

Kurzbeschreibung

für die Stilllegung und den Abbau
des Kernkraftwerks Krümmel



Mai 2018

Inhalt

1. Das Vorhaben „Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerks Krümmel“	3
2. Das Kernkraftwerk Krümmel	5
3. Stilllegung und Abbau	10
4. Anfallende Reststoffe	16
5. Behandlung, Lagerung und Verbleib der radioaktiven Abfälle	19
6. Sicherheitsbetrachtung	20
7. Strahlenexposition in der Umgebung	22
8. Umweltauswirkungen	24
GLOSSAR	27

1. Das Vorhaben „Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerks Krümmel“

Das Kernkraftwerk Krümmel (KKK) nahm am 28. März 1984 seinen kommerziellen Betrieb auf. Mit einer elektrischen Bruttoleistung von 1.402 MW erzeugte das KKK in seiner Betriebszeit 201.712 GWh Strom. Die Anlage KKK wurde während der gesamten Betriebszeit ständig nachgerüstet und sicherheitstechnisch an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst.

Für das Kernkraftwerk Krümmel erlosch die Berechtigung zum Leistungsbetrieb mit Inkrafttreten der 13. Novelle zum Atomgesetz am 06. August 2011. Das KKK befindet sich gegenwärtig im längerfristigen Stillstandsbetrieb. Das Kernkraftwerk Krümmel soll stillgelegt und abgebaut werden.

Hierfür stellte die Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG mit Schreiben vom 24. August 2015 den Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerks Krümmel und ergänzte diesen Antrag mit Schreiben vom 29.09.2017. Dieser Antrag umfasst die Stilllegung des Kernkraftwerks, d. h. die endgültige und dauerhafte Betriebseinstellung, den Restbetrieb sowie den Abbau von Anlagenteilen.

Bis zur Erteilung der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung werden die bestrahlten KKK-Brennelemente bis auf einige Sonderbrennstäbe aus der Anlage abtransportiert sein. Dadurch kann mit Inanspruchnahme dieser Genehmigung ein zügiger Abbau der Anlage KKK gewährleistet werden.

Das Kernkraftwerk Krümmel befindet sich seit 05. November 2014 im sogenannten längerfristigen Stillstandsbetrieb, der bis zur Erteilung und Inanspruchnahme der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung durchgeführt wird. Während des längerfristigen Stillstandsbetriebs finden vorbereitende Arbeiten für den späteren Abbau des Kernkraftwerkes statt. Hierzu zählen insbesondere:

- Abtransport der Brennelemente aus der Anlage,
- Entsorgung von Betriebsabfällen,
- Dekontamination von für den längerfristigen Stillstandsbetrieb nicht mehr benötigten Systemen und Komponenten,
- Außerbetriebnahme von nicht mehr benötigten Systemen sowie
- weitere vorbereitende Maßnahmen.

Nach Erteilung und Inanspruchnahme der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung beginnt der Abbau der Anlage KKK. Nach der Entlassung der Anlage KKK aus der atomrechtlichen Überwachung soll der potentielle konventionelle Abriss der Gebäude, soweit sie nicht einer Nachnutzung zugeführt werden, nach Maßgabe des dafür einschlägigen Rechts durchgeführt werden.

Zu Beginn des Abbaus sind noch einige Systeme, wie z. B. Lüftungstechnische Anlagen, sowie Versorgungs- und Überwachungssysteme, in Betrieb. Diese sollen im Rahmen des Abbaus entsprechend der neuen Erfordernisse modifiziert bzw. durch neue, angepasste Systeme, die sogenannte Infrastruktur im Abbau, ersetzt werden.

Zur Durchführung von Abbauarbeiten werden Nutzungsänderungen in den entsprechenden Raumbereichen notwendig. Diese schließen die erforderlichen Änderungen bzw. die Schaffung von Stau- und Pufferlagerflächen und Transportwegen ein. Dadurch wird gewährleistet, dass danach sämtliche

kontaminierte und aktivierte Anlagenteile der Anlage KKK zügig und rückwirkungsfrei abgebaut werden können.

Zu Beginn des Abbaus ist ebenso geplant, die noch vorhandenen Sonderbrennstäbe begleitend zu den Abbaumaßnahmen aus der Anlage zu entfernen.

Die beim Abbau anfallenden radioaktiven Reststoffe sollen im Wesentlichen in einer neu im Kontrollbereich der Anlage aufzubauenden Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtung bearbeitet, d. h. weiter zerlegt, dekontaminiert, konditioniert und verpackt werden. Die beim Abbau insgesamt anfallenden radioaktiven Abfälle werden in einem neu zu errichtenden Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und Reststoffe (LasmAaZ, Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle am Zwischenlager) bis zur Ablieferung an ein Endlager des Bundes bereitgestellt.

Im Antrag zur Stilllegungs- und Abbaugenehmigung des KKK sind der Aufbau und der Betrieb der Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtung enthalten. Für die Errichtung und den Betrieb des geplanten LasmAaZ werden gesonderte Genehmigungsverfahren durchgeführt.

Nach Beseitigung der Anlage KKK steht das Betriebsgelände für eine Weiternutzung zur Verfügung. Das Standort-Zwischenlager Krümmel sowie das geplante LasmAaZ werden bis zum Abtransport der dort gelagerten radioaktiven Abfälle entsprechend den gültigen Anforderungen weiterbetrieben.

2. Das Kernkraftwerk Krümmel

Beschreibung der Anlage

Das Kernkraftwerk Krümmel befindet sich im südöstlichen Landesteil von Schleswig-Holstein, ca. 34 km von Hamburg entfernt. Der Standort liegt auf dem nördlichen Ufer der Elbe und gehört zum Geesthachter Ortsteil Krümmel, im Landkreis Herzogtum Lauenburg.

Wie in der nachfolgenden Abbildung zu sehen, wird das Betriebsgelände im Südwesten, zur Elbe hin, durch die zum Fluss parallel verlaufende Elbuferstraße begrenzt. Nahe der Nordwestseite des Geländes verläuft die Krümmelstraße. Die östliche Begrenzung bildet das Gelände des Helmholtz-Zentrums Geesthacht. Im Osten der Anlage befindet sich, etwa 1 km entfernt, der Geesthachter Ortsteil Grünhof-Tesperhude. Im Nordosten schließt sich an den Standort das Freiluft-Schaltanlagengelände an.



Abbildung 1: Lage des Kernkraftwerks Krümmel (schematisch)

Kernstück des Kernkraftwerks Krümmel ist ein Siedewasserreaktor mit einer elektrischen Bruttoleistung von 1.402 MW. Im Reaktordruckgefäß finden 840 Brennelemente Platz, die sich durch die Kernspaltung erhitzen und Wasserdampf erzeugen. Die 205 Steuerstäbe dienen zum An- und Abfahren sowie zur Schnellabschaltung des Reaktors.

Der Frischdampf wird direkt zur Turbine geleitet, die zur Stromerzeugung den Generator antreibt. Anschließend wird der Dampf im Kondensator wieder verflüssigt und über die Vorwärmanlage als Speisewasser in den Reaktordruckbehälter zurückgeführt.

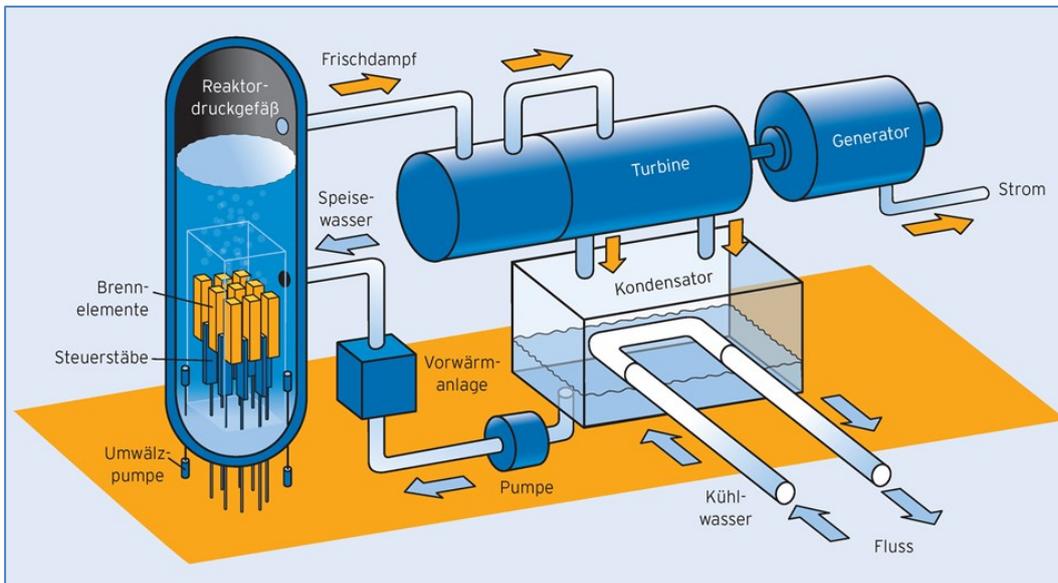


Abbildung 2: Funktionsprinzip Kernkraftwerk Krümmel

Gebäude und Anlagenteile

Der Zugang zum Überwachungsbereich ist von der Elbuferstraße über das Wachgebäude mit Kraftfahrzeugschleuse möglich. Innerhalb des Betriebsgeländes befindet sich auch das Standort-Zwischenlager Krümmel, das neu zu errichtende LasmAaZ, sowie, mit wenigen Ausnahmen, alle weiteren Gebäude der Anlage. Das Betriebsgelände ist von einem Massivzaun umgeben. Der äußere Sicherungsbereich wird von einem Detektionszaun umschlossen.

