



# Sicherheitsbericht für den Restbetrieb und Abbau des Kernkraftwerks Isar 1

Kurzbeschreibung

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Das Vorhaben</b>	5
<b>Der Standort</b>	8
Geographische Lage	8
Bevölkerung	10
Boden– und Wassernutzung	10
Gewerbliche und sonstige Nutzung	10
Verkehrswege	11
Geologische und hydrologische Verhältnisse	11
Meteorologische Verhältnisse	12
Radiologische Vorbelastung	12
<b>Das Kernkraftwerk KKI 1</b>	13
Eine kurze Biographie	13
Die Kraftwerksanlage	14
Die Gesamtanordnung	15
Voraussetzungen für den Abbau	19
Das radioaktive Inventar der Anlage	20
Radiologische Datenaufnahme	20
<b>Der Abbau</b>	21
Wissen aus Erfahrung	21
Die Grundsätze	21
Die allgemeine Vorgehensweise	23
Die technische Vorgehensweise	26
Das abgebaute Material	30
Die Nachnutzung von Einrichtungen und Gebäuden für den Abbau der Anlage KKI 2	31

<b>Die Sicherheit</b>	32
Die Schutzziele	32
Der betriebliche Strahlenschutz	33
Die Abgabegrenzwerte	34
Die Strahlenexposition in der Umgebung	34
Die Umgebungsüberwachung	36
Die Ereignisanalyse	37
<b>Die Umweltauswirkungen</b>	38
Menschen und menschliche Gesundheit, Tiere und Pflanzen (Biologische Vielfalt)	39
Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft	41
Kultur- und sonstige Sachgüter	43
Wechselwirkungen	43
Abfälle und Reststoffe	43
Verfahrensalternativen	43
<b>Glossar/Begriffsbestimmung</b>	45
<b>Impressum</b>	47



## Das Vorhaben

Mit Inkrafttreten der 13. Novelle des Atomgesetzes (AtG) vom 06.08.2011 ist für das KKI 1 aufgrund § 7 Abs. 1a S. 1 Nr. 1 AtG die Berechtigung zum Leistungsbetrieb erloschen. Die E.ON Kernkraft GmbH plant nun – vorbehaltlich des Ausgangs der gegen die 13. Atomgesetznovelle gerichteten Verfassungsbeschwerde – die Stilllegung und den Abbau des KKI 1 und hat am 04.05.2012 die entsprechende Genehmigung nach § 7 (3) AtG beantragt.

Es ist seitens der E.ON Kernkraft GmbH beabsichtigt, das KKI 1 im direkten Abbau rückzubauen. Dabei wird davon ausgegangen, dass zu Beginn der Abbauarbeiten noch nicht alle bestrahlten Brennelemente aus der Anlage entfernt sind.

Der Abbau soll nach derzeitigem Planungsstand in zwei Phasen erfolgen, deren atomrechtliche Genehmigungen jeweils gesondert nach § 7 (3) AtG beantragt werden. Nach Vorliegen der atomrechtlichen Genehmigungen können dann die Arbeiten in den zwei Phasen auch parallel durchgeführt werden, wenn sie sich nicht gegenseitig beeinträchtigen und die Schutzziele sowie die Belange des Strahlen-, Arbeits- und Brandschutzes eingehalten werden.

Der voraussichtliche Ablauf wird in der Abbildung 1 dargestellt.

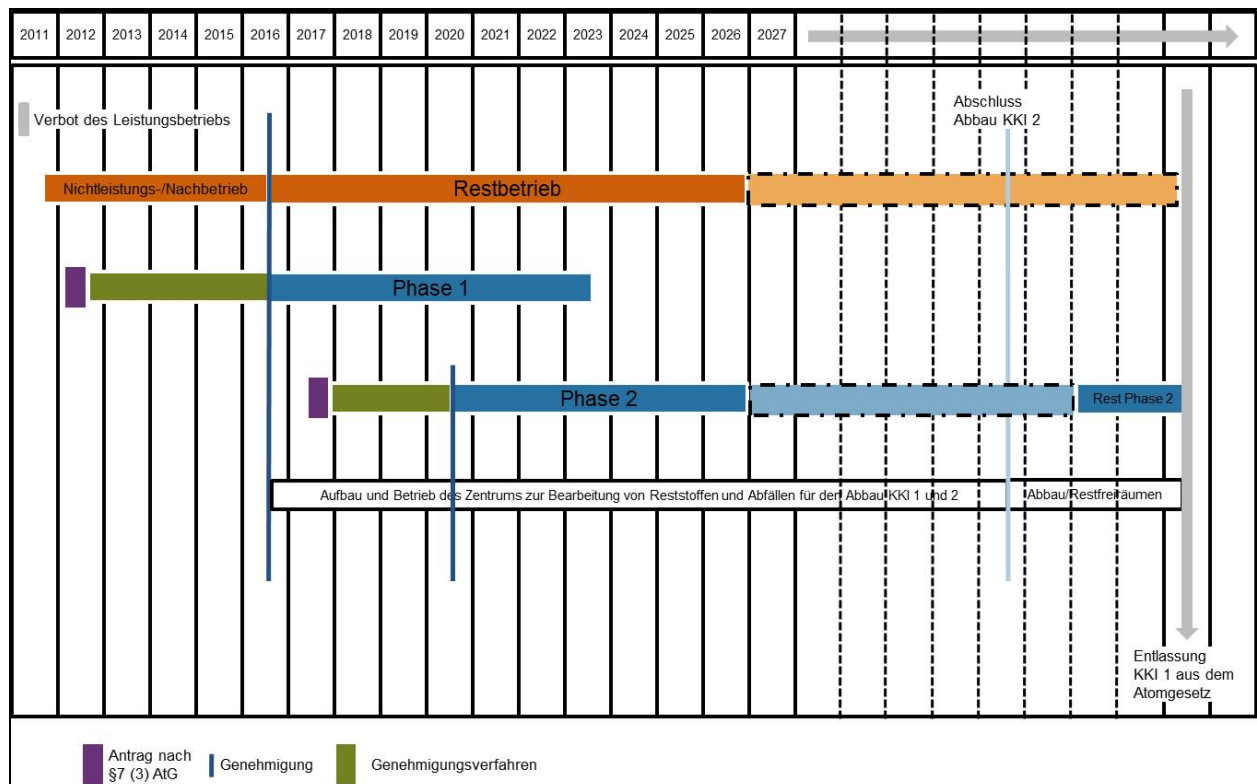


Abbildung 1: Voraussichtlicher Terminplan für das gesamte Vorhaben zum Restbetrieb und zum Abbau des KKI 1

Nach Beendigung des Leistungsbetriebes der Anlage KKI 1 wurde mit dem Nichtleistungs-/Nachbetrieb der Anlage begonnen. Die während des Nichtleistungs-/Nachbetriebes durchzuführenden Arbeiten sind nicht Gegenstand des Antrages auf Stilllegung gemäß § 7 (3) AtG. Anstelle des Begriffes „Nichtleistungs-/Nachbetrieb“ wird weiterhin die Bezeichnung „Nachbetrieb“ verwendet. Der Nachbetrieb einer nach § 7 (1) AtG genehmigten Anlage beginnt nach deren endgültigen Abschaltung mit dem Ziel der Stilllegung und des Abbaus. Er umfasst alle im Rahmen der noch geltenden Betriebsgenehmigung gestatteten Maßnahmen zur Vorbereitung auf den Restbetrieb und den Abbau (auch Restbetrieb und Abbau) der Anlage. Der Nachbetrieb endet mit der Inanspruchnahme einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung.

Der Restbetrieb umfasst den Weiterbetrieb aller für die Stilllegung notwendigen Versorgungs-, Sicherheits- und Hilfssysteme der Anlage KKI 1 sowie den Betrieb der für den Abbau von Anlagenteilen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen. Der Restbetrieb der Anlage KKI 1 beginnt mit der Inanspruchnahme der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (siehe Abbildung 1). Gleichzeitig können die Abbauarbeiten der Phase 1 durchgeführt werden.

