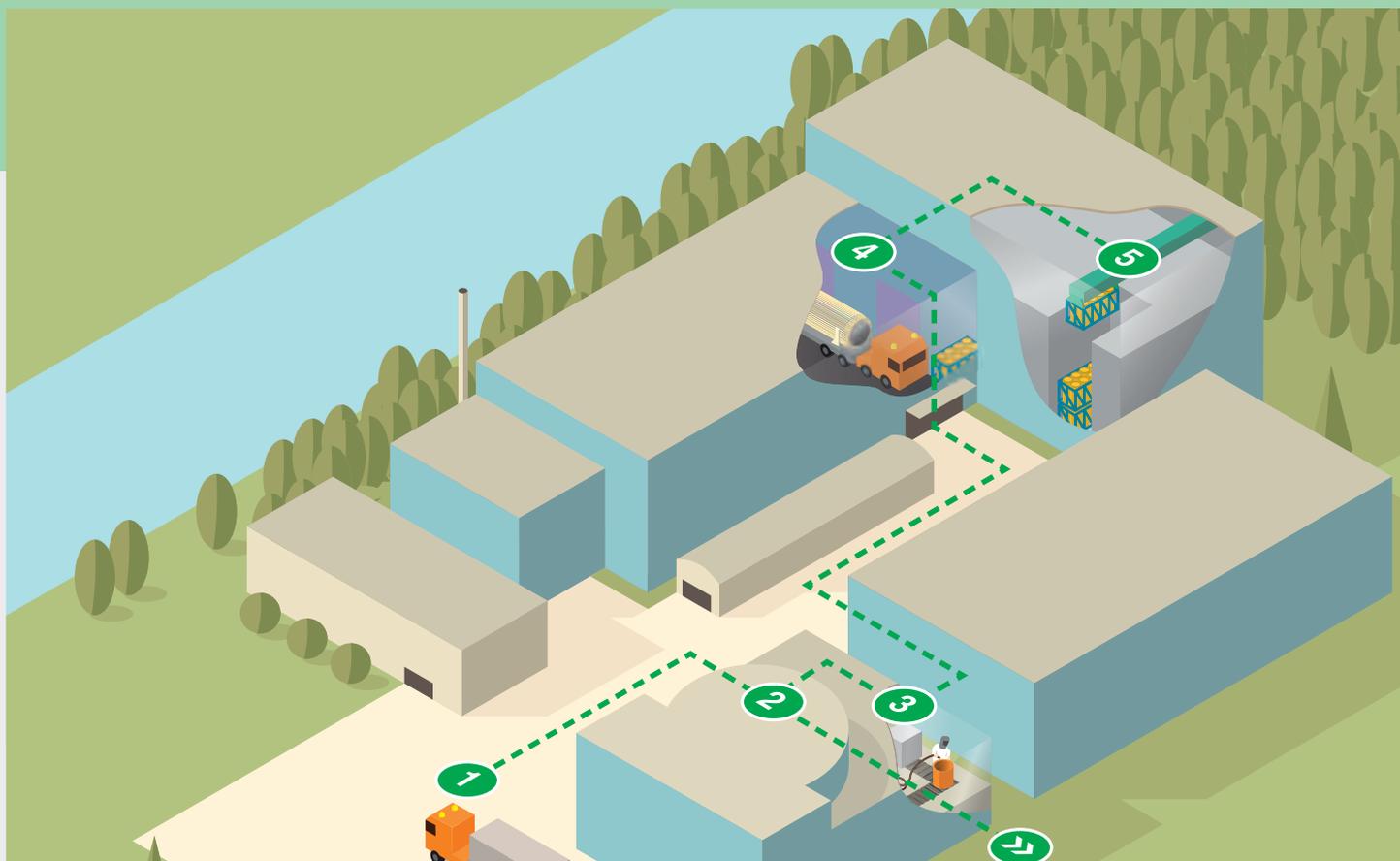
Die produzierten, endlagerfähigen 200 Liter Abfallgebinde aus der Plasma-Anlage werden im Empfangsgebäude in Lagercontainer eingestellt. Ein Lagercontainer fasst 68 Endlagerfässer.

