

Kurzbeschreibung  
Zwischenlager-Kernkraftwerk Brokdorf  
(ZL-KBR)

## **Impressum**

Herausgeber:  
E.ON Kernkraft GmbH  
Tresckowstraße 5  
30457 Hannover

Redaktion:  
Unternehmenskommunikation

Bildquellen:  
Dieter Abresch, Hannover  
Amt Wilstermarsch, Wilster  
E.ON Kernkraft GmbH, Hannover  
GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH  
MAB Münchner Apparatebau  
für elektronische Geräte GmbH, Taufkirchen

Konzept und Gestaltung:  
wir design GmbH, Braunschweig

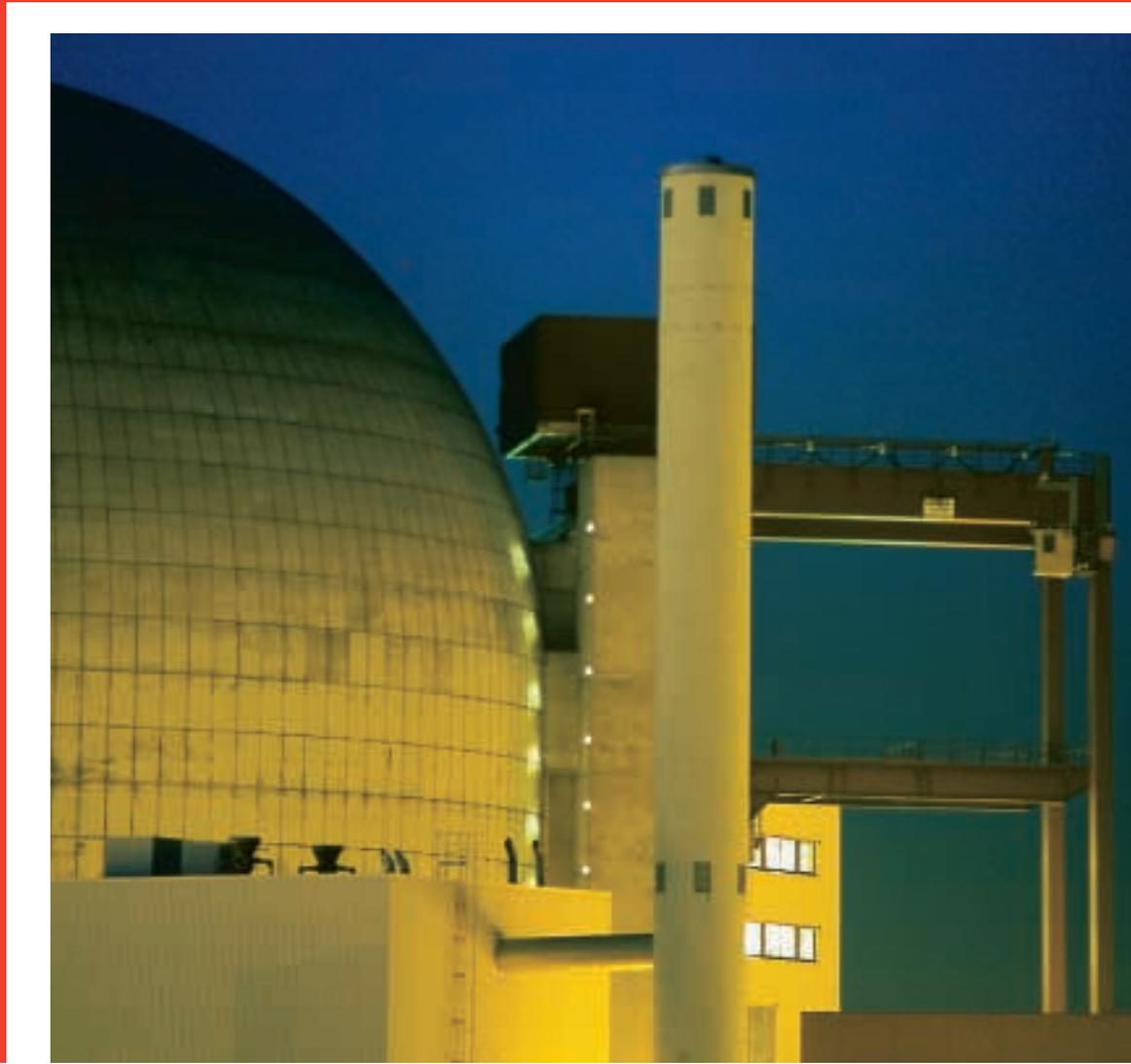
Lithographie und Druck:  
Rolf Neumann  
Scherrer Druck Neue Medien GmbH

1. Auflage 11/2000

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit Genehmigung der Redaktion

# Inhalt

<b>4</b>	<b>Das Vorhaben</b>
<b>6</b>	<b>Der Standort</b>
7	Geografische Lage
7	Bevölkerung
7	Boden- und Wassernutzung
7	Gewerbliche und sonstige Nutzung
8	Verkehrswege
8	Geologische und hydrologische Verhältnisse
9	Meteorologische Verhältnisse
9	Radiologische Vorbelastung
<b>10</b>	<b>Das Zwischenlager</b>
10	Die Gesamtanordnung
13	Das radioaktive Inventar
13	Die Behälter
16	Die Betriebsabläufe
<b>18</b>	<b>Die Sicherheit</b>
19	Die Schutzziele
20	Der Strahlenschutz
22	Die Störfallanalyse
<b>24</b>	<b>Die Umweltauswirkungen</b>
<b>26</b>	<b>Die Stilllegung</b>
<b>27</b>	<b>Glossar</b>



# Das Vorhaben

Das Kernkraftwerk Brokdorf versorgt Jahr für Jahr etwa 3,6 Millionen Haushalte mit umweltschonend erzeugtem Strom. Seit 1986 wird es von der Kernkraftwerk Brokdorf GmbH mit einer Nettoleistung von 1.370 Megawatt betrieben und speist jährlich rund 10,5 Milliarden kWh Strom in die Versorgungsnetze ein.

Ein Mal im Jahr wird das Kernkraftwerk zur Revision abgeschaltet. Bei dieser Revision wird ein Viertel der 193 Brennelemente durch neue ersetzt. Rund 48 bestrahlte Brennelemente müssen im Anschluß entweder einer Wiederaufarbeitung oder einer direkten Endlagerung zugeführt werden. Bevor dies geschehen kann, müssen die Brennelemente zunächst im Wasser des sogenannten Abklingbeckens innerhalb des Kraftwerks ausreichend abkühlen. Eine direkte Endlagerung setzt eine weitere, wesentlich längere Abkühlphase voraus. Hierfür müssen die Brennelemente zwischengelagert werden.

Direkt am Standort des Kernkraftwerks soll deshalb ein Zwischenlager errichtet und betrieben werden. Damit erfüllt die E.ON Kernkraft GmbH die Forderung der Bundesregierung nach einer Beendigung der Wiederaufarbeitung im Ausland und sorgt stattdessen für die Zwischenlagerung vor Ort.

Im künftigen Zwischenlager am Kernkraftwerk Brokdorf werden ausschließlich die hier anfallenden bestrahlten Brennelemente so lange gelagert, bis sie zur weiteren Entsorgung abtransportiert werden können. Hierfür soll eine geeignete Anlage auf dem kraftwerkseigenen Gelände errichtet werden. Aufwändige Transporte auf öffentlichen Verkehrswegen zu einem externen Zwischenlager können künftig entfallen. Das Zwischenlager wird weitgehend unabhängig vom Kernkraftwerk Brokdorf betrieben.

Die Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente muß nach § 6 Atomgesetz (AtG) genehmigt werden. Ein entsprechender Antrag wurde am 20. Dezember 1999 beim Bundesamt für Strahlenschutz gestellt und eine Baugenehmigung für das Lagergebäude nach der Landesbauordnung in Schleswig-Holstein beantragt.