Die Bedingungen für den Restbetrieb und die Abbaumaßnahmen sind durch den Anlagenstatus des KKI 1 zum Zeitpunkt der Genehmigungserteilung geprägt:

- Zu Beginn der Phase 1 befindet sich noch Kernbrennstoff (bestrahlte Brennelemente und einzelne defekte Brennstäbe) in dem Brennelementlagerbecken der Anlage.
- Die je Defektstab aktuell erzeugte Nachzerfallsleistung ist sehr gering. Aus diesem Grund ist für die Abfuhr der Nachzerfallswärme von den Defektstäben während Restbetrieb und Abbau kein aktives Kühlsystem mehr erforderlich, nachdem die bestrahlten Brennelemente abtransportiert wurden. Allerdings ist weiterhin eine ausreichende Abschirmung der Defektstäbe erforderlich.
- Die Phase 1 wird in drei Zeitabschnitte (Abschnitt 1 A bis Abschnitt 1 C) unterteilt.
  1. Abschnitt 1 A: Es befinden sich noch bestrahlte Brennelemente und einzelne Defektstäbe im Brennelementlagerbecken.
  2. Abschnitt 1 B: Einzelne Defektstäbe sind noch vorhanden. Diese befinden sich im Brennelementlagerbecken.
  3. Abschnitt 1 C: Brennstofffreiheit, d. h. es befindet sich kein Brennstoff mehr in der Anlage KKI 1.
- Die radioaktiv kontaminierten Anlagenteile werden bei Bedarf vor ihrem Abbau dekontaminiert.
- In der Phase 2 ist die Anlage brennstofffrei.

## Kurzbeschreibung

- Das nach Herstellung der Brennstofffreiheit dann noch vorhandene deutlich reduzierte Aktivitätsinventar ist überwiegend in den aktivierten Anlagenstrukturen (Reaktordruckbehälter und biologischer Schild etc.) fest eingebunden und solange nicht mobilisierbar, bis die entsprechenden Bauteile durch die vorgesehenen Verfahren verpackungsgerecht zerlegt werden. Die erforderlichen Vorsorgemaßnahmen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe während dieser Arbeiten werden getroffen.
- Das Reaktorgebäude, das Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager sowie das Maschinenhaus dienen zum Einschluss der radioaktiven Reststoffe und Abfälle bis zum Abbau der letzten radioaktiv kontaminierten Anlagenteile. Das Maschinenhaus sowie weitere Gebäude des Kontrollbereiches werden auch für die Handhabung radioaktiver Stoffe aus dem KKI 2 genutzt.

Für die während des Restbetriebes anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle ist ein Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen (ZEBRA) erforderlich. Das ZEBRA wird im Maschinenhaus und in weiteren Räumen des Kontrollbereiches des KKI 1 nach dessen teilweisen Beräumung eingerichtet. Es soll auch für die Reststoffbehandlung und Abfallkonditionierung von abgebauten kontaminierten Anlagenteilen und radioaktiven Abfällen beim Abbau aus Betrieb, Nach- und Restbetrieb des KKI 2 genutzt werden.

Am Standort existiert ein Standort-Zwischenlager für die nach § 6 Atomgesetz genehmigte Aufbewahrung von Kernbrennstoffen aus den Kernkraftwerken Isar 1 und Isar 2 in Behältern (KKI BELLA).

Der beim Abbau der Anlage anfallende radioaktive Abfall wird in der Transportbereitstellungshalle TBH (auch als Bereitstellungshalle ZT bezeichnet) oder im Kontrollbereich auf eingerichteten Flächen in Vorbereitung des Abtransportes in das Zwischenlager nach Mitterteich, in weitere Zwischenlager oder in das Endlager Konrad bereitgestellt. Die TBH wird für beide Kernkraftwerke am Standort genutzt. Dafür wurde eine Genehmigung für den Umgang mit radioaktiven Stoffen nach der Strahlenschutzverordnung erteilt

## Der Standort

### Geographische Lage

Das Kernkraftwerk Isar 1 (KKI 1) befindet sich auf dem gemeinsamen Betriebsgelände der Kernkraftwerke Isar 1 und 2 (KKI 1 und KKI 2). Auf diesem Gelände befindet sich weiterhin das Brennelementbehälterlager Isar (KKI BELLA) und die Transportbereitstellungshalle.

Der Standort des KKI liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Essenbach, die zum Landkreis Landshut im Regierungsbezirk Niederbayern gehört. Der Standort weist die Koordinaten  $12^{\circ} 17'$  östlicher Länge und  $48^{\circ} 36'$  nördlicher Breite auf und liegt am linken Isarufer bei Flusskilometer 61 westlich der Staustufe Niederaichbach. Die mittlere Geländehöhe im aufgeschütteten Bereich beträgt 375,4 m ü. NN. Das Isartal verläuft am Standort in ONO-Richtung. Der ebene Talgrund ist etwa 4 km breit. Der Stausee Niederaichbach mit einer Größe von 140 ha begrenzt das Standortgelände im Süden.

Die nächstgelegenen Orte sind Niederaichbach ca. 1,5 km und Wörth a. d. Isar ca. 3,7 km entfernt. Etwa 10 km südwestlich des Standortes beginnt die geschlossene Bebauung der Stadt Landshut. Die Großstadt München ist in südwestlicher Richtung ca. 85 km entfernt.

Die nächstgelegene Staatsgrenze zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Republik Österreich verläuft südöstlich des Standortes in einer kürzesten Entfernung von ca. 60 km zum Standort.



