



# Kurzbeschreibung

des Standort-Zwischenlagers Lingen

am Kernkraftwerk Emsland

**KLE**

Kernkraftwerke Lippe Ems GmbH - Am Hilgenberg - 49811 Lingen - Tel. 0591/806-1611

Juli 1999

**KLE**  
Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH

# Inhalt

<b>Das Vorhaben</b>	<b>4</b>
<b>Der Standort</b>	<b>6</b>
<b>Das Zwischenlager</b>	<b>12</b>
Die Gebäude	12
Das radioaktive Inventar	14
Die Behälter	14
Die Betriebsabläufe	16
<b>Die Sicherheit</b>	<b>18</b>
Die Schutzziele	18
Der Strahlenschutz	19
Die Störfallanalyse	20
<b>Die Stilllegung</b>	<b>22</b>

## Das Vorhaben

Die Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH (KLE) betreibt seit 1988 das 1.363 Megawatt Kernkraftwerk Emsland (KKE). Rund 10 Milliarden kWh Strom werden seitdem pro Jahr erzeugt und das bei einer Verfügbarkeit von über 90 %. Damit werden 3,5 Millionen Haushalte umweltfreundlich vom KKE mit Strom versorgt. Durch die moderne Technik des KKE und die verantwortungsvolle Betriebsführung ist das KKE eines der zuverlässigsten Kernkraftwerke der Welt.

Einmal im Jahr wird das Kernkraftwerk zur Revision abgeschaltet. Ein Viertel der 193 Brennelemente (BE) wird dann durch neue ersetzt. Dadurch fallen jährlich ca. 50 bestrahlte Brennelemente zur Entsorgung an. Nach einer ausreichenden Abklingzeit (Abkühlzeit) im Nasslager des KKE sind diese Brennelemente entweder der Wiederaufarbeitung oder der direkten Endlagerung zuzuführen. Eine direkte Endlagerung setzt eine weitere Abkühlphase der Brennelemente voraus. Für diese Phase müssen die Brennelemente zwischengelagert werden.

Direkt am Standort des KKE soll deshalb ein Zwischenlager errichtet und betrieben werden.

Im Standort-Zwischenlager Lingen (SZL) werden ausschließlich die durch den Betrieb des KKE anfallenden bestrahlten Brennelemente bis zum Abtransport zur weiteren Entsorgung zwischengelagert. Das SZL soll in unmittelbarer Nachbarschaft zum Reaktorgebäude errichtet werden. Dadurch ist der Transportweg extrem kurz, und öffentliche Verkehrswege müssen nicht genutzt werden. Das SZL wird unabhängig vom KKE betrieben.

Die Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente bedarf einer Genehmigung nach § 6 Atomgesetz (AtG). Der Antrag dafür wurde am 22.12.1998 beim Bundesamt für Strahlenschutz gestellt.

Die Errichtung des Lagergebäudes bedarf einer Baugenehmigung nach § 71 Landesbauordnung. Der Antrag dafür wurde am 29.03.1999 bei der zuständigen Baubehörde (Stadt Lingen) gestellt.

Kernkraftwerk Emsland (KKE)



## Der Standort

### Geographische Lage

Das Standort-Zwischenlager Lingen befindet sich auf dem Gelände des KKE auf dem Gebiet der Stadt Lingen (Ems), Ortsteil Bramsche, im Landkreis Emsland. In einer Entfernung von ca. 6 km befindet sich in nördlicher Richtung das Stadtzentrum von Lingen.

Die nächsten größeren Siedlungsschwerpunkte sind südlich Emsbüren in einer Entfernung von ca. 9 km und südwestlich Nordhorn in einer Entfernung von ca. 18 km.

Die nähere Umgebung weist die Charakteristik einer Geestlandschaft auf. Vom Osten her ragen die Lingener Höhen mit dem Lingener Wald in den Bereich des Standortes hinein. Die höchsten Erhebungen in der näheren Umgebung sind der Bramberg mit 69 m NN in ca. 8 km Entfernung und der Windmühlenberg mit 91 m NN in ca. 13 km Entfernung. Das Standortgelände hat eine Höhenlage von ca. 31 m NN.

Südwestlich des Standortes verläuft in einer Entfernung von ca. 19 km die Grenze zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich der Niederlande.

