



Kernkraftwerk Brokdorf

Stilllegung und Abbau

Kurzbeschreibung

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	2
1. ZWECK DER KURZBESCHREIBUNG	4
2. DAS VORHABEN IM ÜBERBLICK	5
3. STANDORT	8
3.1 Geografische Lage	8
3.2 Besiedelung und Flächennutzung.....	9
3.3 Radiologische Vorbelastung	9
3.4 Weitere Standortinformationen	10
4. DAS KERNKRAFTWERK BROKDORF	12
4.1 Eine kurze Chronik	12
4.2 Die Kraftwerksanlage	13
4.3 Die Gesamtanordnung	14
4.4 Systeme und Einrichtungen im Restbetrieb.....	18
4.5 Voraussetzungen für den Abbau.....	19
4.6 Das radioaktive Inventar der Anlage	19
4.7 Die Organisation	19
5. DER ABBAU.....	20
5.1 Wissen aus Erfahrung.....	20
5.2 Die Grundsätze	20
5.3 Die allgemeine Vorgehensweise	21
5.4 Der Abbau in der Abbauphase 1	21
5.5 Der Abbau in der Abbauphase 2	22
5.6 Die technische Vorgehensweise.....	22
5.7 Das abgebaute Material	25
6. DIE SICHERHEIT	28
6.1 Die Schutzziele	28

6.2	Der betriebliche Strahlenschutz	29
6.3	Die Ableitungswerte.....	29
6.4	Die Strahlenexposition in der Umgebung	30
6.5	Emissions- und Immissionsüberwachung	31
6.6	Die Ereignisanalyse	32
7.	DIE UMWELTAUSWIRKUNGEN	34
7.1	Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit	34
7.2	Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt	35
7.3	Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft	36
7.4	Kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter	38
7.5	Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern	38
7.6	Betrachtungen zum Eingriffstatbestand nach Bundesnaturschutzgesetz	38
7.7	Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen	39
8.	VERFAHRENSALTERNATIVEN.....	40
	GLOSSAR/BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	41

1. ZWECK DER KURZBESCHREIBUNG

Die Stilllegung und der Abbau von Anlagenteilen einer kerntechnischen Anlage bedürfen gemäß § 7 Absatz 3 Atomgesetz einer Genehmigung. In einem Genehmigungsverfahren sind alle Behörden des Bundes, des Landes, der Gemeinden und der sonstigen Gebietskörperschaften zu beteiligen, deren Zuständigkeitsbereich berührt wird.

Die PreussenElektra GmbH hat mit Datum vom 01.12.2017 einen Antrag auf Erteilung einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (SAG) für das Kernkraftwerk Brokdorf (KBR) gestellt. Der Antrag wurde mit Schreiben vom 24.03.2020 ergänzt. Die Kernkraftwerk Brokdorf GmbH & Co. oHG ist dem Antrag beigetreten.

Im Rahmen des erforderlichen Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahrens werden, neben dem Antrag, die folgenden Unterlagen ausgelegt:

- Sicherheitsbericht
- Umweltverträglichkeitsbericht
- Kurzbeschreibung

Die vorliegende Kurzbeschreibung enthält eine allgemein verständliche Beschreibung der insgesamt geplanten Maßnahmen zur Stilllegung und zum Abbau des KBR und der voraussichtlichen Auswirkungen auf die Allgemeinheit und die Nachbarschaft.

2. DAS VORHABEN IM ÜBERBLICK

Das Kernkraftwerk Brokdorf (KBR) ist ein Druckwasserreaktor des Herstellers Kraftwerk Union. Er nahm 1986 den kommerziellen Leistungsbetrieb auf. Eigentümer der Anlage ist die Kernkraftwerk Brokdorf GmbH & Co. oHG, an der die Gesellschafter PreussenElektra GmbH mit 80 % und die Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH mit 20 % beteiligt sind.

Mit Inkrafttreten der 13. Novelle des Atomgesetzes vom 06.08.2011 wurde für das KBR aufgrund § 7 Absatz 1a Satz 1 Nummer 5 Atomgesetz die Berechtigung zum Leistungsbetrieb bis spätestens zum 31.12.2021 begrenzt.

Die PreussenElektra GmbH (PEL) beabsichtigt, das KBR unverzüglich stillzulegen und abzubauen. Die Stilllegung des KBR und dessen Abbau bedürfen gemäß § 7 Absatz 3 Atomgesetz einer Genehmigung. Diese wurde von PEL am 01.12.2017 beim zuständigen Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND) des Landes Schleswig-Holstein beantragt. Den Antrag hat die PEL mit Schreiben vom 24.03.2020 um die „Rücknahme von radioaktiven Betriebsabfällen aus der TBH-KBR in das KBR“ und um das „Verbringen von Abfällen und Reststoffen zwischen TBH-KBR und KBR“ ergänzt. Die Kernkraftwerk Brokdorf GmbH & Co. oHG als weitere Genehmigungsinhaberin ist dem Antrag beigetreten.

Der Abbau soll in zwei Abbauphasen erfolgen, für die jeweils gesonderte atomrechtliche Genehmigungen nach § 7 Absatz 3 Atomgesetz beantragt werden und die sich zeitlich überlagern (Abbildung 1). Dabei wird davon ausgegangen, dass zu Beginn der Abbauarbeiten noch nicht alle Brennelemente und Sonderbrennstäbe aus der Anlage entfernt sind.

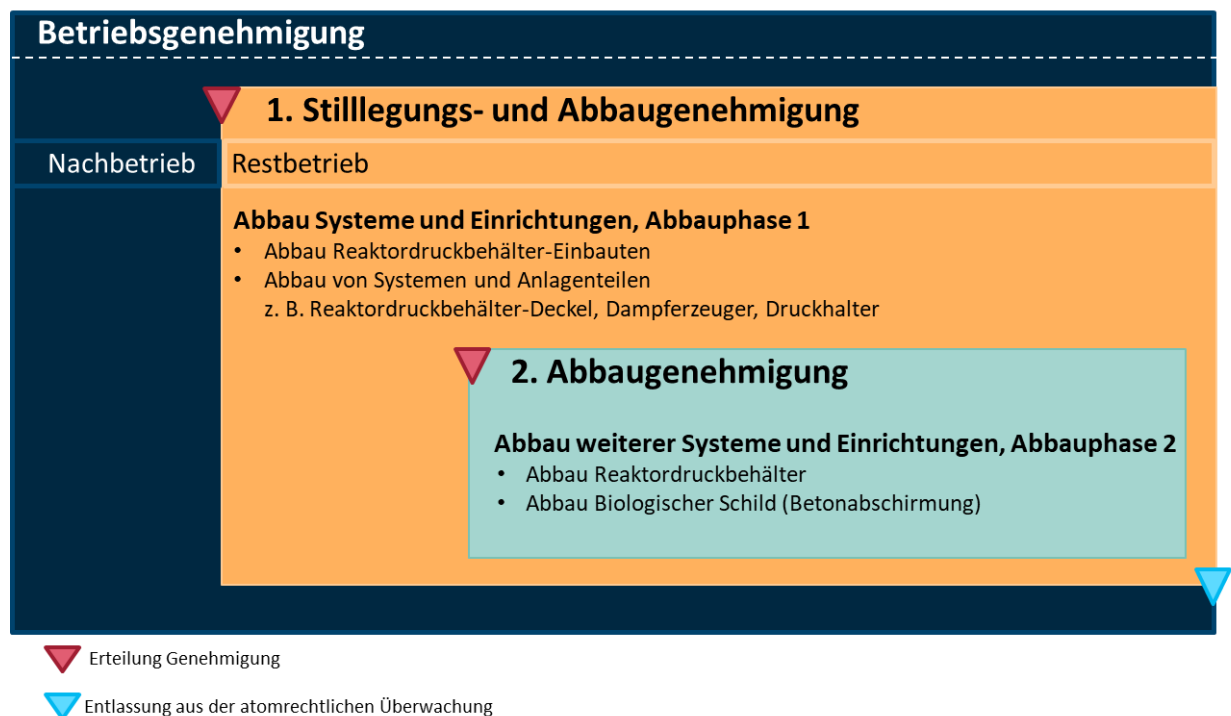


Abbildung 1: Vorgesehener genehmigungstechnischer Ablauf der Stilllegung des KBR

Mit Erlöschen der Berechtigung zum Leistungsbetrieb beginnt für das KBR der sogenannte Nachbetrieb. Die Arbeiten im Nachbetrieb sind nicht Gegenstand des Antrags auf Stilllegung und Abbau. Sie werden hier aber zum besseren Verständnis des Gesamtprozesses kurz erläutert.

Der Nachbetrieb unterscheidet sich vom Leistungsbetrieb lediglich dadurch, dass die Anlage keinen Strom mehr erzeugt. Im Rahmen der bestehenden Betriebsgenehmigung werden unter Fortgeltung der bewährten Regelungen und unter Fortführung der atomrechtlichen Überwachung die erforderlichen Systeme weiter betrieben. Der Nachbetrieb endet mit Erteilung der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (1. SAG), die ein Jahr nach dem Ende des Leistungsbetriebs, d. h. bis Ende 2022, erwartet wird.

Ab Erteilung der 1. SAG läuft während des gesamten Zeitraums der Stilllegung und des Abbaus der sogenannte Restbetrieb. Er umfasst die Fortführung des sicheren Anlagenbetriebs mit den noch auf der Anlage befindlichen Brennelementen und Sonderbrennstäben. Der Restbetrieb umfasst auch den Betrieb aller für die Stilllegung notwendigen, weiter zu betreibenden Systeme und den Betrieb der für den Abbau von Komponenten, Systemen und Gebäuden notwendigen neuen Einrichtungen. Mit Erteilung der 1. SAG soll mit den Abbauarbeiten der Abbauphase 1 begonnen werden.

Die Bedingungen für den Restbetrieb und die Abbaumaßnahmen sind durch den Anlagenstatus des KBR geprägt:

- Zu Beginn der Abbauphase 1 befindet sich noch Kernbrennstoff (bestrahlte Brennelemente und Sonderbrennstäbe) im Brennelement-Lagerbecken der Anlage.
- Die Brennelemente und Sonderbrennstäbe werden sukzessive in CASTOR®-Behälter verpackt. Durch die abnehmende Anzahl an Brennelementen im Brennelement-Lagerbecken kommt es - zusätzlich zum Abklingen - zu einer Reduzierung der verbleibenden Nachzerfallsleistung. Nach Abtransport aller Brennelemente ist ein aktives Kühlsystem für das Brennelement-Lagerbecken nicht mehr notwendig. Zum Schutz des Personals vor Strahlung ist weiterhin eine Abschirmung der noch verbliebenen Sonderbrennstäbe im Brennelement-Lagerbecken notwendig.
- Die Abbauphase 1 wird somit in drei Zeitabschnitte unterteilt.
 - **Abschnitt 1A:** Im Brennelement-Lagerbecken befinden sich sowohl bestrahlte Brennelemente als auch Sonderbrennstäbe.
 - **Abschnitt 1B:** Es sind nur noch Sonderbrennstäbe im Brennelement-Lagerbecken vorhanden. Sie erfordern eine angemessene Wasserüberdeckung zur Abschirmung der ionisierenden Strahlung.
 - **Abschnitt 1C:** Die Anlage ist frei von Brennelementen und Sonderbrennstäben.
- In der Abbauphase 2 befinden sich in der Anlage keine Brennelemente und Sonderbrennstäbe mehr und die 2. Abbaugenehmigung liegt vor.

Für die während der Stilllegung und des Abbaus anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle wird ein Reststoffbehandlungszentrum eingerichtet. Das Reststoffbehandlungszentrum verteilt sich im Wesentlichen auf Raumbereiche im Reaktorgebäude-Ringraum, im Reaktorhilfsanlagegebäude und im Aufbereitungsgebäude für radioaktive Abfälle.

Die beim Abbau anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle werden in einer neu zu errichtenden Transportbereitstellungshalle (TBH-KBR) bis zur weiteren Behandlung oder zur späteren Einlagerung in ein Bundesendlager bzw. ein zentrales Bereitstellungslager des Bundes bereitgestellt. Für die Errichtung und den Betrieb der TBH-KBR werden gesonderte Genehmigungsverfahren geführt.

Nach Beendigung der Abbauphasen sind die freigeräumten Betriebsgebäude und Gebäudestrukturen frei von kontaminierten und/oder aktivierten Bauteilen oder Materialien. Darüber wird PEL einen Nachweis führen. Sind alle Voraussetzungen erfüllt, kann das KBR aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen werden.

Die verbliebenen Gebäudestrukturen können im Rahmen der Regelungen des Baurechts abgebrochen und das Betriebsgelände einer weiteren Bestimmung übergeben werden. Gleichfalls ist es möglich, die verbliebenen Gebäude und Strukturen einer neuen Nutzung zuzuführen. Maßnahmen nach Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung sind nicht mehr Gegenstand von Genehmigungen nach § 7 Absatz 3 Atomgesetz.

Das bestehende Standortzwischenlager Brokdorf für bestrahlte Brennelemente (Genehmigungsinhaberin: BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ)) und die TBH-KBR werden bis zum Abtransport der dort gelagerten radioaktiven Abfälle entsprechend den gültigen Anforderungen weiterbetrieben.

3. STANDORT

3.1 Geografische Lage

Das KBR liegt unmittelbar am östlichen (rechten) Ufer der Elbe bei Stromkilometer 682,5 im Gebiet der Gemeinde Brokdorf (Wilstermarsch) und ist zugehörig zum Kreis Steinburg (Kreisstadt Itzehoe) im Land Schleswig-Holstein.

Das Betriebsgelände liegt im ebenen Gelände der Wilstermarsch. Die natürliche Geländehöhe liegt im Mittel auf 0,5 m über Normal Null. Das Betriebsgelände ist mit Sand auf etwa 1,5 m über Normal Null aufgehöhht.

Nördlich vom Standort nahe dem Elbufer verläuft die Bundesstraße 431.

Der Standort KBR ist auf dem Kartenausschnitt in Abbildung 2 mit einem roten Punkt gekennzeichnet.