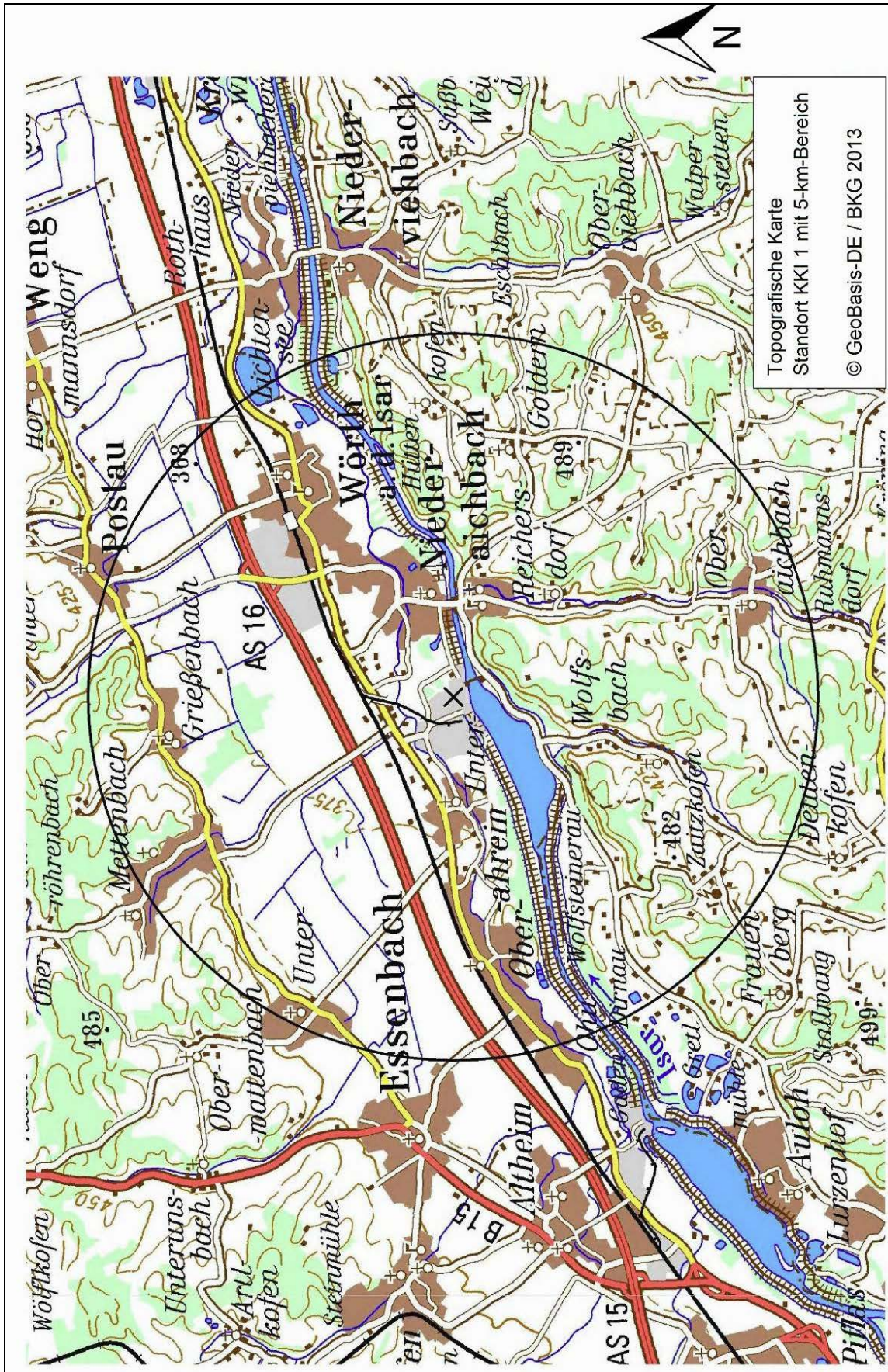


Abbildung 2: Standort KKI mit 5-km-Bereich



## Bevölkerung

Innerhalb eines Radius von ca. 10 km rund um den Standort KKI leben etwa 116.000 Einwohner. Die nächstgelegene Großstadt ist München mit 1,4 Millionen Einwohner.

## Boden- und Wassernutzung

Die Flächen der Gemeinden im 10-km-Bereich werden überwiegend land- bzw. forstwirtschaftlich genutzt. So entfallen ca. 60,8 % der Gemeindeflächen auf Landwirtschaftsflächen und ca. 24,1 % auf Waldflächen. Von der landwirtschaftlich genutzten Fläche entfallen im Mittel ca. 91 % auf Ackerland. Hauptanbauprodukte sind Getreide (angebaut auf ca. 68 % des Ackerlandes) sowie Futterpflanzen (ca. 13 % des Ackerlandes).

Innerhalb des 10-km-Bereichs befinden sich Naturschutzgebiete. Darunter sind auch Gebiete, welche nach der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) als spezielle Natur-, Vogelschutz- und Wasserschutzgebiete ausgewiesen wurden. Die Gemeinden des 10-km-Bereiches verfügen darüber hinaus über zahlreiche Erholungsflächen.

Für die landwirtschaftlichen Betriebe in der Umgebung des Standortes wird eine Verbesserung der Ertragslage angestrebt. Dabei soll die Bodenfruchtbarkeit und die Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource nachhaltig gesichert und verbessert werden. Die Pflege und der Erhalt der Wälder sind vorrangige Ziele der Forstwirtschaft in der Umgebung des Standortes KKI.

## Gewerbliche und sonstige Nutzung

Es gibt zahlreiche Gewerbebetriebe, die in und um Landshut angesiedelt sind. Darunter sind Betriebe der Branchen Elektrotechnik/Elektronik, Metall- und Maschinenbau, Nahrungs- und Genussmittelindustrie, Kommunikation/Datenverarbeitung sowie Holz- und Textilverarbeitung vertreten. Es befinden sich dort keine Betriebe, in denen explosive Stoffe in größeren Mengen hergestellt, gehandhabt oder gelagert werden. Militärische Anlagen sind in der Nähe des Standortes KKI nicht vorhanden.

Im 10-km-Bereich liegen Gasfernleitungen, wobei die kürzeste Entfernung einer Gasleitung vom Standort KKI 1 etwa 1 km beträgt. In einer Entfernung von ca. 15 km in südwestlicher Richtung verläuft eine Leitung für petrochemische Produkte.

## Verkehrswege

Nahe dem Standort verläuft innerhalb des 10-km-Bereiches die Bundesautobahn A 92. Weiterhin befinden sich dort eine Reihe von Bundes-, Staats- und Kreisstraßen.

In diesem Bereich verlaufen die zwei Eisenbahnstrecken zwischen den Bahnhöfen Landshut/Bayerisch Eisenstein und München/Landshut/Regensburg.

Die Bahnstrecke Landshut - Bayerisch Eisenstein passiert den Standort KKI in einer Entfernung von ca. 700 m in Richtung NNW. An dieser Strecke besitzt der Standort einen Gleisanschluss.

Über den Standort verlaufen keine Luftverkehrsstraßen. Der Standort KKI ist als „Flugbeschränkungsgebiet ED-R 27 (Isar)“ ausgewiesen. Für den Luftraum über dem Standort besteht für den militärischen Flugbetrieb ein Überflugverbot in einem Umkreis von 1,5 km und unterhalb von 600 m über Grund. Eine Nachttiefflugstrecke durchquert den 10-km-Bereich. Der kürzeste Abstand zum Standort KKI beträgt 4 km. Innerhalb des 10-km-Bereiches befinden sich keine zivilen und militärischen Flugplätze. In einer Entfernung von ca. 50 km in WSW-Richtung befindet sich der Flughafen München-Franz-Josef-Strauß.

Im 10-km-Bereich um den Standort gibt es keine Wasserstraßen.

## Geologische und hydrologische Verhältnisse

### Geologie

Der Standort liegt in dem ausgedehnten nördlichen Molassebecken vor dem Alpen-Nordrand, welches sich von der Schweiz bis nach Österreich erstreckt. Die am Standort anstehenden Bodenschichten gehören bis zu einer Tiefe von mindestens 150 m zur oberen Süßwassermolasse.

### Hydrologie

Der Standort liegt an der Isar bei Flusskilometer 61 im Bereich der Staustufe Niederaichbach, die Oberliegerstufe ist Altheim, die Unterliegerstufe Gummering. Die Isar ist nicht schiffbar. Es bestehen auch keine Planungen zur Schiffbarmachung.

Das linke Ufer der Isar begleitet in einem Abstand bis zu einem Kilometer ein kleineres Gewässer, der Mühlbach. Südlich der Isar verläuft im 15 km Abstand parallel zur Isar die Vils, die aus dem Zusammenfluss von großer und kleiner Vils gebildet wird.

Auf den Standort hat das Hochwasser mit einem 1.000-jährlichen Wiederkehrintervall keine negativen Auswirkungen, da die Abflussmenge im Isarbett verbleibt.

Der Grundwasserspiegel liegt am Standort in etwa 5 - 6 m Tiefe unter dem natürlichen Gelände. Die quartären Isarschotter und die darunter liegenden jungtertiären Schotter der Molasse sind unterschiedlich stark durchlässig.

### Meteorologische Verhältnisse

Die Auswertungen zeigen, dass es keine standortspezifischen Abweichungen von der süddeutschen Gesamtwetterlage gibt. Es zeigen sich gegenüber vergleichbaren Standorten keine besonderen Auffälligkeiten. Die Hauptwindrichtung ist – wie in Süddeutschland allgemein üblich – aus Südwest bis West bei mittleren Windgeschwindigkeiten von über 4 m/s.

### Radiologische Vorbelastung

Unter der radiologischen Vorbelastung des Standortes versteht man die Exposition, die aus Direktstrahlung, Streustrahlung und Ableitungen von anderen kerntechnischen Einrichtungen in der Umgebung der zu betrachtenden Anlage resultiert.