Abbildung 3 zeigt den Lageplan des Kernkraftwerks Krümmel, welcher durch die kompakte Anordnung der zentralen Gebäude gekennzeichnet ist:

- Reaktorgebäude mit Aufbereitungsanlage,
- Maschinenhaus einschließlich angeschlossenen Lagergebäude,
- Schaltanlagengebäude mit zugehöriger Warte sowie den
- Betriebsgebäuden.

Auf dem Betriebsgelände sind darüber hinaus weitere Gebäude und Anlagen vorhanden, so z.B.:

- die Kühlwasserpumpenhäuser,
- das Werkstattgebäude sowie
- die Verwaltungsgebäude.

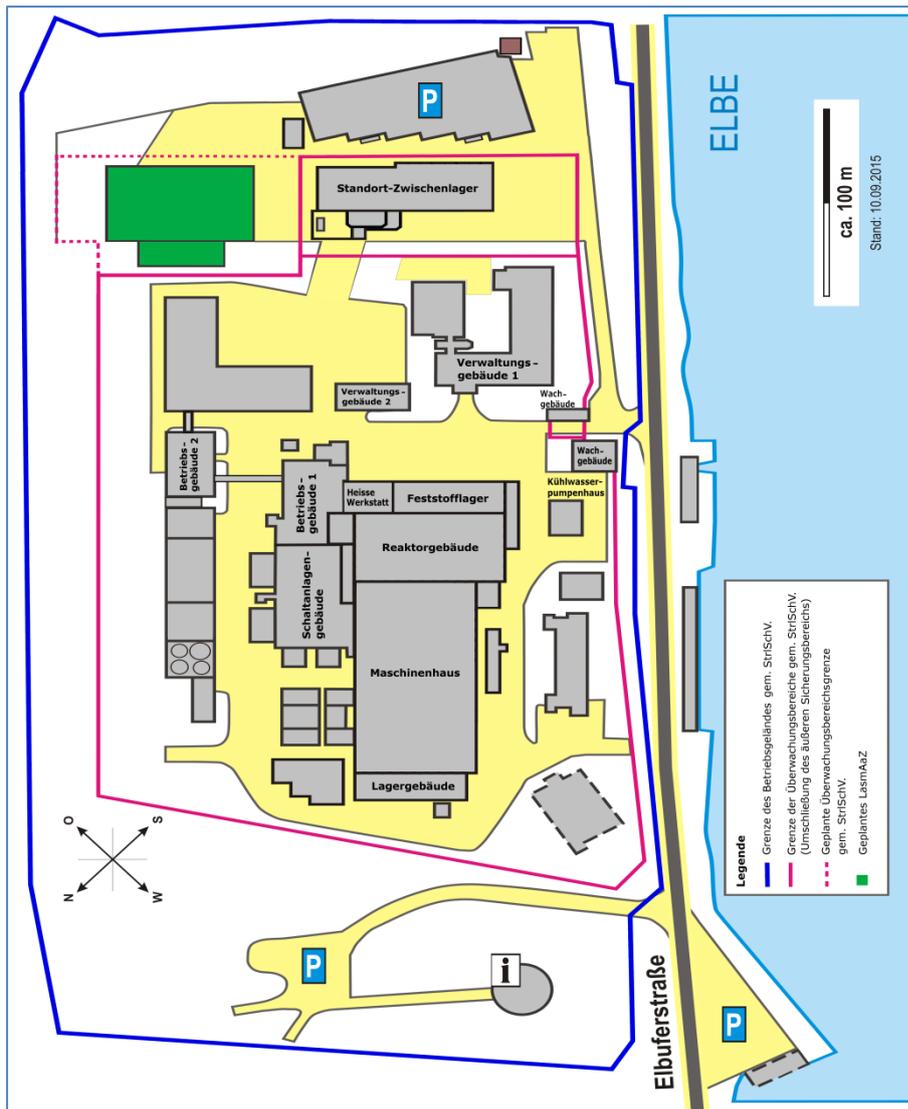


Abbildung 3: Lageplan des Kernkraftwerks Krümmel

Die wesentlichen, für den Abbau relevanten Gebäude der Kraftwerksanlage sind nachfolgend kurz beschrieben.

Das **Reaktorgebäude** ist eine Stahlbetonkonstruktion, die einerseits als Abschirmung und Aktivitätsrückhalt und andererseits zum Schutz gegen Einwirkungen von außen dient. Im Inneren des Gebäudes befindet sich der Sicherheitsbehälter aus Stahl zur Aktivitätsrückhaltung bei Störfällen. Der Sicherheitsbehälter ist in die zwei Raumbereiche Druckkammer und Kondensationskammer unterteilt, die zusammen das Druckabbausystem bilden. In der Druckkammer ist der Reaktordruckbehälter mit sicherheitstechnisch wichtigen Rohrleitungen und Sicherheitsventilen angeordnet. An der südwestlichen Stirnseite schließt sich der Aufbereitungstrakt mit den Wasseraufbereitungsanlagen sowie dem darauf angeordneten Fortluftkamin an.

Das **Maschinenhaus** grenzt nordwestlich an das Reaktorgebäude. Darin befinden sich hauptsächlich die Turbine und der Generator zur Stromerzeugung sowie die hierfür erforderlichen Hilfssysteme.

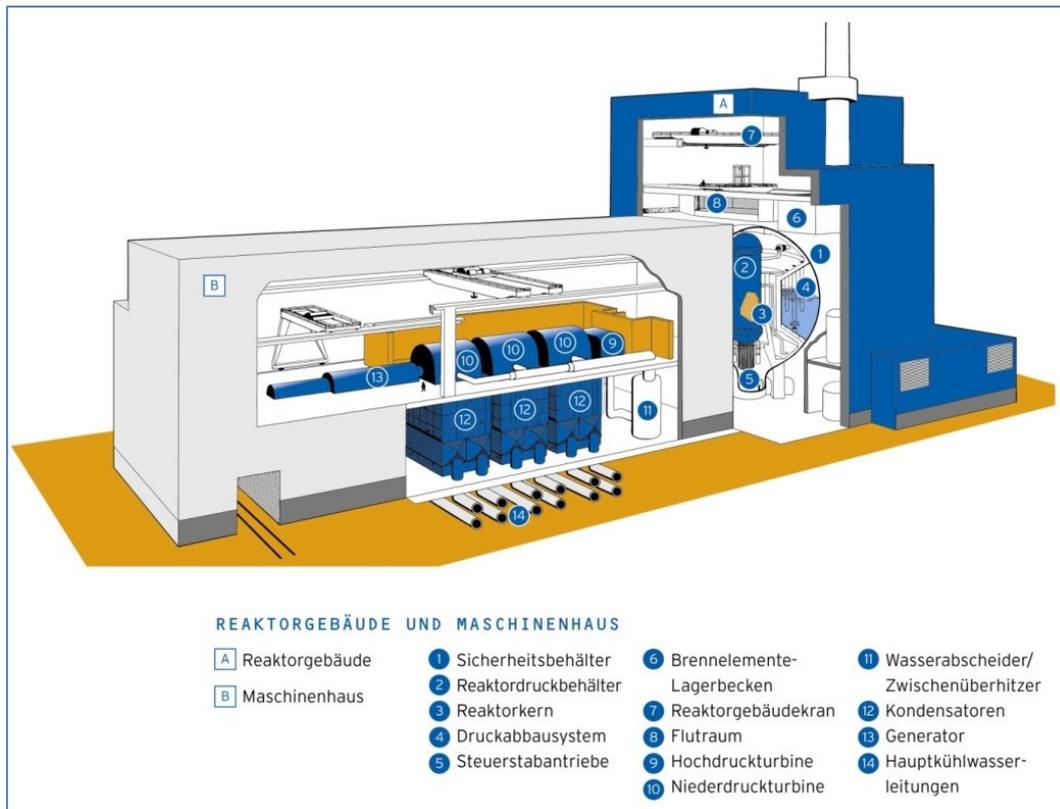


Abbildung 4: Schnittbild zentrale Gebäude des Kernkraftwerks Krümmel

Das **Schaltanlagegebäude** grenzt nordöstlich an das Maschinenhaus bzw. das Reaktorgebäude, und beherbergt die Einrichtungen und Systeme zur Spannungsversorgung sowie zur Steuerung, Überwachung und Regelung des Kernkraftwerks, wie z. B. die Kraftwerkswarte.

Das **Betriebsgebäude** enthält Büro-, Labor- und Sozialräume, einen Lagerbereich sowie den Kontrollbereichszugang. Einige Teile des Gebäudes gehören zum Kontrollbereich. Hier befinden sich zum Beispiel die Heiße Umkleide, Labore und Waschwasserbehälter.

In den **Verwaltungsgebäuden** befinden sich die Büro- und Besprechungsräume. Der Zugang zum Überwachungsbereich erfolgt über das **Wachgebäude** mit Kraftfahrzeugschleuse.