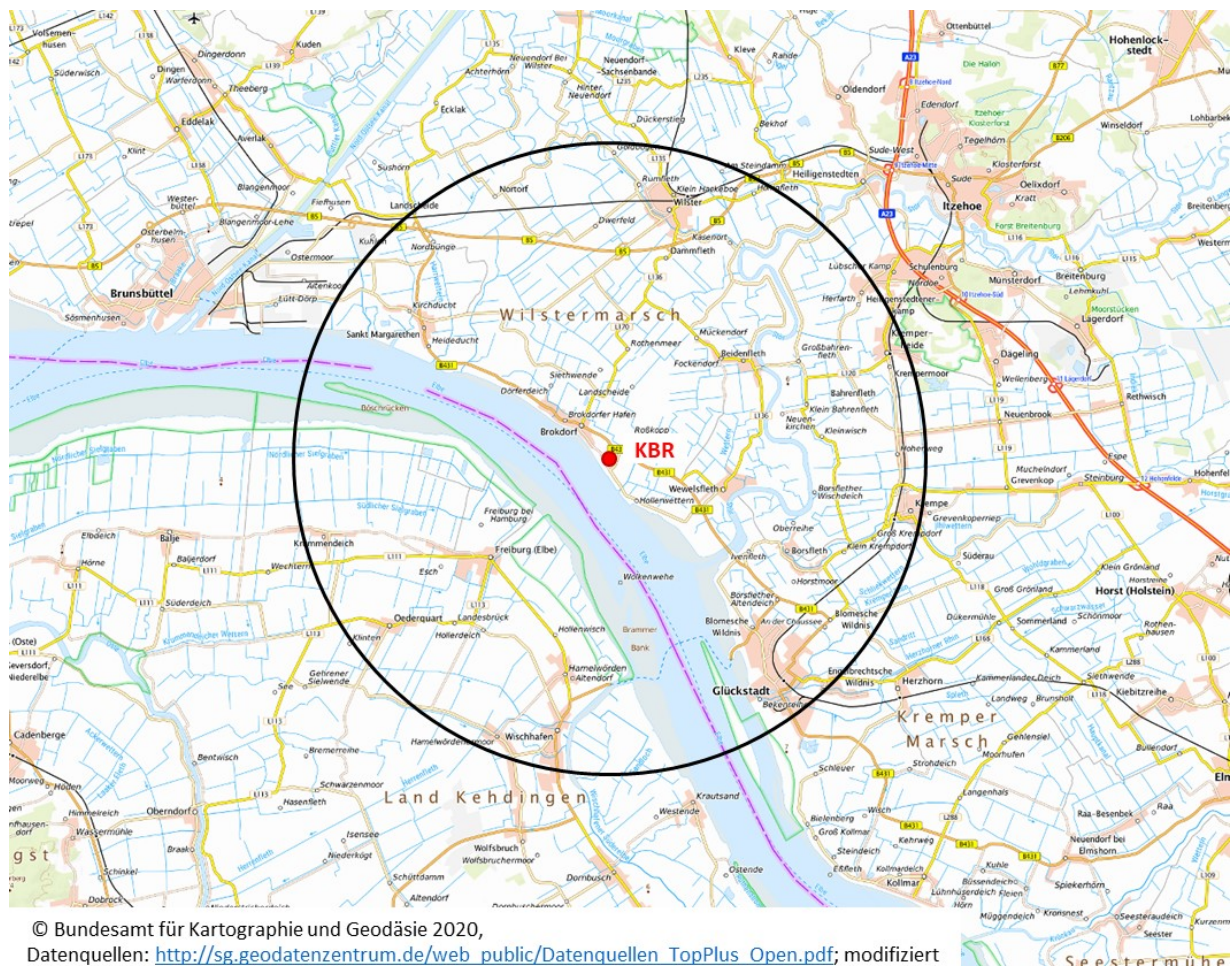


Abbildung 2: Lageplan des Standorts Brokdorf mit 10-km-Umkreis (ohne Maßstab)

Die nächstgelegenen Höhen des Geestrandes befinden sich nordöstlich des Betriebsgeländes ca. 10 km entfernt bei Kremperheide.

Die dem Betriebsgelände am nächsten liegenden Wohnnutzungen sind Einzelhäuser und Gehöfte in nördlicher Richtung (ca. 40 m zum Massivzaun des Betriebsgeländes). Im Westen grenzt die Fläche der kommunalen Kläranlage Brokdorf unmittelbar an den am Betriebsgelände entlanglaufenden Wassergraben an.

3.2 Besiedelung und Flächennutzung

Die dem Standort KBR nächstgelegene Ortschaft mit etwa 1.000 Einwohnern ist Brokdorf in 1,5 km Entfernung in nordwestlicher Richtung. Die nächstgelegene Großstadt mit mehr als 100.000 Einwohnern ist Hamburg mit 1,83 Mio. Einwohner in ca. 50 km Entfernung in Richtung Südosten.

Die Flächen der im 10-km-Umkreis liegenden Gemeinden werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt. So entfallen durchschnittlich ca. 70 % der Gemeindeflächen auf Landwirtschaftsflächen und nur ca. 1 % auf Waldflächen. Von der landwirtschaftlich genutzten Fläche entfallen im Mittel ca. 85 % auf Ackerland. In geringem Umfang wird noch berufsmäßige Fischerei in der Elbe betrieben.

Neben diesen Nutzungen sind im Umfeld des Standortes kleinere Gewerbebetriebe, wie beispielsweise Gastgewerbe, Dienstleistungsgewerbe, Handwerk und Bau, Einzelhandel, vorhanden. Auch größere Industriebetriebe und Hochdruck-Gasfernleitungen sind im Umkreis von 10 km vorhanden. Darüber hinaus ist geplant, in ca. 10 km Entfernung vom Standort ein LNG-Terminal zu errichten. Die Abkürzung LNG steht für Flüssigerdgas (Engl. Liquefied Natural Gas). Zu den Funktionen eines LNG-Terminals gehören die Aufnahme, die Lagerung, die Regasifizierung, die Einspeisung von Erdgas ins Netz und die Verteilung von Flüssigerdgas.

Im 10-km-Umkreis des Standortes befinden sich:

- 4 Naturschutzgebiete
- 3 Fauna-Flora-Habitat-Gebiete
- 3 Vogelschutzgebiete
- 4 geschützte Biotope

Landschaftsschutzgebiete und Naturdenkmäler befinden sich nicht im näheren Umkreis. Auf dem Betriebsgelände des KBR liegt das Oberfeuer (Leuchtturm) Brokdorf.

Zurzeit befinden sich auf dem Betriebsgelände als atomrechtlich genehmigte Anlagen das KBR und das Standortzwischenlager Brokdorf für bestrahlte Brennelemente. Geplant sind die Errichtung und der Betrieb einer TBH-KBR für radioaktive Reststoffe und radioaktive Abfälle.

3.3 Radiologische Vorbelastung

Als radiologische Vorbelastung wird die Strahlenexposition bezeichnet, die sich aus Direktstrahlung und Ableitungen radioaktiver Stoffe aus dem Betrieb anderer kerntechnischer Anlagen oder Einrichtungen oder früherer Tätigkeiten im Geltungsbereich des Atomgesetzes und des Strahlenschutzgesetzes ergibt. Die natürliche Strahlenexposition sowie die Folgen aus den Kernwaffentests und aus dem Reaktorunfall in Tschernobyl zählen nicht zur radiologischen Vorbelastung.

Die früheren Tätigkeiten am Standort (Leistungsbetrieb KBR) tragen nur unwesentlich zur Strahlenexposition in der Umgebung bei. Dies wird durch die Ergebnisse der langjährigen Umgebungsüberwachung bestätigt.

Die radiologische Vorbelastung in der Umgebung des Standortes aus Direktstrahlung resultiert aus dem Standortzwischenlager Brokdorf für bestrahlte Brennelemente und aus dem zukünftigen Betrieb der geplanten TBH-KBR. Weitere signifikante Beiträge zur radiologischen Vorbelastung durch Direktstrahlung existieren aufgrund der Abstände anderer kerntechnischer Anlagen zum KBR nicht.

Eine radiologische Vorbelastung kann aus der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft durch in der Nähe befindliche kerntechnische Anlagen und Einrichtungen resultieren. Aufgrund der Abstände anderer kerntechnischer Anlagen zum KBR liefern sie jedoch keinen Beitrag zur Strahlenexposition.

Für den Umgang mit radioaktiven Stoffen in der geplanten TBH-KBR wurde von PEL ermittelt, dass die nach Anlage 11 Teil D Strahlenschutzverordnung zulässigen Aktivitätskonzentrationen für Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft nicht überschritten werden und daher gemäß § 102 Strahlenschutzverordnung davon ausgegangen werden kann, dass die im bestimmungsgemäßen Betrieb hervorgerufene effektive Dosis den Bereich von 10 Mikrosievert (μSv) im Kalenderjahr nicht überschreitet.

Das vorhandene Standortzwischenlager Brokdorf für bestrahlte Brennelemente wird nicht betrachtet, da von diesem keine Emissionen über den Luftpfad erfolgen.

Die radiologische Vorbelastung in der Umgebung des Standortes aus der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser resultiert aus den Ableitungen der Kernkraftwerke Krümmel, Stade und Brunsbüttel sowie des Helmholtz-Zentrums Geesthacht.

Das Standortzwischenlager Brokdorf für bestrahlte Brennelemente und die neu zu errichtende TBH-KBR sind nicht zu betrachten, da von diesen keine Emissionen über den Wasserpfad erfolgen. Gleiches gilt für die Lager für bestrahlte Brennelemente und die vorhandenen bzw. geplanten Lager für radioaktive Abfälle an den Standorten Geesthacht, Brunsbüttel, Krümmel und Stade.

Weitere Beiträge zur radiologischen Vorbelastung über den Wasserpfad können sich aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe aus Forschungseinrichtungen oder Krankenhäusern ergeben. Hierfür wurden, der Empfehlung der Strahlenschutzkommission folgend, ersatzweise die Radionuklid Ausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin berücksichtigt.

3.4 Weitere Standortinformationen

Verkehrswege

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

Der Standort besitzt keinen Gleisanschluss. Im Norden verläuft in 7 km Entfernung die Bahnstrecke Brunsbüttel, Wilster, Itzehoe. 10 km östlich vom Standort führt die Bahnlinie Glückstadt-Itzehoe vorbei.

Der Standort KBR erstreckt sich zwischen Stromkilometer 682 und 683 der Elbe. Die Fahrrinne für die Großschifffahrt auf der Elbe hat eine Sohlenbreite von ca. 400 m und das Fahrwasser ist zurzeit auf ca. 16 m unter Normal Null ausgebaut. Eine weitere Vertiefung auf ca. 17,3 m unter Normal Null ist vorgesehen.

Die Entfernung zum nächstgelegenen internationalen Zivilflughafen Hamburg-Fuhlsbüttel beträgt ca. 47 km. Kleinere Flugplätze befinden sich bei St. Michaelisdonn (ca. 17 km), bei Itzehoe (ca. 21 km) und bei Büsum (ca. 45 km).

Meteorologische Verhältnisse

Über die meteorologische Instrumentierung im KBR stehen langjährige Wetterdaten zur Verfügung. U. a. werden die Windgeschwindigkeiten erfasst. Die mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe betrug in den Jahren 2013 bis 2017 etwa 6,8 m/s. Der Wind wehte dabei vorherrschend aus Richtung Südwesten.

Geologische Verhältnisse

Für die Errichtung des KBR wurde das gesamte Gelände mit Sand auf ca. 1,5 m über Normal Null aufgehöhht. Unterhalb der Aufschüttung folgt ein Schichtpaket aus Klei und Torf mit eingelagerten Sandschichten.

Hydrologische Verhältnisse

Der Standort liegt im Tidebereich der Elbe. An der Tidegrenze am Wehr Geesthacht fließen im langjährigen Mittel etwa 700 m³/s als Oberwasserabfluss in die Unterelbe.

Der amtliche Bemessungswasserstand der Elbe für den Deich im Bereich Brokdorf beträgt 6,00 m über Normal Null. Der Hochwasserschutz am Standort ist mit einer Ausbauhöhe des Deiches auf 8,40 m über Normal Null sichergestellt.

Am Standort liegt die Grundwasseroberfläche unterhalb der Weichschichten aus Klei und Torf bei ca. 14,5 m unter Normal Null.

Seismologische Verhältnisse

Der Standort KBR befindet sich in der Norddeutschen Tiefebene, einer seismisch wenig aktiven Zone. Sie liegt in keiner Erdbebenzone gemäß Erdbebenzonenkarte.

Die Standortbewertung ergibt keine Anhaltspunkte für mögliche Einschränkungen bei Stilllegung und Abbau.

4. DAS KERNKRAFTWERK BROKDORF

4.1 Eine kurze Chronik

Das KBR, das mit einem Druckwasserreaktor des Herstellers Kraftwerk Union der Baulinie 3 (Vor-Konvoi) ausgestattet ist, nahm 1986 den kommerziellen Leistungsbetrieb auf.

Während der gesamten Betriebszeit wurde die Anlage fortlaufend nachgerüstet, so dass zu jeder Zeit die nach dem Atomgesetz erforderliche Vorsorge gegen Schäden gewährleistet war.



Abbildung 3: Das KBR

Einige wesentliche Betriebsdaten des KBR:

1974	Antragsstellung auf Errichtung und Betrieb des KBR
1986	Erste Kritikalität
1986	Beginn des kommerziellen Leistungsbetriebs
1993	Errichtung einer zusätzlichen (dritten) Netzeinspeisung
2000	Einbau des gefilterten Druckentlastungssystems für den Reaktorsicherheitsbehälter
2001	Nachrüstung der Druckabsicherungseinrichtung des Primärkreises
2002	Errichtung des Wasserstoffabbausystems
2006	Erhöhung der thermischen Reaktorleistung von 3765 MW auf 3900 MW
01.12.2017	Antragstellung auf Stilllegung und direkten Abbau des KBR

24.03.2020	Antragsergänzung zum Stilllegungs- und Abbauantrag
31.12.2021	Erlöschen der Berechtigung zum Leistungsbetrieb gemäß Atomgesetz.