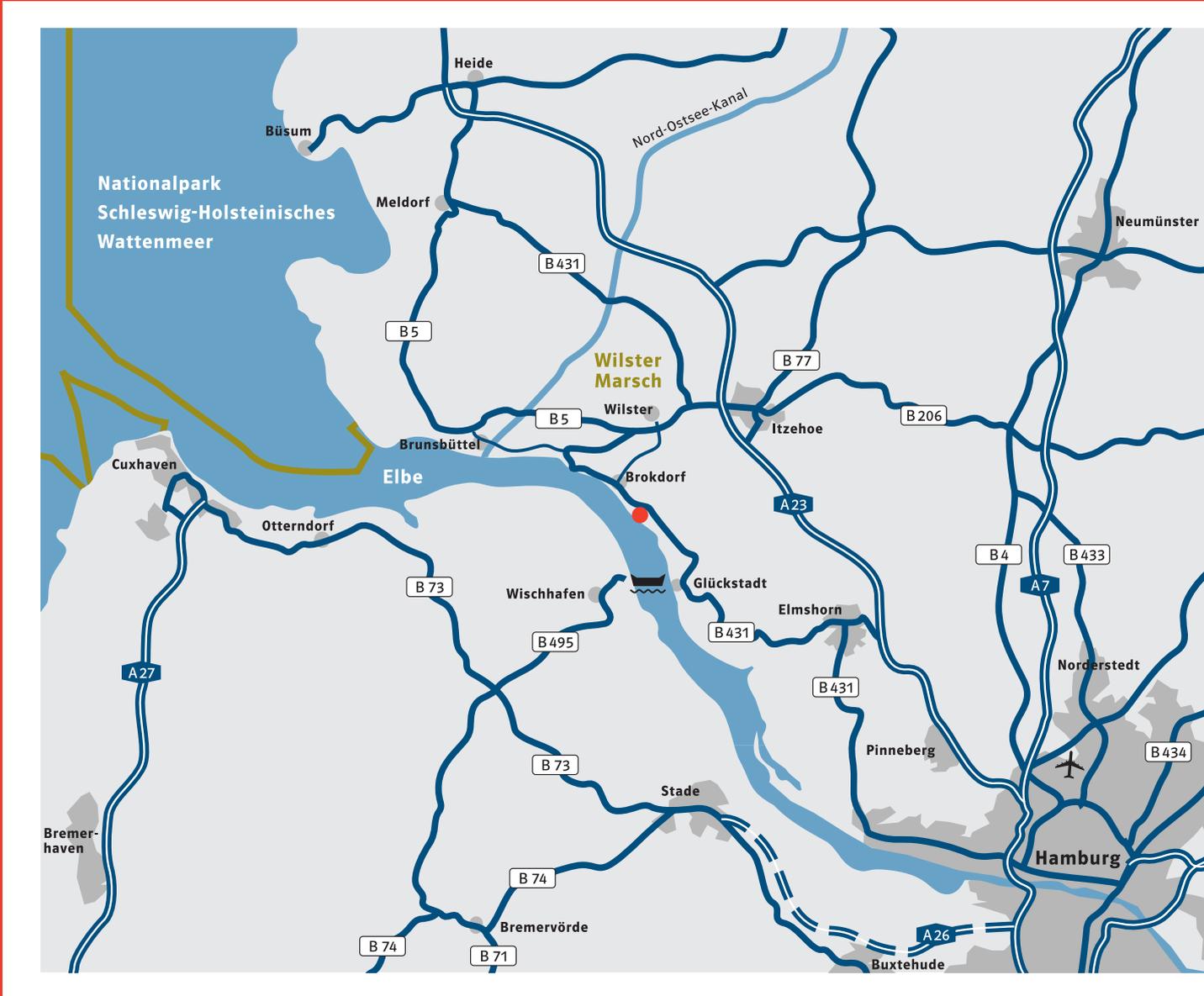
Die Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente erfolgt in speziellen Lagerbehältern, die sowohl im bestimmungsgemäßen Betrieb als auch bei Störfällen die Einhaltung der wesentlichen Schutzziele sicherstellen:

- **Sicherer Einschluss der Brennelemente,**
- **Unterkritikalität**
- **Abschirmung und**
- **Wärmeabfuhr.**

Die Lagerung der Behälter erfolgt in einem Gebäude, welches zusätzliche Sicherheitsfunktionen bzgl. Abschirmung und Einwirkungen von außen übernimmt.



# Der Standort



### **Geografische Lage**

Das Zwischenlager befindet sich auf dem Gelände des Kernkraftwerkes Brokdorf am rechten Ufer der Unterelbe auf der Höhe des Stromkilometers 682,5 im Gebiet der Gemeinde Brokdorf (Wilstermarsch), Kreis Steinburg (Kreisstadt Itzehoe) in Schleswig-Holstein. Die geografischen Koordinaten des Standorts liegen bei 9° 20' 40" östlicher Länge und 53° 51' 12" nördlicher Breite.

Die Landesgrenze zwischen Schleswig-Holstein und Niedersachsen verläuft an dieser Stelle in der Mitte der Elbe, die hier eine Breite von rund 2,5 Kilometer hat.

Die nächstgelegenen Wohnhäuser liegen in einer Entfernung von etwa 300 Metern. Dabei handelt es sich um freistehende Häuser. Der nächstgelegene Siedlungsschwerpunkt auf schleswig-holsteinischer Seite ist mit der Gemeinde Brokdorf ca. 1,2 Kilometer entfernt. Itzehoe ist in nordöstlicher Richtung ca. 14 Kilometer vom Standort entfernt.

Der für das Zwischenlager vorgesehene Standort liegt im ebenen Gelände der Wilstermarsch. Das natürliche Gelände liegt 0,5 Meter über Normalnull; das Standortgelände ist auf 1,5 Meter aufgespült. Der angrenzende Schutzdeich der Elbe erreicht eine Höhe von 8,4 Meter.

Stromaufwärts mündet in ca. 4,5 Kilometer Entfernung zum Standort bei Stromkilometer 678 die mit einem Sperrwerk versehene Stör in die Elbe. Stromabwärts beginnt in ca. 14 Kilometer Entfernung bei Stromkilometer 696 der Nord-Ostsee-Kanal.

Die nächstgelegenen Höhen des Geestrandes befinden sich rund 10 Kilometer entfernt bei Kremperheide nordöstlich des Standortes.

### **Bevölkerung**

Innerhalb eines Radius von 10 Kilometern rund um das Zwischenlager des Kraftwerks Brokdorf leben etwa 35.300 Einwohner, dies entspricht einer mittleren Bevölkerungsdichte von rund 112 Einwohnern/km<sup>2</sup>. Sie liegt damit unter dem Durchschnitt des Kreises Steinburg mit im Mittel 126 Einwohnern/km<sup>2</sup> und noch deutlicher unter dem Landesdurchschnitt Schleswig-Holsteins mit - durchschnittlich 173 Einwohnern/km<sup>2</sup>.

Die nächstgelegene Großstadt ist Hamburg mit 1,64 Millionen Einwohnern. Sie liegt in ca. 55 Kilometer Entfernung in südsüdöstlicher Richtung.

### **Boden- und Wassernutzung**

Das Gelände in der näheren und weiteren Umgebung des künftigen Zwischenlagers wird auf beiden Seiten der Elbe vorwiegend landwirtschaftlich genutzt.

Die Wasserversorgung der Bevölkerung im Kreis Steinburg erfolgt ausschließlich über die Aufbereitung von Grundwasser aus Brunnen.

In der Umgebung finden sich zahlreiche Möglichkeiten zur Naherholung. Auf dem linken Elbufer schließen sich die Naturschutzgebiete Außendeich Nordkehdingen sowie Brammersand/Allwörderer Außendeich unmittelbar an.

### **Gewerbliche und sonstige Nutzung**

In einem Bereich von 10 Kilometern um den Standort wird vorrangig Landwirtschaft betrieben. Großgewerbe und Industrie sind dagegen schwerpunktmäßig in speziell ausgewiesenen Gewerbe- und Industriegebieten in nördlicher Richtung in Brunsbüttel und in südlicher Richtung in Glückstadt angesiedelt.



## Verkehrswege

Nördlich vom Standort verläuft die Bundesstraße 431 von Brunsbüttel über Brokdorf, Wewelsfleth nach Glückstadt. Südlich vom Standort liegt die Kreisstraße 41, die direkt am Elbdeich von Brokdorf nach Wewelsfleth führt. Von dieser Straße gibt es am Standort eine direkte Verbindung zur B 431, über die auch die Anbindung des Standortgeländes an das Bundesstraßennetz erfolgt. Im Abstand von 4 Kilometern in nördlicher Richtung führt die Bundesstraße 5 von Itzehoe über Wilster nach Brunsbüttel.

Ein Gleisanschluß ist nicht vorhanden. Im Norden verläuft in 7 Kilometer Entfernung die Bahnstrecke Brunsbüttel über Wilster nach Itzehoe. 10 Kilometer östlich des Standorts befindet sich die Bahnlinie Glückstadt – Itzehoe.