Das **Feststofflager** und die **Heiße Werkstatt** befinden sich an der Südostseite des Reaktorgebäudes und verfügen jeweils über eine Transportöffnung. In diesem Gebäude sind die Umfülleinrichtung für Fässer, die Dekontaminationsbox und ein Lagerkeller (inkl. Fasslager und zwei Kavernen) untergebracht.

Im südöstlichen Teil des Betriebsgeländes befindet sich das **Standort-Zwischenlager Krümmel (SZK)**. Es dient zur Lagerung von abgebrannten Brennelementen in sogenannten CASTOR®-Behältern bis zu ihrem Abtransport an ein bundeseigenes Endlager.

Die beim Abbau angefallenen verpackten bzw. endlagergerecht konditionierten radioaktiven Abfälle werden in ein **Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und Reststoffe (LasmAaZ)** auf dem Betriebsgelände verbracht und dort bis zur ihrer Ablieferung an ein Bundesendlager gelagert.

Ausgangszustand für den Abbau der Anlage KKK

Der Ausgangszustand der Anlage KKK zum Zeitpunkt der Erteilung der beantragten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung ist durch folgende wesentliche Merkmale gekennzeichnet:

- Es befinden sich keine Brennelemente in der Anlage, ggf. sind noch bis zu 200 Sonderbrennstäbe vorhanden.
- Radioaktive Stoffe werden nicht mehr neu gebildet.
- Die kurzlebigen Radionuklide sind seit der Abschaltung abgeklungen.
- In den noch betriebenen Systemen treten keine hohen Drücke und Temperaturen auf.
- Aufgrund der durchgeführten Dekontaminationsmaßnahmen ist ein Großteil der in den Systemen befindlichen Kontamination entfernt.
- Ein wesentlicher Teil der Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten im Kontrollbereich ist nicht oder nur geringfügig kontaminiert.

Sollten die Sonderbrennstäbe nicht bereits im längerfristigen Stillstandsbetrieb abtransportiert werden können, erfolgt deren Auslagerung (Gesamtaktivität ca. 10^{15} Becquerel) in Transport- und Lagerbehälter sowie die anschließende Einlagerung in das Standort-Zwischenlager zu Beginn des Abbaus. Dadurch wird die Aktivität der Anlage weiter reduziert.

Nach Abtransport der Sonderbrennstäbe beträgt das beim Abbau zu beseitigende Aktivitätsinventar $< 1 \times 10^{17}$ Becquerel. Davon liegt der überwiegende Teil als Aktivierung vor. Die Radioaktivität ist hauptsächlich in den Materialien des Reaktor Druckbehälters (RDB), in den RDB-Einbauten und im Biologischen Schild fest eingebunden und somit nicht direkt freisetzbar. Ein kleiner Teil des Aktivitätsinventars liegt als Kontamination vor und befindet sich überwiegend auf den inneren Oberflächen der Anlagenteile.

Radiologische Vorbelastung

Die radiologische Vorbelastung beschreibt die aus dem Betrieb anderer kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen resultierende Strahlenexposition, die zur Strahlenexposition der Anlage KKK beitragen kann.

Eine radiologische Vorbelastung ist aus der Ableitung radioaktiver Stoffe über die Luft und das Wasser der Kernkraftwerke Brokdorf, Stade (im Abbau), dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht sowie dem Kernkraftwerk Brunsbüttel anzunehmen. Zur Abschätzung weiterer möglicher Vorbelastung durch zum Beispiel Krankenhäuser oder Forschungsinstitute wird, der Empfehlung der Strahlenschutzkommission folgend, ersatzweise die potentielle Strahlenexposition durch Radionuklidausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin berechnet.

Vorhandene Zwischenlager werden nicht betrachtet, da von diesen keine Emissionen über den Luft- und Wasserpfad ausgehen. Dies gilt ebenso für die Landessammelstelle für radioaktive Abfälle am Helmholtz-Zentrum Geesthacht. Die Höhe der Strahlenbelastung wird am Standort des KKK und in seiner näheren Umgebung durch Umgebungsüberwachungsprogramme gemäß der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen ermittelt.

3. Stilllegung und Abbau

Vorliegende Erfahrungen

In Deutschland wurde bereits eine Vielzahl kerntechnischer Anlagen stillgelegt. Einige davon befinden sich im sicheren Einschluss und mehrere Anlagen wurden bereits vollständig abgebaut.

Für das Kernkraftwerk Krümmel ist ein durchgängiger Abbau ohne einen zeitlich vorlaufenden sicheren Einschluss vorgesehen. Diese Vorgehensweise bietet folgende Vorteile:

- Vorhandene Systeme, Anlagen, Komponenten und Hilfsmittel können zu Beginn des Abbaus noch sinnvoll eingesetzt werden.
- Erfahrene Mitarbeiter mit Anlagenkenntnissen stehen noch ausreichend zur Verfügung.
- Eine beträchtliche Zahl von Arbeitsplätzen bleibt erhalten.
- Es ist kein Personal für den späteren Abbau vorzuhalten.
- Die Anlage kann frühzeitig aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen werden.

Die Erfahrungen aus dem Abbau anderer Kernkraftwerke, wie z. B. Gundremmingen, Würgassen, Stade und Obrigheim, sind auf die Anlage KKK übertragbar. Der Abbau kann nach den vorliegenden Kenntnissen und Erfahrungen mit den vorhandenen technischen Verfahren und Einrichtungen durchgeführt werden. Die abgeschlossenen und die noch laufenden Abbauprojekte zeigen, dass der Abbau eines Kernkraftwerks ohne Risiken für die Bevölkerung, die Umwelt und das Personal sowie unter Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben durchgeführt werden kann.

Nach Inanspruchnahme der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung wird mit der Durchführung von Abbaumaßnahmen in der Anlage begonnen. Die insgesamt durchzuführenden Maßnahmen werden in mindestens einer atomrechtlichen Genehmigung beantragt. Nach der Entlassung des Kernkraftwerks Krümmel aus der atomrechtlichen Überwachung können die Gebäude der Anlage abgerissen werden, soweit sie nicht einer Nachnutzung zugeführt werden.

Abbaukonzept

Der Abbau des Kernkraftwerks Krümmel umfasst:

- Anpassung der zur Einhaltung der Schutzziele und zur Arbeitssicherheit erforderlichen Restbetriebssysteme an die Erfordernisse des Abbaus bzw. deren Ersatz durch neue Systeme.
- Abbau von nicht mehr benötigten kontaminierten sowie aktivierten Systemen und Anlagenteilen, die im Kontroll- und Überwachungsbereich angeordnet sind.
- Dekontamination verbliebener Einrichtungen.
- Restfreiräumen sowie Dekontamination und Freigabe von Gebäuden und, falls erforderlich, von Bodenflächen oder deren Herausgabe gemäß BMUB-Stilllegungsleitfaden.
- Danach Entlassung der Anlage KKK aus der atomrechtlichen Überwachung.

Der potentielle konventionelle Abriss der Gebäude, soweit diese nicht einer Nachnutzung zugeführt werden, erfolgt im Rahmen der Phase des Abrisses der Gebäude nach Maßgabe des dafür gültigen Rechts.

Abbaugrundsätze

Durch die Planung der einzelnen Abbaumaßnahmen wird sichergestellt, dass:

- die Sicherheit der Bevölkerung und des Personals stets gewährleistet ist,
- einzelne Abbaumaßnahmen sich nicht gegenseitig verhindern bzw. erschweren,
- die Strahlenexposition des Demontagepersonals und der Austrag radioaktiver Stoffe in die Raumluft möglichst gering gehalten wird und
- der Anfall radioaktiver Reststoffe sowie konventioneller Abfälle reduziert wird.

Beim Abbau wird darauf geachtet, dass Anlagenteile, die später noch benötigt werden, nicht zu früh abgebaut werden bzw. Anlagenteile, die den Abbau anderer Teile behindern, zuerst abgebaut werden.

Infrastruktur

Für die Durchführung der Abbaumaßnahmen ist es notwendig, die noch aus dem Leistungsbetrieb vorhandenen Infrastruktursysteme anzupassen oder durch neue, temporäre Ersatzsysteme zu ersetzen, um die Originalinfrastruktur ebenfalls abbauen zu können. Bei den Ersatzsystemen kann es sich auch um außerhalb des Kontrollbereichs errichtete Versorgungs- und Überwachungssysteme handeln. Sie sind auf die Anforderungen des Abbaus zugeschnitten und ermöglichen eine optimale Durchführung der gesamten Abbaumaßnahmen in der Anlage KKK. Die wesentlichen Aufgaben der Infrastruktur im Abbau sind:

- die Be- und Entlüftung des Kontrollbereichs,
- die Sammlung und Reinigung von Abwässern aus dem Kontrollbereich,
- die Stromversorgung sowie
- die Sicherstellung der sonstigen Infrastruktur, wie Brandschutz-, Strahlenschutz- und Kommunikationseinrichtungen.

Die sicherheitstechnischen Anforderungen der Infrastruktur im Abbau erfüllen die für den Abbau der Anlage KKK noch geltenden Schutzziele „Begrenzung der Strahlenexposition“ und „sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe“. Nach Abschluss des Abbaus der Anlagenteile des KKK wird diese Ersatz-Infrastruktur ebenfalls sukzessive stillgesetzt und danach zurückgebaut.