4.2 Die Kraftwerksanlage

Das KBR ist ein Druckwasserreaktor. Die wesentlichen Merkmale eines Druckwasserreaktors sind zwei getrennte Kühlkreisläufe: ein nuklearer Primärkreislauf und ein nicht-nuklearer Sekundärkreislauf. Das Funktionsprinzip des KBR ist in der Abbildung 4 dargestellt.

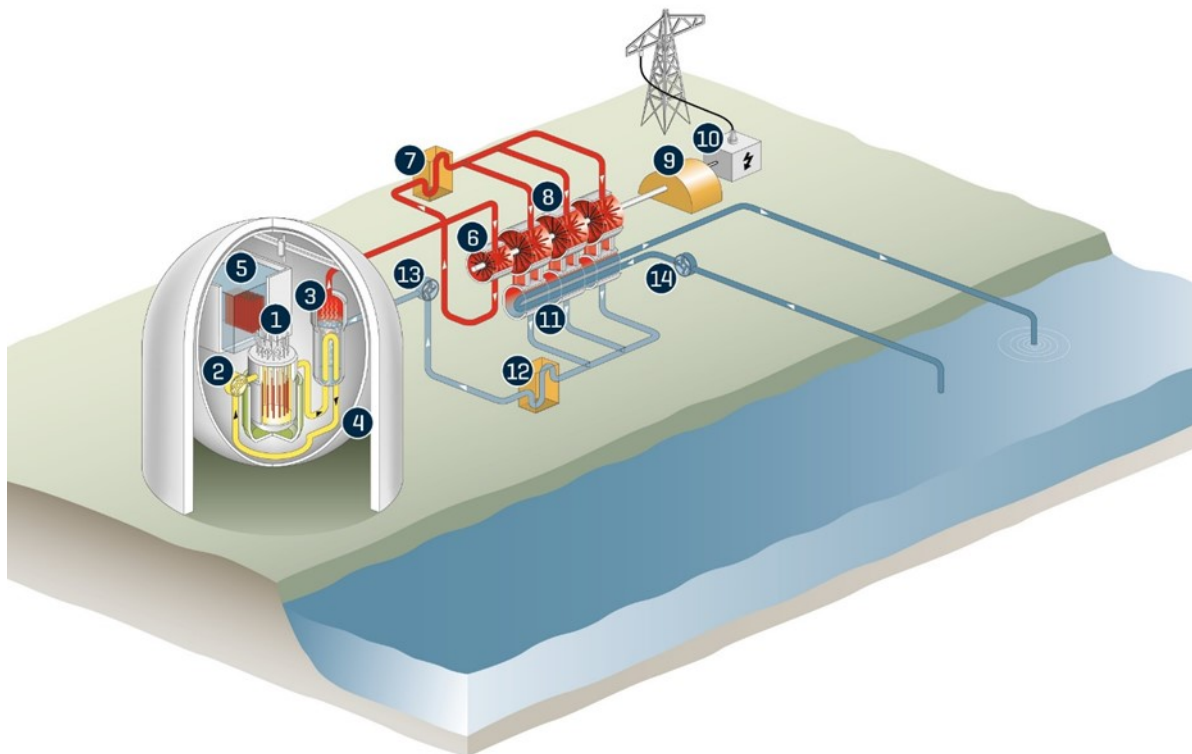
Die im Reaktordruckbehälter (1) in den Brennelementen erzeugte Wärme wird vom Wasser des Primärkreislaufes über vier Dampferzeuger (3) an das Wasser des Sekundärkreislaufes abgegeben. Das so abgekühlte Wasser des Primärkreislaufes wird von den Hauptkühlmittelpumpen (2) in den Reaktordruckbehälter zurückgepumpt.

Im Sekundärkreislauf speisen die Speisewasserpumpen (13) Wasser in die Dampferzeuger ein, das dort erhitzt und verdampft wird. Der hierbei erzeugte Dampf wird den Turbinen (6, 8) zugeführt und anschließend im Kondensator (11) kondensiert (verflüssigt). Die Kondensatpumpen fördern das Wasser über Speisewasser-Vorwärmer (12) bis zu den Speisewasserpumpen (13). Zur Kondensation des Dampfes im Kondensator (11) wird Kühlwasser aus der Elbe über die Hauptkühlwasserpumpe (14) zugeführt.

Die Turbinen (6, 8) treiben den Generator (9) an. Dieser erzeugt Strom, der in das Stromnetz eingespeist wird.

Die Betriebsführung erfolgt von der zentralen Warte aus.

Der normale Betrieb ist weitgehend durch Regelungen und Steuerungen automatisiert, die kleinere Abweichungen von den vorgegebenen Sollwerten ausgleichen. Bei Erreichen von Auslösegrenzwerten des Reaktorschutzsystems werden die erforderlichen sicherheitstechnischen Gegenmaßnahmen automatisch eingeleitet.



1 Reaktordruckbehälter	6 Turbinen-Hochdruckteil	11 Kondensator
2 Hauptkühlmittelpumpe	7 Wasserabscheider und Zwischenüberhitzer	12 Speisewasser-Vorwärmer
3 Dampferzeuger	8 Turbinen-Niederdruckteil	13 Speisewasserpumpe
4 Reaktorsicherheitsbehälter	9 Generator	14 Hauptkühlwasserpumpe
5 Brennelement-Lagerbecken	10 Transformator	

Abbildung 4: Funktionsprinzip eines Druckwasserreaktors

4.3 Die Gesamtanordnung

Der Lageplan (Abbildung 5) zeigt die Anordnung von Gebäuden und Bauwerken des KBR.

Die wichtigsten Gebäude und Bauwerke sind:

- Reaktorgebäude (ZA/ZB)
- Reaktorhilfsanlagengebäude (ZC)
- Schaltanlagegebäude (ZE) mit Warte
- Maschinenhaus (ZF)



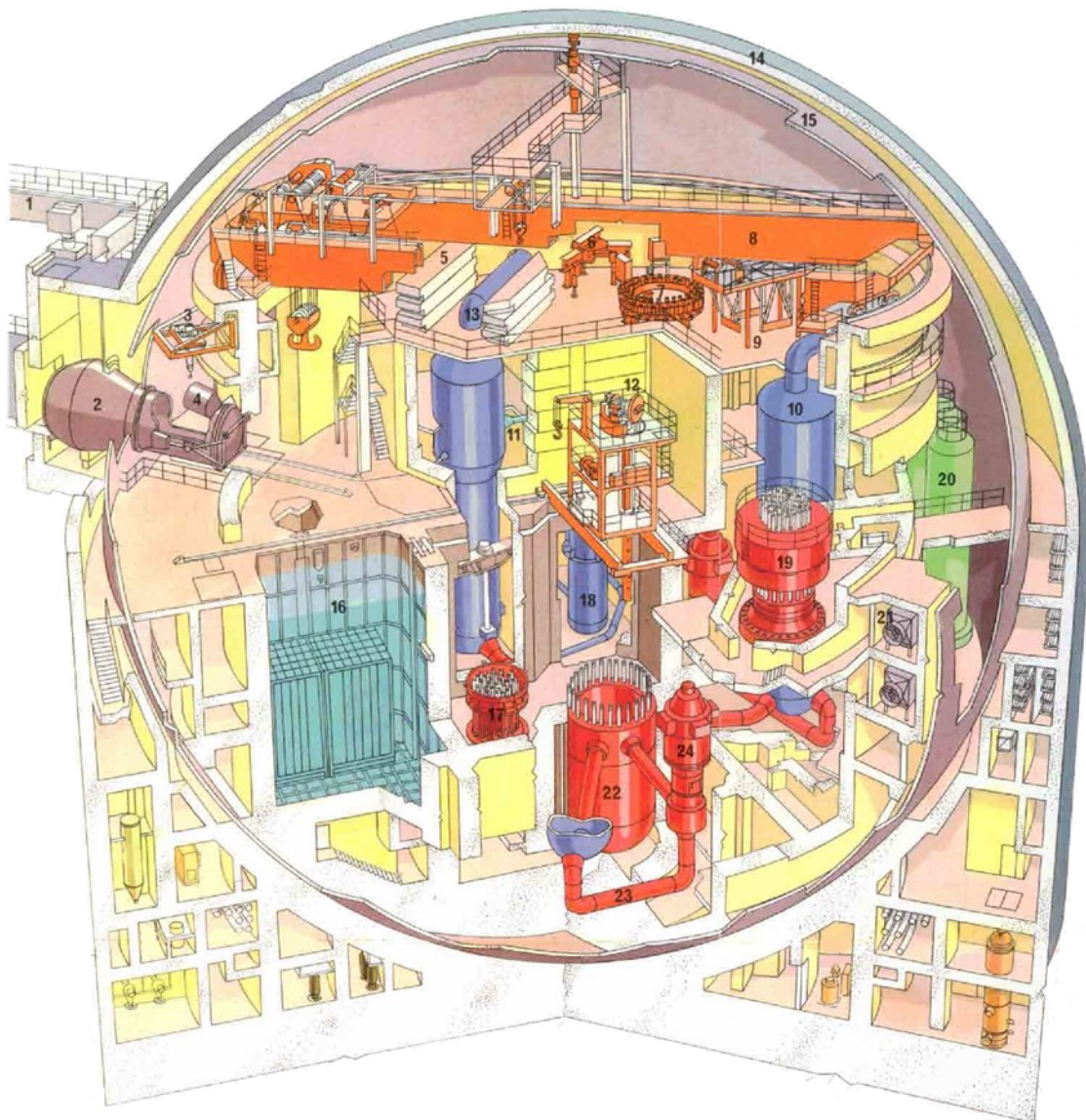
Legende Bauwerke

ZA	Reaktorgebäude – Innenraum
ZB.0	Reaktorgebäude – Ringraum
ZB.9	Frischdampf- und Speisewasser-Armaturenkammer
ZC	Reaktorhilfsanlagen
ZD.0	Aufbereitungsgebäude für radioaktive Abfälle
ZD.0101	Wasserübergabestation Zwischenlager
ZD.09	Lager für Kontaminierte Teile
ZD.10	Zwischenlager
ZE	Schaltanlagengebäude
ZF	Maschinenhaus
ZG.0	Vollentsalzungsanlagen
ZG.2	Kondensatreinigungsgebäude
ZG.4	Deiontanbehälter
ZH.0	Maschinentransformator
ZH.1	Eigenbedarfstransformatoren
ZH.2	Reservetransformatoren
ZH.3	Transformatorkühlanlagen
ZH.6/7	Ölabscheider mit Ölsammelgruben
ZH.80	Gebäude für zusätzliche Netzeinspeisung
ZH.90	Trafostation
ZI.1	380KV Freiluftschaltanlage
ZI.3	220KV Freiluftschaltanlage
ZI.5	Betriebsgebäude für Freiluftschaltanlage
ZK	Notstromdiesel- und Kaltwasserzentrale
ZL.0	Werkstatt- und Lagergebäude
ZL.4	Versorgungsanlagen
ZL.9	Gaslager
ZL.11	Altmaterialien
ZM.0	Kühlwasserzulaufkanal
ZM.1	Kühlwasserentnahmebauwerk
ZM.2	Hauptkühlwasserpumpen- und reinigungsbauwerk
ZM.4/5	Nebenkühlwasserpumpen- und reinigungsbauwerk
ZM.6	Hauptkühlwasservorlaufleitung
ZM.8	Deichschützenbauwerk im Zulauf
ZM.70	Reservepumpenschacht
ZM.73	Armaturenschacht
ZN.1	Hauptkühlwasserrücklaufleitung
ZN.2	Kraftschlussbecken
ZN.3	Kühlwasserrücklaufkanal
ZN.4	Kühlwasserrückgabebauwerk
ZN.5	Kühlwasserabsturzbauwerk
ZN.8	Deichschützenbauwerk im Rücklauf
ZQ.1	Fortluftkamin
ZQ.2	Rauchgaskamin
ZR.0	Trinkwasserbehälter
ZR.4	Regenwasser-Pumpenbauwerk
ZS.0	Fundament und Auffangwanne für Heizölbehälter
ZT.0	Parkplatz
ZT.1	SODAR-Messstation
ZT.2	Revisionsparkplatz
ZU.1	Revisionsgebäude
ZU.7	Multifunktionsgebäude
ZU.8	Schulungszentrum
ZU.9	FLAB-Garage
ZU.10	Brandschutzübungsplatz
ZV.0	Pförtnergebäude
ZV.5	Gasreduzierstation
ZV.8	Garagengebäude
Z.9	Chemikalienlager
ZV.10	Lager für technische Geräte
ZV.11	Fremdfirmengebäude
ZV.12	Bürogebäude I
ZV.13	Bürogebäude II
ZW.21	Rohrkanal
ZW80-85	Brücken
ZW87/88	Brücken
ZW1000	Wasserübergabestation KBR
ZX	Notspeisegebäude
ZY	Büro- und Sozialgebäude
ZZ.0	Schiffsanleger

Abbildung 5: Lageplan der Gebäude des KBR

Das Reaktorgebäude (Abbildung 6) wird durch einen Zylinder mit aufgesetzter Halbkugel gebildet. Die Außenwände des Reaktorgebäudes bestehen aus 1,80 m dickem Stahlbeton und werden als Stahlbetonhülle bezeichnet. Der massive Stahlbeton wurde für den Schutz der Umgebung gegen die ionisierende Strahlung der dahinter befindlichen Anlagenteile ausgelegt. Darüber hinaus schützt er die Anlage gegen Einwirkungen von außen. Wesentlicher Bestandteil des Reaktorgebäudes ist der sich innerhalb des Reaktorgebäudes befindliche kugelförmige Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl. Der Ringraum umschließt den Reaktorsicherheitsbehälter. Die Stahlbetonhülle umschließt Reaktorsicherheitsbehälter und Ringraum.

Im Inneren des Reaktorsicherheitsbehälters sind insbesondere das Reaktorkühlsystem mit den Dampferzeugern, Teile des unmittelbar anschließenden Not- und Nachkühlsystems und der Reaktorhilfssysteme sowie das Brennelement-Lagerbecken untergebracht. Der Reaktorsicherheitsbehälter ist auch während des Leistungsbetriebs begehbar. Im Reaktorgebäude-Ringraum sind quadrantenweise Teile der vierfach vorhandenen Sicherheitssysteme sowie der Hilfs- und Nebenanlagen aufgestellt.