Das Standortgelände erstreckt sich entlang der Elbe zwischen den Stromkilometern 682 und 683. Die Entfernung des Zwischenlagers am Kernkraftwerk Brokdorf zur Mitte des Fahrwassers beträgt rund 1,2 Kilometer. Die Fahrrinne für die Großschifffahrt auf der Elbe hat eine Sohlenbreite von ca. 400 Metern und besitzt hier eine Tiefe von etwa 13,5 Metern unter Kartennull. Durchschnittlich 60 seegehende Schiffe passieren den Standort täglich.

Der Standort liegt weder in einer Kontrollzone noch im Nahverkehrsbereich eines größeren zivilen oder militärischen Flughafens und somit nicht in einem Gebiet hoher Luftverkehrsdichte.

Der nächstgelegene internationale Zivilflughafen befindet sich in Hamburg. Nordöstlich bei Itzehoe in ca. 21 Kilometer Entfernung wird der Flughafen „Hungriger Wolf“ militärisch genutzt sowie nordwestlich ein Landeplatz bei St. Michaelisdonn, der 17 Kilometer weit entfernt liegt.



## Geologische und hydrologische Verhältnisse

Der Standort Brokdorf liegt im Bereich des norddeutschen Tieflandes, einem Gebiet, das als ausgesprochen erdbebenarm zu bezeichnen ist.

Das natürliche Gelände besteht aus einem holozänen Schichtenpaket aus Klei und Torf mit eingelagerten Sandschichten. Unterhalb dieser Schichten folgen pleistozäne Sande. Das gesamte Gelände wurde mit Sand auf ca. 1,5 Meter über Normalnull aufgespült.

Wie im gesamten Gebiet der Elbmarsch liegt hier der Grundwasserspiegel dicht unterhalb der Geländeoberfläche. Die Pegelhöhe wird maßgeblich vom Wasserstand der Elbe und vom Einsatz der Schöpfwerke beeinflusst.

In vorausgegangenen Untersuchungen hinsichtlich der chemischen und biologischen Beschaffenheit des Grundwassers wurde festgestellt, dass das in diesem Gebiet vorhandene Grundwasser nicht zur Trinkwassergewinnung herangezogen werden kann.



Die Trinkwassergewinnungsanlagen des Wasserbeschaffungsverbandes „Unteres Störgebiet“ in Beidenfleth im Kreis Steinburg befinden sich ausschließlich im Bereich der Geest. Die nächstgelegenen Wasserwerke befinden sich mindestens 10 Kilometer vom Standort Brokdorf entfernt. Es sind dies die Wasserwerke in Kuden (Dithmarschen), Wacken, Kleve, Krempermoor, Glückstadt, Twiedtberge, Tonkühle, Nordoe und Horstmühle (Steinburg).

### **Meteorologische Verhältnisse**

Die Hauptwindrichtung verläuft wie in Norddeutschland allgemein üblich aus West bis Südwest bei mittleren Windgeschwindigkeiten von etwa 5 m/s. Die Diffusionsklassen als Maß für die atmosphärische Turbulenz weisen entsprechend der Bestimmungsmethode tagsüber vermehrt leicht instabile oder neutrale und nachts vermehrt stabile Fälle auf, wobei aber die neutralen Fälle wegen der vergleichsweise hohen mittleren Windgeschwindigkeiten überwiegen.

Die Niederschlagsmengen für die Jahre 1996 bis 1998 liegen mit etwa 512 mm/a, 722 mm/a und 994 mm/a im langjährigen Trend mit benachbarten Standorten. Tage mit Höchsttemperaturen über 30°C sind in der ganzen Zeit nur dreimal vorgekommen.

### **Radiologische Vorbelastung**

Die radiologische Vorbelastung, abgesehen von der natürlichen Strahlenexposition und den Folgen aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl, am Standort des Zwischenlagers am Kernkraftwerk Brokdorf resultiert aus den für das Kernkraftwerk Brokdorf genehmigten Ableitungen radioaktiver Stoffe (gemäß § 45 Strahlenschutzverordnung) sowie aus den genehmigten Ableitungen anderer kerntechnischer Anlagen oder Einrichtungen, sofern diese am Standort anzusetzen sind.

Die Vorbelastung durch die für die Kernkraftwerke Brunsbüttel und Brokdorf genehmigten Ableitungen mit der Luft beträgt für einen Erwachsenen 0,011 mSv/a und für ein Kleinkind 0,013 mSv/a. Für die Ableitungen mit Wasser gelten Werte von 0,04 mSv/a für einen Erwachsenen und von 0,05 mSv/a für ein Kleinkind. Dabei wurden die genehmigten Ableitungen der anderen an der Elbe liegenden Kernkraftwerke mit berücksichtigt. Im Vergleich dazu beträgt die natürliche Strahlenbelastung in Deutschland im Durchschnitt 2,4 mSv/a.



# Das Zwischenlager

## Die Gesamtanordnung

Der Standort des Zwischenlagers befindet sich innerhalb des abgeschlossenen Betriebsgeländes des Kernkraftwerks Brokdorf.

Das Gelände des Zwischenlagers am Kernkraftwerk Brokdorf nimmt ca. 1,2 Hektar vom ca. 25 Hektar großen Gesamtgelände der E.ON Kernkraft GmbH ein und ist von einem Zaun umgeben. Der Zugang zum Zwischenlager erfolgt über den überwachten Außenbereich des Kernkraftwerkes. Zu den wesentlichen Einrichtungen des Zwischenlagers gehören:

- der Empfangs- und Lagerbereich im Lagergebäude,
- der Betriebsbereich im Betriebsgebäude sowie im Lagergebäude,
- die Zufahrt mit der Toranlage,
- der Zaun des Zwischenlagers.

Die Verwaltung, die Einrichtungen der Feuerwehr und der Ersten Hilfe sowie die Gewährleistung von Wartung und Instandhaltung werden als Dienstleistungen vom Betreiber des Kernkraftwerks Brokdorf in Anspruch genommen. Der Betrieb des Zwischenlagers kann weitgehend autark vom Kernkraftwerk erfolgen.



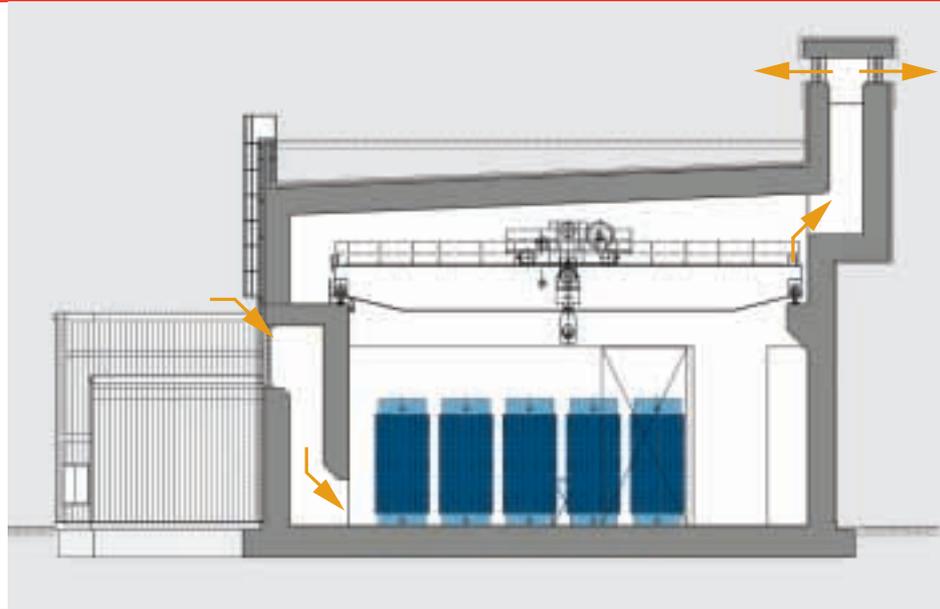
- ① Zwischenlager
- ② Reaktorgebäude
- ③ Maschinenhaus
- ④ Verwaltungsgebäude
- ⑤ Parkplätze
- ⑥ Zaun des Zwischenlagers
- ⑦ Zaun an der Grenze des Betriebsgeländes

### Lagergebäude

Im Lagergebäude des Zwischenlagers befinden sich der Empfangs- und der Lagerbereich sowie Teile des Betriebsbereiches. Die Einfahrt von Transportfahrzeugen und der Personenzugang erfolgen an der Nordwest-Seite.

Die äußeren Abmessungen des Lagergebäudes stellen sich wie folgt dar:

- Länge ca. 93 Meter
- Breite ca. 27 Meter
- Höhe ca. 23 Meter



Die sichere Abfuhr der Nachzerfallwärme 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 Außenwände werden mit einer Wandstärke von ca. 1,2 Meter in Stahlbeton ausgeführt. Die ebenfalls aus Stahlbeton gefertigte Decke ist ca. 1,3 Meter stark.