Abbauverfahren und Geräte

Für die Demontage von Anlagenteilen, sowie die Zerlegung und Dekontamination abgebauter Anlagenteile stehen eine Vielzahl erprobter Verfahren und Geräte zur Verfügung. Für die jeweilige Aufgabe wird unter Berücksichtigung folgender Auswahlkriterien das optimale Verfahren ausgewählt:

- Arbeitssicherheit,
- Strahlenexposition für das Personal,
- Rückhaltung von Aktivität,
- Betriebsbewährung,
- Produktion von Sekundärabfall,
- Effizienz,

- Platzbedarf,
- Logistik- und Transportanforderungen und
- Wirtschaftlichkeit.

Für den Abbau von kontaminierten Komponenten kommen grundsätzlich zwei verschiedene Vorgehensweisen in Frage:

- a) Die Zerlegung und Bearbeitung der Komponenten vor Ort.
- b) Der Ausbau der Komponenten im Ganzen oder in Teilen mit anschließender Bearbeitung in der Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtung im Maschinenhaus oder in anderen Teilen des Kontrollbereichs.

Die bevorzugte Variante ist der Ausbau der Komponenten im Ganzen oder mit einer Vorzerlegung in Teilen, sodass diese zeitlich begrenzt auf geplanten Stauflächen für die Bearbeitung bereitgestellt werden können. In Ausnahmefällen soll eine externe Bearbeitung bei einem Dienstleister erfolgen.

Aktiviere Komponenten werden teilweise unter Wasser zerlegt.

Zu Beginn des Abbaus wird zunächst die Anlage für den Abbau vorbereitet. Hierfür wird die Infrastruktur an die Erfordernisse des Abbaus und der Reststoffbearbeitung angepasst. Zudem werden logistische Abbauvoraussetzungen geschaffen (z.B. Transportwege, Materialschleusen, Stau- und Pufferlagerflächen) sowie die Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtungen, die sich überwiegend in Maschinenhaus befinden, errichtet und in Betrieb genommen.

Zunächst sollen insbesondere kontaminierte Anlagenteile im Maschinenhaus und im Reaktorgebäude sowie die aktivierten Einbauten des Reaktordruckbehälters abgebaut werden.

Die Versorgungssysteme bleiben solange weiter in Betrieb, bis sie nicht mehr benötigt, angepasst bzw. durch Ersatzsysteme ersetzt oder abgebaut werden. Im Laufe des Abbaus übernimmt eine neue, temporäre Infrastruktur die notwendigen Aufgaben. Hiermit wird ein rückwirkungsfreier Abbau der restlichen Anlagenteile und Komponenten ermöglicht und gleichzeitig werden weiterhin alle sicherheitstechnisch notwendigen Anforderungen erfüllt.

Abbildung 6 zeigt eine schematische Darstellung der Hauptkomponenten im Reaktorgebäude. Hier werden zunächst der obere Teil des Sicherheitsbehälters sowie der Deckel des Reaktordruckbehälters entfernt. Ebenso werden

- Rohrleitungen mit den Armaturen, Konsolen und Halterungen,
- Wärmetauscher und Pumpen,
- die Brennelementwechsellmaschine,
- die Abschirmriegel und
- der Ventingbehälter

abgebaut.

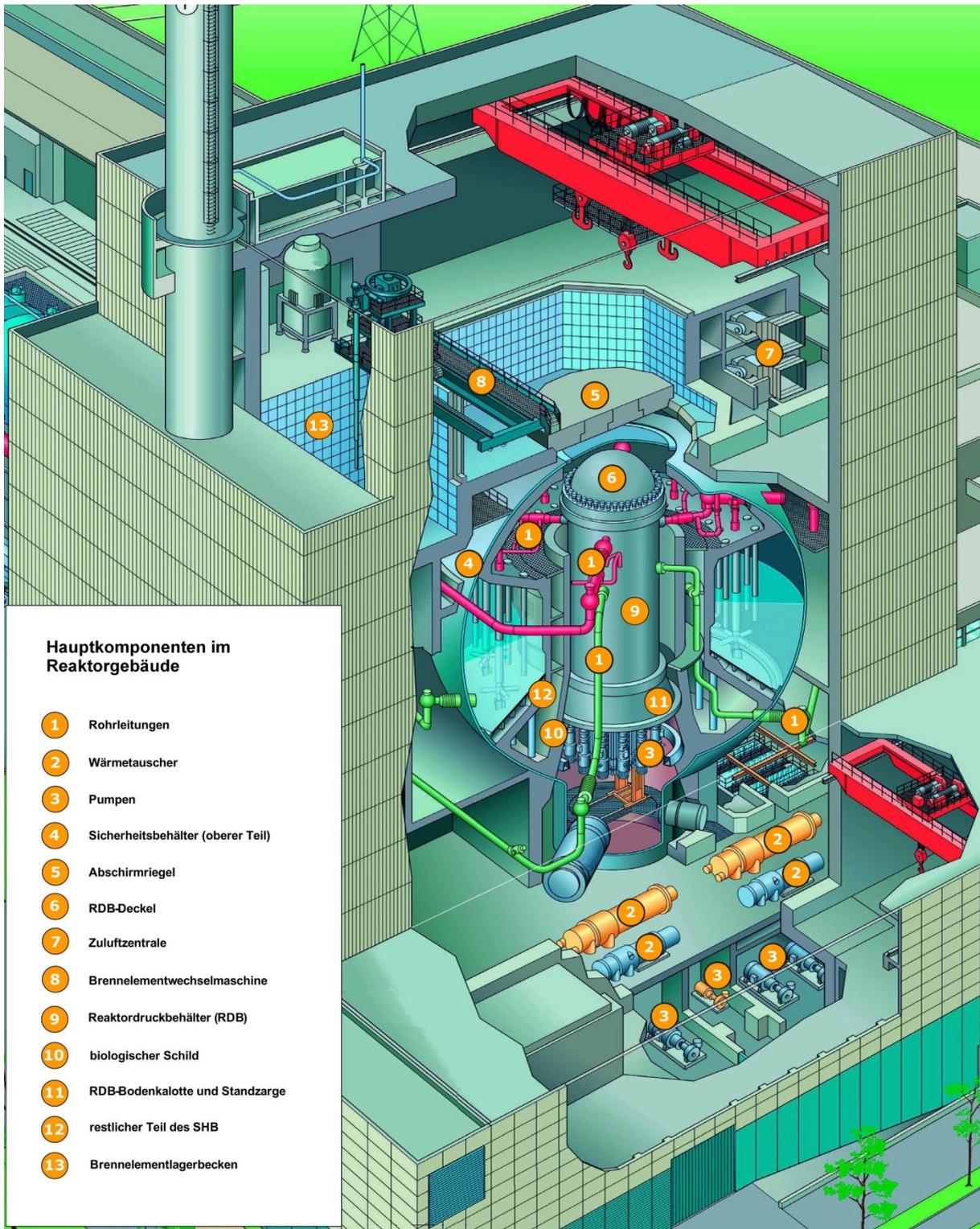


Abbildung 6: Reaktorgebäude – schematische Darstellung mit Zuordnung der Hauptkomponenten

Die Einbauten des Reaktordruckbehälters werden im Reaktorgebäude, wenn aus Strahlenschutzgründen notwendig, unter Wasser abgebaut und zerlegt. Die aktivierten Teile werden direkt vor Ort in Behälter mit ausreichender Abschirmung verpackt und im geplanten LasmAaZ bis zur Ablieferung an das Endlager des Bundes zwischengelagert.

Weiterhin werden der RDB-Mantel und die Bodenkalotte sowie der Sumpf des Sicherheitsbehälters und der Biologische Schild abgebaut. Die Rohrleitungen und Anlagenteile der verbliebenen Systeme, wie z. B. die Lüftungsanlage, werden bis auf die benötigte Infrastruktur demontiert.

Für die Zerlegung des Reaktordruckbehälters sind verschiedene Varianten möglich. Vorzugsweise erfolgt die Vorzerlegung in Einbaulage und die Nachzerlegung auf einem Nachzerlegeplatz. Die Zerlegeteile werden in Abhängigkeit vom Grad der Aktivierung entweder vor Ort endlagerfertig verpackt und in das geplante LasmAaZ verbracht oder in Behältern zur weiteren Bearbeitung in die Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtung bzw. zu eingerichteten Staufflächen im Kontrollbereich transportiert.

Der Abbau des Biologischen Schildes kann durch eine Vorzerlegung in transportfähige Segmente mit anschließender Nachzerlegung an einem anderen geeigneten Ort im Kontrollbereich der Anlage bzw. in der Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtung erfolgen. Die Nachzerlegung und Konditionierung kann auch bei einem externen Dienstleister durchgeführt werden. Als weitere mögliche Variante ist die vollständige Zerlegung des Biologischen Schildes in Einbaulage denkbar.

Parallel zu den Abbauarbeiten im Reaktorgebäude soll damit begonnen werden, Großkomponenten im Maschinenhaus zu demontieren: beispielsweise die Turbine, den Kondensator, die Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer, den Speisewasserbehälter und weitere Wärmetauscher. Ebenso sollen Rohrleitungen, Pumpen und Armaturen entfernt werden. Weitere Abbaumaßnahmen finden auf allen Ebenen des Maschinenhauses statt. Vorzugsweise werden die restlichen Rohrleitungen und Anlagenteile Raum für Raum demontiert. Darüber hinaus wird der Rückzug aus den Räumen des Kontrollbereichs vorangetrieben. Der vollständige Abbau der Komponenten im Maschinenhaus wird mit dem Restfreiräumen der Anlage abgeschlossen.