- | | | | | | |
|---|-----------------------------|----|----------------------------|----|-----------------------------|
| 1 | Halbportalkran | 9 | Kabelbrücke | 17 | Oberes Kerngerüst |
| 2 | Materialschleuse | 10 | Dampferzeuger | 18 | Druckhalter |
| 3 | Konsolkran | 11 | Speisewasserleitung | 19 | RDB-Deckel |
| 4 | Notschleuse | 12 | Lademaschine | 20 | Druckspeicher |
| 5 | Abschirmriegel | 13 | Frischdampfleitung | 21 | Nukleare Lüftungsanlage |
| 6 | RDB-Deckeltraverse | 14 | Stahlbetonhülle | 22 | Reaktor-druckbehälter (RDB) |
| 7 | RDB-Deckelspannvorrichtung | 15 | Reaktorsicherheitsbehälter | 23 | Hauptkühlmittelleitung |
| 8 | Reaktorgebäude-Rundlaufkran | 16 | Brennelement-Lagerbecken | 24 | Hauptkühlmittelpumpe |

Abbildung 6: Prinzipieller Aufbau der Systeme im Reaktorgebäude, Darstellung Nichtleistungsbetrieb mit geöffnetem Reaktor-druckbehälter

Das Reaktorhilfsanlagegebäude grenzt an der einen Seite an das Schaltanlagegebäude und an der anderen Seite an das Reaktorgebäude. Im Reaktorhilfsanlagegebäude sind die Hilfs- und Nebenanlagen des Reaktors untergebracht. Auf dem Dach des Reaktorhilfsanlagegebäudes ist der Fortluftkamin mit einer Höhe von 99,5 m über Normal Null angeordnet.

Das Maschinenhaus enthält im Wesentlichen die zur elektrischen Energieerzeugung notwendigen Teile des Sekundärkreislaufs wie insbesondere:

- Turbinen
- Generator

4.4 Systeme und Einrichtungen im Restbetrieb

Während des Abbaus der Anlage werden bis zum Abtransport der Brennelemente und Sonderbrennstäbe weiterhin verschiedene Systeme und Versorgungseinrichtungen (Restbetriebssysteme) zur Einhaltung der Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ und „Kühlung der Brennelemente“ benötigt. Das Schutzziel „Einschluss der radioaktiven Stoffe“ gilt während der gesamten Dauer des Abbaus. Das Schutzziel „Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung“ wird ebenfalls sichergestellt. Damit werden die Anforderungen aus den „ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen“ eingehalten.

Die Restbetriebssysteme werden während des Abbaus kontinuierlich an die abbaurelevanten Erfordernisse angepasst. Die erforderlichen Änderungen an bestehenden Restbetriebssystemen oder die Errichtung von Ersatzsystemen erfolgen im Rahmen der betrieblichen Regelungen inklusive des aufsichtlichen Verfahrens. Sofern neue Ersatzsysteme betriebsbereit sind, können die vorhandenen Restbetriebssysteme schrittweise stillgelegt und abgebaut werden. Aus betrieblichen Gründen kann es erforderlich sein, dass Restbetriebssysteme und Ersatzsysteme parallel betrieben werden. Wechselseitige Beeinflussungen werden in diesem Falle berücksichtigt.

Die wichtigsten Systeme und Einrichtungen für den Restbetrieb sind z. B.:

- Lüftungstechnische Anlagen
- Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung
- Anlagen zur Abwassersammlung und -behandlung
- Elektrische Energieversorgung
- Brandschutzsystem
- Kommunikationseinrichtungen
- Anlagenteile zum Transport von Lasten

Da sich zu Beginn der Stilllegung des KBR noch Brennelemente und Sonderbrennstäbe in der Anlage befinden, gehören zu den Systemen und Einrichtungen z. B. auch:

- Beckenreinigungssystem
- Anlagenteile zur Handhabung von Brennelementen
- Brennelement-Kühlsysteme

4.5 Voraussetzungen für den Abbau

Mit Erteilung der 1. SAG endet der Nachbetrieb und beginnen der Restbetrieb und der Abbau des KBR. Hohe Drücke und Temperaturen, wie sie im Leistungsbetrieb vorherrschten, treten in der Anlage nach der endgültigen Abschaltung nicht mehr auf. Radioaktive Stoffe werden nicht mehr neu gebildet.

Zu Beginn der Abbauphase 1 befinden sich noch bestrahlte Brennelemente und Sonderbrennstäbe im Brennelement-Lagerbecken. Die Brennelement-Lagerbeckenkühlung wird für die Kühlung der bestrahlten Brennelemente zunächst noch benötigt. In dieser Abbauphase findet der Abbau von Systemen und Einrichtungen ohne Auswirkung auf die sichere Lagerung und Handhabung der noch vorhandenen Brennelemente und Sonderbrennstäbe statt.

4.6 Das radioaktive Inventar der Anlage

Zu Beginn der Stilllegung und des Abbaus beträgt das Gesamtaktivitätsinventar für die Anlage KBR ca. $1 \cdot 10^{19}$ Becquerel (Bq). Die Brennelemente und Sonderbrennstäbe machen rund 99 % des gesamten Aktivitätsinventars aus. Nach Entfernung der Brennelemente und Sonderbrennstäbe beträgt das Aktivitätsinventar weniger als $1 \cdot 10^{17}$ Bq. Davon liegt der überwiegende Teil als Aktivierung vor. Diese Aktivität ist hauptsächlich in den Materialien des Reaktordruckbehälters, der Reaktordruckbehälter-Einbauten und des Biologischen Schildes fest eingebunden und somit nicht unmittelbar freisetzbar.

Ein kleiner Teil des Aktivitätsinventars liegt als Kontamination vor. Diese befindet sich überwiegend auf den inneren Oberflächen der Systeme und ist ebenfalls nicht unmittelbar freisetzbar.

4.7 Die Organisation

Für den Restbetrieb des KBR wird eine Aufbauorganisation vorgehalten, die der zentralen Anforderung zur Gewährleistung der Sicherheit der Anlage im Restbetrieb gerecht wird. Mit der gewählten Organisationsstruktur aus Fachbereichen und Stabsgruppen sowie festgelegten Beauftragten wird die Erfüllung der an die Aufbauorganisation zu stellenden Sicherheitsanforderungen gewährleistet.

Im Betriebshandbuch des KBR sind die Verantwortlichkeiten für alle sicherheitsrelevanten Maßnahmen, die im Restbetrieb durchgeführt werden, geregelt. Das etablierte Qualitäts- und Sicherheitsmanagement und der Erhalt der Fachkunde sind bewährte Bausteine für eine sichere Abwicklung des Restbetriebs des KBR.

5. DER ABBAU

5.1 Wissen aus Erfahrung

In Deutschland sind bereits einige Kernkraftwerke endgültig abgeschaltet, stillgelegt und abgebaut worden. Für die meisten dieser Anlagen wurde die Methode des „direkten Rückbaus“ (Abbau) gewählt, die nunmehr auch für das KBR gesetzlich vorgeschrieben ist. Bei dieser Methode beginnt der Abbau der Anlage direkt nach dem Nachbetrieb. Die Vorteile dieser Methode sind z. B.:

- erfahrene Mitarbeiter mit den erforderlichen Anlagenkenntnissen stehen in ausreichendem Umfang bereit,
- leistungsfähige, geprüfte und genehmigte Hilfsmittel und Hebezeuge stehen zur Verfügung,
- Arbeitsplätze werden erhalten,
- die notwendige Infrastruktur ist zum Großteil vorhanden.

Die PEL hat für alle ihre bereits stillgelegten Kernkraftwerke Würgassen, Stade, Unterweser, Isar 1 und Grafenrheinfeld nach deren endgültigem Abschalten den Weg des direkten Abbaus gewählt und so bereits umfassende Erfahrungen beim Abbau von Kernkraftwerken sammeln können. Die dabei gewonnenen Erfahrungen haben gezeigt, dass der Abbau mit gängigen technischen Verfahren erfolgreich durchgeführt werden kann.

5.2 Die Grundsätze

Oberster Grundsatz für die Planung und Durchführung des Abbaus ist die Sicherheit von Mitarbeitern, Bevölkerung und Umgebung. Das wird u. a. durch die strikte Einhaltung aller Regeln des Strahlenschutzes, der Arbeitssicherheit und des Brandschutzes gewährleistet. Die vorhandenen Raum- und Gebäudestrukturen und die technischen Anlagen verhindern, dass während des Abbaus radioaktive Stoffe unkontrolliert in die Umgebung gelangen. Sie schirmen gleichzeitig die Umgebung vor ionisierender Strahlung aus der kerntechnischen Anlage ab.

Die für den Abbau erforderliche technische Infrastruktur z. B. in Form von Lüftungsanlagen, Anlagen zur Wasseraufbereitung und Hebezeugen ist vorhanden. Wenn erforderlich, werden vorhandene Restbetriebssysteme an die neuen Anforderungen angepasst bzw. durch Ersatzsysteme - ggf. in Form mobiler Einrichtungen - ersetzt. Systeme und Anlagenteile werden erst dann stillgesetzt und abgebaut, wenn sie für die Sicherheit des Abbaus und des Restbetriebes nicht mehr erforderlich sind und auch für den späteren Abbau nicht mehr benötigt werden oder entsprechende Ersatzsysteme zur Verfügung stehen.

Bei allen Stilllegungs- und Abbauarbeiten wird die sichere Lagerung und Handhabung der bestrahlten Brennelemente und Sonderbrennstäbe bis zum Abschluss des Abtransports dieser gewährleistet.

Der Abbauumfang schließt auch abzubauen ersetzende Systeme bzw. mobile Restbetriebssysteme mit ein, welche erst für den Abbau der Anlage errichtet wurden.

Für die Optimierung von Arbeitsabläufen im Hinblick auf eine Reduzierung der Strahlenexposition des Personals erfolgen je nach Bedarfsfall folgende Schutzmaßnahmen:

- Entfernung von Strahlenquellen im Arbeitsbereich
- Bei hoher Direktstrahlung Durchführung der Zerlegearbeiten unter Wasser oder hinter Abschirmungen
- Anwendung fernbedienbarer und fernhantierbarer Demontage- und Zerlegetechnologien
- Einsatz lokaler Luftabsaugungen und Filterungen zur Vermeidung einer Freisetzung radioaktiver Stoffe und einer Kontaminationsverschleppung
- Dekontamination der abzubauenen bzw. abgebauten Anlagenteile (z. B. Komponenten)

5.3 Die allgemeine Vorgehensweise

Zu Beginn der Abbauphase 1 ist der Abtransport der bestrahlten Brennelemente und Sonderbrennstäbe noch nicht abgeschlossen. Daher wird sichergestellt, dass die laufenden Abbauarbeiten auf die Lagerung und Handhabung von bestrahlten Brennelementen und Sonderbrennstäben keine Auswirkungen haben.

Die Arbeitsbereiche werden unter Beachtung der erforderlichen Arbeitssicherheits-, Brandschutz- und Strahlenschutzmaßnahmen ausgestattet und eingerichtet.

Für den Transport der abgebauten Anlagenteile werden Transportwege geschaffen und geeignete Transporteinrichtungen und Hebezeuge bereitgestellt und eingesetzt.

Für die während der Stilllegung und des Abbaus des KBR anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle wird ein Reststoffbehandlungszentrum eingerichtet. Es verteilt sich im Wesentlichen auf Raumbereiche im Reaktorgebäude-Ringraum, im Reaktorhilfsanlagengebäude und im Aufbereitungsgebäude für radioaktive Abfälle.

5.4 Der Abbau in der Abbauphase 1

In der Abbauphase 1 werden nicht kontaminierte, kontaminierte und aktivierte Anlagenteile des KBR abgebaut.

Abbauvorhaben während der Abbauphase 1 werden in allen Gebäuden oder Gebäudebereichen abgewickelt. Es werden nur Systeme, Einrichtungen und Anlagenteile mit den zugehörigen Versorgungseinrichtungen abgebaut, die nicht mehr für den Restbetrieb benötigt werden. Dabei wird die sichere Lagerung und Handhabung der noch im Brennelement-Lagerbecken lagernden bestrahlten Brennelemente und Sonderbrennstäben gewährleistet.

Die erste Abbauphase umfasst im Wesentlichen:

- Abbau, Zerlegung und Verpackung der Reaktordruckbehälter-Einbauten
- Zerlegung und Verpackung des Reaktordruckbehälter-Deckels
- Abbau und Verpackung der Dampferzeuger und weiterer Großkomponenten
- Zerlegung und Verpackung von Rohrleitungen und Komponenten wie z. B. Speisewasserleitungen, Frischdampfleitungen, Druckspeicher
- Abbau von weiteren radioaktiv kontaminierten/aktivierten Anlagenteilen im Kontrollbereich

- Abbau von Anlagenteilen außerhalb des Kontrollbereichs, die der atomrechtlichen Überwachung unterliegen
- Abbau von kontaminierten/aktivierten Betonstrukturen und deren Entsorgung sowie ggf. der Einbau statischer Ersatzmaßnahmen
- Dekontamination von kontaminierten Betonstrukturen und Gebäudeteilen
- Behandlung von radioaktiven Reststoffen und Abfällen
- Schaffung von horizontalen und vertikalen Transportwegen wie z. B. Transportöffnungen im Reaktorsicherheitsbehälter

Gleichzeitig wird der Abtransport der noch verbliebenen Brennelemente und Sonderbrennstäbe fortgesetzt. Die Handhabung und Verpackung bestrahlter Brennelemente in Transport- und Lagerbehälter (CASTOR®) wird unter Wasser mit den gleichen Handhabungseinrichtungen wie während des Leistungs- und Nachbetriebs durchgeführt. Auch die Sonderbrennstäbe werden entweder einzeln oder in Gruppen gasdicht gekapselt, getrocknet und in Köchern mit den gleichen Einrichtungen in Transport- und Lagerbehälter verpackt.

Nach der Beladung der Transport- und Lagerbehälter werden die Behälter in das Standortzwischenlager Brokdorf für bestrahlte Brennelemente transportiert und dort zwischengelagert.