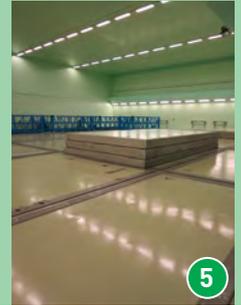
#### **4 Einlagerung ins Mittelaktiv-Lager**

Die beladenen Lagercontainer werden in das Lager für mittelaktiv Abfälle gefahren und in den einzelnen Lagerbuchten übereinander aufgestapelt. Das Lager ist erdbebensicher gebaut und wird mit verschiedensten Messeinrichtungen konstant überwacht.

IV

# DEKONTAMINATION UND KONDITIONIERUNG VON SCHWACHAKTIVEN ABFÄLLEN





### 1 **Anlieferung von Komponenten aus den Kernkraftwerken**

Bei den Revisionsarbeiten in den Kernkraftwerken fallen ausgediente Komponenten und anderes Stückgut als schwachaktiver Abfall an. Der Abfall wird mittels Strassentransport in die Konditionierungsanlage angeliefert.

### 2 **Behandlung und Dekontamination**

Die angelieferten Komponenten werden zerlegt und nach Möglichkeit vollständig von radioaktiven Stoffen gereinigt, damit diese als inaktives Material konventionell entsorgt werden können.

### >> **Freimessung und konventionelle Entsorgung**

Das von radioaktiven Stoffen befreite Material wird freigemessen und als konventioneller Abfall der normalen Wiederverwertung zugeführt. Die Freimessung unterliegt strengen gesetzlichen Auflagen und wird behördlich kontrolliert.

### 3 **Verfestigung der Rückstände in Betoncontainern**

Die verbleibenden Rückstände aus der Dekontamination werden entweder in Kleinbetoncontainer gefüllt und mit Zement verfestigt oder später in der Plasma-Anlage behandelt.

### 4 **Umladen in Lagercontainer**

Die Betoncontainer mit verfestigten, schwach-aktiven Rückständen aus der Konditionierung werden in Lagercontainer gestellt.

### 5 **Einlagerung im Lager für mittelaktive Abfälle**

Die beladenen Lagercontainer werden in das Lager für mittelaktive Abfälle gefahren und in den einzelnen Lagerbuchten übereinander aufgestapelt. Das Lager ist erdbebensicher gebaut und wird mit verschiedensten Messeinrichtungen konstant überwacht.