Auch im Überwachungsbereich sind Abbaumaßnahmen vorgesehen.

Im weiteren Verlauf des Abbaus werden alle restlichen Abbaumaßnahmen, die noch erforderlich sind, bis die radioaktiven Stoffe aus den Gebäuden und dem Überwachungsbereich des KKK beseitigt sind, durchgeführt. Dies beinhaltet insbesondere auch:

- die Dekontamination von in den Gebäuden verbliebenen Einrichtungen und der Gebäudestrukturen im Kontrollbereich,
- den Abbau aller restlichen kontaminierten und/oder aktivierten Anlagenteile,
- den Abbau der verbliebenen Infrastruktur,
- das Restfreiräumen der Anlage sowie
- die Freigabe bzw. Herausgabe der verbliebenen Einbauten, der Gebäudestrukturen und ggf. von Bodenflächen des Betriebsgeländes gemäß § 29 Strahlenschutzverordnung.

Spätestens nach Abschluss der Rückzugsschritte ist die Entlassung aus dem Atomgesetz vorgesehen.

Abbauprodukte

Der Großteil der zum Abbau vorgesehenen Anlagenteile ist auf Grund der Betriebsgeschichte nur schwach kontaminiert. Der Abbau der kontaminierten Anlagenteile wird manuell vor Ort mit industrieerprobten Verfahren und Geräten durchgeführt. Die abgebauten Anlagenteile sollen zur Bearbeitung, d.h. Zerlegung, Dekontamination und Freimessung, in die Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtung verbracht werden. Nicht kontaminierte oder aktivierte Anlagenteile können jederzeit während des Abbaus der Anlage freigemessen und entsprechend den Regelungen der Strahlenschutzverordnung als nicht radioaktive Stoffe aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen bzw. herausgegeben und abgegeben werden.

Eine Vielzahl der Anlagenteile kann in den konventionellen Stoffkreislauf zurückgeführt werden. Die bei der Bearbeitung anfallenden radioaktiven Abfälle werden bis zu ihrer Ablieferung an das Bundesendlager in dem geplanten Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und Reststoffe (LasmAaZ) zwischengelagert.

Zeitlicher Ablauf

Der längerfristige Stillstandsbetrieb oder ggf. der Nachbetrieb endet spätestens mit der Erteilung und Inanspruchnahme der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung, die in 2020 erwartet wird. Die Abbaumaßnahmen im sogenannten Restbetrieb der Anlage werden voraussichtlich einen Zeitraum von bis zu 15 Jahren umfassen. Bis zum endgültigen Abriss der Gebäude werden zusätzlich 2-3 Jahre veranschlagt.

Am Standort werden ggf. das Standort-Zwischenlager Krümmel und das geplante Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und Reststoffe entsprechend der gültigen Anforderungen weiterbetrieben.

4. Anfallende Reststoffe

Beschreibung der anfallenden Reststoffe

Die Anlage KKK hat eine Gesamtmasse von ca. 541.000 Mg. Davon entfällt der überwiegende Teil auf Gebäude und Einrichtungen außerhalb des Kontrollbereichs. Der größte Teil der dort beim Abbau von Anlagenteilen anfallenden Reststoffe ist weder kontaminiert noch aktiviert. Diese Stoffe können ohne formalen Freigabebescheid nach § 29 Strahlenschutzverordnung dem Regelungsbereich des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes zugeführt oder an Dritte weitergegeben werden.

Ebenso können die Gebäude und Einrichtungen des Kontrollbereichs nach einer ggf. erforderlichen Dekontamination meist als nicht radioaktiv eingestuft werden. Ein Großteil der beim Abbau von Anlagenteilen anfallenden radioaktiven Reststoffe kann durch die Anwendung geeigneter Bearbeitungsverfahren

- in der Anlage KKK (z.B. Dekontamination durch Abwischen) oder
- in der Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtung (z.B. Dekontamination mit Hochdruckstrahlverfahren)

freigegeben werden.

Etwa 1 Prozent der Gesamtmasse des KKK unterliegt der Freigabe zur Beseitigung. Lediglich weitere ca. 1,5 Prozent der abgebauten Anlagenteile müssen voraussichtlich als radioaktiver Abfall geordnet in ein bundeseigenes Endlager verbracht werden (Abbildung 7).

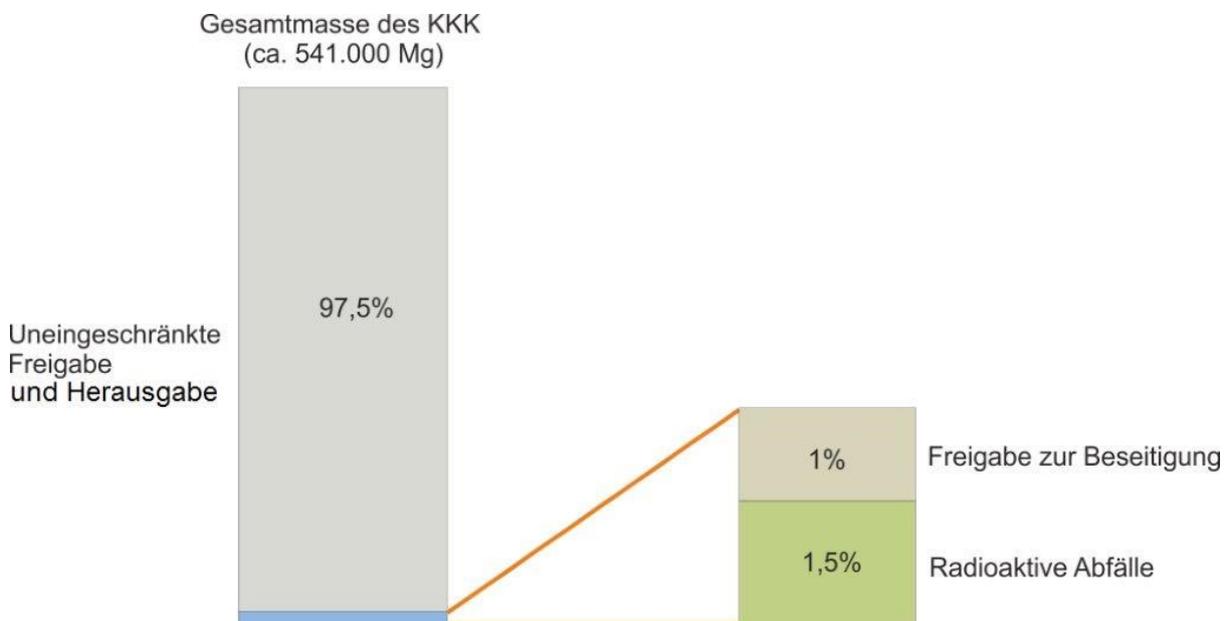


Abbildung 7: Prozentuale Aufteilung der Gesamtmasse des Kernkraftwerks Krümmel

Maßnahmen zur Vermeidung von radioaktiven Reststoffen

Beim Abbau der Anlage KKK wird das Ziel verfolgt, den Anfall zusätzlicher radioaktiver Reststoffe zu vermeiden. Dies wird u.a. durch die Auswahl geeigneter Einrichtungen und Geräte zur Durchführung der Abbaumaßnahmen und durch das Vermeiden des Einbringens von nicht benötigten Materialien, wie z.B. Verpackungen, in den Kontrollbereich erreicht.

Maßnahmen zur Reduzierung von radioaktiven Abfällen

Beim Abbau wird weiterhin das Ziel verfolgt, den zusätzlichen Anfall radioaktiver Abfälle so gering wie möglich zu halten. Folgende Maßnahmen können sowohl zur Vermeidung, als auch zur Reduzierung des radioaktiven Abfallvolumens angewendet werden:

- Bei der Demontage und der Zerlegung aktivierter und kontaminierter Anlagenteile werden Techniken mit möglichst geringen Aktivitätsfreisetzungen angewendet.
- Während der Durchführung der Abbautätigkeiten werden die unterschiedlichen Reststoffe am Entstehungsort gezielt gesammelt.
- Kontaminierte Anlagenteile werden, soweit sinnvoll, dekontaminiert, um sie anschließend möglichst gemäß § 29 Strahlenschutzverordnung freigegeben zu können.
- Durch die Anwendung bewährter Behandlungsverfahren für radioaktive Abfälle wird das Abfallvolumen reduziert.

Herausgabe von kontaminationsfreien Stoffen, beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen und Anlagenteilen

Stoffe, bewegliche Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen und Anlagenteile, bei denen eine Kontamination ausgeschlossen werden kann, können nach Durchlaufen eines Auswahl- und Prüfverfahrens ohne formalen Freigabebescheid gemäß § 29 Strahlenschutzverordnung dem konventionellen Stoffkreislauf zugeführt oder an Dritte weitergegeben werden.

Im Rahmen des Auswahlverfahrens wird geprüft, ob folgende Kriterien erfüllt sind:

- Die Stoffe, beweglichen Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile befanden sich zu keinem Zeitpunkt innerhalb des Kontrollbereichs. Gebäude und Bodenflächen waren zu keinem Zeitpunkt Bestandteil eines Kontrollbereichs, in dem mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wurde.
- Eine Aktivierung kann sicher ausgeschlossen werden.
- Eine Kontamination kann aufgrund der Betriebsgeschichte sicher ausgeschlossen werden.