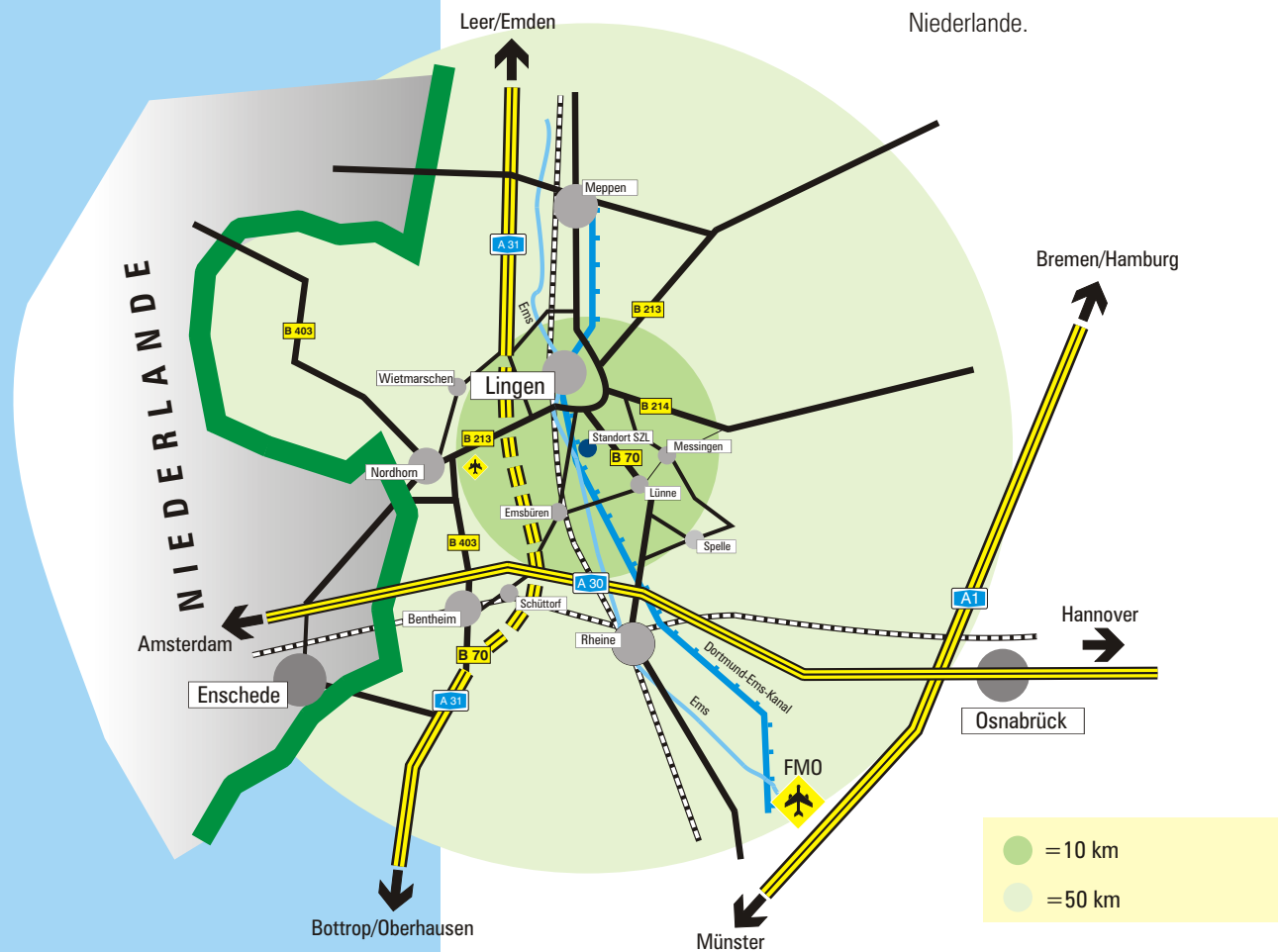
### Bevölkerung

In einem Umkreis von 10 km um den Standort leben ca. 67.000 Einwohner. Dieser Bereich umfasst die Stadt Lingen, die Einheitsgemeinde Emsbüren, die Mitgliedsgemeinde Messingen der Samtgemeinde Freren, die Mitgliedsgemeinde Lünne der Samtgemeinde Spelle und Ortsteile der Einheitsgemeinde Wietmarschen.

Im 50 km-Umkreis um den Standort befindet sich auf deutschem Staatsgebiet keine Stadt mit mehr als 100.000 Einwohnern. In den Niederlanden liegt in ca. 40 km Entfernung Enschede mit ca. 150.000 Einwohnern.

Die nächstgelegene deutsche Großstadt ist Osnabrück mit ca. 167.000 Einwohnern in ca. 55 km Entfernung.

Marktplatz der Stadt Lingen





## Der Standort

### Boden- und Wassernutzung

Der Boden der Gemeinden und Städte im 10 km-Umkreis wird überwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt. Offene Gewässer werden im 10 km-Umkreis nicht zur Trinkwassergewinnung verwendet.

Im Standortbereich besteht die Möglichkeit, in der Ems zu baden. Im Dortmund-Ems-Kanal besteht dagegen Badeverbot.

Die Umgebung bietet vielfältige Möglichkeiten zur Erholung, wie z. B. die Wälder in der unmittelbaren Umgebung, das Landschaftsschutzgebiet Emstal und die Naturschutzgebiete Leschede, Engdener Wüste und Wacholderheide Wachendorf.



Faserwerke Lingen GmbH

### Gewerbliche und sonstige Nutzung

In einem Bereich von 10 km um den Standort wird vorrangig Landwirtschaft betrieben. Großgewerbe und Industrie sind dagegen schwerpunktmäßig in speziell ausgewiesenen Gewerbe- und Industriegebieten am nördlichen bzw. am südlichen Stadtrand von Lingen angesiedelt.

Betriebe mit toxischen bzw. explosiven Stoffen im 10 km-Bereich sind:

- Brennelementwerk ANF GmbH
- Bärlocher GmbH
- Erdgaskraftwerk Lingen
- Faserwerke Lingen GmbH
- Hagedorn AG.

Im Abstand von ca. 6 km nordwestlich vom Standort liegt in Reuschberge eine Kaserne der Bundeswehr und deren Übungsgelände. In einer Entfernung von ca. 9 km südwestlich vom Standort befindet sich ein Truppenübungsplatz mit einem Bombenabwurfplatz der Royal Air Force (RAF).

### Verkehrswege

Am östlichen Rand des Standortgeländes des SZL verläuft in einem Abstand von ca. 400 m die Landstraße L 40a, die das KKE und somit auch das SZL an das Verkehrsnetz anbindet.

Die Bundesbahnstrecke Münster-Rheine-Lingen-Emden-Norddeich verläuft am westlichen Rand des Standortgeländes ca. 600 m vom SZL entfernt. Es verkehren zurzeit pro Woche ca. 370 Personen- und ca. 450 Güterzüge in beiden Richtungen auf dieser Strecke. Das Standortgelände ist über ein Anschlussgleis mit der Hauptstrecke verbunden.

Der Standort liegt in Luftlinie ca. 650 m nordöstlich des Hafens Hanekenfähr, wo Ems und Dortmund-Ems-Kanal gemeinsam geführt sind. Die Anzahl der Schiffsbewegungen in diesem Bereich beträgt jährlich ca. 7.000 Schiffe mit einer Ladung von insgesamt 4 Mio. Tonnen.

In einem Bereich von 50 km um den Standort liegen folgende zivile Flugplätze:

- Landeplatz Nordhorn-Lingen
- Flughafen Münster-Osnabrück.

In diesem Bereich liegen darüber hinaus drei Militärflugplätze, von denen jedoch keiner im 10 km-Umkreis des SZL liegt.



## Der Standort

### Geologische und hydrologische Verhältnisse

Das Standortgelände des SZL liegt im Bereich der Emsniederung am Rande der ansteigenden Geest (Baccumer Berge) und damit über mächtigen Anfüllungen glazialer Schmelzwassersande und darüberliegender Talsande, auf die nacheiszeitliche Dünen aufgeweht sind.