Der Empfangsbereich grenzt an der Nordwest-Seite an den Lagerbereich an. Beide Bereiche sind durch eine Abschirmwand voneinander getrennt. In dieser befinden sich ein Abschirmschott sowie eine Personentür. Über die Lager- und Empfangsbereiche fährt ein Hallenkran, der die Lagerbehälter zu den Abstellpositionen transportiert.

### Empfangsbereich

Die Arbeiten zur Annahme, Ein- und Auslagerung sowie zur notwendigen Wartung der Behälter werden im Wartungsraum durchgeführt, der sich innerhalb des Empfangsbereiches befindet. Dieser Empfangsbereich besitzt eine Grundfläche von ca. 400 m<sup>2</sup>.

### Lagerbereich

Der Lagerbereich verfügt über eine Gesamtfläche von ca. 1.650 m<sup>2</sup>. Hiervon werden rund 950 m<sup>2</sup> als effektive Lagerfläche genutzt. Hier erfolgt die Anordnung der Lagerbehälter in zwanzig Reihen zu jeweils fünf Stellplätzen, so dass insgesamt 100 Behälter in das Lager eingestellt werden können.

An der den Lufteintrittsöffnungen gegenüberliegenden Längswand befindet sich ein Transportgang. Der Lagerbereich kann im Bedarfsfall durch Fluchttüren nach außen verlassen werden.

### Betriebsbereich

Der zweigeschossige Betriebsbereich gliedert sich in das Betriebsgebäude und die in das Lagergebäude integrierten Betriebsräume.

Im Eingangsbereich des Betriebsgebäudes werden bei Bedarf Aufgaben zur administrativen Anlagensicherung und zur Zutrittskontrolle wahrgenommen.

Im Betriebsbereich sind die Versorgungseinrichtungen für den Betrieb des Zwischenlagers am Kernkraftwerk Brokdorf angeordnet. Dieser Bereich umfasst unter anderem folgende Räume:

- Technikraum mit Lüftungsanlage für den Betriebsbereich,
- Schaltanlagenraum,
- Leittechnikraum,
- Wache,
- Behälterüberwachungssystem,
- Büro- und Aufenthaltsraum,
- Umkleiden und Duschen.



*Beladung eines Castorbehälters  
unter Wasser.*



## Das radioaktive Inventar

Im Zwischenlager werden bestrahlte Brennelemente aus dem Betrieb des Kernkraftwerks Brokdorf zwischengelagert. Es können folgende radioaktive Inventare aufbewahrt werden:

- Kernbrennstoffe in Form von bestrahlten Brennelementen mit bzw. ohne Einbauten und in Form von defekten Brennstäben aus dem Betrieb des Kernkraftwerks Brokdorf in Lagerbehältern.
- Sonstige radioaktive Stoffe in unbeladenen Behältern, die als Innenkontamination vorliegen können.
- Sonstige radioaktive Stoffe, die bei der Aufbewahrung anfallen.

Das gesamte Lagerinventar ist wie folgt gekennzeichnet:

- Gesamtmasse Schwermetall < 1.200 Mg
- Gesamtaktivität <  $1,0 \cdot 10^8$  TBq
- Wärmeleistung  $\leq 4,0$  MW

Die bestrahlten Brennelemente des Kernkraftwerks Brokdorf werden durch die folgenden abdeckenden Auslegungsmerkmale beschrieben:

- Brennelement-Abbrand  $\leq 70$  GWd/MgSM
- Schwermetallmasse pro Brennelement  $\leq 560$  kg
- Anfangsanreicherung Uran-Brennelement  $\leq 4,45$  Gew.-% U-235
- Spaltstoffgehalt MOX-Brennelement  $\leq 4,75$  Gew.-%

## Die Behälter

Die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Lagerbehälter sind sowohl unmittelbar durch die Schutzziele für die langfristige Aufbewahrung definiert als auch durch die Kriterien für die Zulassung als Versandstückmuster des Typs B(U) für spaltbare radioaktive Stoffe.

Die im Zwischenlager des Kernkraftwerks Brokdorf gelagerten Behälter weisen folgende Merkmale auf:

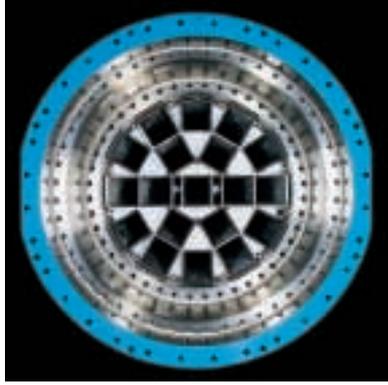
- Masse (ohne Stoßdämpfer)  $\leq 140$  Mg
- Höhe  $\leq 6.500$  mm
- Behälterdurchmesser  $\leq 2.800$  mm
- Gesamtaktivität  $\leq 8,0 \cdot 10^5$  TBq
- gemittelte Ortsdosisleistung an der Oberfläche  $\leq 0,5$  mSv/h
- mittlere Wärmeleistung pro Behälter  $\leq 37,5$  kW

Die Behälter werden mit einem Deckelsystem technisch dicht verschlossen. Die Abdichtung zwischen Deckel und Behälterkörper erfolgt entweder mit Metalldichtungen oder mit Schweißnähten. Im bestimmungsgemäßen Betrieb wird für jeden Behälter folgende Standard-Helium-Leckrate unterschritten:

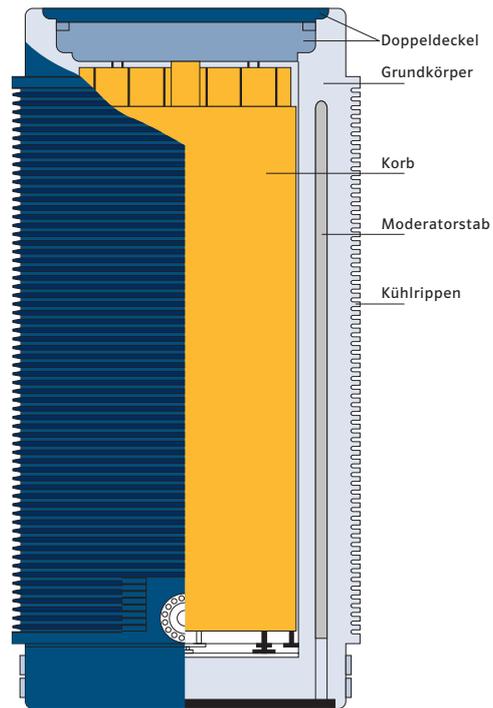
- für beladene Behälter pro Barriere  $10^{-8}$  Pa m<sup>3</sup>/s
- für leere Behälter mit Innenkontamination  $10^{-4}$  Pa m<sup>3</sup>/s

Anhand von gemeinsamen Konstruktionsmerkmalen können Behälter, die in das Zwischenlager eingelagert werden sollen, den nachfolgenden Behältertypengruppen zugeordnet werden:

- Behälter mit innen liegendem Neutronenmoderator (z. B. CASTOR V/19)
- Behälter mit außen liegendem Neutronenmoderator (z. B. TN 24)
- Behälter in Verbundbauweise (z. B. NAC-GRM)