Im Rahmen des anschließenden Prüfverfahrens werden zur Beweissicherung Plausibilitätsbetrachtungen und Kontrollmessungen (Stichproben) durchgeführt.

Bearbeitung der anfallenden radioaktiven Reststoffe

Die Bearbeitung der beim Abbau anfallenden radioaktiven Reststoffe erfolgt grundsätzlich in der Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtung. Ein Teil der radioaktiven Reststoffe kann mit den in der Anlage KKK vorhandenen Einrichtungen dekontaminiert und einer Freigabe zugeführt werden. Die Bearbeitung kann auch in externen Einrichtungen erfolgen.

Freigabeverfahren

Die Freigabe radioaktiver Reststoffe, Gebäude und Bodenflächen erfolgt nach § 29 Strahlenschutzverordnung in einem gesonderten Bescheid der atomrechtlichen Aufsichts- und Genehmigungsbehörde von Schleswig-Holstein. Darin wird das Vorgehen im Einzelnen geregelt. Radioaktive Reststoffe, die während des Abbaus anfallen, werden zur Bearbeitung und Freimessung mit Freimesseinrichtungen in die Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtung transportiert.

Direkt in der Anlage KKK freigemessene Anlagenteile werden nach Feststellung der Freigabe von der Anlage KKK abtransportiert. Die Freigabe der Gebäude des Kontrollbereichs erfolgt nach Abschluss der Dekontaminationsmaßnahmen.

5. Behandlung, Lagerung und Verbleib der radioaktiven Abfälle

Allgemeines

Aus dem Abbau der Anlage KKK werden bis zu 8.000 Mg radioaktive Abfälle erwartet. Da zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht abzusehen ist, wann das bundeseigene Endlager zur Verfügung steht, soll für diese Abfälle ein Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und Reststoffe (LasmAaZ) auf dem Betriebsgelände in Betrieb genommen werden.

Für die Behandlung der radioaktiven Abfälle des KKK sowie in den Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtungen werden bewährte Standardverfahren eingesetzt, dies sind unter anderem Hochdruckverpressung und Trocknung.

Im Einzelfall erfolgt zur Vermeidung unnötiger Strahlenexposition des Personals die Bearbeitung der radioaktiven Reststoffe nur so weit, dass eine längerfristige Zwischenlagerung möglich ist, bzw. die radioaktiven Abfälle später ohne erheblichen Aufwand zu der dann aktuell geforderten, endlagergerechten Form konditioniert werden können.

Zur zeitlich begrenzten Lagerung von unkonditionierten Abfällen oder Zwischenprodukten, vor oder während der Abfallbehandlung, werden Stau- und Pufferlagerflächen eingerichtet.

Die erzeugten Abfallprodukte werden in Abfallbehälter verpackt. Als Abfallbehälter werden z. B. qualifizierte Stahlblechcontainer und Gussbehälter verwendet.

Bei der Behandlung und Verpackung der radioaktiven Abfälle wird durch qualitätssichernde Maßnahmen gewährleistet, dass die festgelegten sicherheitstechnischen Anforderungen bei den entstehenden Abfallgebinden eingehalten werden. Die radioaktiven Abfälle und die radioaktiven Reststoffe werden entsprechend ihrem jeweiligen Zustand kontinuierlich erfasst und dokumentiert.

Über die Stau- und Pufferlagerflächen hinaus werden für den Abbau des KKK temporäre Stellflächen benötigt. Diese Stellflächen können im Überwachungsbereich und auf dem Betriebsgelände eingerichtet werden. Auf ihnen dürfen nicht-radioaktive sowie freigemessene und freigegebene Reststoffe abgestellt werden. Auf Stellflächen auf dem Betriebsgelände außerhalb des Überwachungsbereichs dürfen nur nicht-radioaktive bzw. freigegebene Reststoffe abgestellt werden.

Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und Reststoffe (LasmAaZ)

Das geplante Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und Reststoffe ist für die Zwischenlagerung der beim Abbau der Anlage KKK anfallenden radioaktiven Abfälle und Reststoffe ausgelegt. Die geplante Lagerkapazität ist für Betriebsabfälle und die insgesamt erwarteten radioaktiven Abfälle aus dem Abbau der Anlage ausreichend bemessen.

6. Sicherheitsbetrachtung

Zu Beginn des Abbaus sind die Brennelemente aus der Anlage entfernt. Es befinden sich dort ggf. noch bis zu 200 Sonderbrennstäbe, für die keine Systeme zur Nachwärmeabfuhr erforderlich sind. Zu diesem Zeitpunkt ist das Aktivitätspotenzial gegenüber dem Leistungsbetrieb schon um ca. 99 Prozent reduziert.

Zur Beurteilung der ausreichenden Vorsorge gegen Störfallauswirkungen wurden Ereignisabläufe beim Abbau, die sicherheitstechnisch bedeutsam sein können, unter Berücksichtigung des „Leitfadens zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 Atomgesetz“, den „Empfehlungen der Entsorgungskommission (Leitlinien zur Stilllegung kern-technischer Anlagen)“ sowie den Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke analysiert. Demnach sind folgende Ereignisse für den Restbetrieb der Anlage zu betrachten:

Einwirkungen von innen:

- Anlageninterner Brand
- Leckage von Behältern
- Anlageninterne Überflutung
- Komponentenversagen
- Absturz von Lasten
- Ereignisse bei Transportvorgängen
- Wechselwirkung mit anderen Anlagen am Standort
- Anlageninterne Explosionen
- Chemische Einwirkungen
- Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen

Einwirkungen von außen:

a) Naturbedingte Einwirkungen, z.B.:

- Extreme meteorologische Bedingungen
- Hochwasser
- Biologische Einwirkungen
- Waldbrände
- Erdbeben

b) Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen, z.B.:

- Flugzeugabsturz
- Anlagenexterne Explosion
- Eindringen gefährlicher Stoffe

- Anlagenexterner Brand

Befinden sich während des Stilllegungsverfahrens noch Sonderbrennstäbe in der Anlage, so ist zusätzlich folgendes Ereignis relevant:

- Ereignisse bei Handhabung und Lagerung von Sonderbrennstäben.

Für die Untersuchung der Störfallfolgen wurden die sicherheitstechnisch bedeutenden Ereignisse betrachtet. Als abdeckendes Ereignis hinsichtlich der radiologischen Folgen in der Umgebung wurde der Absturz eines Lagerfasses mit Filterkonzentraten beim Handhaben oder Verpacken im Feststofflager ermittelt. Die unter konservativen Annahmen ermittelte potentielle Strahlenexposition in der Umgebung kann max. 0,7 mSv für die in diesem Fall am höchsten belastete Altersgruppe betragen. Der errechnete Dosiswert für dieses Ereignis liegt weit unterhalb des Grenzwertes von 50 mSv. Die Strahlenexposition aller weiteren betrachteten Ereignisabläufe unterschreitet diesen Grenzwert noch deutlicher.

Bei den Ereignissen „Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen“, „Absturz von Lasten“, „Anlageninterner Brand“ sowie „Anlageninterne Überflutung“ sind keine unzulässigen radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung zu besorgen. Darüber hinaus ist die Anlage KKK gegen naturbedingte Einwirkungen von außen wie Wind, äußerer Brand, Blitzschlag sowie Hochwasser ausgelegt. Für zivilisatorische Ereignisse wurde gezeigt, dass die Eingreifrichtwerte des Katastrophenschutzes nicht erreicht werden. Zum Schutz gegen Einwirkungen Dritter, wie z. B. Sabotage, sind die erforderlichen bautechnischen und organisatorischen Maßnahmen getroffen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die gemäß den Vorgaben zu untersuchenden Ereignisabläufe allenfalls Werte für die Strahlenexposition in der Umgebung erwarten lassen, die um mehr als eine Größenordnung unterhalb des Störfallplanungswertes der Strahlenschutzverordnung liegen. Bei keinen der für den Restbetrieb und den Abbau des KKK betrachteten möglichen Ereignisabläufen sind Strahlenexpositionen in der Umgebung zu erwarten, die den Störfallplanungswert von 50 mSv auch nur annähernd erreichen. Damit sind die Forderungen der Strahlenschutzverordnung zur Begrenzung der Strahlenexposition als Folge von Störfällen beim Abbau der Anlage KKK erfüllt und die gesetzlich vorgegebenen Maximalwerte der Strahlenexposition für den Abbau der Anlage KKK in jedem Fall deutlich unterschritten.

7. Strahlenexposition in der Umgebung

Schutzziele

Für den Abbau der Anlage KKK sind nach dem Abtransport der Brennelemente und Sonderbrennstäbe gemäß kerntechnischem Regelwerk noch die Schutzziele:

- „sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe“
- „Begrenzung der Strahlenexposition“

sicherzustellen.