5.5 Der Abbau in der Abbauphase 2

Die Abbauphase 2 läuft zeitlich überlappend zu Abbauphase 1. Sie umfasst:

- den Abbau des Reaktordruckbehälters
- den Abbau des Biologischen Schildes

Während der Abbauphase 2 werden weiterhin die erforderlichen Maßnahmen in Vorbereitung des Nachweises zur Freigabefähigkeit der Gebäude und des Geländes durchgeführt.

Mit Abschluss der beiden Abbauphasen kann die Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung erfolgen.

5.6 Die technische Vorgehensweise

Es wird eine geeignete Infrastruktur geschaffen, damit in verschiedenen Räumen und Raumbereichen in den Gebäuden des KBR gleichzeitig Abbauarbeiten durchgeführt werden können. Dafür werden Nutzungsänderungen in den entsprechenden Raumbereichen erforderlich. Diese Nutzungsänderungen schließen die Schaffung von Pufferlagerflächen und Transportwegen ein.

Bereits vorhandene Einrichtungen in der Anlage und am Standort werden, soweit sie geeignet sind, weiter genutzt.

Innerhalb des KBR und auch für das Reststoffbehandlungszentrum werden verschiedene Arbeitsbereiche unter Beachtung der erforderlichen Arbeitssicherheits-, Brandschutz- und Strahlenschutzmaßnahmen ausgestattet und eingerichtet:

- Zerlegeplätze
- Bereiche zur Dekontamination
- Bereiche zur Konditionierung
- Bereiche für Radioaktivitätsmessungen
- Pufferlager

Zerlegeverfahren

Für den Abbau und die Zerlegung werden überwiegend solche Geräte eingesetzt, die sich entweder im konventionellen Bereich oder bei anderen Abbauvorhaben in der Kerntechnik bereits praktisch bewährt haben.

Wichtigstes Kriterium für die Auswahl der anzuwendenden Verfahren und Geräte ist, die Strahlenexposition des Personals zu minimieren. Es werden solche Verfahren bevorzugt, die eine hohe Trennleistung haben, dabei aber möglichst wenig Staub und Aerosole verursachen. Das sind Verfahren wie Scheren, Sägen oder Fräsen. Beim Einsatz von thermischen Schneidverfahren werden spezielle Anforderungen des Brandschutzes beachtet. Nach Möglichkeit werden die Komponenten in handhabbare Teilstücke zerlegt, die dann in Gitterboxen zur Weiterbehandlung transportiert werden können.

Nasszerlegung

Für die Zerlegung und auch die Verpackung von stark strahlenden Komponenten und Anlagenteilen, wie z. B. den Reaktordruckbehälter-Einbauten, erfolgt eine fernbediente und/oder fernhantierte Durchführung. Die Abschirmwirkung bei der Nasszerlegung wird dadurch erreicht, dass eine Wasserüberdeckung für den entsprechenden Arbeitsbereich vorgehalten wird.

Trockenzerlegung

Für die Zerlegung und Verpackung von Komponenten und Anlagenteilen mit einer relativ niedrigen spezifischen Aktivität und einer entsprechend niedrigen Ortsdosisleistung im Arbeitsbereich ist die Nutzung von abschirmenden Wasserüberdeckungen nicht erforderlich. Die Arbeiten können trocken durchgeführt werden.

Abbaueinrichtungen

Je nach den spezifischen Verhältnissen im Arbeitsbereich werden manuelle, fernhantierte oder fernbediente Verfahren und Gerätetechnik eingesetzt. Hoch aktivierte und/oder hoch kontaminierte Anlagenteile und Komponenten werden fernhantiert oder fernbedient abgebaut. Bei fernhantierter Gerätetechnik – z. B. Stangenwerkzeug – wird der Abstand zwischen Abbaupersonal und dem Ort des zu zerlegenden Anlagenteils oder der zu zerlegenden Komponente vergrößert. Dadurch verringert sich die Strahlenexposition für das Personal. Der fernbediente Abbau wird mit Gerätetechnik (z. B. Nass- oder Trockenzerlegung) zentral von einem Leitstand aus gesteuert, der sich in einiger Entfernung von der jeweiligen Abbaueinrichtung befindet.

Dekontaminationsverfahren

Die Dekontamination dient beim Abbau einer kerntechnischen Anlage zur Reduzierung von Oberflächenverunreinigungen. Die Verunreinigungen (Kontaminationen) befinden sich auf der Oberfläche von Materialien, verursacht durch die Anlagerung radioaktiver Stoffe. Bei der mechanischen Dekontamination erfolgt die Entfernung der Kontamination durch eine direkte Bearbeitung der verunreinigten Oberfläche mit einem Werkzeug. In der Praxis werden Techniken wie z. B. Abwischen, mechanische Bearbeitung (Bürsten, Fräsen, Schaben, Raspeln, Schmirgeln, Schleifen von Oberflächen), Absaugen, Hochdruckreinigen mit Wasser, Dampf oder Trockeneis, Strahlen mit festen abrasiven Mitteln (Sand oder Stahlkies) angewendet. Das Strahlverfahren mit Stahlkies ist beispielsweise ein hochwirksames Dekontaminationsverfahren für zerlegte Komponenten mit leicht zugänglichen Oberflächen.

Bei der chemischen Dekontamination erfolgt die Entfernung der Kontamination, indem Chemikalien mit den verunreinigten Oberflächen in Verbindung gebracht werden und damit die Kontamination gelöst wird. Diese Dekontaminationsmethode umfasst das elektrochemische Verfahren (z. B. Elektropolieren), Tauchbäder mit chemischen Zusätzen (Lösungsmittel, Laugen, Säuren, Komplexbildner) und die Dekontamination mit Oxidations-/Reduktionsmitteln.

Bei den mechanischen und chemischen Verfahren können abgetragene kontaminierte Partikel leicht isoliert und als radioaktiver Abfall entsorgt werden.

Freigabe

Die Anforderungen für die Freigabe von Materialien regeln die §§ 31 - 42 Strahlenschutzverordnung. Das zerlegte und dekontaminierte Material wird mit radiologischen Messungen untersucht.

Mit einer Orientierungsmessung soll vor allem die Aktivitätsverteilung auf der Oberfläche des Materials bestimmt werden. Dabei handelt es sich um eine Direktmessung auf Oberflächenkontamination. Mit der anschließenden Entscheidungsmessung wird geprüft, ob das Material tatsächlich die Voraussetzungen für die Freigabe erfüllt. Dabei kommen verschiedene Messverfahren zum Einsatz. Die Ergebnisse werden dokumentiert und der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde vorgelegt.

Das Freigabeverfahren stellt sicher, dass für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von $10 \mu\text{Sv}$ pro Kalenderjahr auftreten kann (sog. $10 \mu\text{Sv}$ -Konzept). Dieses Konzept ist international anerkannt und stellt sicher, dass die durch die freigegebenen Stoffe verursachte zusätzliche Strahlenexposition unerheblich für Einzelpersonen der Bevölkerung ist. So beträgt die jährliche natürliche Strahlenexposition einer Einzelperson in Deutschland durchschnittlich etwa $2.100 \mu\text{Sv}$.

Herausgabe

Während des Abbaus des KBR fallen außerhalb von Gebäuden des Kontrollbereichs Stoffe an, bei denen eine Kontamination oder Aktivierung aufgrund der Betriebshistorie und Nutzung ausgeschlossen ist. Sie sind somit nicht radioaktiv. Diese nicht radioaktiven Stoffe können ohne Freigabe nach einer festgelegten Vorgehensweise einer Herausgabe unterzogen werden. Das Verfahren der Herausgabe stellt sicher, dass es sich bei diesen Stoffen auch tatsächlich nicht um radioaktive Stoffe mit künstlichen Radionukliden bzw. nicht um radioaktive Stoffe handelt, deren Aktivierung oder Kontamination aus dem Betrieb, dem Restbetrieb oder dem Abbau von Anlagenteilen des KBR stammen. In diesem

Verfahren werden Plausibilitätsbetrachtungen unter Berücksichtigung der Betriebshistorie sowie Beweissicherungsmessungen durchgeführt.

Konditionierungsverfahren

Die Konditionierung dient der Behandlung des radioaktiven Abfalls zur Herstellung von fachgerecht verpackten Abfällen. Eine Konditionierung wird dann erforderlich, wenn Materialien aus radiologischen Gründen nicht der Freigabe zugeführt oder im kerntechnischen Bereich wiederverwendet oder kontrolliert verwertet werden können. Ziel ist es, bei der Konditionierung das Volumen der radioaktiven Abfälle zu minimieren. Dies wird beispielsweise durch Verbrennung, Verpressung oder Trocknung erreicht.

Pufferlagerung

Neben den bereits im KBR für die betriebliche Lagerung von radioaktiven Stoffen vorhandenen Räumen und internen Lagern werden für Stilllegung und Abbau zusätzlich weitere Pufferlagerflächen innerhalb des Kontrollbereichs und außerhalb des Kontrollbereichs im Überwachungsbereich eingerichtet.

5.7 Das abgebaute Material

Beim Abbau des KBR fallen sowohl radioaktive Reststoffe und Abfälle als auch nicht radioaktive Stoffe an.

Gemäß § 9a Atomgesetz ist es erforderlich, anfallende radioaktive Reststoffe und aus- oder abgebaute Anlagenteile schadlos zu verwerten oder als radioaktiven Abfall geordnet zu beseitigen.

Dabei wird der Vermeidung und Minimierung von radioaktiven Abfällen unter Berücksichtigung von strahlenschutztechnischen Gesichtspunkten besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Zur Entsorgung der anfallenden radioaktiven Reststoffe werden daher folgende Entsorgungswege geprüft:

1. Wiederverwendung und kontrollierte Verwertung im kerntechnischen Bereich
2. Freigabe
3. Radioaktiver Abfall zur Endlagerung

Bei der Nutzung der Entsorgungswege „Wiederverwendung und kontrollierte Verwertung im kerntechnischen Bereich“ werden die Reststoffe in einer anderen kerntechnischen Einrichtung weitergenutzt bzw. verwertet.

Material, das freigegeben wurde, kann in anderen Bereichen außerhalb der Kerntechnik verwendet, verwertet oder beseitigt werden. Die meisten metallischen Anlagenteile fließen als Schrott wieder in den Rohstoffkreislauf zurück. Bauschutt kann in der Bauindustrie wiederverwendet werden. Herausgegebenes Material kann einer uneingeschränkten Nachnutzung zugeführt werden. Die Bestimmungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) werden beachtet.

Müssen die abgebauten Anlagenteile als radioaktiver Abfall entsorgt werden, so werden sie entsprechend den Annahmebedingungen des Endlagers Konrad (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 2014) konditioniert. Die Gebinde werden zwischengelagert, bevor sie in das Endlager Konrad oder das zentrale Bereitstellungslager transportiert werden können.

Massen

Die Massen der verschiedenen Stoffe, die aus dem Abbau des KBR entstehen werden, wurden auf Grundlage anderer PEL-Abbauprojekte unter Berücksichtigung anlagenspezifischer Gegebenheiten abgeschätzt. Voraussichtlich werden von den Massen aus dem Kontrollbereich

- ca. 11.400 Mg uneingeschränkt freigegeben,
- ca. 1.900 Mg zur Beseitigung freigegeben (Deponie / Verbrennung),
- ca. 1.700 Mg zum Recycling freigegeben (Einschmelzen) und
- ca. 4.500 Mg als radioaktiver Abfall fachgerecht verpackt an den Bund zur Zwischen- oder Endlagerung abgegeben.

Zu diesen Massen kommen für das KBR noch ca. 250.500 Mg nicht-radioaktiven Materials aus dem konventionellen Abriss freigegebener Gebäudestrukturen hinzu. Dieser Abriss ist nicht Gegenstand des atomrechtlich zu genehmigenden Vorhabens.

Aus den Maßnahmen im Rahmen des Abbaus der Gebäude und Einrichtungen außerhalb des Kontrollbereichs des KBR (Gebäude mit nicht-nuklearen Systemen) resultieren ca. 385.000 Mg Material. Dabei handelt es sich zum einen um Gebäudestrukturen (wie z. B. Schaltanlagegebäude, Bürogebäude), mit einer Masse von ca. 326.500 Mg, die herausgegeben werden. Zum anderen beherbergen diese Gebäude ca. 58.500 Mg an nicht-nuklearen Systemen, Komponenten und Anlagenteilen, die weder kontaminiert noch aktiviert sind und daher ebenso herausgegeben werden.

Insgesamt fallen somit beim Abbau des KBR ca. 655.000 Mg zu entsorgendes Material an. Davon ist der überwiegende Teil Gebäudestrukturen und nicht-nukleare Systeme. Weniger als 1 % aller Massen muss als radioaktiver Abfall entsorgt werden. Nachfolgend sind die prognostizierten Zuordnungen der einzelnen Massenströme zu den Entsorgungszielen grafisch dargestellt (Abbildung 9).