Am Standort sind das Kernkraftwerk Isar 2 (KKI 2) sowie das Brennelementbehälterlager Isar (KKI BELLA) im Betrieb. Kerntechnische Anlagen in Standortnähe sind die Kernkraftwerke Gundremmingen, Grafenrheinfeld, Neckarwestheim sowie Temelin (Tschechien). Sie befinden sich aber mehr als 120 km Luftlinie vom Standort entfernt, so dass geplante Ableitungen radioaktiver Stoffe aus diesen Anlagen für den Standort keinen signifikanten Beitrag liefern.

Für die am Standort KKI befindlichen kerntechnischen Anlagen KKI 1, KKI 2, dem KKI BELLA und der Transportbereitstellungshalle wurde bereits in der Vergangenheit im Einzelnen nachgewiesen, dass die Exposition in der Umgebung der Anlagen aus Direktstrahlung auf Grund der Abschirmwirkung der Gebäude praktisch vernachlässigbar ist. Für den Leistungsbetrieb der Anlagen KKI 1 und KKI 2 waren Jahresdosen an den ungünstigsten Aufpunkten am Anlagenzaun von  $< 0,031$  mSv bzw.  $< 0,045$  mSv berechnet worden.

## Das Kernkraftwerk KKI 1

### Eine kurze Biographie

Das Kernkraftwerk Isar 1 (KKI 1) vom Typ Siedewasserreaktor der Baureihe 69 ging 1979 in Betrieb. In der 33-jährigen Betriebszeit, vom 21. Mai 1979 bis zum 6. August 2011, wurden 198,3 Mio. MWh Strom (netto) produziert. Im Rahmen des Betriebs wurde das Kernkraftwerk 23 Mal mit neuen Brennelementen beladen. Über alle Betriebsjahre ergibt sich eine Zeitverfügbarkeit der Anlage von 87 %.

Nachfolgend sind wichtige Betriebsdaten der Anlage KKI 1 aufgeführt:

1971	Auftragsvergabe der Kernkraftwerk Isar GmbH an die Kraftwerk Union AG (KWU) zum Bau des Kernkraftwerks
1972	Atomrechtliche Errichtungsgenehmigung, Beginn der Bauarbeiten
1975	Druckprobe des Sicherheitsbehälters
1975 / 1976	Montage des Turbosatzes und der Rohrleitungen im Maschinenhaus
1976	Zweite atomrechtliche Teilgenehmigung
1977	Dritte und vierte atomrechtliche Teilgenehmigung zur Beladung des Reaktors sowie zur nuklearen Inbetriebnahme und zum Probetrieb, erste Stromerzeugung
1979	Beginn des kommerziellen Leistungsbetriebes
1983	Weltmeister bezüglich der Arbeitsauslastung im Vergleich aller Siedewasser-Reaktoren
2000 / 2001	Für die Dauer von 519 Tagen ununterbrochene Netzeinspeisung
2004	Beginn der Arbeiten zum Bau des Brennelementbehälterlagers am Standort KKI
2007	Inbetriebnahme des Brennelementbehälterlagers und erste Einlagerung von Behältern
2009	Inbetriebnahme der neuen Zellenkühleranlage
17.03.2011	Abschaltung der Anlage KKI 1 auf Weisung des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit
06.08.2011	Gemäß Inkrafttreten der 13. Novelle des Atomgesetzes (AtG) ist für die Anlage KKI 1 aufgrund § 7 Abs. 1a S. 1 Nr. 1 AtG die Berechtigung zum Leistungsbetrieb erloschen
04.05.2012	EKK stellt Antrag auf Stilllegung und Abbau

## Die Kraftwerksanlage

Bei der Anlage KKI 1 handelt es sich um einen Siedewasserreaktor des Herstellers KWU (Kraftwerk Union, jetzt AREVA) der Baulinie 69 mit einem Reaktorkern aus 592 Brennelementen. Die Anlage hatte bei einer thermischen Leistung von 2.575 MW eine elektrische Bruttoleistung von 912 MW.

Die nukleare Wärmeerzeugungsanlage einer Siedewasserreaktoranlage besitzt nur einen Kreislauf. Im Reaktordruckbehälter wird Wärme durch die Kernspaltung des Uranbrennstoffes im Reaktorkern erzeugt. Dadurch wird das Kühlmittelwasser auf Siedetemperatur erhitzt, wobei ein Teil verdampft. Dieser Dampf wird getrocknet, verlässt den Reaktor als Sattdampf und wird direkt dem Hochdruckteil der Turbine zugeführt. Nach dem Hochdruckteil strömt der teilweise entspannte Dampf durch die Niederdruckteile der Turbine. Der nun völlig entspannte Abdampf wird zu Wasser kondensiert und über den Speisewasserbehälter mittels Pumpen dem Reaktor zur erneuten Dampferzeugung zugeführt. Wasser und Dampf in diesem Kreislauf sind durch den direkten Kontakt mit dem Reaktorkern radioaktiv kontaminiert. In der Abbildung 3 ist die prinzipielle Arbeitsweise eines Siedewasserreaktors dargestellt.

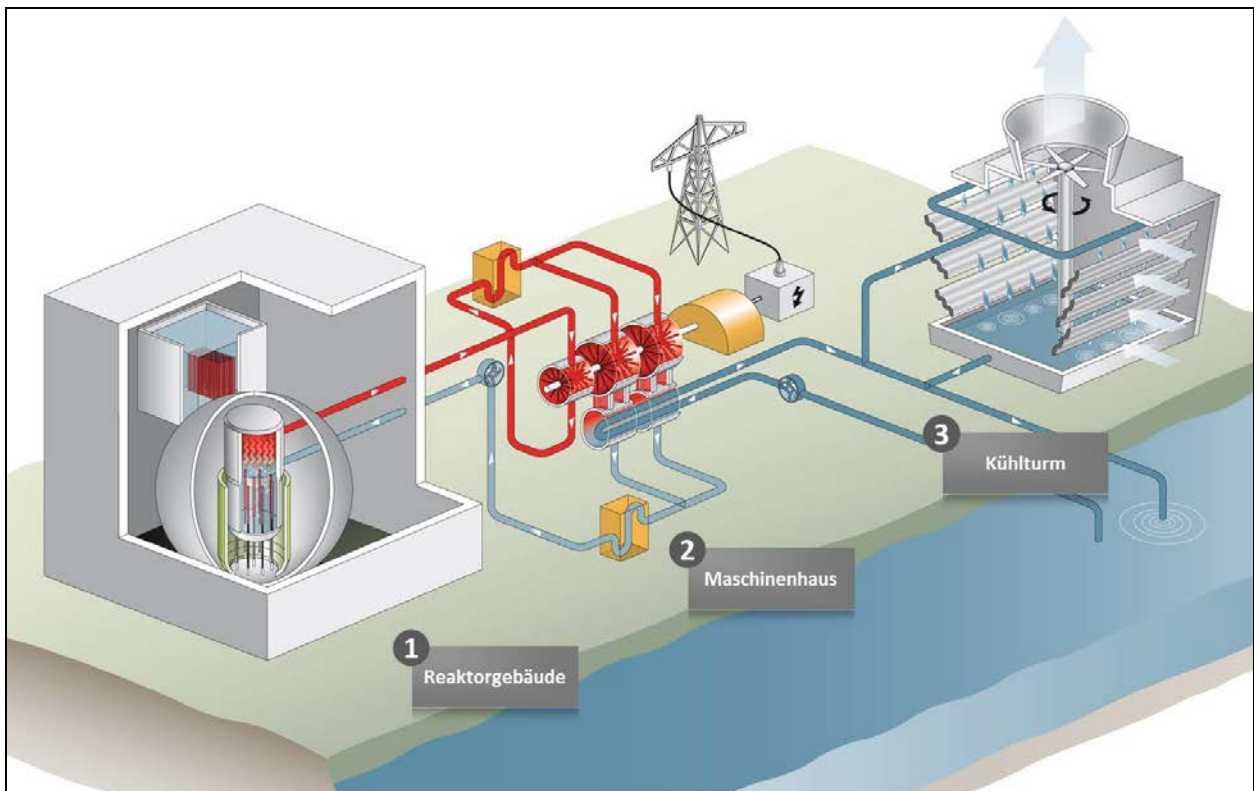


Abbildung 3: Prinzipielle Darstellung der Arbeitsweise eines Siedewasserreaktors

## Kurzbeschreibung

Die Abbildung 4 zeigt in einer Gesamtansicht die wesentlichen Gebäude der Anlage KKI 1 mit den Hauptkomponenten innerhalb des Reaktorgebäudes ZA und des Maschinenhauses ZF.