Die hydrologischen Gegebenheiten sind dadurch gekennzeichnet, dass der Grund durch den tonigen Moränenboden in zwei Grundwasserleiter aufgespalten ist. In der oberen Sandschicht ist die Lage des Grundwasserspiegels hauptsächlich von der Höhenlage der Gewässer und der Intensität der Niederschläge abhängig. Der Grundwasserspiegel liegt zwischen 25 und 28 m NN.

In der näheren Umgebung, ca. 6 km nordöstlich des Standortes, liegt das Wasserschutzgebiet Stroot der Stadt Lingen. Ein weiteres Wasserschutzgebiet Mundersum, zwischen Baccumer Mühle und Hüvede, ist mit einer Fläche von ca. 15 km<sup>2</sup> geplant.

Die öffentliche Wasserversorgung erfolgt durch den Wasserbeschaffungsverband Lingener Land aus dem Wassergewinnungsgebiet Grumsmühlen, das östlich der Stadt Lingen zwischen dem Wohnpark Gauerbach und der Gemeinde Thuine liegt.

### Seismische Verhältnisse

Der Standort Lingen liegt im Bereich des norddeutschen Tieflandes, einer tektonischen Gebietseinheit, die als ausgesprochen erdbebenarm zu bezeichnen ist.

### Meteorologische Verhältnisse

Die Hauptwindrichtung ist West. Im Jahresmittel weht der Wind zu ca. 40 % aus dieser Richtung.

Die häufigste Ausbreitungsklasse der Wetterstatistik sowohl im Sommer als auch über das ganze Jahr gemittelt ist die Klasse D, d. h. eine leicht stabile Wetterlage.

Die Niederschläge liegen im Jahresmittel bei ca. 800 mm. Die mittleren Wochentemperaturen schwanken im Sommer zwischen 17° C und 23° C und im Winter zwischen -10° C und 9° C.

### Radiologische Vorbelastung

Die radiologische Vorbelastung am Standort resultiert aus den genehmigten Emissionswerten folgender Anlagen:

- Kernkraftwerk Emsland
- Brennelementwerk ANF
- Kernkraftwerk Lingen (stillgelegt).

Insgesamt ergibt sich eine maximale effektive Dosis von weniger als 0,04 mSv/a. Dieser Wert liegt weit unterhalb des nach § 45 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) einzuhaltenden Grenzwertes.



Biotop am Speichersee



Radiologische Messstation des KKE

# Das Zwischenlager

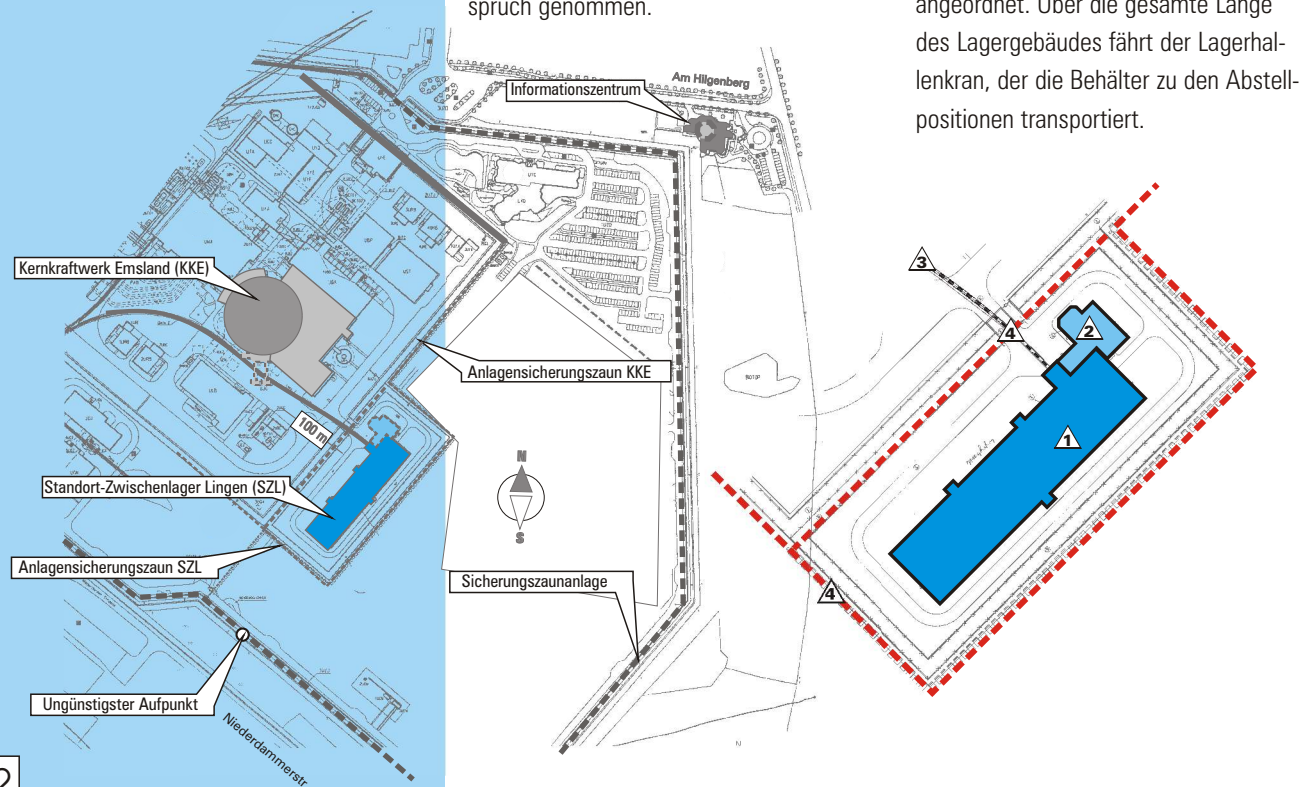
## Die Gebäude

Der Standort des SZL befindet sich innerhalb der Sicherungszaunanlage auf dem Betriebsgelände des Kernkraftwerkes.