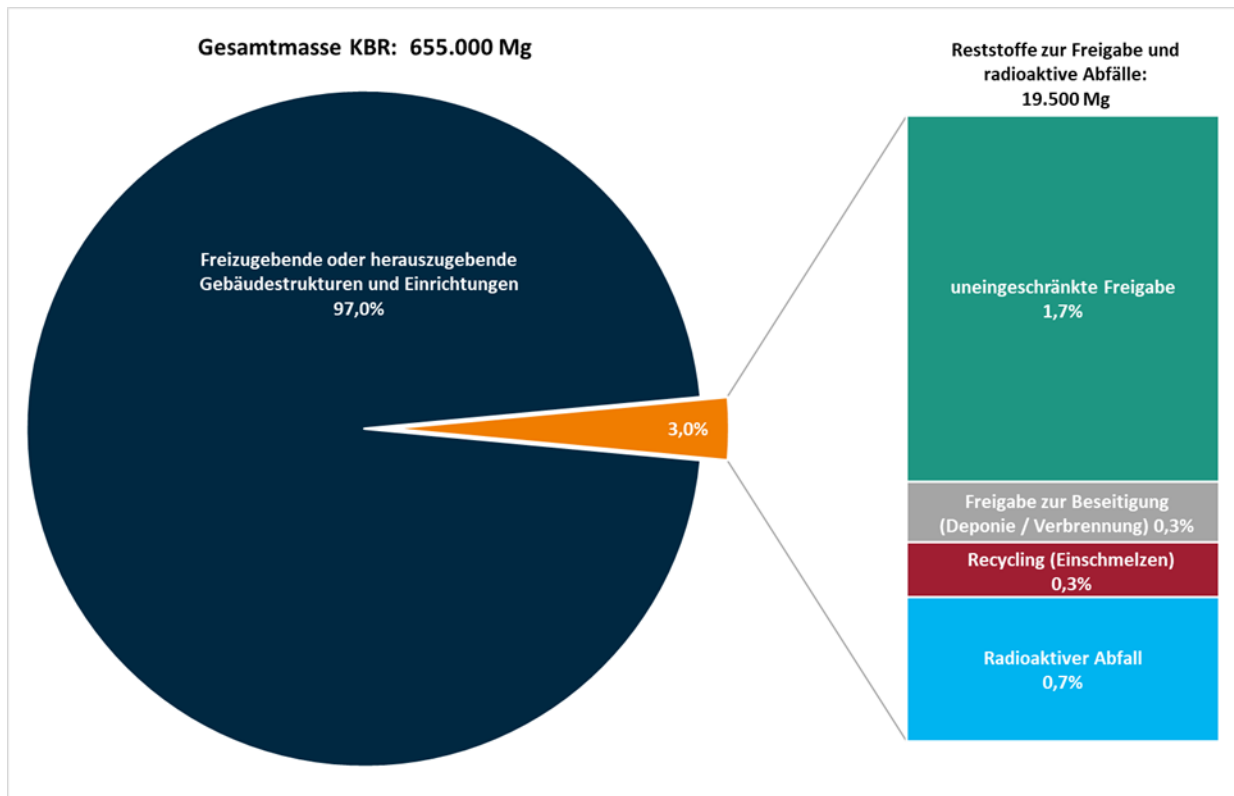


Abbildung 9: Prognostizierte Prozentanteile an den abzubauenen Massen des KBR nach Entsorgungsziel

6. DIE SICHERHEIT

6.1 Die Schutzziele

Die Arbeiten beim Restbetrieb und Abbau des KBR werden so durchgeführt, dass

- die Bevölkerung in der Umgebung und die Mitarbeiter in der Anlage vor ionisierender Strahlung geschützt werden und
- keine unzulässigen Mengen radioaktiver Stoffe und keine unzulässige ionisierende Strahlung in die Arbeitsbereiche oder in die Umgebung dringen können.

Das Gefährdungspotential einer im Restbetrieb und im Abbau befindlichen kerntechnischen Anlage beruht fast ausschließlich auf ihrem Aktivitätsinventar und den Möglichkeiten, während des Restbetriebs und des Abbaus der Anlage Radionuklide freizusetzen. Zum Schutz vor ionisierender Strahlung und zur Begrenzung der Abgabe von radioaktiven Stoffen sind im KBR vielfältige Einrichtungen vorhanden und Maßnahmen festgelegt. Es gelten folgende Schutzziele:

- Einschluss radioaktiver Stoffe (Aktivitätsrückhaltung)
- Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung

Solange sich bestrahlte Brennelemente und Sonderbrennstäbe innerhalb des Brennelement-Lagerbeckens befinden, gelten zu Beginn des Restbetriebs in der Abbauphase 1 bis zu deren Abtransport zwei weitere Schutzziele:

- Kontrolle der Reaktivität (Unterkritikalität)
- Kühlung der Brennelemente

Die Unterkritikalität wird sichergestellt durch die gewählte Anordnung der bestrahlten Brennelemente in den Lagergestellen im Brennelement-Lagerbecken und in den für die Zwischenlagerung verwendeten Transport- und Lagerbehältern. Für die Lagerung und Handhabung der Brennelemente und Sonderbrennstäbe wird der erforderliche Mindestborgehalt im Wasser des Brennelement-Lagerbeckens zur Sicherstellung der Unterkritikalität gewährleistet.

Die Kühlung der Brennelemente und der Sonderbrennstäbe wird gewährleistet durch das Wasser innerhalb des Brennelement-Lagerbeckens, welches die Nachzerfallswärme aufnimmt, die durch die bestrahlten Brennelemente an das Wasser des Brennelement-Lagerbeckens abgegeben wird. Dazu wird die Brennelement-Lagerbeckenkühlung für die Kühlung der bestrahlten Brennelemente zunächst noch benötigt.

Bei allen Stilllegungs- und Abbauarbeiten wird die sichere Lagerung und Handhabung der bestrahlten Brennelemente und Sonderbrennstäbe im Brennelement-Lagerbecken bis zu deren Abtransport gewährleistet.

6.2 Der betriebliche Strahlenschutz

Die Begrenzung der Strahlenexposition und die Kontrolle des Aktivitätsinventars werden durch technische, bauliche und administrative Strahlenschutzmaßnahmen gewährleistet z. B.:

- eine klare räumliche Trennung zwischen nuklearen und konventionellen Teilen der Anlage, so dass die radioaktiven Stoffe auf definierte Bereiche beschränkt sind
- Abschirmungen zur Reduzierung der Strahlenexposition des Personals
- eine Rückhaltung und Minimierung der Abgabe flüssiger und gasförmiger radioaktiver Stoffe an die Umgebung

Beim Restbetrieb und beim Abbau von Anlagenteilen können innerhalb des Kontrollbereichs des KBR radioaktive Stoffe mobilisiert werden. Durch eine gerichtete Luftströmung wird eine Freisetzung in die Umgebung vermieden. Bei Erfordernis werden Abbaubereiche zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe mit zusätzlichen Einhausungen ggf. mit mobilen Filteranlagen versehen.

Personen und Gegenstände in Strahlenschutzbereichen unterliegen einer umfassenden Kontaminationskontrolle. Dadurch wird eine Weiterverbreitung von Kontamination nach außerhalb von Strahlenschutzbereichen vermieden. Insbesondere werden die Ausgänge des Kontrollbereichs auf Kontaminationsverschleppung überwacht.

Die Pufferlagerung und der Transport außerhalb des Kontrollbereichs erfolgen in geeigneten Verpackungen, die den für das jeweilige Material notwendigen Schutz (z. B. Schutz vor Kontaminationsverschleppung) gewährleisten.

Alle Arbeiten in den Kontrollbereichen müssen vom Strahlenschutzbeauftragten oder einer von ihm beauftragten Person freigegeben und vom Strahlenschutzpersonal überwacht werden. Zu den Strahlenschutz- und Überwachungsmaßnahmen gehören u. a. die Arbeitsplatzüberwachung, die Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung, die Personenschutzmaßnahmen, die Personenüberwachung sowie Maßnahmen, um eine unkontrollierte Freisetzung und Verschleppung radioaktiver Stoffe zu vermeiden.

6.3 Die Ableitungswerte

Die radioaktiven Stoffe in der Raumluft des Kontrollbereichs werden in den Filtern der Lüftungsanlage, und die radioaktiven Stoffe im Wasser in der Abwasserreinigungsanlage weitestgehend zurückgehalten. Ein geringer Teil der radioaktiven Stoffe wird kontrolliert über die dafür vorgesehenen Pfade abgeleitet, überwacht und bilanziert.

Ableitung von radioaktiven Stoffen mit der Fortluft

Als maximal zulässige Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft über den Fortluftkamin wurden mit dem Antrag auf Stilllegung und Abbau des KBR beantragt:

Radioaktive Aerosole	$1 \cdot 10^{10}$ Bq/Kalenderjahr
Radioaktive Gase	$1 \cdot 10^{15}$ Bq/Kalenderjahr

Ableitung von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser in die Elbe ist in der Betriebsgenehmigung geregelt. Zudem ist die Einleitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser in die Elbe in der gültigen Wasserrechtlichen Erlaubnis geregelt. Diese Werte sollen zunächst unverändert bleiben (Ein- und Ableitung über das Kühlwasserrückgabebauwerk).

Gesamtaktivitätsableitung (ohne Tritium)	$5,55 \cdot 10^{10}$ Bq/Kalenderjahr
Tritium	$3,50 \cdot 10^{13}$ Bq/Kalenderjahr

Aufgrund des Entfalls großer Kühlwassermengen ist geplant, abbaubegleitend – spätestens nach Entfernen der Brennelemente und Sonderbrennstäbe – eine neue Rohrleitung zur Abgabe von Abwasser in die Elbe zu verlegen. Die konkreten Randbedingungen zur Einleitung der radioaktiven Stoffe in die Elbe über diese Leitung werden in einer Wasserrechtlichen Erlaubnis gestattet.

6.4 Die Strahlenexposition in der Umgebung

Im Strahlenschutzgesetz und in der Strahlenschutzverordnung sind Dosisgrenzwerte für die Bevölkerung festgelegt. Der Grenzwert für die effektive Dosis zum Schutz von Einzelpersonen der Bevölkerung beträgt 1 Millisievert (mSv) im Kalenderjahr (§ 80 Absatz 1 Strahlenschutzgesetz). Dieser Wert bezieht sich auf alle Strahlenexpositionen, denen Einzelpersonen der Bevölkerung durch kerntechnische und sonstige Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung und den Umgang mit radioaktiven Stoffen ausgesetzt sein können. D. h. der Grenzwert gilt für die Summe der Strahlenexpositionen aus Direktstrahlung und der Strahlenexpositionen aus Ableitungen von kerntechnischen Anlagen. Dabei darf die Strahlenexposition aus einer einzelnen Anlage resultierend aus Ableitungen über die Pfade Abwasser und Fortluft jeweils den Wert von 0,3 mSv im Kalenderjahr nicht überschreiten.

Für die Stilllegung und den Abbau des KBR wurde die in der Umgebung maximal zu erwartende Strahlenexposition daher ermittelt aus:

- den beantragten Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft
- den genehmigten Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser
- der Direktstrahlung, aus dem genehmigten bzw. beantragten Umgang mit radioaktiven Stoffen

Die radiologischen Vorbelastungen am Standort durch den Leistungsbetrieb des Kernkraftwerks Brokdorf, das Standortzwischenlager Brokdorf für bestrahlte Brennelemente und die TBH-KBR sowie durch andere kerntechnische Anlagen (siehe Kapitel 3.3) wurden berücksichtigt.

Die Strahlenexposition in der Umgebung wird jeweils für die ungünstigste Einwirkungsstelle berechnet. Die ungünstigste Einwirkungsstelle ist eine Stelle in der Umgebung, bei der die höchste Strahlenexposition für eine Referenzperson zu erwarten ist.

Radiologische Auswirkungen der Ableitungen

Für die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft beträgt die höchste mögliche Strahlenexposition (effektive Dosis) ca. 0,0108 mSv im Kalenderjahr (8.760 Stunden) für eine Person der Bevölkerung.

Für die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser beträgt die höchste mögliche Strahlenexposition (effektive Dosis) ca. 0,160 mSv im Kalenderjahr (8.760 Stunden) für eine Person der Bevölkerung.

Insgesamt wurde für den Fortluft- und Abwasserpfad seitens der PEL aufgezeigt, dass im Rahmen von Stilllegung und Abbau des KBR für die effektive Dosis der Grenzwert von 0,3 mSv im Kalenderjahr jeweils unterschritten wird.

Radiologische Auswirkungen der Direktstrahlung

Die von Systemen, Anlagenteilen, radioaktiven Reststoffen oder Abfällen innerhalb der Gebäude des KBR ausgehende Direktstrahlung wird durch die Gebäudestrukturen wirkungsvoll abgeschirmt.

Im Laufe der Stilllegung und des Abbaus können radioaktive Stoffe auf entsprechend ausgewiesenen Flächen im Überwachungsbereich außerhalb von Gebäuden, wie z. B. zur Pufferlagerung oder zum An- und Abtransport, abgestellt werden. Die von diesen Stoffen ausgehende Direktstrahlung wird durch Strahlenschutzmaßnahmen (z. B. Nutzung von Abschirmungen, optimierte Aufstellung von Behältern auf den Pufferlagerflächen) begrenzt. Der Grenzwert für die Bevölkerung von 1 mSv im Kalenderjahr (8760 Stunden) wird auch unter Einbeziehung der oben geschilderten Beiträge aus Ableitungen (effektive Dosis < 0,8 mSv pro Kalenderjahr (8.760 Stunden) für eine Einzelperson der Bevölkerung) unterschritten und seine Einhaltung überwacht. Die Überwachung erfolgt über das in Kapitel 6.5 beschriebene Programm zur Umgebungsüberwachung.

Unter Berücksichtigung der Entfernung zu den nächsten bewohnten Orten und der realen Aufenthaltszeiten von Personen am Betriebsgelände ist die tatsächliche Strahlenexposition sehr viel kleiner als die für die ungünstigste Einwirkungsstelle berechneten Dosiswerte.

6.5 Emissions- und Immissionsüberwachung

Die Emissionsüberwachung während des Restbetriebs und des Abbaus erfolgt wie im Leistungsbetrieb entsprechend den Anforderungen und Vorgaben der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen. Dementsprechend wird die Fortluft mit den bestehenden Einrichtungen auf radioaktive Aerosole und Gase einschließlich Kohlenstoff-14 und Tritium überwacht.

Das radioaktive Abwasser und die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser werden ebenfalls überwacht.

Die Immissionen des Standorts Brokdorf außerhalb des Betriebsgeländes werden durch die Überwachung der Radioaktivität

- der Luft (äußere Strahlung, Aerosole),
- des Niederschlags,
- des Bodens (Weidebodens),
- in den Pflanzen (Bewuchs),
- in den Nahrungsmitteln (Kuhmilch, Fischfleisch),
- in oberirdischen Gewässern,
- in Sedimenten (Elbe, Sielen) und
- im Grundwasser

kontrolliert.

Ebenso werden die meteorologischen Verhältnisse aufgezeichnet.

Hierzu wird ein Umgebungsüberwachungsprogramm entsprechend den Anforderungen und Vorgaben der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen durchgeführt.

Mit zunehmendem Abbaufortschritt kann der Umfang der Emissions- und Immissionsüberwachung angepasst und ggf. reduziert werden.