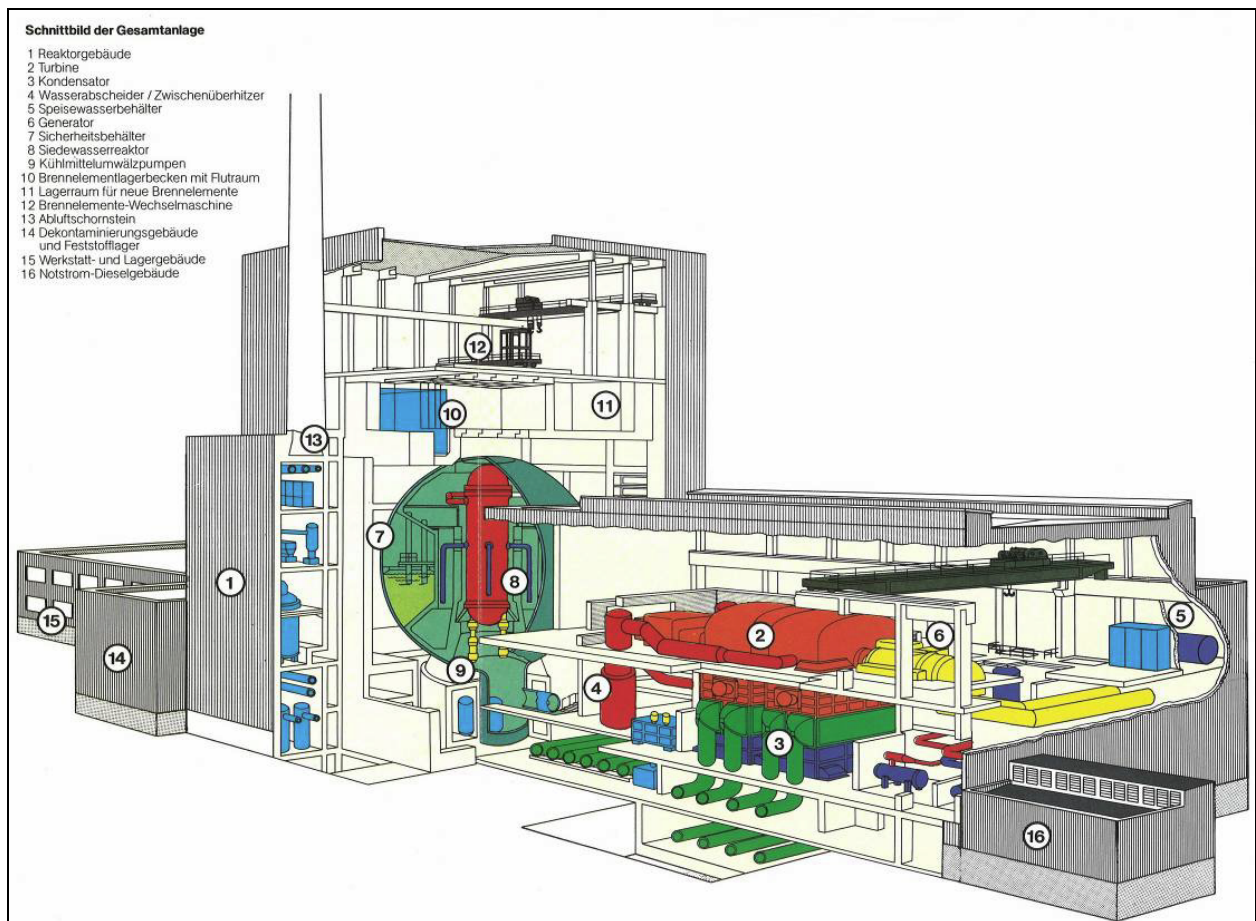


Abbildung 4: Gesamtansicht der Anlage

## Die Gesamtanordnung

Zum Kontrollbereich gehören folgende Gebäude:

- Reaktorgebäude ZA
- Maschinenhaus ZF
- Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager ZC
- Teile des Werkstatt- und Lagergebäudes ZL0
- Fortluftkamin
- Transportbereitstellungshalle ZT



Kurzbeschreibung

Die Lage des Kontrollbereiches und die dazugehörigen Gebäude sind im Lageplan Abbildung 5 dargestellt.