Das Gelände des SZL nimmt ca. 1,5 ha vom ca. 55 ha großen Gesamtgelände des KKE ein und ist von einem eigenen Anlagensicherungszaun umgeben. Der Zugang zum SZL erfolgt über den Sicherungsbereich des Kernkraftwerkes. Die wesentlichen Einrichtungen des SZL sind:

- Lagergebäude mit Empfangs- und Lagerbereich (1)
- Betriebsgebäude (2)
- Gleis und Straßen (3)
- Anlagensicherungszaun SZL mit Toranlage (4).

Verwaltung, Feuerwehr, Erste Hilfe sowie die Wartung und Instandhaltung werden als Dienstleistungen in Anspruch genommen.



## Lagergebäude

Das Lagergebäude ist von einer Ringstraße umgeben. Die Einfahrt für Transportfahrzeuge und der Personenzugang befinden sich an der Nordwestseite.

Die äußeren Abmessungen des Lagergebäudes sind:

- Länge ca. 110 m
- Breite ca. 27 m
- Höhe ca. 20 m.

Die Außenwände aus Stahlbeton werden in einer Wandstärke von ca. 1,2 m ausgeführt. Die Decke, ebenfalls aus Stahlbeton, hat eine Stärke von ca. 1,3 m.

Der Empfangsbereich grenzt an der Nordostseite an den Lagerbereich an. Beide Bereiche sind durch eine Abschirmwand aus Beton voneinander getrennt. In der Abschirmwand sind ein Abschirmschott und eine Personentür angeordnet. Über die gesamte Länge des Lagergebäudes fährt der Lagerhakenkran, der die Behälter zu den Abstellpositionen transportiert.

## Empfangsbereich

Die Arbeiten zur Behälterannahme, zur Behälterein- und -auslagerung sowie bei den notwendigen Wartungsarbeiten an den Behältern werden im Wartungsraum innerhalb des Empfangsbereiches durchgeführt. Der Empfangsbereich hat eine Grundfläche von ca. 500 m<sup>2</sup>. Der Bereich der Gebäudezufahrt ist mit einem Vorbau versehen, so dass Transportfahrzeuge bis zu einer Gesamtlänge von ca. 31 m eingestellt werden können.

## Lagerbereich

Der Lagerbereich verfügt über eine Gesamtfläche von ca. 2.000 m<sup>2</sup>, von der als effektive Lagerfläche ca. 1.200 m<sup>2</sup> genutzt werden. Im Lagerbereich erfolgt die Anordnung der Behälter in 26 Reihen zu jeweils 5 Stellplätzen, so dass insgesamt 130 Behälter in das Lager eingestellt werden können.

Die sichere Abfuhr der Nachzerfallswärme aus dem Lager erfolgt im Wesentlichen durch Konvektion der Umgebungsluft an der Behälteroberfläche. Für die Zufuhr von kalter Zuluft befinden sich in einer Hallenlängswand Lufteintrittsöffnungen und für die Abfuhr der erwärmten Abluft im gegenüberliegenden Lagerhallendach entsprechende Luftaustrittsöffnungen. Die Öffnungen können durch Jalousieklappen verschlossen werden. Die Zufuhr von Zuluft erfolgt je nach Betriebsweise durch eine Zuluftanlage oder durch Naturkonvektion.

Ein Transportgang ist an der Längswand, die den Lufteintrittsöffnungen gegenüber liegt, vorgesehen. Der Lagerbereich kann im Bedarfsfall durch Fluchttüren nach außen verlassen werden.

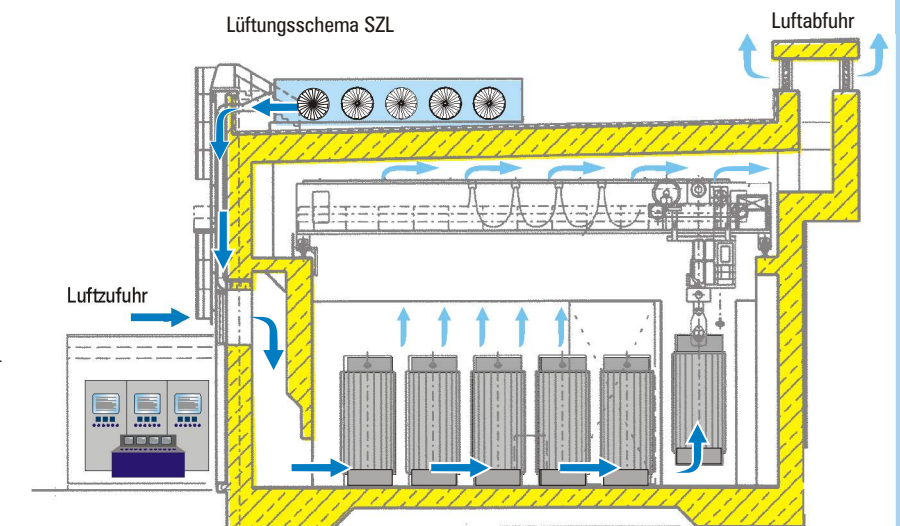
## Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude ist an das Lagergebäude angegliedert und schließt unmittelbar an den Empfangsbereich an. Das Betriebsgebäude ist in einen Eingangs- und einen Betriebsbereich unterteilt.

Im Eingangsbereich werden die Aufgaben der Anlagensicherung und der Zutrittskontrolle wahrgenommen.

Im Betriebsbereich sind die Versorgungseinrichtungen für den Betrieb des SZL angeordnet. Dieser Bereich umfasst folgende Räume:

- Technikraum mit Lüftungsanlage für das Betriebsgebäude
- Schaltanlagenraum
- Leittechnikraum
- Überwachungsraum
- Büro- und Aufenthaltsraum
- Strahlenschutzlabor
- Umkleiden und Duschen.