Castor im Querschnitt



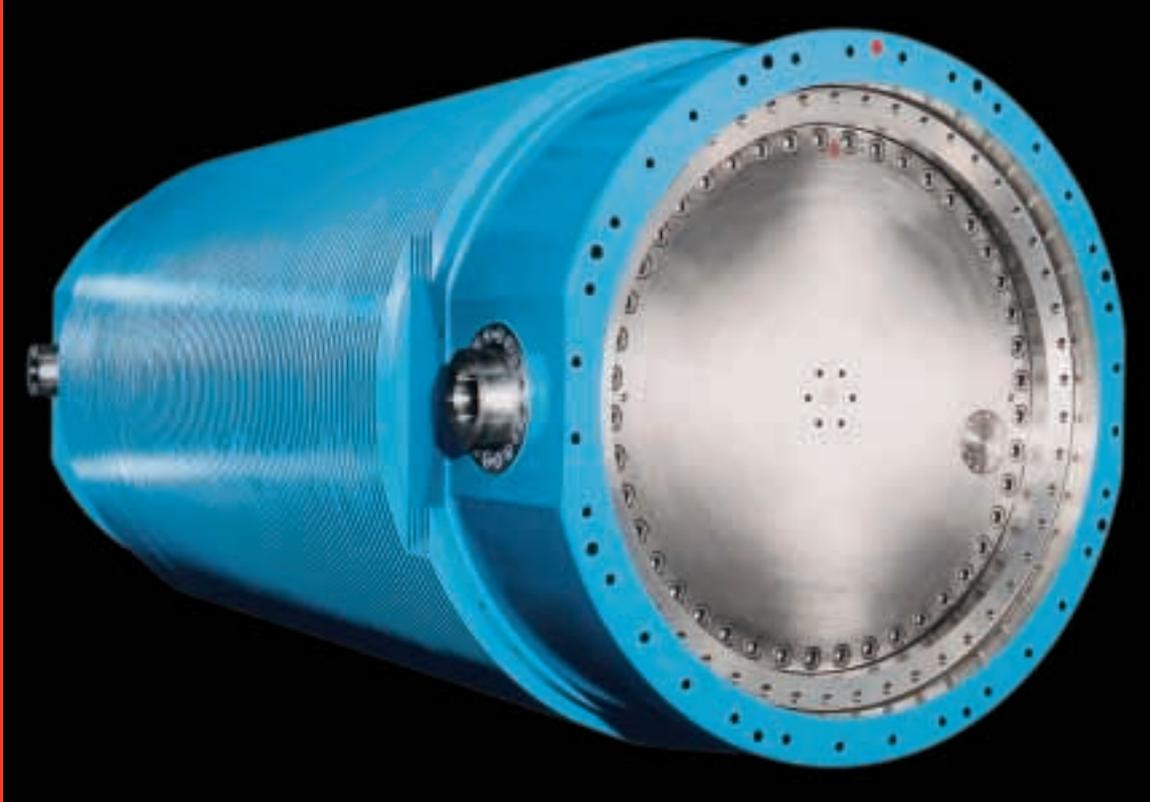
Im Zwischenlager sollen zunächst Behälter des Typs CASTOR V/19 eingesetzt werden. Dieser Behältertyp wird daher im Folgenden näher beschrieben.

#### Castor V/19

Der Behälter vom Typ CASTOR V/19 kann mit maximal 19 Brennelementen beladen werden. Bei seiner Handhabung im Lager besitzt der beladene Behälter einschließlich Primärdeckel, Sekundärdeckel und Schutzplatte eine Masse von rund 125 Mg. Das Material der Behälterkörper besteht aus duktilem, d. h. dehnbarem Gusseisen mit Kugelgraphit GGG 40. Er wird als monolithischer Gusskörper in einem Stück als einseitig geschlossener Zylinder gefertigt. Die Wandstärken des Behälters betragen im zylindrischen Bereich ca. 420 Millimeter und im Bodenbereich ca. 400 Millimeter.

Die Oberseite des Behälterkörpers ist stufenförmig ausgebildet, um die Aufnahme der Deckel zu gewährleisten. Zur Verbesserung der Wärmeabfuhr sind an der Behälteraußenwand Radialrippen von jeweils ca. 60 Millimeter Höhe eingearbeitet. Am Kopf und Fuß des Behälterkörpers befinden sich jeweils zwei gegenüberliegende Tragzapfen, an die das Hebezeug des Lagerhallenkrans angeschlagen werden kann.

Ein mehrschichtiger und dekontaminierbarer Farbanstrich schützt die Behälteraußenseite gegen Korrosion. Der Behälterinnenraum sowie die Dichtfläche für Primär- und Sekundärdeckel hingegen sind vernickelt.



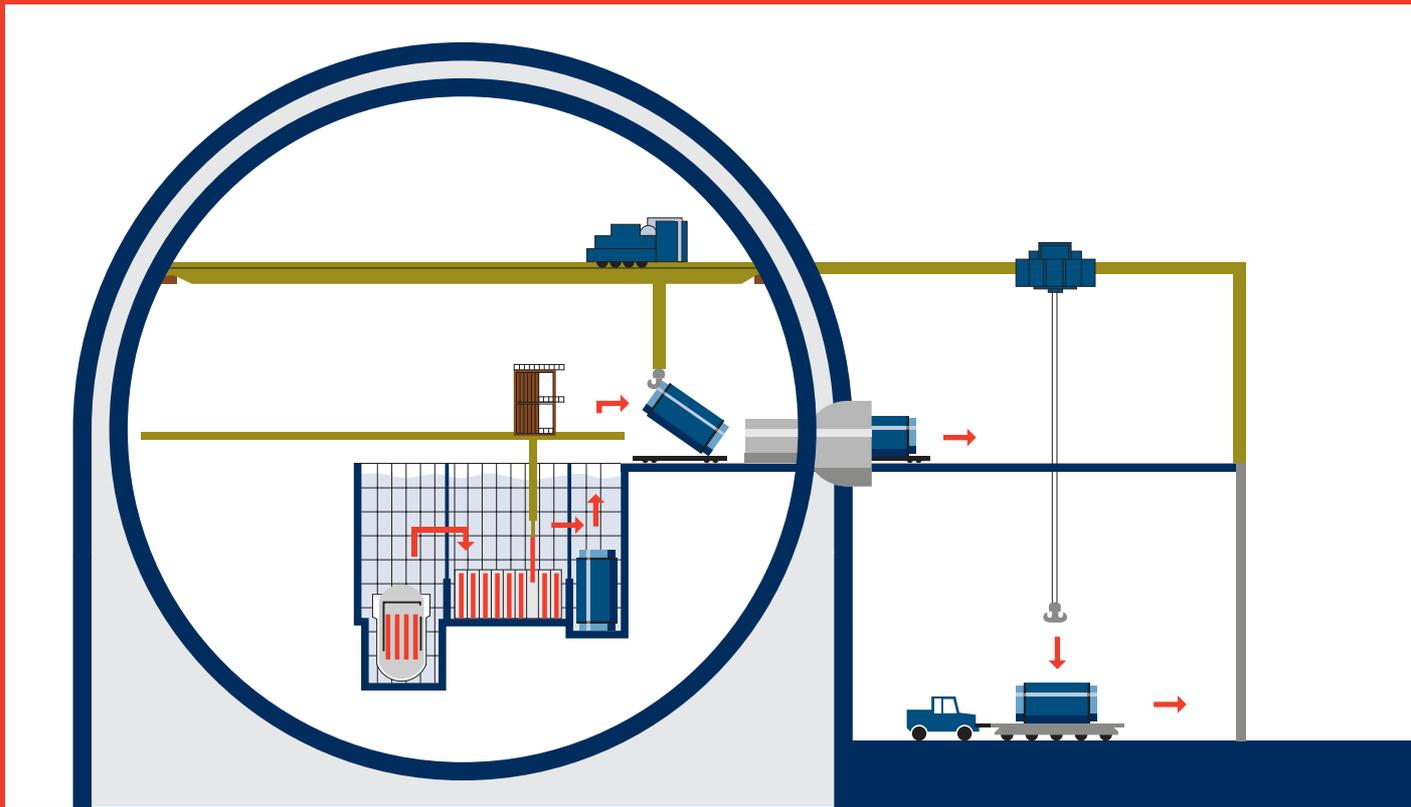
Der Behälterkörper bildet zusammen mit den zwei übereinander liegenden, einzeln abgedichteten und mit Schrauben fixierten Deckeln die dichte Umschließung des radioaktiven Inhalts im Zwischenlager. Die Dichtheit des Behälters wird durch langzeitbeständige Metaldichtungen sichergestellt und permanent durch Druckschalter überwacht.

Im Zwischenlager wird der Sekundärdeckel einschließlich seines Dichtsystems und des Druckschalters gegen Umgebungseinflüsse geschützt. Hierfür sorgt eine zusätzliche Schutzplatte aus Stahl, die mit dem Behälterkörper verschraubt wird.

Ein im Behälterinnenraum eingesetzter Tragkorb aus boriiertem Edelstahl nimmt die Brennelemente auf und fixiert diese.



## Die Betriebsabläufe



### **Erfüllung der Technischen Annahmebedingungen**

In den sogenannten „Technischen Annahmebedingungen“ werden die Anforderungen festgelegt, die erfüllt sein müssen, damit ein Behälter im Zwischenlager am Kernkraftwerk Brokdorf eingelagert werden kann.

Diese Anforderungen sind sicherheitstechnisch relevante Spezifikationswerte, die sowohl beim Inhalt der Behälter als auch bei den Behältern selbst erfüllt sein müssen. Die Einhaltung der Anforderungen ist bei der Beladung des Behälters im Kernkraftwerk Brokdorf und vor der Einlagerung jedes Behälters im Zwischenlager nachzuweisen.