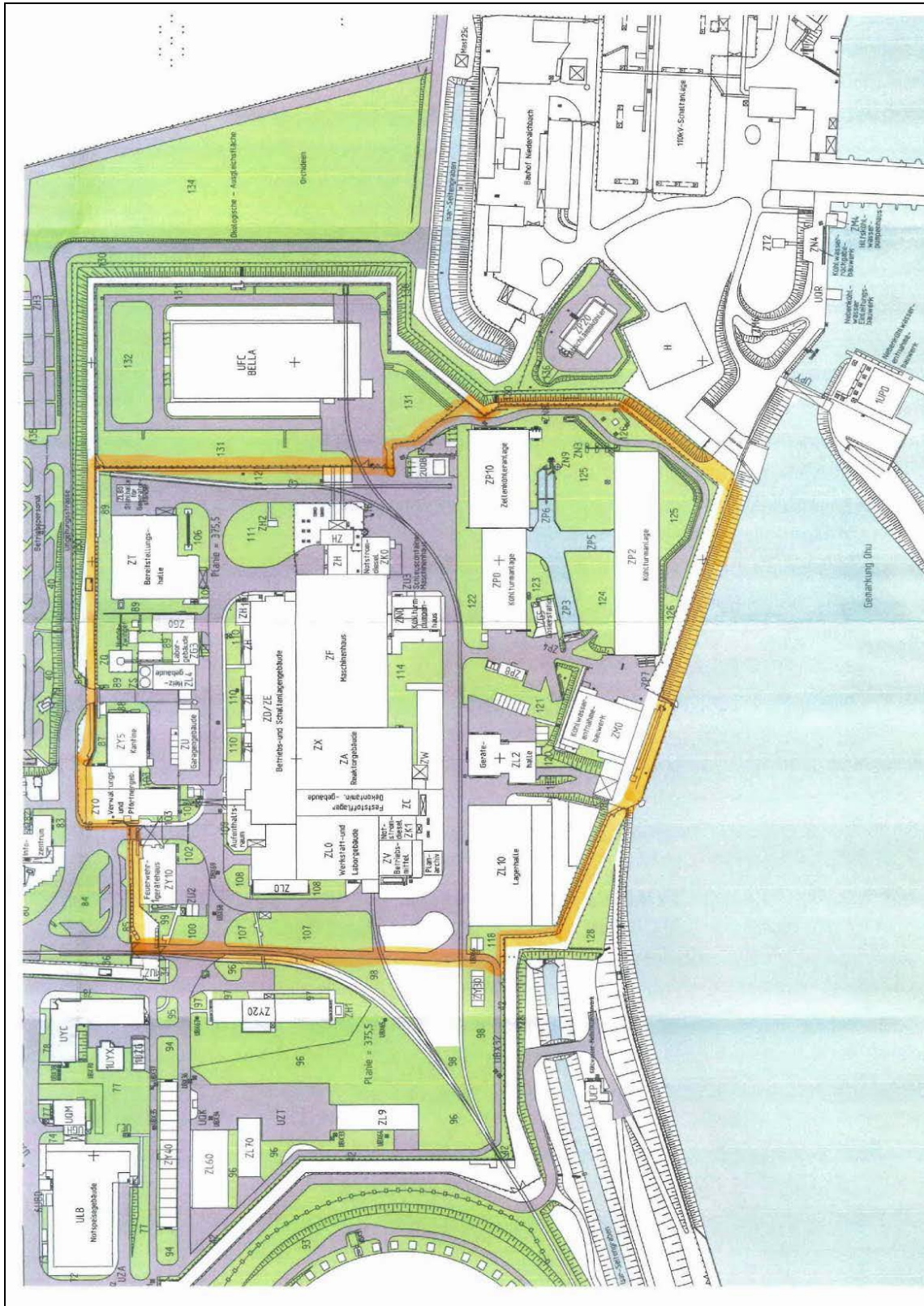


Abbildung 5: Lageplan mit Gebäuden



## Reaktorgebäude ZA

Das Reaktorgebäude ist aus bewehrtem Stahlbeton mit einer Wandstärke zwischen 50 cm und 120 cm. Der massive Stahlbeton wurde für den Schutz der Umgebung gegen die ionisierende Strahlung der dahinter befindlichen Anlagenteile ausgelegt. Darüber hinaus schützt er die darin befindlichen Anlagenteile gegen Einwirkungen von außen wie beispielsweise Erdbeben und Druckwellen aus chemischen Explosionen.

Das Reaktorgebäude besitzt einen rechteckigen Grundriss von ca. 57 m x 31 m und eine Höhe von ca. 57 m. Es gehört vollständig zum Kontrollbereich der Anlage. Den Kern des Reaktorgebäudes bildet der stählerne Sicherheitsbehälter, der unter anderem den Reaktordruckbehälter beinhaltet.

Innerhalb des Sicherheitsbehälters befinden sich die Systeme der nuklearen Wärmeerzeugungsanlage mit dem Reaktordruckbehälter im Mittelpunkt.

Die Kondensationskammer ist ringförmig und etwa in Höhe des Äquators der Sicherheitsbehälterkugel in diese integriert.

Der Sicherheitsbehälter ist mit einer Personen- und einer Nebenschleuse ausgestattet.

## Maschinenhaus ZF

Das Maschinenhaus besteht aus einer massiven Stahlbetonkonstruktion mit Wandstärken von bis zu 60 cm (an Teilbereichen bis 80 cm), es hat eine Grundfläche von ca. 45 m x 77,50 m und eine Höhe von ca. 38 m. Das Gebäude umschloss die Anlagen des Wasser-Dampfkreislaufes mit der Hauptkomponente, dem Turbosatz.

Das Maschinenhaus gehört wie das Reaktorgebäude komplett zum Kontrollbereich der Anlage.

Im Nachbetrieb werden Bereiche und Flächen des Maschinenhauses für die Errichtung des Zentrums zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen umgestaltet. Dafür werden die vorgesehenen Anlagenteile noch im Nachbetrieb demontiert, um die erforderliche Baufreiheit zu gewährleisten.

## **Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager ZC**

Das Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager wird für die Dekontaminierung und Reparatur sowie für die Lagerung von aktivierten und kontaminierten Anlagenteilen genutzt. Das Gebäude ist in Stahlbetonskelettbauweise ausgeführt. Es zählt zum Kontrollbereich.

## **Teile des Werkstatt- und Lagergebäudes ZL0**

Das Gebäude grenzt an das Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager. Im Gebäude befinden sich die Werkstätten und die Lager. Teile des Gebäudes sind als Kontrollbereich eingerichtet.

## **Fortluftkamin**

Der Fortluftkamin (auch als Ablufschornstein bezeichnet) steht an der südlichen Stirnseite auf dem Reaktorgebäude und hat eine Mündungshöhe von ca. 130 m über dem Betriebsgelände und einen Mündungsdurchmesser von ca. 3 m. Die Konstruktion ist in Stahlbeton ausgeführt.

Der Fortluftkamin dient der kontrollierten Abgabe der Fortluft aus den Lüftungsanlagen des Kontrollbereichs und des Abgassystems. Das Gebäude gehört zum Kontrollbereich.

## **Transportbereitstellungshalle**

In der Transportbereitstellungshalle werden vorrangig Abfallgebinde für den Abtransport in das Zwischenlager nach Mitterteich, in weitere Zwischenlager oder in das Endlager Konrad bereitgestellt. Darüber hinaus dient sie der temporären Zwischenlagerung von Anlagenteilen aus dem Kontrollbereich. Für den Abtransport aus dem Kraftwerk können radioaktive Abfälle in Abfallgebinden in der Transportbereitstellungshalle gelagert werden. Die Transportbereitstellungshalle wird für beide Kernkraftwerksblöcke am Standort genutzt. Sie besitzt eine eigene Genehmigung für den Umgang mit radioaktiven Stoffen nach der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV).

## **Weiterbetriebene Systeme und Einrichtungen während des Restbetriebes**

Um eine optimale Durchführung der Abbauarbeiten und die Einhaltung der Schutzziele zu gewährleisten, bleibt die Funktion ausgewählter Systeme und Einrichtungen der Anlage beim Abbau in erforderlichem Umfang erhalten.

Erforderliche Systeme und Einrichtungen während des Restbetriebes sind u. a.:

## Kurzbeschreibung

- Einrichtungen zur Lagerung und Kühlung der bestrahlten Brennelemente (zu Beginn der Phase 1, zeitlich begrenzt)
- Einrichtungen zur Abwasserbehandlung
- Einrichtungen für die Behandlung fester radioaktiver Reststoffe
- Lüftungsanlagen
- Stromversorgung/Elektrotechnische Einrichtungen
- Weitere Versorgungsanlagen
- Aktivitätsüberwachung
- Brandschutzsysteme
- Kommunikationseinrichtungen
- Sonstige Einrichtungen im Kontrollbereich
- Mobile Restbetriebssysteme

Diese Systeme und Einrichtungen werden ggf. über die Phase 2 hinaus für den Abbau des KKI 2 vorgehalten.

### Voraussetzungen für den Abbau

Mit der Inanspruchnahme einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung beginnen der Restbetrieb und der Abbau der Anlage KKI 1. Der Nachbetrieb, der im Rahmen der Dauerbetriebsgenehmigung durchgeführt wurde, ist beendet (siehe auch Abschnitt „Der Abbau“). Nach der endgültigen Abschaltung der Anlage treten keine hohen Drücke und Temperaturen von Betriebsmedien mehr auf, wie sie für die Energieerzeugung notwendig waren. Radioaktive Stoffe werden nicht mehr neu gebildet (siehe unten).

Zu Beginn der Phase 1 befinden sich noch bestrahlte Brennelemente und einzelne Defektstäbe im Brennelementlagerbecken. Die Brennelementlagerbeckenkühlung wird für die zuverlässige Kühlung der bestrahlten Brennelemente benötigt. In dieser Phase erfolgt der Abbau von Systemen und Einrichtungen unter der Maßgabe der Rückwirkungsfreiheit hinsichtlich der einzuhaltenden Schutzziele. Mit dem Abtransport der bestrahlten Brennelemente bis zur Herstellung der Brennstofffreiheit sowie durch den radioaktiven Zerfall nimmt das radioaktive Inventar stetig ab. Um einen sicheren und effizienten Abbau zu gewährleisten, bleibt die Funktion ausgewählter Systeme und Einrichtungen der Anlage im erforderlichen Umfang erhalten (siehe auch Abschnitt „Der Abbau“).

## Das radioaktive Inventar der Anlage

Das Aktivitätsinventar in der Anlage KKI 1 wird zum Beginn des Abbaus der noch vorhandenen Menge an Kernbrennstoff bestimmt und liegt zwischen  $10^{19}$  Bq (Brennelemente im Becken) und  $10^{17}$  Bq (Brennelementlagerbecken ist brennstofffrei).