# Das Zwischenlager

## Das radioaktive Inventar

Im SZL werden bestrahlte Brennelemente aus dem Betrieb des KKE zwischengelagert. Es können folgende radioaktive Inventare aufbewahrt werden:

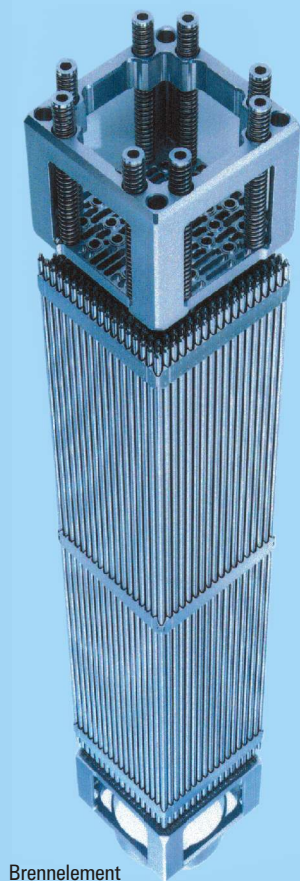
- Kernbrennstoffe in Form von bestrahlten Brennelementen aus dem Betrieb des KKE in Behältern
- Sonstige radioaktive Stoffe als Innenkontamination in unbeladenen Behältern
- Sonstige radioaktive Stoffe, die bei der Aufbewahrung anfallen.

Das gesamte Lagerinventar ist wie folgt gekennzeichnet:

- Gesamtmasse Schwermetall  $< 1.500 \text{ Mg}$
- Gesamtaktivität  $< 10^8 \text{ TBq}$
- Wärmeleistung  $< 5 \text{ MW}$ .

Die bestrahlten Brennelemente des KKE sind durch die folgenden abdeckenden Auslegungsmerkmale beschrieben:

- BE-Abbrand  $\leq 70 \text{ GWd/MgSM}$
- Schwermetallmasse pro BE  $\leq 560 \text{ kg}$
- Anfangsanreicherung Uran-BE  $\leq 4,45 \text{ Gew.-% U-235}$
- Spaltstoffgehalt MOX-BE  $\leq 5,47 \text{ Gew.-%}$ .



Brennelement

## Die Behälter

Die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Behälter ergeben sich sowohl unmittelbar aus den Schutzzielen für die langfristige Aufbewahrung als auch aus den Kriterien für die Zulassung als Versandstückmuster des Typs B(U) für spaltbare radioaktive Stoffe.

Die im SZL gelagerten Behälter weisen folgende Merkmale auf:

- Masse (ohne Stoßdämpfer)  $\leq 140 \text{ Mg}$
- Höhe  $\leq 6.500 \text{ mm}$
- Durchmesser über Tragzapfen  $\leq 2.800 \text{ mm}$
- Gesamtaktivität  $\leq 8 \cdot 10^8 \text{ TBq}$
- mittlere Ortsdosisleistung an der Oberfläche  $\leq 0,5 \text{ mSv/h}$
- mittlere Wärmeleistung pro Behälter  $\leq 37,5 \text{ kW}$ .

Die Behälter sind mit einem Deckelsystem technisch dicht verschlossen. Die Abdichtung des Deckels zum Behälterkörper erfolgt entweder mit Metaldichtungen oder mit Schweißnähten. Im bestimmungsgemäßen Betrieb wird für jeden Behälter folgende Standard-Helium-Leckrate unterschritten:

- für beladene Behälter pro Barriere  $\leq 10^{-8} \text{ Pa m}^3/\text{s}$
- für leere Behälter mit Innenkontamination  $\leq 10^{-4} \text{ Pa m}^3/\text{s}$ .

Anhand von gemeinsamen Konstruktionsmerkmalen können Behälter, die in das SZL eingelagert werden sollen, Behältertypengruppen zugeordnet werden. Solche sind:

- Behälter mit innenliegendem Neutronenmoderator (z.B. CASTOR V/19)
- Behälter mit außenliegendem Neutronenmoderator (z.B. TN 24) und
- Behälter in Verbundbauweise (z.B. NAC-GRM).

Bei Aufnahme des Lagerbetriebes sollen zunächst Behälter (mit innenliegendem Neutronenmoderator) des Typs CASTOR V/19 eingesetzt werden. Dieser Behältertyp wird daher im Folgenden beschrieben.

### CASTOR V/19

Bei der Handhabung im Lager besitzt der mit max. 19 Brennelementen beladene Behälter einschließlich Primärdeckel, Sekundärdeckel und Schutzplatte eine Masse von ca. 125 Mg. Der Behälterkörper mit einer Länge von ca. 6.000 mm und einem Durchmesser von ca. 2.500 mm besteht aus duktilem Gusseisen mit Kugelgraphit (GGG 40) und wird als monolithischer Gusskörper in Form eines einseitig geschlossenen Zylinders gefertigt.

Die Wandstärken betragen im zylindrischen Bereich ca. 420 mm und im Bodenbereich ca. 400 mm.

Die Oberseite des Behälterkörpers ist zur Aufnahme der Deckel stufenförmig ausgebildet.

Zur Gewährleistung der Wärmeabfuhr sind an der Behälteraußenwand Radialrippen von jeweils ca. 60 mm Höhe eingearbeitet. Am Kopf und Fuß des Behälterkörpers sind jeweils zwei gegenüberliegende Tragzapfen eingelassen und festgeschraubt, an die das Hebezeug angeschlagen werden kann.

Zum Schutz gegen Korrosion ist die Behälteraußenseite mit einem mehrschichtigen dekontaminierbaren Farbstrich versehen. Der Behälterinnenraum und die Dichtflächen für Primär- und Sekundärdeckeldichtungen sind vernickelt.



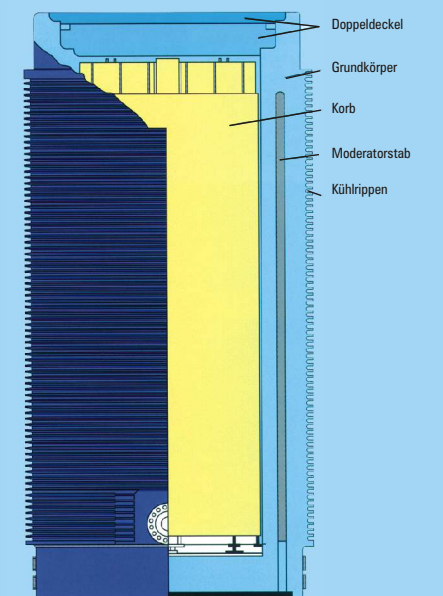
Lagerbehälter

Der Behälterkörper bildet zusammen mit zwei übereinanderliegenden, einzeln abgedichteten und mit Schrauben fixierten Deckeln die dichte Umschließung des radioaktiven Inventars im SZL.