6.6 Die Ereignisanalyse

Es wurde seitens PEL mit einer Ereignisanalyse aufgezeigt, dass die Stilllegung und der Abbau des KBR ohne unzulässige Auswirkungen auf die Umgebung in Form von erhöhten Strahlenexpositionen durchgeführt werden kann. Dabei wurden auch Ereignisse aufgrund der Lagerung und Handhabung bestrahlter Brennelemente im Brennelement-Lagerbecken zu Beginn der Stilllegung und des Abbaus des KBR betrachtet.

Es wurden folgende Ereignisgruppen betrachtet:

Einwirkungen von innen:

- Ereignisse bei Lagerung und Handhabung von bestrahlten Brennelementen (Wasserverlust aus dem Brennelement-Lagerbecken, Unterbrechung der Brennelement-Lagerbeckenkühlung, Reaktivitätsänderungen, Beschädigung von Brennelementen bzw. Sonderbrennstäben bei der Handhabung)
- anlageninterne Leckagen und Überflutungen (z. B. Gebäudeüberflutungen, Leckage von Behältern / Rohrleitungen)
- Ausfälle und Störungen von Einrichtungen (z. B. Ausfall bzw. Störung von Lüftungsanlagen, Ausfall bzw. Störung der Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung)
- anlageninterne Brände und Explosionen (z. B. Brand von Filtern, Lüftern, Kabeln, interne Explosionen)
- mechanische Einwirkungen (z. B. Lastabstürze)
- chemische Einwirkungen (Ereignisse bei Dekontamination)
- Ereignisse bei der Handhabung radioaktiver Stoffe (Ereignisse bei der Gebindeerzeugung, Aerosolmobilisierung beim Abisolieren)

Einwirkungen von außen:

- naturbedingte Einwirkungen, wie extreme meteorologische Bedingungen (Sturm, Regen, Starkregen, Schneefall, Schneelasten, Frost und außergewöhnliche Hitzeperioden), Blitzschlag, Hochwasser, Erdbeben, biologische Einwirkungen, Wald- und Feldbrände, Erdbeben
- zivilisatorisch bedingte Einwirkungen, wie Auswirkungen auf die Kühlwasserversorgung aufgrund von Schiffsunfällen oder Treibgut, Flugzeugabsturz, anlagenexterne Explosionen,

anlagenexterner Brand, Eindringen gefährlicher Stoffe, gegenseitige Beeinflussung von anderen Anlagen am Standort

Für die Untersuchung der Störfallfolgen wurden die sicherheitstechnisch bedeutenden Ereignisse, d. h. die mit den höchsten radiologischen Folgen, betrachtet. Als abdeckendes Ereignis hinsichtlich der radiologischen Folgen in der Umgebung wurde der Absturz eines mit radioaktiven Stoffen gefüllten 20-Fuß-Containers auf einer Pufferlagerfläche auf dem Kraftwerksgelände ermittelt. Die maximale mögliche Strahlenexposition (effektive Dosis) in der Umgebung wurde mit ca. 3,4 mSv ermittelt. Diese Strahlenexposition liegt unter dem Störfallplanungswert von 50 mSv.

Insgesamt wird bei allen Ereignissen der Störfallplanungswert von 50 mSv weit unterschritten.

Auch bei dem sehr seltenen Ereignis „Absturz eines Militärflugzeuges“ werden die Dosisgrenzwerte der Notfall-Dosiswerte-Verordnung weit unterschritten, so dass Maßnahmen des Katastrophenschutzes nicht erforderlich sind. Gleiches gilt für den Absturz eines Zivilflugzeuges auf die Pufferlagerflächen. Auch hier werden die Dosisgrenzwerte der Notfall-Dosiswerte-Verordnung unterschritten und somit keine Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich.

7. DIE UMWELTAUSWIRKUNGEN

Die Stilllegung und der Abbau des KBR bedürfen gemäß der Atomrechtliche Verfahrensverordnung und dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Hierfür wurde ein UVP-Bericht erstellt. Der UVP-Bericht beinhaltet die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter

- Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit
- Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt
- Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft
- Kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter

Betrachtet werden in dem UVP-Bericht auch Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern.

Prüfgrundlage sind neben den Antragsunterlagen für dieses Vorhaben

- das Unterrichtungsschreiben des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein zum Untersuchungsrahmen für die Umweltverträglichkeitsprüfung. Dieses wurde nach vorheriger Durchführung des Scoping-Verfahrens unter Beteiligung der Träger öffentlicher Belange erstellt.
- der angefertigte UVP-Bericht für Stilllegung und Abbau des KBR mit den Anhängen
 - I: Biotoptypenkarte
 - II: Artenschutzbeitrag
 - III: Fauna-Flora-Habitat Verträglichkeitsuntersuchung
 - IV: Schalltechnische Untersuchung
 - V: Luftschadstoffimmissionsprognose
 - VI: Konventioneller Abriss
 - VII: Gewässerökologisches Gutachten

Im UVP-Bericht wurden die Auswirkungen weiterer Vorhaben am Standort (z. B. die Errichtung und der Betrieb der TBH-KBR) berücksichtigt.

Die Ergebnisse aus den oben aufgeführten Unterlagen sind im Folgenden zusammengefasst dargestellt (siehe auch Kapitel 0 „Allgemeinverständliche Zusammenfassung des UVP-Berichtes für Stilllegung und Abbau des KBR“).

7.1 Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit

Die Summe der Strahlenexposition aus den Ableitungen mit der Fortluft und dem Abwasser und aus der Direktstrahlung liegt unterhalb des in § 80 Strahlenschutzgesetz vorgegebenen Grenzwerts von 1 mSv pro Kalenderjahr für die effektive Dosis (einschließlich TBH-KBR, Standortzwischenlager Brokdorf für bestrahlte Brennelemente und Pufferlagerung).

Der überwiegende Teil der Abbautätigkeiten wird innerhalb der Gebäude durchgeführt. Durch innerbetriebliche Transporte und durch die Verladung von Material kommt es zu Transportbewegungen auf

dem Betriebsgelände des KBR, die in der Regel tagsüber durchgeführt werden. Da der Abbau des KBR parallel zu weiteren Vorhaben am Standort (z. B. Errichtung der geplanten TBH-KBR) durchgeführt werden soll, werden die Auswirkungen dieser Vorhaben gemeinsam betrachtet. Im Ergebnis kann es zu einzelnen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte für Schall kommen. Zur Minderung der Auswirkungen wird ein Schallmonitoring vorgeschlagen, um sicherzustellen, dass Lärminderungsmaßnahmen, soweit erforderlich, rechtzeitig getroffen werden.

Ereignisse, die bei der Stilllegung und dem Abbau des Kernkraftwerks Brokdorf zu unerwarteten Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung führen könnten, wurden ebenfalls untersucht. Bei allen Ereignissen wird der Störfallplanungswert von 50 mSv weit unterschritten. Auch bei den betrachteten Flugzeugabsturzscenarien wurde nachgewiesen, dass die Dosisgrenzwerte der Notfall-Dosiswerte-Verordnung unterschritten werden (siehe Kapitel 6.6).

Insgesamt bedingt das Vorhaben im Wesentlichen keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Menschen und insbesondere die menschliche Gesundheit. Erhebliche Auswirkungen in Gestalt von partiellen Überschreitungen von Schallrichtwerten sind geringfügig, betreffen nur wenige Bereiche und sind nicht dauerhaft.

7.2 Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt

Die durch das Vorhaben verursachte Veränderung der Raumstruktur führt nicht zu einer Zerschneidung wichtiger Biotope, da aufgrund der vorhandenen Beeinträchtigungen durch Zäune, Gebäude und Pflasterungen bereits im Ist-Zustand kaum noch unzerschnittene Flächen vorhanden sind.

Die Neuversiegelung von Flächen findet für die Pufferlagerflächen und die Baustelleinrichtungsfläche statt. Auf drei nicht vollständig versiegelten Flächen wurden Biotoptypen kartiert. Die Betrachtungen zum Eingriffstatbestand nach § 14 Bundesnaturschutzgesetz kommen zu dem Ergebnis, dass für das Vorhaben eine Kompensation vorzunehmen ist (siehe Kapitel 7.6).

Es werden keine Lebensraumtypen des Anhangs I bzw. Habitate (Lebensräume) der Arten des Anhangs IV der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie innerhalb der Natura 2000-Gebiete beansprucht.

Falls im Laufe der Umsetzung des Vorhabens die Beseitigung einzelner Gehölzstrukturen erforderlich werden sollte, wird eine sachverständige Kontrolle der betroffenen Gehölze unmittelbar vor Beginn der Arbeiten durchgeführt, sofern diese in die Brutzeit von Vögeln oder in die Quartierzeit von Fledermäusen fallen.

Unter den beantragten Randbedingungen zur Emission und Immission, die die Einhaltung des Strahlenschutzregelwerks voraussetzen, ist insbesondere auch die Einhaltung der Dosisgrenzwerte für eine menschliche Referenzperson sichergestellt. Der Strahlenschutzkommission zufolge ist damit auch der Schutz von Tieren, Pflanzen und biologischer Vielfalt gewährleistet.

Im Artenschutzbeitrag (siehe Anhang II zum UVP-Bericht) wird dargelegt, dass es keine erheblichen Beeinträchtigungen durch Schall für die Tiere gibt.

Die Einleitung von borhaltigen Abwässern wird beim Schutzgut Wasser behandelt (siehe unten). In der Konsequenz ergeben sich keine erheblichen Auswirkungen auf Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt.

Auch bei Ereignissen sind erhebliche Auswirkungen auf die Schutzgüter Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt nicht gegeben.

Insgesamt können erhebliche Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt durch Vermeidungsmaßnahmen verhindert oder durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden.

7.3 Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft

Fläche, Boden

Ein Großteil der geplanten Pufferlagerflächen wird auf bereits versiegelten Bereichen liegen, in einzelnen Bereichen sind Neuversiegelungen (insgesamt ca. 1.200 m²) erforderlich. Darüber hinaus wird eine Baustelleneinrichtungsfläche im Überwachungsbereich im Ausmaß von 790 m² benötigt. Für das Schutzgut Boden ist durch die Flächeninanspruchnahme von bislang unversiegelten Flächen von einer für die Dauer der Nutzung andauernden Einschränkung der vorhandenen Bodenfunktionen auszugehen (zur Kompensation siehe Kapitel 7.6).

Auf dem Betriebsgelände sind insgesamt keine natürlich gewachsenen Böden vorhanden. Das Aufschüttungssubstrat (Sand) besitzt hinsichtlich der Wahrnehmung der Bodenfunktionen eine höchstens mittlere Bedeutung.

Sollte beim Erstellen der Pfahlgründungen oder der Bodenplatte für die Pufferlagerflächen Bodenaushub anfallen, so könnte dabei durch sulfatsaure Marschböden eine Bodenverunreinigung eintreten. Auswirkungen können jedoch sicher vermieden werden, wenn das Substrat beprobt und gegebenenfalls auf einer geeigneten Deponie entsorgt wird.

Erhebliche Auswirkungen auf die Schutzgüter Fläche und Boden durch Strahlenexposition sind auszuschließen. Die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerte für den Menschen werden eingehalten und stellen einen ausreichenden Schutz für Fläche und Boden sicher. Für Fläche und Boden sind keine eigenen Grenzwerte festgelegt, da sie lediglich als Medien für den Transport radioaktiver Stoffe zu Menschen, Tieren oder Pflanzen wirken.

Auch bei Ereignissen sind erhebliche Auswirkungen auf die Schutzgüter Fläche und Boden nicht gegeben.

Insgesamt können erhebliche Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter Fläche und Boden durch Vermeidungsmaßnahmen verhindert oder durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen werden.

Wasser

Flächenversiegelungen finden nicht im Bereich von Oberflächengewässern statt.

Mögliche Auswirkungen des Vorhabens auf die Grundwassersituation durch die Neuversiegelung von Flächen sind als gering zu bewerten, da das anfallende Niederschlagswasser wieder in den natürlichen Wasserkreislauf zurückgeführt wird.

Das Einbringen der Bohrpfähle hat keine nachteiligen Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit.

Erhebliche Auswirkungen auf das Schutzgut Wasser durch Strahlenexposition sind auszuschließen. Die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden eingehalten und stellen auch einen ausreichenden Schutz für das Schutzgut Wasser sicher. Das Wasserhaushaltsgesetz und die Oberflächengewässerverordnung legen keine Normen für Radioaktivität fest.

Borhaltige Abwässer aus dem Leistungsbetrieb des KBR sollen bereits ab Beginn des Nachbetriebs dem Kühlwasserstrom auf der Grundlage einer noch zu erteilenden Wasserrechtlichen Erlaubnis beigemischt werden. Die Abgabe borhaltiger Abwässer gehört als Einleitung eines Betriebsmittels nicht zu den insgesamt zur Stilllegung und zum Abbau geplanten und mit der 1. SAG zu genehmigenden Maßnahmen und kann damit bereits ab Beginn des Nachbetriebs erfolgen. Ihre Auswirkungen werden aber vorsorglich und überobligatorisch in die Umweltverträglichkeitsprüfung einbezogen. Eine genauere Betrachtung beim Schutzgut Wasser kommt zu dem Ergebnis, dass es nicht zu einer Verschlechterung der biologischen Qualitätskomponenten des Übergangsgewässers der Elbe kommt. Das wasserrechtliche Verschlechterungsverbot wird somit eingehalten, was auch für das Schutzgut Tiere und Pflanzen keine erheblichen Auswirkungen bedeutet. Das Verbesserungsgebot ist nicht betroffen, weil die vorgesehenen Maßnahmen zur Erreichung eines guten ökologischen Potenzials durch das Vorhaben nicht behindert werden. Auch bei Ereignissen ist nicht von erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Wasser auszugehen.

Insgesamt bedingt das Vorhaben keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Wasser.

Luft

Erhebliche Auswirkungen auf das Schutzgut Luft finden durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft nicht statt.

Auch bei Ereignissen ist nicht von erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Luft auszugehen.

Insgesamt bedingt das Vorhaben keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Luft.