Von dem vor Beginn der Abbauarbeiten in der Anlage KKI 1 vorhandenen Aktivitätsinventar von ca.  $10^{17}$  Bq ohne bestrahltem Kernbrennstoff sind mehr als 99 % als Aktivierung in Materialien von Reaktordruckbehälter und Reaktordruckbehältereinbauten fest eingebunden (im Wesentlichen Kobalt-60, Nickel-63 und Eisen-55) und somit nicht unmittelbar freisetzbar. Die aktivierten Reaktor- und Anlagenteile aus Stahl weisen zum Zeitpunkt des Beginns des Restbetriebes (Bezugsdatum 5a nach Reaktorabschaltung) eine gesamte Aktivität an Kobalt-60 von ca.  $5 \cdot 10^{16}$  Bq auf.

Der überwiegende Anteil der radioaktiven Kontamination (ca.  $10^{13}$  Bq) befindet sich festhaftend auf den inneren Oberflächen verschiedener Systeme innerhalb des Sicherheitsbehälters und des Wasser-Dampfkreislaufes und ist somit nicht unmittelbar freisetzbar.

Die Kontamination auf äußeren Oberflächen von Anlagenteilen/Komponenten und auf Gebäudestrukturen innerhalb des Kontrollbereiches liegt um mehr als eine Größenordnung darunter.

## Radiologische Datenaufnahme

Die radiologische Beprobung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten wird generell rechtzeitig vor Beginn der Abbaumaßnahme durchgeführt. Das für den Abbau der Anlage KKI 1 relevante radiologische Inventar kann aus der Gesamtanlagenfahrweise sowie der komponentenspezifischen Verfahrenstechnik und ggf. aus besonderen radiologischen Vorkommnissen während des Anlagenbetriebes abgeleitet werden. In die Betrachtung werden die eingesetzten Werkstoffe der Anlagenteile und Komponenten einbezogen. Für die radiologische Charakterisierung der Anlage kommen unterschiedliche Messmethoden zum Einsatz, wie Dosisleistungsmessung, Kontaminationsbestimmung mittels Wischtestnahmen, Materialproben, gammaspektrometrische In-Situ-Messungen.

## Der Abbau

### Wissen aus Erfahrung

In Deutschland sind bereits einige Kernkraftwerke endgültig stillgelegt und abgebaut worden. Für einige der endgültig stillgelegten Anlagen wurde die Methode des „Direkten Rückbaus“ gewählt, die auch für das KKI 1 vorgesehen 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 vorhanden.

E.ON Kernkraft hat für seine bereits im Rückbau befindlichen Kernkraftwerke Stade und Würgassen nach deren Stilllegung in 1994 und 2003 den Weg des Direkten Rückbaus gewählt und so bereits umfassende Erfahrungen beim Direkten Rückbau sowohl von Druckwasserreaktoren als auch Siedewasserreaktoren sammeln können. Diese, und auch die Erfahrungen beim Direkten Rückbau des Kernkraftwerks Greifswald, haben gezeigt, dass der Abbau von kerntechnischen Anlagen auf der Grundlage von jahrzehntelangen Erfahrungen mit gängigen technischen Verfahren bewältigt werden kann. Darüber hinaus wurde in diversen Abbauprojekten im In- und Ausland nachgewiesen, dass diese Aufgabe problemlos und ohne Risiko für die Mitarbeiter, die Bevölkerung und die Umwelt durchgeführt werden kann.

### Die Grundsätze

Oberster Grundsatz für die Planung und die Durchführung des Abbaus ist die Sicherheit von Mitarbeitern, Bevölkerung und Umgebung. Das wird unter anderem 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 radioaktiver Strahlung aus der kerntechnischen Anlage ab.

Die für den Abbau erforderliche technische Infrastruktur in Form von Lüftungsanlagen, Anlagen zur Wasseraufbereitung und Hebezeugen ist vorhanden. Wenn erforderlich, werden vorhande-

ne 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.

Die Rückwirkungsfreiheit aller Stilllegungs- und Abbauarbeiten von Lagerung und Handhabung der bestrahlten Brennelemente zur Entsorgung wird bis zum Abschluss der Entsorgung der Brennelemente gewährleistet.

Die Menge der anfallenden radioaktiven Reststoffe (siehe Abschnitt „Das abgebaute Material“) wird so gering wie möglich gehalten.

Der Abbauumfang schließt abzubauen ersetzsysteme bzw. mobile Restbetriebssysteme mit ein, welche erst für den Abbau der Anlage errichtet wurden. Ggf. werden sie erst nach dem Abbau des KKI 2 abgebaut.

Nach Möglichkeit werden zuerst stark aktivierte oder hoch kontaminierte Anlagenteile abgebaut, um die Strahlenexposition des Abbaupersonals für die folgenden Abbauarbeiten zu minimieren.

Für die Optimierung von Arbeitsabläufen im Hinblick auf eine Minimierung der Strahlenexposition des Personals gilt weiterhin:

- Strahlenquellen im Arbeitsbereich werden vorrangig entfernt,
- bei hoher Direktstrahlung werden Zerlegearbeiten unter Wasser oder hinter Abschirmungen durchgeführt,
- fernbedienbare und fernhantierbare Demontage- und Zerlegetechnologien werden angewendet,
- durch lokale Luftabsaugungen und Filterungen wird eine Freisetzung radioaktiver Stoffe und eine Kontaminationsverschleppung vermieden,
- abzubauen bzw. abgebaute Anlagenteile (z. B. Komponenten) werden dekontaminiert.

Routinemäßig durchgeführte Strahlenschutzmaßnahmen sind im Abschnitt „Betrieblicher Strahlenschutz“ beschrieben.

## Die allgemeine Vorgehensweise

Zu Beginn der Phase 1 beschränken sich (der Abtransport der bestrahlten Brennelemente und Defektstäbe ist noch nicht vollständig abgeschlossen) die Abbauarbeiten auf relevante Bereiche der Anlage, die frei von bestrahlten Brennelementen und Defektstäben sind. Die Rückwirkungsfreiheit der laufenden Abbauarbeiten gegenüber der Lagerung und dem Abtransport von bestrahlten Brennelementen wird durch die getroffenen Absicherungsmaßnahmen gegen den Absturz schwerer Lasten auf das Brennelementlagerbecken und Anlagenteile zur Kühlung der bestrahlten Brennelemente sichergestellt.

Um einen effektiven und störungsfreien Materialfluss zu erreichen, werden bei der Planung Transporte aller Materialien berücksichtigt. Es werden geeignete Transportwege, Transporteinrichtungen und Hebezeuge bereitgestellt und eingesetzt.

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

Die in der Anlage KKI 1 vorhandenen Gefahrstoffe werden bei den durchzuführenden Arbeitsschritten beachtet.

In den Bereichen innerhalb des Kontrollbereiches, in denen die verbliebenen Anlagenteile abgebaut und aus dem Kontrollbereich abtransportiert werden, werden erforderliche systemtechnische Änderungen durchgeführt. Diese Änderungen können z. B.:

- die Lüftungsanlage,
  - die Beleuchtung,
  - die Elektrotechnik und Stromversorgung,
  - den Brandschutz,
  - die Zugangsregelungen
- betreffen.

Das Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen wird für den Abbau der Anlagen KKI 1 und KKI 2 als Reststoffbearbeitungszentrum innerhalb der rückzubauenden Anlage des KKI 1 eingerichtet. Der Hauptumfang dieses Zentrums wird sich im Maschinenhaus befinden. Teile werden aber auch im Reaktorgebäude, Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager, im Werkstattgebäude, im Bereich des Außengeländes des KKI 1 (nur für Pufferlagerung) und in der Lagerhalle (ZL10) des KKI 1 eingerichtet.