Die langzeitbeständige Dichtheit des Behälters wird durch Metaldichtungen sichergestellt und mittels Druckschalter überwacht.

Im SZL wird der Sekundärdeckel einschließlich seines Dichtsystems und des Druckschalters gegen Umgebungseinflüsse durch eine Schutzplatte aus Stahl geschützt. Sie ist mit dem Behälterkörper verschraubt.

Ein im Behälterinnenraum eingesetzter Tragkorb aus boriertem Edelstahl dient zur Aufnahme und räumlichen Fixierung der Brennelemente.



Schnitt durch einen Lagerbehälter



# Das Zwischenlager

## Die Betriebsabläufe

### Technische Annahmebedingungen

Die Voraussetzungen für die Annahme von Behältern im SZL werden in den Technischen Annahmebedingungen und den zugehörigen Ausführungsbestimmungen geregelt.

Die Technischen Annahmebedingungen legen die Anforderungen fest, die erfüllt sein müssen, damit ein Behälter im SZL eingelagert werden kann. Die Anforderungen werden durch sicherheitstechnisch relevante Spezifikationswerte repräsentiert, die sich sowohl auf die Behälterinventare als auch auf die Behälter selbst beziehen.

Die Einhaltung der Anforderungen ist bei der Beladung des Behälters im KKE und vor der Einlagerung jedes Behälters im SZL nachzuweisen.

### Behälterannahme

Die Behälter werden auf dem standort-internen Schienen- oder Straßenweg ins SZL angeliefert. Nach erfolgter Eingangskontrolle wird die Transporteinheit in den Empfangsbereich des Lagergebäudes gefahren und zum Abladen des Behälters vorbereitet. Das Strahlenschutzpersonal führt das vorgesehene Messprogramm am Behälter durch. Durchführung und Auswertung der Messungen werden in behälterspezifischen Prüfvorschriften geregelt und das Messergebnis wird dokumentiert.

### Behältereinlagerung

Zum Abladen wird der Behälter vom Lagerhallenkran an den deckelseitigen Tragzapfen aufgenommen, aufgerichtet und vom Transportfahrzeug gehoben. Danach wird der Behälter mit dem Lagerhallenkran zur Vorbereitung der Einlagerung in den Wartungsraum gebracht oder im Empfangsbereich an einer Abstellposition bis zur Einlagerungsvorbereitung abgesetzt.

Bei Behältern mit einem Doppeldeckel-Dichtsystem (z.B. CASTOR V/19) wird ein Druckschalter in den äußeren Deckel eingesetzt. Nach Prüfung der spezifikationsgerechten Dichtheit wird der Sperrraum zwischen den Barrieren mit Helium gefüllt und der Behälter für den Anschluss an das Behälterüberwachungssystem vorbereitet.

Zur Einlagerung wird der Behälter vom Wartungsraum durch das geöffnete Abschirmschott mit dem Lagerhallenkran in den Lagerbereich gefahren, auf die vorgesehene Lagerposition abgesetzt und an das Behälterüberwachungssystem angeschlossen.

### Wartungsarbeiten

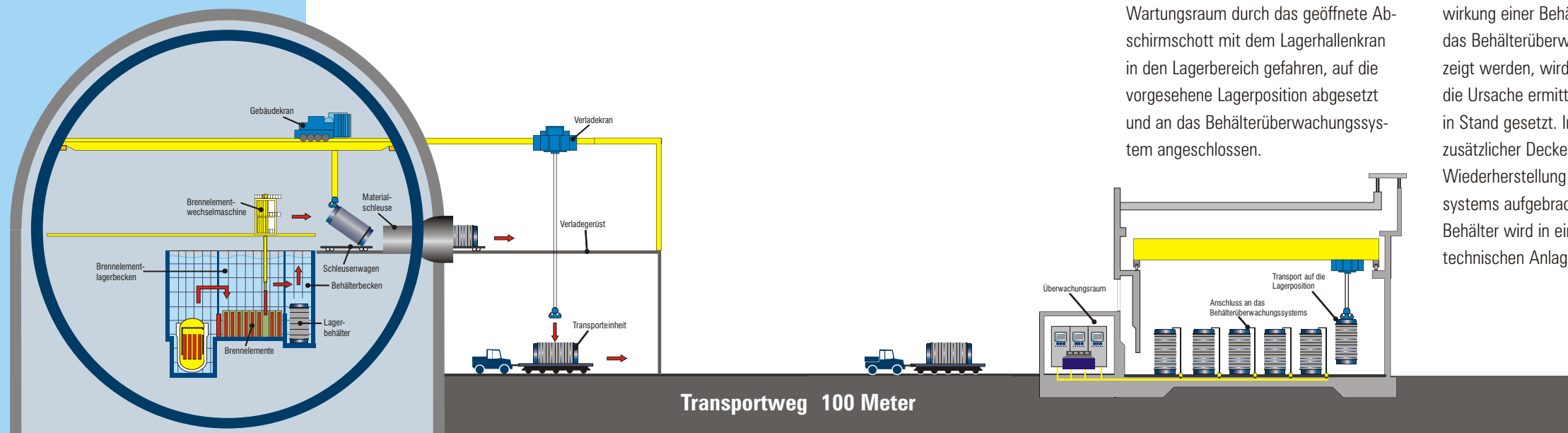
Die folgenden Wartungsarbeiten können bei Bedarf im Wartungsraum durchgeführt werden:

- Arbeiten am äußeren Deckel (Dichtheitsprüfung, Auswechseln der Dichtungen)
- Überprüfung und ggf. Austausch des Druckschalters
- Montage eines Fügedeckels
- Montage und Demontage der Schutzplatte
- Auswechseln von Tragzapfen
- Ausbesserung des Farbanstriches
- Prüfung auf Kontaminationsfreiheit am Behälter.

Bevor Wartungsarbeiten am Behälter durchgeführt werden, erfolgt die Strahlenschutzfreigabe. Sollte bei Behältern mit kontinuierlich überwachten Barriersystemen ein Nachlassen der Dichtwirkung einer Behälterbarriere durch das Behälterüberwachungssystem angezeigt werden, wird im Wartungsraum die Ursache ermittelt und der Behälter in Stand gesetzt. Im Bedarfsfall kann ein zusätzlicher Deckel (Fügedeckel) zur Wiederherstellung eines Zweibarriersystems aufgebracht werden, oder der Behälter wird in einer geeigneten kerntechnischen Anlage in Sstand gesetzt.