### **Behälterannahme**

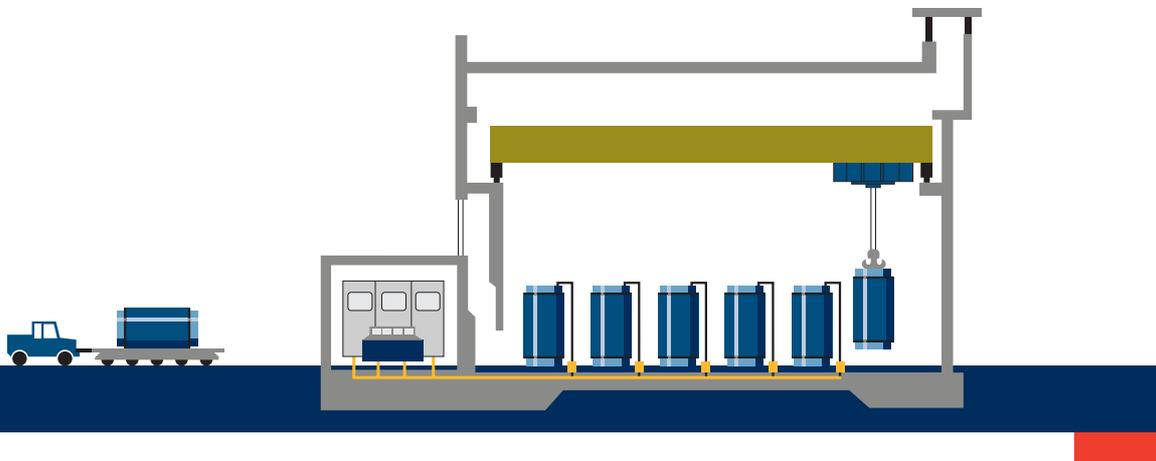
Die Behälter werden auf dem Straßenweg ausschließlich innerhalb des Betriebsgeländes der E.ON Kernkraft GmbH transportiert und beim Zwischenlager angeliefert. Nach erfolgter Eingangskontrolle wird das Transportfahrzeug mit dem Behälter in den Empfangsbereich des Lagergebäudes gefahren und auf das Entladen vorbereitet. Das Personal führt die vorgesehenen Prüfungen und Kontrollen durch, die in den behälterspezifischen Prüfvorschriften festgelegt sind.

### **Behältereinlagerung**

Zum Abladen wird der Behälter vom Lagerhallenkran an den hierfür vorgesehenen Tragzapfen aufgenommen, anschließend aufgerichtet und vom Transportfahrzeug gehoben. Danach wird der Behälter mit dem Kran zur Vorbereitung der Einlagerung in den Wartungsraum gebracht.

Bei Behältern mit einem verschraubten Doppeldeckel-Dichtsystem, wie es z. B. der CASTOR V/19 besitzt, wird ein Druckgeber in den äußeren Deckel eingesetzt, falls dies nicht schon bei der Beladung im Kernkraftwerk erfolgt ist. Nach einer Dichtheitsprüfung wird der Sperrraum zwischen den Barrieren mit Helium gefüllt und für den Anschluss an das Behälterüberwachungssystem vorbereitet.

Hiernach wird der Behälter vom Wartungsraum zur Einlagerung gefahren. Dies geschieht mit Hilfe des Lagerhallenkrans, der den Behälter durch das geöffnete Abschirmschott in den Lagerbereich fährt und auf der vorgesehenen Lagerposition absetzt, wo schließlich das Behälterüberwachungssystem angeschlossen wird.



### Wartungsarbeiten

Folgende Wartungsarbeiten können bei Bedarf im Wartungsraum durchgeführt werden:

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

Sollte das Behälterüberwachungssystem bei den Behältern ein Nachlassen der Dichtwirkung einer Behälterbarriere anzeigen, wird im Wartungsraum umgehend die Ursache ermittelt und eine Instandsetzung der Behälter eingeleitet. Im Bedarfsfall kann ein zusätzlicher Deckel (Fügedeckel) zur Wiederherstellung eines Zweibarrierensystems aufgebracht werden. Andernfalls wird der Behälter in einer geeigneten kerntechnischen Anlage in Stand gesetzt.

### Behälterabtransport

Soll ein Behälter zur weiteren Entsorgung abtransportiert werden, wird dieser zunächst vom Behälterüberwachungssystem getrennt und zum Wartungsraum gefahren. Hier erfolgt die Vorbereitung zum Abtransport entsprechend den Festlegungen im Betriebshandbuch. Nach einer strahlenschutztechnischen Kontrolle wird der Behälter zum Abtransport auf das Transportfahrzeug geladen.



Die Sicherheit

## Die Schutzziele

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

Die Behälter sind zum Zeitpunkt der Einlagerung als Typ-B(U)-Versandstücke für den Transport auf öffentlichen Verkehrswegen zugelassen. Sie erfüllen damit strenge 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 Zwischenlagers liegen die nachfolgenden Schutzziele zugrunde.

### **Abschirmung**

Die vom radioaktiven Inhalt der Behälter ausgehende ionisierende Strahlung wird sowohl durch die Behälter als auch durch die Gebäudestruktur abgeschirmt. Die zu erwartende Strahlenexposition an der Grenze des abgeschlossenen Betriebsgeländes liegt weit unter den zulässigen Grenzwerten.

### **Sicherer Einschluss**

Radioaktive Stoffe werden aus dem Zwischenlager 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 Zwischenlagers 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 Zwischenlager des Kernkraftwerks Brokdorf weist ein hohes Maß an inhärenter Sicherheit auf, d. h. eine dem System innewohnende Sicherheit. Handhabungen während der Lagerzeit sind auf ein Minimum reduziert. Die Einhaltung der Auslegungskriterien und der Anforderungen an die Behälter werden durch ein umfassendes Qualitätssicherungsprogramm gewährleistet. Dieses Qualitätssicherungsprogramm schließt Planung, Errichtung und Betrieb der sicherheitstechnisch wichtigen Systeme sowie der Komponenten der Anlagentechnik ein.

# Der Strahlenschutz



## **Betrieblicher Strahlenschutz**

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

Im Zusammenhang mit dem Zwischenlager sind folgende drei Strahlenschutzbereiche gemäß den Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung vorgesehen:

- Kontrollbereich,
- betrieblicher Überwachungsbereich,
- außerbetrieblicher Überwachungsbereich.

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

Der betriebliche Überwachungsbereich umfasst den Betriebsbereich im Lagergebäude und alle Räume des Betriebsgebäudes sowie das umzäunte Gelände des Zwischenlagers.

Zum außerbetrieblichen Überwachungsbereich gehört der Bereich zwischen dem gesonderten Zaun des Zwischenlagers und der Grenze des Betriebsgeländes des Kernkraftwerks Brokdorf.

Alle Tätigkeiten im Kontrollbereich des Zwischenlagers unterliegen der Strahlenschutzüberwachung. Die Dosis der im Kontrollbereich tätigen Personen wird überwacht.

Die radiologische Situation im Kontrollbereich des Zwischenlagers am Kernkraftwerk Brokdorf wird regelmäßig durch ein Messprogramm überprüft. Alle beim Zwischenlager ankommenden und abgehenden Transporte radioaktiver Stoffe durchlaufen eine strahlenschutztechnische Überwachung. Hierbei wird die Einhaltung der Technischen Annahmebedingungen überprüft, insbesondere hinsichtlich Kontamination und Dosisleistung.

Dichtheitsprüfung am Castorbehälter V/19



#### **Strahlenexposition in der Umgebung**

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

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

Durch die bauliche Auslegung des Lagergebäudes und die Abschirmung der Behälter ergibt sich bei voll belegtem Lager eine Ortsdosisleistung von weniger als 0,03 mSv/a, die an der ungünstigsten Stelle an der Grenze des Betriebsgeländes auftreten kann. Damit liegt die Strahlenexposition auch bei Berücksichtigung der genannten Vorbelastungen am Standort weit unter dem gegenwärtigen Grenzwert von 1,5 mSv/a nach §44 der Strahlenschutzverordnung. Auch der Grenzwert von 1 mSv/a gemäß EURATOM-Richtlinie wird weit unterschritten. Aufgrund der Entfernung zu den nächsten bewohnten Orten sowie der realen Aufenthaltszeit von Personen an der Grenze des Betriebsgeländes, ist die tatsächliche Körperdosis einer Person in der Umgebung des Zwischenlagers sehr viel kleiner als 0,03 mSv/a.