Dies wird durch die vorhandene Infrastruktur bzw. durch die Infrastruktur im Abbau sowie durch die geplante Durchführung des Abbaus gewährleistet. So werden z. B. folgende Vorkehrungen getroffen:

- Durch die Lüftungstechnischen Anlagen wird in den Gebäuden des Kontrollbereichs ein Unterdruck gegenüber der Außenluft erzeugt. So ist jederzeit eine gerichtete Luftströmung zur Filterung der Raumluft sicher gestellt.
- Die Aktivität der Raumluft und die Filteranlagen des Fortluftkamins werden ständig überwacht.
- Bei Gefahr erhöhter Aktivitätsfreisetzungen in die Raumluft werden zusätzlich Einhausungen mit mobilen Filteranlagen eingesetzt.
- Bei gravierenden Störungen im Betriebsablauf werden die Abbauarbeiten eingestellt.
- Eine Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Wasser oberhalb der genehmigten Werte wird durch eine Messung verhindert.
- Die Probenahmen, Bilanzierungsumfänge, Beweissicherungsmaßnahmen und Dokumentation der Messergebnisse sind so angelegt, dass ein lückenloser Nachweis der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser und der Luft erfolgt.

Antragswerte für Ableitungen radioaktiver Stoffe

Beim Abbau von Anlagenteilen können innerhalb der Anlage KKK radioaktive Stoffe in die Raumluft freigesetzt werden. Diese werden durch zahlreiche Maßnahmen weitestgehend in der Anlage KKK zurückgehalten. Ein geringer Anteil der radioaktiven Stoffe muss trotz der wirksamen Rückhalteverfahren kontrolliert über dafür vorgesehene Pfade abgeleitet werden.

Für den Abbau werden die folgenden Werte für die Ableitung radioaktiver Stoffe beantragt.

Werte für zulässige Ableitungen mit der Luft über den Fortluftkamin:

Radioaktive Gase

Gesamtabgabe pro Jahr	$4,5 \times 10^{13}$ Becquerel
Abgabe innerhalb von 2 Quartalen	$2,3 \times 10^{13}$ Becquerel

Radioaktive Aerosole

Gesamtabgabe pro Jahr	$1,5 \times 10^{10}$ Becquerel
Abgabe in 180 aufeinanderfolgenden Tagen	$7,4 \times 10^9$ Becquerel
Abgabe an einem Tag	$1,5 \times 10^8$ Becquerel

Diese Ableitungswerte können während des Restbetriebs ggf. infolge sich ändernder Randbedingungen angepasst werden. Dies kann beispielsweise beim Ersatz des bestehenden Lüftungssystems durch eine neue, temporäre Lüftungsanlage mit einem neuen Fortluftkamin der Fall sein.

Werte für zulässige Ableitungen mit dem Abwasser in die Elbe:

Die Werte für die Ableitungen mit dem Abwasser werden gemäß den Regelungen der jeweils gültigen wasserrechtlichen Erlaubnis angepasst.

Radiologische Auswirkungen durch die Ableitung radioaktiver Stoffe

Die Strahlenexposition in der Umgebung wird jeweils für die ungünstigste Einwirkungsstelle berechnet. Die ungünstigste Einwirkungsstelle ist eine Stelle in der Umgebung, bei der auf Grund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umwelt unter Berücksichtigung realer Nutzungsmöglichkeiten durch Aufenthalt und durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Strahlenexposition für eine Referenzperson zu erwarten ist.

Für die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus der Anlage KKK beträgt die höchste effektive Dosis am Standort ca. 0,058 mSv im Kalenderjahr für die am stärksten exponierte Altersgruppe an der ungünstigsten Einwirkungsstelle. Davon entfallen 0,0479 mSv auf Emissionen durch die Zwischenlagerung im geplanten LasmAaZ.

Für die Ableitungen mit dem Abwasser ergibt sich ein maximaler Wert für die effektive Dosis von ca. 0,141 mSv pro Jahr für die am stärksten betroffene Altersgruppe. Für diesen Wert ist die Vorbelastung am Standort der Anlage mit berücksichtigt worden.

Die berechneten Dosiswerte liegen jeweils weit unterhalb des Grenzwertes von 0,3 mSv im Jahr für die effektive Dosis gemäß § 47 Strahlenschutzverordnung. Im Vergleich hierzu liegt die natürliche Strahlenexposition in Deutschland bei ca. 2,1 mSv/a.

Aus dem Umgang mit radioaktiven Reststoffen in der Reststoffbearbeitungs- und Abfallbehandlungseinrichtung, in den Kontrollbereichsräumen der Anlage KKK sowie aus Transporten und aus der Pufferlagerung radioaktiver Reststoffe bzw. abgestellter freigemessener Reststoffe auf Stellflächen im Überwachungsbereich, aus einem LasmAaZ sowie aus dem Standort-Zwischenlager resultiert Direktstrahlung in der Umgebung.

Während des Abbaus von Anlagenteilen variiert diese örtlich und zeitlich in Abhängigkeit von den durchzuführenden Tätigkeiten. Die ungünstigste Einwirkungsstelle durch Direktstrahlung befindet sich an der Grenze des Betriebsgeländes. Es wird durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. Abschirmung, sichergestellt, dass die Direktstrahlung die Werte der Strahlenschutzverordnung an keinem Punkt an der Grenze des Betriebsgeländes überschreitet.

Die Summe der Strahlenexposition aus der Ableitung mit der Fortluft, dem Abwasser und aus der Direktstrahlung liegt unterhalb des in § 46 Strahlenschutzverordnung vorgegebenen Grenzwerts von 1 mSv pro Jahr für die effektive Dosis. Unter Berücksichtigung der Entfernung zu den nächsten bewohnten Orten sowie der realen Aufenthaltszeiten von Personen am Betriebsgelände ist die tatsächliche Strahlenexposition sehr viel kleiner als die berechneten Dosiswerte.

8. Umweltauswirkungen

Vor Erteilung der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung nach § 7 Abs. 3 Atomgesetz ist für das gesamte Vorhaben „Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerks Krümmel“, eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen.

Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung ist die Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU), die im Auftrag von KKK durchgeführt wurde. Die Umweltverträglichkeitsuntersuchung umfasst die Ermittlung, Beschreibung und Beurteilung der für die Prüfung der Zulassungsvorsetzungen bedeutsamen Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter:

- Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit,
- Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt,
- Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
- Kultur- und sonstige Sachgüter und
- Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern.

In die UVU wurden die Auswirkungen weiterer Vorhaben (z. B. die Errichtung eines LasmAaZ), die in einem unmittelbaren Zusammenhang mit der Stilllegung und dem Abbau des KKK stehen, in einer ganzheitlichen Betrachtung mit einbezogen.

Insgesamt dienen diese Schritte der Sicherstellung, dass nach dem Gesetz zur Umweltverträglichkeitsprüfung eine wirksame Umweltvorsorge getroffen ist. Die Ergebnisse der Umweltverträglichkeitsuntersuchung für das Vorhaben sind nachfolgend zusammengefasst.

Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft und dem Wasser führt zu Strahlenexpositionen, die auch unter Berücksichtigung der Vorbelastung im Nah- und Fernbereich deutlich unterhalb des Grenzwertes der Strahlenschutzverordnung von 0,3 mSv pro Jahr liegen. Der für die Bevölkerung geltende Grenzwert von 1 mSv pro Kalenderjahr wird, auch unter Berücksichtigung der Direktstrahlung (einschließlich LasmAaZ und Pufferlagerung), unterschritten.

Die Untersuchung möglicher Ereignisse, die zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung führen könnten, ergab, dass bei allen Ereignissen der Störfallplanungswert von 50 mSv der Strahlenschutzverordnung weit unterschritten wird.

Der überwiegende Teil der Abbautätigkeiten wird innerhalb der Gebäude durchgeführt. Durch innerbetriebliche Transporte und durch Verladung von Material kommt es zu Transportbewegungen auf dem Betriebsgelände des Standortes KKK, die in der Regel tagsüber durchgeführt werden. Es wird davon ausgegangen, dass sich durch die Abbautätigkeiten am Standort und den vorhabenbedingten Verkehr, auch auf öffentlichen Verkehrswegen, die Immissionssituation für Schall und Luftschadstoffe im Umfeld der Anlage KKK nicht wesentlich verändert.

Auswirkungen des Vorhabens durch die Emission von Licht sind nicht zu erwarten, da sich die Beleuchtung am Standort KKK gegenüber dem Zustand während des Leistungsbetriebs der Anlage kaum ändert.

Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt

Eine Neuversiegelung von Flächen findet in einem sehr reduzierten Umfang für die Pufferlagerflächen statt. Die in Anspruch zu nehmenden Freiflächen weisen nur eine geringe Empfindlichkeit und Schutzwürdigkeit auf und unterliegen bereits jetzt hohen innerbetrieblichen Beanspruchungen. Es liegen hier auch keine naturschutzrechtlichen Ausweisungen als Naturschutz-, Landschaftsschutzgebiet oder Natura 2000-Gebiet vor.

Es wurden Kartierungen der Artengruppen Vögel, Fledermäuse und Reptilien durchgeführt. Auf dem Betriebsgelände kommen vor allem wenig störungsempfindliche, gebäudebrütende Vogelarten sowie ein Fledermausquartier vor. Für die Vogel- und Fledermausarten werden Vermeidungsmaßnahmen durchgeführt, um artenschutzrechtlich relevante Schädigungen durch die Baumaßnahmen zu verhindern.

Die Schallemissionen führen nicht zu einer erheblichen Störung von Tieren. Auch die zu Kühlzwecken durchgeführte Entnahme und Wiedereinleitung von Elbwasser sowie die Einleitung von Abwässern aus der Abwasseraufbereitung führen nicht zu Verschlechterungen der aquatischen Fauna und Flora.

Unter Berücksichtigung aller Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen kommt es durch das Vorhaben nicht zu erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen auf das Schutzgut Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt.