### Behälterabtransport

Zum Abtransport zur weiteren Entsorgung wird der Behälter vom Behälterüberwachungssystem getrennt und zum Wartungsraum gefahren. Der Behälter wird dort entsprechend den Festlegungen im Betriebshandbuch zum Abtransport vorbereitet. Nach der strahlenschutztechnischen Kontrolle wird der Behälter zum Abtransport auf das Transportfahrzeug geladen.



## Die Schutzziele

Das Konzept des SZL sieht die Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente in technisch dichten Behältern vor, die den sicheren Einschluss und die Rückhaltung der radioaktiven Stoffe im bestimmungsgemäßen Betrieb und nach Störfällen gewährleisten.

Die Behälter sind als Typ B(U)-Versandstücke für den Transport auf öffentlichen Verkehrswegen zugelassen. Sie unterliegen somit den strengen Prüfbedingungen, die für die Erlangung dieser Zulassung notwendig sind. Aufgrund ihrer Konstruktion übernehmen die Behälter alle sicherheitsrelevanten Funktionen für den Einschluss und die Rückhaltung der eingelagerten radioaktiven Stoffe.

Der Auslegung des SZL liegen die nachfolgenden Schutzziele zugrunde:

### Abschirmung

Die von dem Behälterinventar ausgehende radioaktive Strahlung wird durch die Behälter und durch die Gebäudestruktur abgeschirmt. Die zu erwartende Strahlenexposition an der Sicherungszaunanlage liegt weit unter den Grenzwerten der StrlSchV.

### Sicherer Einschluss

Radioaktive Stoffe werden aus dem SZL nicht freigesetzt, da das Lagergut in den Behältern selbst nach Schadensereignissen technisch dicht eingeschlossen ist.

### Unterkritikalität

Die Unterkritikalität der eingelagerten bestrahlten Brennelemente ist sowohl im bestimmungsgemäßen Betrieb des SZL als auch bei Störfällen sicher gewährleistet. Die Unterkritikalität der eingelagerten bestrahlten Brennelemente wird durch die Auslegung der Behälter sichergestellt.

### Wärmeabfuhr

Die Abfuhr der Nachzerfallswärme ist jederzeit garantiert. Sowohl im Behälterinneren als auch an der Behälteroberfläche sowie an den Wänden und der Sohlplatte des Lagergebäudes treten dabei keine unzulässig hohen Temperaturen auf.

Die Aufbewahrung der Brennelemente im SZL besitzt ein hohes Maß an inhärenter Sicherheit. Handhabungen während der Lagerzeit sind auf ein Minimum reduziert. Die Einhaltung der Auslegungskriterien und der Anforderungen an die Behälter wird durch ein umfassendes Qualitätssicherungsprogramm gewährleistet. Das Qualitätssicherungsprogramm wird insbesondere angewendet für die Planung, Errichtung und Inbetriebnahme sicherheitstechnisch wichtiger Systeme und Komponenten der Anlagentechnik.

## Der Strahlenschutz

### Betrieblicher Strahlenschutz

Zum Schutz der Mitarbeiter vor ionisierender Strahlung werden bauliche, technische sowie administrative Sicherheitsmaßnahmen ergriffen. Das gesamte Lagergebäude des SZL wird durch eine entsprechende Auslegung der Wände, Decken, Tore und Türen so abgeschirmt, dass im bestimmungsgemäßen Betrieb die Strahlenexposition durch die Strahlung aus dem Lagerbereich die zulässigen Grenzwerte der StrlSchV weit unterschreitet.

Im Zusammenhang mit dem Gelände des SZL sind folgende drei Strahlenschutzbereiche gemäß StrlSchV vorgesehen:

- Kontrollbereich
- Betrieblicher Überwachungsbereich
- Außerbetrieblicher Überwachungsbereich.

Zum Kontrollbereich gehören der Lager- und Empfangsbereich sowie der Kontrollbereichszugang im Betriebsgebäude.



Ganzkörpermonitor

Der betriebliche Überwachungsbereich umfasst den restlichen Bereich des Betriebsgebäudes bis zum Anlagensicherungszaun des SZL.

Zum außerbetrieblichen Überwachungsbereich gehört der Bereich zwischen dem Anlagensicherungszaun des SZL und der Sicherungszaunanlage.

Im Kontrollbereich des SZL findet bei allen Tätigkeiten eine Überwachung der Dosisleistung am Arbeitsplatz statt.

Beim Verlassen des Kontrollbereiches wird zusätzlich die Kontaminationsfreiheit mit einem Ganzkörpermonitor überprüft.

Die radiologische Situation im Kontrollbereich des SZL wird regelmäßig durch ein Messprogramm überprüft. Alle beim SZL ankommenden und alle vom SZL abgehenden Transporte radioaktiver Stoffe werden strahlenschutztechnisch überwacht. Insbesondere wird die Einhaltung der Technischen Annahmebedingungen hinsichtlich Kontamination und Dosisleistung überprüft.

### Strahlenexposition in der Umgebung

Die Strahlenexposition in der Umgebung setzt sich aus verschiedenen Anteilen zusammen:

- Direkte Strahlung durch die Wände,
- Streustrahlung durch die Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnungen des Lagers und
- Skyshine aufgrund der direkten Strahlung durch die Decke des Lagers und deren Streuung an der darüberliegenden Luftschicht.

Durch die bauliche Auslegung und die Abschirmung der Behälter resultiert bei voll belegtem Lager am ungünstigsten Aufpunkt an der Sicherungszaunanlage (siehe Lageplan auf Seite 12) eine Ortsdosisleistung von weniger als  $2,5 \cdot 10^{-6}$  mSv/h (d.h.  $<0,02$  mSv/a). Damit liegt die Strahlenexposition an der Sicherungszaunanlage weit unter dem Grenzwert von 1,5 mSv/a nach § 44 der StrlSchV. Aufgrund der Entfernung zu den nächsten bewohnten Orten und der realen Aufenthaltszeiten an der Sicherungszaunanlage ist die tatsächliche Körperdosis einer Person in der Umgebung des SZL sehr viel kleiner als 0,02 mSv/a. Die durchschnittliche natürliche Strahlenexposition beträgt in Deutschland im Vergleich dazu 2,4 mSv/a. Gegenüber diesem Wert ist die Exposition durch Ableitungen aufgrund des technisch dichten Einschlusses des radioaktiven Inventars in den Behältern radiologisch nicht relevant.