Klima

Hinsichtlich der Abwärmesituation des KBR erfolgen keine Zunahmen gegenüber dem derzeitigen Zustand. Insbesondere auch für die Ableitung des Kühlwassers in die Elbe sind maximal die in den Wasserrechtlichen Erlaubnissen genehmigten Werte anzunehmen. Insgesamt wird sich die im Bereich des

KBR entstehende Abwärme im Laufe des Restbetriebs durch die Einstellung des Leistungsbetriebs verringern. Damit erfolgt eine natürlichere Entwicklung des Lokalklimas.

Im Rahmen von Stilllegung und Abbau erfolgen nur kleinflächige Veränderungen der Oberflächenbeschaffenheit durch Versiegelung von Freiflächen und Veränderungen an der Gebäudestruktur und auf dem ansonsten durch den Menschen bereits veränderten Betriebsgelände. Sie werden im Hinblick auf das Schutzgut Klima als nicht erheblich eingestuft.

Insgesamt bedingt das Vorhaben keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Klima.

Landschaft

Erhebliche Beeinträchtigungen für das Schutzgut Landschaft sind nicht abzuleiten, da während der im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung zu betrachtenden Abbautätigkeiten keine wesentliche Veränderung der vorhandenen Gebäudestruktur erfolgt. Auch die Nutzung der geplanten Pufferlagerflächen führt zwar zu einer lokal wahrnehmbaren Veränderung der Raumstruktur, die jedoch keine erhebliche negative Veränderung des Schutzgutes Landschaft bedingt.

Auch bei den schallintensiven Arbeiten ist nicht von erheblichen Auswirkungen auf die Erholungseignung des Untersuchungsraums auszugehen.

Insgesamt bedingt das Vorhaben keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaft.

7.4 Kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter

Durch das Vorhaben finden keine erheblichen Auswirkungen auf die Schutzgüter kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter statt. Eine Beeinflussung der vorhandenen schutzwürdigen Objekte durch das Vorhaben ist nicht erkennbar.

Das Oberfeuer (Leuchtturm) auf dem Betriebsgelände wird im Rahmen des konventionellen Abrisses (siehe Anhang VI zum UVP-Bericht) beachtet.

Insgesamt bedingt das Vorhaben keine erheblichen Auswirkungen auf das Schutzgut kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter.

7.5 Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern

Im Rahmen des UVP-Berichts sind Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern berücksichtigt. Es ergaben sich keine über die Betrachtung der Schutzgüter hinausreichenden erheblichen Wirkungen.

7.6 Betrachtungen zum Eingriffstatbestand nach Bundesnaturschutzgesetz

Die Neuversiegelungen durch Pufferlagerflächen und durch die Baustelleneinrichtungsfläche finden in einem bereits stark von Menschen veränderten Umfeld statt. Das Vorhaben ist planungsrechtlich nach § 35 Baugesetzbuch zu beurteilen. Somit finden nach § 18 Absatz 2 Bundesnaturschutzgesetz die Vorschriften zur Eingriffsregelung Anwendung.

Der Kompensationsbedarf für Biotope beträgt 3.758 m² und wird über externe Flächen im selben Naturraum gedeckt. Der Kompensationsbedarf für Boden beträgt entweder 1.990 m² an Entsiegelung oder 995 m² an Ausgleichsfläche.

7.7 Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen

Die Betrachtung von Auswirkungen durch Schall, Luftschadstoffe und Strahlenexposition erfolgt kumulativ im Zusammenhang mit anderen geplanten Arbeiten auf dem Betriebsgelände. Dies dient der Vermeidung und Minderung von negativen Auswirkungen, die ggf. im Rahmen einer parallelen Umsetzung entstehen könnten.

Zur Minderung der Auswirkungen wird ein Schallmonitoring vorgeschlagen, um sicherzustellen, dass Lärminderungsmaßnahmen, soweit erforderlich, rechtzeitig getroffen werden.

Falls im Laufe der Umsetzung des Vorhabens die Beseitigung einzelner Gehölzstrukturen erforderlich werden sollte, wird zur sicheren Vermeidung des Verbotstatbestandes eine sachverständige Kontrolle der betroffenen Gehölze unmittelbar vor Beginn der Arbeiten durchgeführt, sofern diese in die Brutzeit von Vögeln (01.03.-30.09.) oder in die Quartierzeit von Fledermäusen (28.02.-01.11.) fallen.

Sollte beim Erstellen der Pfahlgründungen oder der Bodenplatte Bodenaushub anfallen, so könnte dabei eine Bodenverunreinigung eintreten. Dies kann insbesondere durch sulfatsaure Marschböden geschehen. Auswirkungen können jedoch sicher vermieden werden, wenn das Substrat beprobt und gegebenenfalls auf einer geeigneten Deponie entsorgt wird.

Für Ausgleich und Ersatz siehe Kapitel 7.6.

8. VERFAHRENSALTERNATIVEN

Da das Atomgesetz den unverzüglichen Abbau fordert, steht die Alternative des sicheren Einschusses nicht mehr zur Verfügung. Davon unabhängig weist der unverzügliche Abbau Vorteile bezüglich einer deutlich kürzeren Vorhabenszeit und der möglichen Nutzung der anlagenspezifischen Kenntnisse der Mitarbeiter des KBR auf.

Aus Umweltgesichtspunkten ist eine konkrete Festlegung der technischen Alternativen bei den Zerlege-, Dekontaminations- und Konditionierungsverfahren nicht erforderlich. Es werden industrieprobte Verfahren angewandt, bezüglich derer kein qualitativer Unterschied im Hinblick auf Umweltauswirkungen besteht.

GLOSSAR/BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Abfall, radioaktiv: Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Absatz 1 Atomgesetz, die nach § 9a Atomgesetz geordnet beseitigt werden müssen, ausgenommen Ableitungen im Sinne des § 99 Strahlenschutzverordnung.

Abfallgebinde: Einheit aus radioaktivem Abfall und Behälter.

Abluft: Aus einem Raum auf dem dafür vorgesehenen Weg abgeführte Luft.

Aerosol: Fein in der Luft verteilte feste und/oder flüssige Schwebstoffe.

Ableitung: Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus dem KBR auf den hierfür vorgesehenen Wegen.

Aktivierung: Vorgang, bei dem ein Material durch Beschuss mit Neutronen, Protonen oder anderen Teilchen radioaktiv wird.

Aktivität: Zahl der je Sekunde in einer radioaktiven Substanz zerfallenden Atomkerne. Die Maßeinheit ist das Becquerel (Bq).

Becquerel: Einheit der Aktivität eines Radionuklids; die Aktivität beträgt 1 Becquerel (Bq), wenn von der vorliegenden Menge eines Radionuklids 1 Atomkern pro Sekunde zerfällt.

Betriebsgelände: Grundstück, auf dem sich kerntechnische Anlagen, Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung und Anlagen im Sinne des § 9a Absatz 3 Satz 1 zweiter Satzteil des Atomgesetzes oder Einrichtungen befinden und zu dem der Strahlenschutzverantwortliche den Zugang oder auf dem der Strahlenschutzverantwortliche die Aufenthaltsdauer von Personen beschränken kann, § 1 Absatz 3 Strahlenschutzverordnung.

Biologischer Schild: Absorbermaterial rings um einen Reaktor; dient zur Verringerung der Menge ionisierender Strahlung auf Werte, die für den Menschen ungefährlich sind.

Brennelement: Aus einer Vielzahl von Brennstäben montierte Anordnung, in der der Kernbrennstoff in den Kernreaktor eingesetzt wird.

Brennstab: Mit Kernbrennstoff gefülltes Rohr, das in Kernreaktoren eingesetzt wird. Brennstäbe werden nicht einzeln verwendet, sondern sind stets zu Brennelementen gebündelt.

Dekontamination: Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.

Demontage: Spezifizierter Ausbau von Anlagenteilen oder der Abbruch/das Entfernen von Baustrukturen.

Dosis: Oberbegriff für alle Größen zur Kennzeichnung der Energie ionisierender Strahlung, die an Festkörper, Flüssigkeiten oder Gase übertragen wird.

Dosis, effektive: Summe der gewichteten Organdosen in Geweben oder Organen des Körpers durch äußere oder innere Strahlenexposition. Die Maßeinheit ist das Sievert (Sv).

Einwirkungsstelle, ungünstig: Eine Stelle in der Umgebung, bei der die höchste Strahlenexposition für eine Referenzperson zu erwarten ist.

Emission: Abgabe von radioaktiven Stoffen, konventionellen Schadstoffen, Geräuschen und anderes an die Umwelt.

Fachgerechte Verpackung: Radioaktive Abfälle sind so zu konditionieren, dass die Voraussetzungen für deren Abgabe an den Bund gemäß § 2 Absatz 1 Entsorgungsübergangsgesetz erfüllt werden.

Fortluft: In das Freie abgeführte Abluft.

Freigabe: Entlassung radioaktiver Stoffe, beweglicher Gegenstände, Gebäude, Räume, Raumteile und Bauteile, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteile (Gegenstände), aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung zur Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehabung oder zu deren Weitergabe an einen Dritten als nicht radioaktive Stoffe.

Habitat: Charakteristische Lebensstätte einer bestimmten Tier- oder Pflanzenart.

Herausgabe: Herausgabe ist eine Entlassung von nicht kontaminierten und nicht aktivierten Stoffen sowie beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen ohne eine Freigabe nach §§ 31 – 42 Strahlenschutzverordnung aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung.

Immission: Einwirkung von Lärm, Schmutz, Strahlung und weiterer Emissionen auf die Umwelt.

Konditionierung: Herstellung von Abfallgebinden durch Behandlung und/oder Verpackung von radioaktivem Abfall.

Kontamination: Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen.

Kontrollbereich: Zutrittsbeschränkter Strahlenschutzbereich nach § 52 Absatz 2 Satz 1 Nummer 2 Strahlenschutzverordnung, der von Personen nur betreten werden darf, wenn sie zur Durchführung oder Aufrechterhaltung der darin vorgesehenen Betriebsvorgänge tätig werden müssen.

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

Leistungsbetrieb: Der Betrieb eines Kernkraftwerks, während dessen die gewerbliche Erzeugung von Strom erfolgt.

Nachbetrieb: Der Betrieb im Zeitraum zwischen Einstellung des Leistungsbetriebs zur gewerblichen Stromerzeugung bis zur Erteilung der ersten vollziehbaren Genehmigung nach § 7 Absatz 3 Atomgesetz.

Nachzerfallsleistung: Thermische Leistung der bestrahlten Brennelemente in Abhängigkeit der Abklingzeit.

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

Nuklid: Ein durch seine Protonenzahl, Neutronenzahl und seinen Energiezustand charakterisierter Atomkern.

Ortsdosisleistung: In einem bestimmten Zeitintervall erzeugte Ortsdosis dividiert durch die Länge des Zeitintervalls; wird z. B. in Millisievert je Stunde (mSv/h) oder Mikrosievert je Stunde (μ Sv/h) angegeben.

Pufferlagerung: Temporäres Unterbringen von ausgebauten Anlagenteilen und von radioaktiven Stoffen auf geeigneten Flächen oder in geeigneten Räumen im Rahmen ihrer Bearbeitung (z. B. Dekontamination, Zerlegung) beziehungsweise Behandlung (z. B. Konditionierung) oder Transportbereitstellung.

Radioaktivität: Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden.

Radionuklid: Instabiles Nuklid, das spontan ohne äußere Einwirkung unter Strahlungsemission zerfällt.

Reaktordruckbehälter: Dickwandiger zylindrischer Stahlbehälter, der bei einem Kraftwerksreaktor den Reaktorkern umschließt.

Reaktordruckbehälter-Einbauten: Die Einbauten bestehen aus den Hauptkomponenten: Oberes Kerngerüst, Unteres Kerngerüst und Schemel.

Restbetrieb: Als Restbetrieb wird der Betrieb aller für die Stilllegung notwendigen Versorgungs-, Sicherheits- und Hilfssysteme sowie der Betrieb der für den Abbau von Komponenten, Systemen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen nach Erteilung der Stilllegungsgenehmigung bezeichnet.

Reststoff, radioaktiv: Radioaktive Stoffe, ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile, Gebäudeteile (Bauschutt) und aufgenommener Boden sowie bewegliche Gegenstände, die kontaminiert oder aktiviert sind, bei denen der Verwertungs- bzw. Entsorgungsweg noch nicht entschieden ist, bis zur Entscheidung des Genehmigungsinhabers, dass sie dem radioaktiven Abfall zuzuordnen sind.

Schutzziel: Grundlegende Sicherheitsfunktion, die verschiedene untergeordnete Sicherheitsfunktionen, die zur Einhaltung der jeweiligen Nachweisziele und Nachweiskriterien sichergestellt sein müssen, umfasst.

Sonderbrennstab: Brennstab, der aufgrund einer Befundlage, z. B. eines festgestellten Defekts, in einem Köcher in einem Transport- und Lagerbehälter (z. B. CASTOR®-Behälter) bis zur Verbringung in ein Endlager sicher verwahrt wird.

Störfallplanungswert: Höchstzulässiger Wert für die effektive Dosis in der Umgebung der Anlage durch Freisetzung radioaktiver Stoffe nach einem Störfall.

Strahlenexposition: Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper.

Strahlenschutzbereiche: Betriebliche Bereiche gemäß § 52 Strahlenschutzverordnung: Überwachungsbereich, Kontrollbereich und Sperrbereich, letzterer als Teil des Kontrollbereichs.

Strahlung (ionisierende): Es wird unterschieden zwischen Gamma- und Teilchenstrahlung, wie z. B. Alpha-, Beta- oder Neutronenstrahlung.

Überwachungsbereich: Zutrittsbeschränkter Strahlenschutzbereich nach § 52 Absatz 2 Satz 1 Nummer 1 Strahlenschutzverordnung, der von Personen nur betreten werden darf, wenn sie darin eine dem Betrieb dienende Aufgabe wahrnehmen oder sie Besucher sind.

Umgebungsüberwachung: Messungen in der Umgebung der Anlage zur Beurteilung der aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser sowie aus Direktstrahlung resultierenden Strahlenexposition sowie Kontrolle der Einhaltung maximal zulässiger Aktivitätsabgabe und Dosisgrenzwerte.