Boden

Von der geringen Neuversiegelung von Flächen sind Böden mit siedlungstypischen Biotoptypen mit eingeschränkt vorhandenen natürlichen Bodenfunktionen betroffen. Ausgleichs- und Kompensationsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

Erhebliche und nachteilige Auswirkungen auf das Schutzgut Boden durch Strahlenexpositionen sind auszuschließen. Die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerte werden eingehalten und stellen einen ausreichenden Schutz für das Schutzgut Boden sicher.

Nachteilige Auswirkungen des Vorhabens in Form von Beeinträchtigungen des Bodens durch Einträge von Luftschadstoffen können ebenfalls ausgeschlossen werden.

Wasser

Die im Rahmen der wasserrechtlichen Erlaubnis genehmigten Abgabewerte hinsichtlich Art und Menge der Abwässer sowie Konzentrationen und Frachten der Inhaltstoffe werden auch beim Abbau eingehalten bzw. sogar unterschritten. Auswirkungen auf die Einleitung von konventionellem Abwasser in die Elbe sind nicht zu erwarten, da keine Verschlechterung der bestehenden Situation eintritt.

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.

Luft

Die Stilllegung und der Abbau der Anlage KKK haben keine erheblich nachteiligen Auswirkungen auf das Schutzgut Luft. Emissionen von Aerosolen im Kontroll- und Überwachungsbereich der Anlage werden weitgehend durch Einhausungen und Absaugung zurückgehalten. Abbautätigkeiten auf dem Betriebsgelände, der Betrieb der Hilfskesselanlage, die Funktionsprüfungen der Notstromdieselanlagen sowie der Anliefer- und Abfuhrverkehr führen zu keinen Zusatzbelastungen der bestehenden Situation.

Klima

Die Einrichtung von Pufferlagerflächen verursacht eine geringe Veränderung der Flächengröße des bereits versiegelten Anteils am Standort. Nachteilige Auswirkungen in Form von Beeinträchtigungen des Klimas durch Veränderungen der klimatischen Bedingungen können ausgeschlossen werden.

Landschaft, Kultur und sonstige Sachgüter

Durch das Vorhaben sind keine nennenswerten negativen Auswirkungen auf die Erholungsfunktion der Landschaft und / oder auf Flächen zur Naherholung bzw. Freizeitnutzung und auf die Kulturdenkmale und Denkmalsbereiche sowie auf die Kulturlandschaft zu erwarten.

Wechselwirkungen

Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern wurden in die Umweltverträglichkeitsuntersuchung einbezogen. Wechselwirkungen der hier betrachteten Schutzgüter sind nicht zu erkennen.

Vorhabensbedingte, erhebliche Beeinträchtigungen der Schutzgüter, durch die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts spürbar gestört würden, können ebenso ausgeschlossen werden. Insgesamt sind erhebliche nachteilige Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt nicht zu erwarten. Ein Eingriff in Natur und Landschaft entsprechend Bundesnaturschutzgesetz liegt daher nicht vor.

Verfahrensalternativen

Nach Abwägung aller Randbedingungen hat sich der Inhaber der Anlage KKK für die Variante des sofortigen Abbaus gegenüber der Alternative des sicheren Einschlusses entschieden. Der sofortige Abbau weist insbesondere Vorteile bezüglich einer deutlich kürzeren Projektlaufzeit und der möglichen Nutzung der anlagenspezifischen Kenntnisse der Mitarbeiter des KKK auf.

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

GLOSSAR

Abfall, radioaktiv	Radioaktive Reststoffe, die gemäß den Bestimmungen des Atomgesetzes geordnet beseitigt werden müssen.
Abfallprodukt	Verarbeiteter radioaktiver Abfall ohne Verpackung und Abfallbehälter.
Ableitung	Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus der Anlage und den Einrichtungen des KKK auf 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).
Bearbeitung	Zerlegung, Sortierung, Sammlung, vorübergehende Lagerung und Dekontamination von radioaktiven Reststoffen sowie Aktivitätsmessungen an radioaktiven Reststoffen.
Behandlung	Verarbeitung von radioaktiven Abfällen zu Abfallprodukten (z. B. durch Kompaktieren, Verfestigen, Vergießen, Trocknen) und das Verpacken der Abfallprodukte.
Betriebsabfälle	Alle während des Leistungs-, des längerfristigen Stillstandsbetriebs und des Restbetriebs angefallenen radioaktiven Reststoffe und Abfälle sowie Betriebsmedien/ -hilfsmittel und Werkzeuge, die für den Leistungsbetrieb benötigt wurden.
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.
Dosis, effektive	Summe der gewichteten Organdosen in Geweben oder Organen des Körpers durch äußere oder innere Strahlenexposition.
Emissionen	Die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen.
Freigabe	Verwaltungsakt, der die Entlassung radioaktiver Stoffe sowie beweglicher Gegenstände, von Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen, die aktiviert oder mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind, aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes und darauf beruhender Rechtsverordnungen bewirkt.
Freimessung	Aktivitätsmessung, deren Ergebnis durch Vergleich mit den in der Strahlenschutzverordnung vorgegebenen Freigabewerten eine Entscheidung über die Freigabe des Materials ermöglicht.
Immissionen	Auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen.
Kontamination	Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen.
Kontrollbereich	Bereich, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder höhere Organdosen als 45 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.
LasmAaZ	Eigenständiges Bauwerk am Standort KKK, in dem radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung bis zu ihrem Abtransport in das Endlager des Bundes und Reststoffe zwischengelagert werden können. Dieses Bauwerk soll am Standort-Zwischenlager Krümmel errichtet werden und wird daher auch LasmAaZ genannt.
Längerfristiger Stillstandsbetrieb	Längerfristiger Stillstandsbetrieb ist der Nichtleistungsbetrieb bis zur Erklärung des Nachbetriebs oder Inanspruchnahme der ersten vollziehbaren Genehmigung nach §7 (3) Atomgesetz durch den Betreiber der Anlage KKK.

Nuklid	Ein Nuklid ist eine durch seine Protonenzahl, Neutronenzahl und seinen Energiezustand charakterisierte Atomart.
Pufferlagerfläche	Eine Pufferlagerfläche dient der Pufferlagerung im Überwachungsbereich. Eine Pufferlagerung ist eine zeitlich begrenzte Lagerung von unkonditionierten radioaktiven Reststoffen vor oder während der Reststoffbearbeitung.
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.
Radioaktive Stoffe	Stoffe, die ein Radionuklid oder ein Gemisch von mehreren Radionukliden enthalten und deren Aktivität oder spezifische Aktivität im Zusammenhang mit der Kernenergie oder dem Strahlenschutz nach den Regelungen des Atomgesetzes oder einer auf Grund des AtG erlassenen Rechtsverordnung nicht außer Acht gelassen werden darf.
Restbetrieb	Unter Restbetrieb versteht man den Betrieb aller für die Stilllegung notwendigen Versorgungs-, Sicherheits- und Hilfssysteme sowie den Betrieb der für den Abbau von Komponenten, Systemen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen nach Erteilung der Stilllegungsgenehmigung.
Reststoffe, nicht radioaktiv	Bei der Stilllegung und dem Abbau anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die weder kontaminiert noch aktiviert sind.
Reststoffe, radioaktiv	Während der Stilllegung und des Abbaus anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die kontaminiert oder aktiviert sind und schadlos verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden.
Schutzziel	Grundlegende Sicherheitsfunktion, die verschiedene untergeordnete Sicherheitsfunktionen, die zur Einhaltung der jeweiligen Nachweisziele und Nachweiskriterien sichergestellt sein müssen, umfasst.
Sekundärabfall	Radioaktive Abfälle, die während Restbetrieb und Abbau durch zusätzlich in die Anlage KKK eingebrachte Materialien entstehen.
Standort-Zwischenlager	Lagerhalle zur trockenen Zwischenlagerung von mit abgebrannten Brennelementen beladenen Castoren® am Standort eines Kernkraftwerks.
Staufläche	Lagerfläche im KKK für Materialien, die nicht sofort zum nächsten Arbeitsbereich weitertransportiert werden können. Diese Flächen befinden sich an geeigneten Orten im Kontrollbereich.
Stilllegung	Im weiten Sinn der Oberbegriff für alle stilllegungsgerichteten Tätigkeiten, einschließlich sicherer Einschluss und Abbau. Dies entspricht dem technischen und internationalen Sprachgebrauch.
Strahlenexposition	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper.
Strahlung (radioaktive)	Ausbreitung von Gammastrahlung oder materiellen Teilchen (z. B. Alphateilchen, Betateilchen, Neutronen) durch Materie oder den freien Raum.
Überwachungsbereich	Nicht zum Kontrollbereich gehörender betrieblicher Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.
Umgebungsüberwachung	Messungen in der Umgebung der Anlage zur Beurteilung der aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser sowie aus Direktstrahlung resultierenden Strahlenexposition sowie zur Kontrolle der Einhaltung maximal zulässiger Aktivitätsabgaben und Dosisgrenzwerte.
Zwischenlagerung	Längerfristige Lagerung von radioaktiven Abfällen bis zum Abtransport in ein Endlager.

Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH

Kernkraftwerk Krümmel

Elbuferstr. 82

21502 Geesthacht

www.vattenfall.de/kernkraft

www.perspektive-kruemmel.de