## Die Störfallanalyse

Die Sicherheit des SZL und damit die Einhaltung der Schutzziele bei Betriebsstörungen, Störfällen und Restrisikoereignissen wird durch die Einhaltung der entsprechenden sicherheitstechnischen Auslegungsmerkmale des SZL und der eingelagerten Behälter gewährleistet. Durch die getroffene Schadensvorsorge für das SZL sowie die Auslegung der Behälter werden bei den zugrunde zu legenden Einwirkungen von innen und Einwirkungen von außen die radiologischen Auswirkungen weit unter das zulässige Maß begrenzt.

Die folgenden potentiellen Schadensereignisse wurden untersucht:

### Einwirkungen von innen

- Mechanische Einwirkungen
- Brand
- Handhabungsfehler
- Ausfall der Stromversorgung
- Ausfall der leittechnischen Einrichtungen
- Ausfall der Zuluftanlage.

### Einwirkungen von außen

- Erdbeben
- Wind- und Schneelasten
- Blitzschlag
- Hochwasser
- Brand.

### Ereignisse im Restrisikobereich

- Flugzeugabsturz
- Druckwelle aus chemischen Reaktionen
- Einwirkungen gefährlicher Stoffe.

Die Ereignisse im Restrisikobereich unterscheiden sich von den anderen untersuchten potentiellen Schadensereignissen durch ihre sehr geringen Eintrittshäufigkeiten.

Die Einwirkungen von innen haben keine sicherheitstechnische Bedeutung für die Behälter und das SZL. Die möglichen mechanischen oder thermischen Einwirkungen sind durch die Belastungen aufgrund der Prüfungen für die Typ B(U)-Versandstückmusterzulassung der Behälter abgedeckt.

Handhabungsfehler werden weitestgehend vermieden, da die Aufbewahrung der Behälter im Lagerbereich keine direkten Eingriffe, sondern nur Kontrolltätigkeiten erfordert. Durch ständige Weiterbildung und Schulung des Personals wird dessen Fachkunde gewährleistet. Die sicherheitstechnisch wichtigen Systeme und leittechnischen Einrichtungen werden ggf. über eine Ersatzstromversorgung versorgt und stehen somit ohne Unterbrechung zur Verfügung. Ein Ausfall der Stromversorgung hat daher keine sicherheitstechnische Bedeutung.

Bei Ausfall der Zuluftanlage werden automatisch die Jalousieklappen in den Zuluftöffnungen des entsprechenden Lagerabschnittes aufgefahren. Die sich einstellende Naturkonvektion sorgt dann für eine ausreichende Wärmeabfuhr.

Gegen Ereignisse durch Einwirkungen von außen und Einwirkungen im Restrisikobereich werden bauliche und anlagentechnische Maßnahmen getroffen. Auch die Auslegungsstörfälle im KKE sind betrachtet worden. Sie haben keine Auswirkungen auf das SZL. Schutzmaßnahmen gegen Einwirkungen Dritter (Sabotage) wurden getroffen.

Die im SZL eingelagerten Behälter werden sowohl für den Transport als auch für die Aufbewahrung der Brennelemente verwendet. Für den Behälter muss somit die verkehrsrechtliche Zulassung als Typ B(U)-Versandstückmuster für den Transport auf öffentlichen Verkehrswegen vorliegen. Dazu wurde nachgewiesen, dass die Typ B(U)-Versandstücke u.a. den kumulierten Belastungen aus folgenden Prüfungen standhalten:

### Fallversuch I:

Das Typ B(U)-Versandstück fällt aus 9 m Höhe auf ein starres und unnachgiebiges Fundament.

### Fallversuch II:

Das Typ B(U)-Versandstück fällt aus 1 m Höhe auf die Stirnseite eines Stahldorns von 15 cm Durchmesser und einer Länge von mindestens 20 cm.

### Erhitzungsprüfung:

Das Typ B(U)-Versandstück wird einem Feuer mit einer mittleren Flammentemperatur von 800 °C und einer Dauer von 30 Minuten ausgesetzt.

### Kritikalitätssicherheit:

Für das Typ B(U)-Versandstück wird die Kritikalitätssicherheit während und nach diesen Prüfungen unter abdeckenden Annahmen, wie vollkommene Neutronenreflexion, vollständig gefluteter Behälter und beliebig angeordnete Behälter, nachgewiesen.

Diese Prüfungen zeigen, dass die Integrität der Behälter auch unter diesen ungünstigsten Bedingungen erhalten bleibt.

Zusammenfassend ergibt sich, dass bei Lagerung im SZL auch bei Ereignissen mit sehr niedriger Eintrittshäufigkeit die radiologischen Auswirkungen äußerst gering sind. Die resultierenden Körperdosen liegen auch in derartigen Fällen weit unterhalb der in § 28 StrlSchV genannten Werte.



Falltest



## Die Stilllegung

Vor der Stilllegung des SZL werden alle Behälter und die während des Betriebes angefallenen radioaktiven Stoffe abtransportiert. Es befinden sich dann keine Kernbrennstoffe oder sonstigen radioaktiven Stoffe mehr im SZL.

Die aus der Aktivierung durch die Neutronen stammende Radioaktivität liegt weit unterhalb der natürlichen Radioaktivität des Betons.

Durch die Einstufung einiger Anlagenbereiche als Kontrollbereich ist eine Freigabe nach StrlSchV für eine etwaige konventionelle Nutzung bzw. für den Abriss erforderlich. Die Kontaminationsfreiheit der Gesamtanlage wird durch Freigabemessungen nachgewiesen.

Nach der Durchführung der erforderlichen Freigabemaßnahmen kann das SZL aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen und konventionell genutzt oder entsorgt werden.

Speicherbecken Geeste