Im Vergleich dazu beträgt die durchschnittliche natürliche Strahlenexposition in Deutschland 2,4 mSv/a. Expositionen durch Freisetzungen treten aufgrund des technisch dichten Einschusses des radioaktiven Inventars in den Behältern nicht auf.

## Die Störfallanalyse

Die Sicherheit des Zwischenlagers wird durch die Einhaltung der entsprechenden sicherheitstechnischen Auslegungsmerkmale des Zwischenlagers selbst sowie der hierin eingelagerten Behälter gewährleistet. Damit ist für eine Einhaltung der Schutzziele bei Betriebsstörungen, Störfällen und Restrisikoereignissen in höchstem Maße gesorgt. Die radiologischen Auswirkungen sind durch die getroffene Schadensvorsorge bei den zugrunde zu legenden Einwirkungen von innen und außen weit unter das zulässige Maß begrenzt.

Zum Zwecke der Schadensvorsorge wurden folgende potentielle Schadensereignisse untersucht:

### Einwirkungen von innen

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

### Einwirkungen von außen

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

### Ereignisse im Restrisikobereich

- Flugzeugabsturz,
- Druckwellen aus chemischen Reaktionen,
- Einwirkungen gefährlicher Stoffe.

Die Ereignisse im Restrisikobereich unterscheiden sich von den anderen untersuchten potentiellen Schadensereignissen vor allem dadurch, dass sie wesentlich seltener eintreten.

Aufgrund der sicherheitstechnischen Anforderungen an die Typ B(U)-Behälter haben mögliche Einwirkungen von innen, die zu mechanischen oder thermischen Belastungen führen, keine sicherheitstechnische Bedeutung für die Behälter oder das Zwischenlager.

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

Gegen Ereignisse, die durch Einwirkungen von außen bzw. Einwirkungen im Restrisikobereich entstehen könnten, werden bauliche und anlagentechnische Maßnahmen getroffen. Auch die Auslegungstörfälle im Kernkraftwerk Brokdorf sind in diesem Zusammenhang betrachtet worden. Sie haben keine Auswirkungen auf das Zwischenlager. Ferner werden Schutzmaßnahmen gegen Einwirkungen Dritter, z. B. durch Sabotage, getroffen.



*Fallversuch aus neun Meter Höhe auf ein unnachgiebiges Fundament.*



Die im Zwischenlager am Kernkraftwerk Brokdorf eingelagerten Behälter werden sowohl für die Aufbewahrung als auch für den Transport der Brennelemente verwendet. Für diese Behälter muss somit die verkehrsrechtliche Zulassung als Typ B(U)-Versandstückmuster für den Transport auf öffentlichen Verkehrswegen vorliegen. Hierfür 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 Meter Höhe auf ein starres und unnachgiebiges Fundament.

**Fallversuch II:**

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

**Wassertauchprüfung:**

Das Typ B(U)-Versandstück wird mindestens 8 Stunden lang in Wasser eingetaucht. Dies geschieht bei einem Druck, der einer Wassertiefe von mindestens 15 Meter entspricht. Zusätzlich wird die Prüfung für eine Stunde in 200 Meter Wassertiefe durchgeführt.

**Erhitzungsprüfung:**

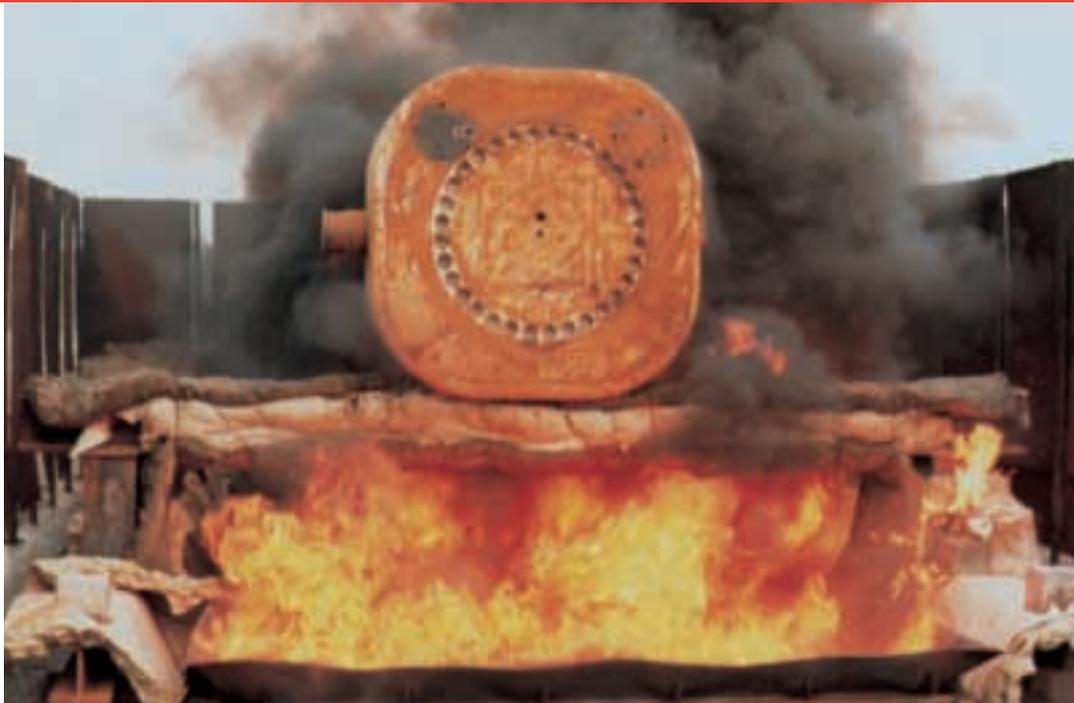
Das Typ B(U)-Versandstück wird einem Feuer mit einer mittleren Flammentemperatur von 800 °C für die Dauer von 30 Minuten ausgesetzt.

**Kritikalitätssicherheit:**

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

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die radiologischen Auswirkungen bei einer Lagerung im Zwischenlager am Kernkraftwerk Brokdorf äußerst gering sind – auch bei Ereignissen mit sehr niedriger Eintrittshäufigkeit. Die resultierenden Körperdosen liegen auch in derartigen Fällen weit unterhalb der im § 28 (3) der Strahlenschutzverordnung genannten Werte.

Feuertest bei einer  
Flammentemperatur  
von 800°C



# Die Umweltauswirkungen

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für das Zwischenlager am Kernkraftwerk Brokdorf wird eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt. Die Umweltverträglichkeitsprüfung umfasst die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens während der Errichtung, dem Betrieb und der Stilllegung auf



- Menschen, Tiere und Pflanzen,
- Boden,
- Wasser,
- Luft,
- Klima,
- Landschaft,
- Kultur- und sonstige Sachgüter.

einschließlich ihrer Wechselwirkungen. Damit soll eine wirksame Umweltvorsorge getroffen werden, wie es nach § 1 und § 2 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) vorgeschrieben ist. Hierfür hat der Träger des Vorhabens nach § 6 UVPG Unterlagen über die Umweltauswirkungen des Vorhabens zu erarbeiten. Für das Zwischenlager am Standort des Kernkraftwerks Brokdorf ist eine Umweltverträglichkeitsuntersuchung durchgeführt worden, die im Rahmen der Beteiligung der Öffentlichkeit zusammen mit dem Antrag, dem Sicherheitsbericht sowie dieser Kurzbeschreibung ausgelegt und erörtert wird.

Die im Umweltverträglichkeitsbericht beschriebenen Auswirkungen des Zwischenlagers auf die Umwelt können wie folgt zusammengefasst werden:

## **Menschen, Tiere und Pflanzen**

Die Errichtung und der Betrieb des Zwischenlagers haben keine relevanten Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Pflanzen in der Umgebung.

Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe aus den Behältern findet nicht statt, da die Behälter technisch dicht sind. Damit besteht keinerlei Möglichkeit einer internen Strahlenexposition infolge der Aufnahme radioaktiver Stoffe durch Einatmen oder im Zusammenhang mit der Nahrungsaufnahme. Die externe Strahlenexposition ist vernachlässigbar gering. Die von den Brennelementen ausgehende ionisierende Strahlung wird bereits durch die Umwandlung der Behälter sehr stark abgeschwächt und durch die Gebäudestruktur des Lagergebäudes nochmals verringert. Sie erreicht am ungünstigsten Punkt an der Grenze des Betriebsgeländes einen Wert von weniger als 0,03 mSv/a. Damit liegt die externe Strahlenexposition außerhalb des Betriebsgeländes um mehr als das 50-fache unterhalb des Grenzwertes von 1,5 mSv/a nach § 44 der Strahlenschutzverordnung und auch unter dem Grenzwert von 1 mSv/a gemäß EURATOM-Richtlinie.