# WIR FREUEN UNS, WENN IHR WEG SIE ZU UNS FÜHRT

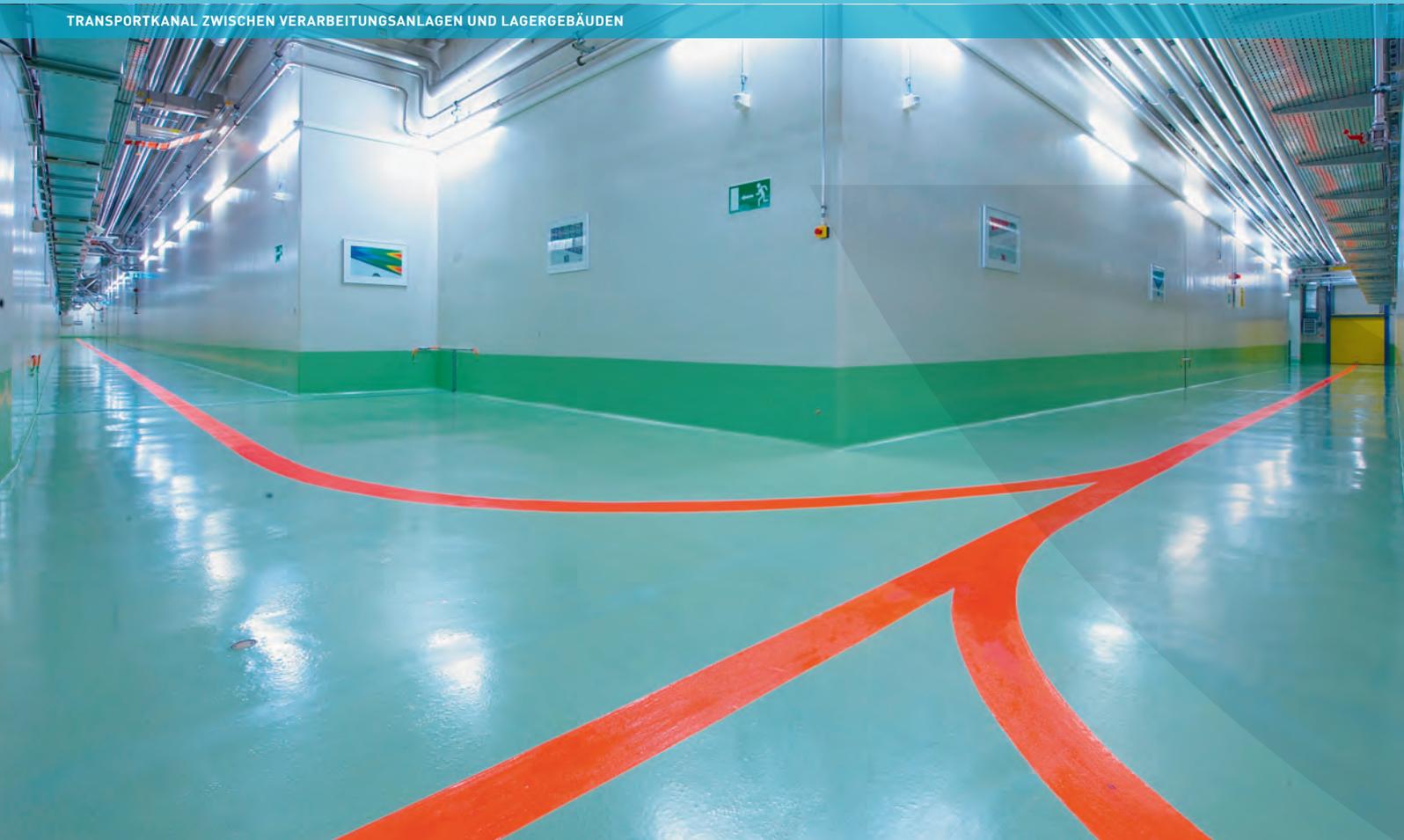
## Besichtigung der Anlagen

Besucherguppen sind herzlich willkommen. Bei einem Rundgang durch die Anlagen können Sie sich ein eigenes Bild über die sichere, verantwortungsvolle und umweltgerechte Behandlung und Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen verschaffen. Ihre Anmeldung nimmt das Besucherzentrum Axporama gerne telefonisch unter +41 (0)56 250 00 31 oder per E-Mail entgegen.

Die Dauer einer Führung beträgt rund 2 Stunden.

Wir freuen uns auf Ihren Besuch im zentralen Zwischenlager in Würenlingen.

TRANSPORTKANAL ZWISCHEN VERARBEITUNGSANLAGEN UND LAGERGEBÄUDEN



**Impressum**

**Herausgeber:** Zwilag Zwischentager Würenlingen AG, Industriestrasse Beznau 1, CH-5303 Würenlingen

Weitere Informationen finden Sie unter [www.zwilag.ch](http://www.zwilag.ch).

**Auflage:** 3 000 Ex.

**Konzept/Kreation/Gesamtausführung:** Megura AG Werbeagentur ASW, Bahnhofstrasse 88, CH-5430 Wettingen

**Druck:** Druckerei Meier, Wiesenstrasse 20, CH-5303 Würenlingen

# WIE SIE UNS FINDEN



Zwilag Zwischenlager Würenlingen AG  
Industriestrasse Beznau 1  
CH-5303 Würenlingen  
Telefon +41 (0)56 297 47 11  
Telefax +41 (0)56 297 47 22  
info@zwilag.ch  
www.zwilag.ch