Innerhalb des Zaunes des Zwischenlagers beträgt die maximale Dosis bei dauerndem Aufenthalt ca. 0,25 mSv/a. Unmittelbar vor den Lüftungsöffnungen in 8 bzw. 20 Metern Höhe wurde eine Dosisleistung von 2 µSv/h berechnet. Zum Vergleich beträgt die Dosis infolge der kosmischen und terrestrischen Strahlung am Standort ca. 0,7 mSv/a.

Auch bei Störfallereignissen bleibt die Dichtheit der Behälter und die Abschirmfunktion von Behältern und Lagerhalle erhalten.

Die sonstigen Auswirkungen des Lagerbetriebs durch Geräusche, Licht und abgeführte Wärme sind für Menschen, Tiere und Pflanzen nicht erheblich.



#### **Boden, Wasser, Luft und Klima**

Das Zwischenlager wird auf dem Betriebsgelände des Kernkraftwerks Brokdorf errichtet; es erfolgt daher kein zusätzlicher Flächenverbrauch. Der Bauplatz für das Zwischenlager befindet sich auf einem Gelände, das nach Abschluß der Bauarbeiten am Kernkraftwerk als ökologisch hochwertige Landschaft mit Wiesen, Bäumen und Feuchtbiotopen gestaltet worden ist. Für die teilweise Inanspruchnahme dieser Flächen werden in Absprache mit der Baubehörde entsprechende Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen durchgeführt.

Ein Eingriff in das Grundwasser erfolgt nicht.

Die Wärmeleistung, die durch Naturkonvektion aus dem Behälterlager in die Umgebung abgeführt wird, beträgt max. 4 Megawatt. Sie hat keinerlei Einfluss auf die Umgebung. Dies wird besonders deutlich im Vergleich mit dem Kernkraftwerk, das im Leistungsbetrieb Wärme in einer Größenordnung von ca. 2000 Megawatt in die Elbe abgibt.

#### **Landschaft, Kultur- und sonstige Sachgüter**

Das Lagergebäude fügt sich unauffällig in die umgebenden Gebäudestrukturen ein; das bestehende Industrielandschaftsbild wird daher kaum verändert. Es erfolgt keinerlei Eingriff in Naturschutzgebiete. Auswirkungen auf Kultur- und sonstige Sachgüter können ausgeschlossen werden.

#### **Wechselwirkungen**

Wechselwirkungen der oben betrachteten Faktoren sind nicht zu erkennen.

#### **Abfälle und Reststoffe**

Beim Betrieb des Zwischenlagers fallen nur geringe Mengen an radioaktiven Abfällen und Reststoffen an. Diese werden im Zwischenlager aufbewahrt und durch entsprechende Einrichtungen entsorgt.

#### **Verfahrensalternativen**

Technische Varianten einer Lagerung abgebrannter Brennelemente am Standort wurden untersucht. Naßlager und Trockenlager unterscheiden sich hinsichtlich der zu betrachtenden Auswirkungen auf die Umwelt nicht voneinander. Insgesamt bietet die Trockenlagerung bei inhärenter sicherer Wärmeabfuhr durch Naturkonvektion geringfügige sicherheitstechnische Vorteile.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass ein signifikanter Einfluss des Zwischenlagers auf die unmittelbare Umgebung in keiner Hinsicht zu erwarten ist.

# Die Stilllegung



Vor der Stilllegung des Zwischenlagers am Kernkraftwerk Brokdorf werden alle Behälter sowie die während des Betriebes angefallenen radioaktiven Stoffe abtransportiert. Hierdurch wird gewährleistet, dass sich keine Kernbrennstoffe oder sonstigen radioaktiven Stoffe mehr im Zwischenlager befinden.

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 Strahlenschutzverordnung 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 Zwischenlager aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen und anschließend entweder konventionell genutzt oder abgerissen werden.

# Glossar

## Übersicht Maßeinheiten

**kW:** Kilowatt

**kWh:** Kilowattstunden

**MW:** Megawatt

**Stromkilometer:** Bezeichnung für die Längenkilometer einer Wasserstraße

**mSv:** Millisievert, Maßeinheit für die Dosis ionisierender Strahlung

**mSv/a:** Millisievert pro Jahr

**µSv/h:** Mikrosievert pro Stunde

**Mg:** Maßeinheit für die Masse ( $1\text{Mg} \hat{=} 1\text{t}$ )

**TBq:** Maßeinheit für die Radioaktivität ( $1\text{TBq} \hat{=} 10^{12}$  Zerfälle je s)

**GWd/MgSM:** Maßeinheit für den Abbrand von Kernbrennstoff

**Gew.-%:** Gewichtsprozent

**Pa m<sup>3</sup>/s:** Maßeinheit für die Standardleckrate

## Stichwortverzeichnis

**AtG:** Atomgesetz vom 23. Dezember 1959, zuletzt geändert am 3. Mai 2000

**Dosisleistung:** ist der Quotient aus Dosis und Zeit; wird im Strahlenschutz häufig in Mikrosievert je Stunde ( $\mu\text{Sv/h}$ ) angegeben.

**Helium:** Edelgas; farb- und geruchloses einatomiges Gas, das keine chemischen Verbindungen eingeht.

**Ionisieren:** Heraustrennung eines oder mehrerer Elektronen aus einem Atom oder Molekül.

**Kernbrennstoffe:** Nach der Definition des Atomgesetzes sind Kernbrennstoffe besondere spaltbare Stoffe in Form von Plutonium-239 und Plutonium-241, - Uran-233, - mit den Isotopen 235 oder 233 angereichertes Uran; jeder Stoff, der einen oder mehrere der vorerwähnten Stoffe enthält, - Uran und uranhaltige Stoffe der natürlichen Isotopenmischung, die so rein sind, dass durch sie in einer geeigneten Anlage (Reaktor) eine sich selbst tragende Kettenreaktion aufrechterhalten werden kann.

**Kontamination:** Unerwünschte Verunreinigung von Arbeitsflächen, Geräten, Räumen, Wasser, Luft u. a. durch radioaktive Stoffe.

**Konvektion:** Bewegung kleinster Flüssigkeits- oder Luftteilchen auf Grund von Dichteunterschieden.

**Korrosion:** Zerstörende Veränderungen an der Oberfläche fester Körper durch chemische oder physikalisch-chemische Vorgänge, z. B. durch Oxidation, Wasser- und Kohlensäureeinwirkung, Salzbildung oder elektrochemische Vorgänge.

**Kritikalität:** Anordnung spaltbarer Stoffe, in dem eine sich selbst erhaltende Kettenreaktion abläuft. (Gegenteil ist Unterkritikalität)

**Kritikalitätssicherheit:** Sicherheit gegen unzulässiges Entstehen kritischer oder überkritischer Anordnungen.

**Nachzerfallswärme:** Durch den Zerfall radioaktiver Spaltprodukte in einem Brennelement nach Abschalten des Reaktors weiterhin entstehende Wärme.

**Neutron:** Ungeladenes Elementarteilchen. Ein freies Neutron ist instabil und zerfällt in einer Halbwertszeit von 11,5 Minuten.

**Radioaktivität:** Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden. Kommen diese Stoffe, die Radionuklide, in der Natur vor, so spricht man von natürlicher Radioaktivität; sind sie ein Produkt von Kernumwandlungen in Kernkraftwerken, so handelt es sich um künstliche Radioaktivität.

**Schluff, sandiger:** Sedimentäres Lockergestein mit einer Korngröße von 0,063 bis 0,002 mm Durchmesser.

**Skyshine:** Durch die Streuung in der Luft entstehende Strahlung einer primären Gammastrahlenquelle oder Neutronenquelle.

**Sohlplatte:** Fundamentplatte

**Strahlung (radioaktive):** Es wird unterschieden zwischen Gammastrahlung und Teilchen-, wie z.B. Alpha-, Beta- oder Neutronenstrahlung.

**Strahlenschutz:** Strahlenschutz befaßt sich mit dem Schutz von Einzelpersonen, deren Nachkommen und der Bevölkerung in ihrer Gesamtheit vor den Wirkungen ionisierender oder sonstiger Strahlung.

**StrlSchV:** Strahlenschutzverordnung vom 13. Oktober 1976, zuletzt geändert am 18. August 1997

**E.ON Kernkraft GmbH**  
Postfach 4849  
30048 Hannover  
Tresckowstraße 5  
30457 Hannover  
Telefon 05 11. 4 39 03  
Telefax 05 11. 4 39 23 75