## Der Abbau in der Phase 1

In Abhängigkeit vom jeweiligen Zeitabschnitt (siehe Abschnitt „Das Vorhaben“) konzentriert sich der Abbauumfang auf folgende Schwerpunkte:

- Abbau von Systemen und Anlagenteilen ohne sicherheitstechnische Bedeutung,
- Abbau der Reaktordruckbehältereinbauten,
- Abbau von Sicherheitsbehältereinbauten.

In der Abbildung 6 wird in einer Prinzipdarstellung der Schnitt des Reaktor Gebäudes mit wesentlichen Anlagenteilen dargestellt. Die in der Abbildung rot markierten Anlagenteile sollen in der Phase 1 abgebaut werden.

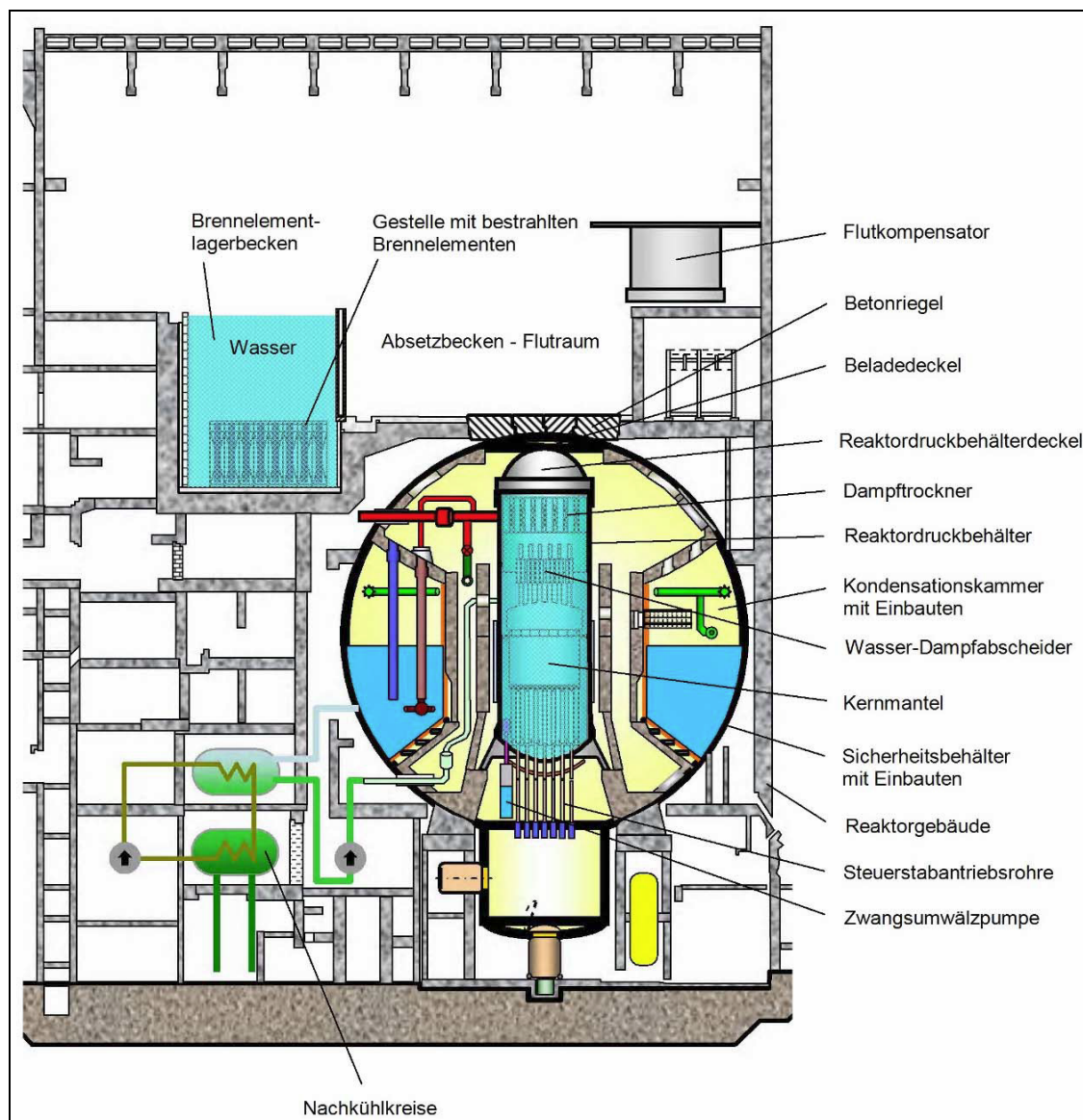


Abbildung 6: Prinzipdarstellung, Schnittbild Reaktor Gebäude, Abbauumfang zu Beginn der Phase 1



Es werden Anlagenteile abgebaut, zerlegt und entsorgt, die keine Auswirkungen auf die Sicherheit von Restbetrieb und Abbau haben. In der Abbildung 7 sind diese Anlagenteile - Reaktordruckbehältereinbauten - dargestellt, die abgebaut, zerlegt und entsorgt werden sollen (Anlagenteile rot markiert).

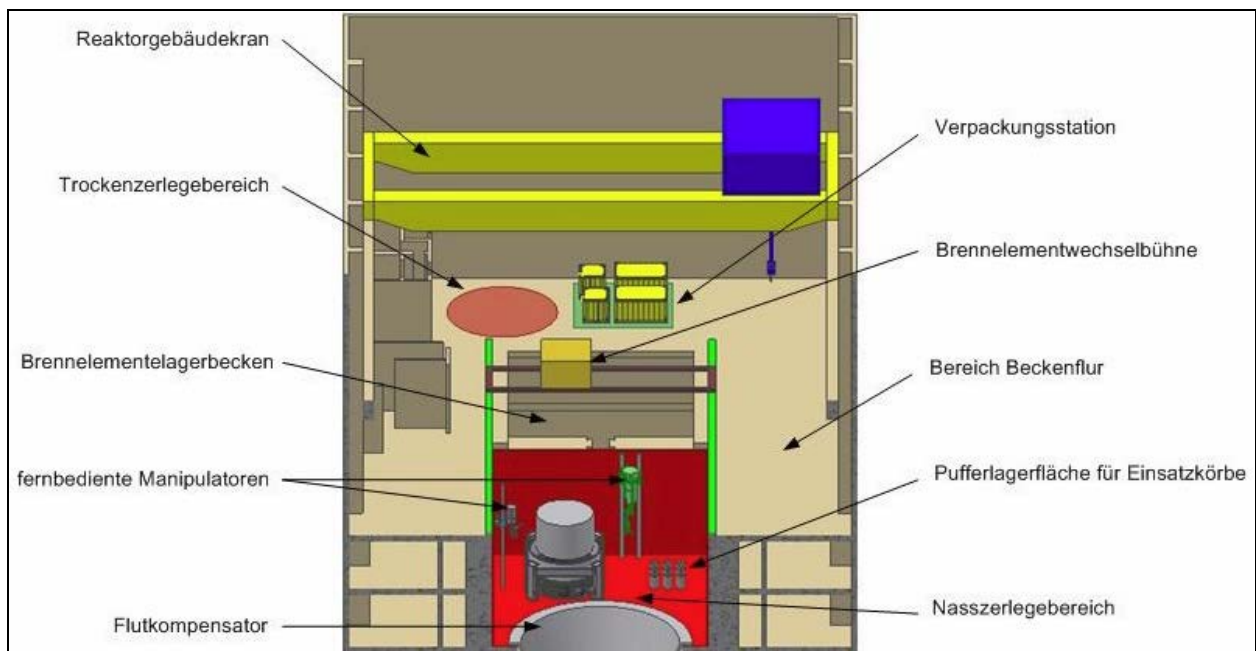


Abbildung 7: Prinzipdarstellung, Schnittbild Reaktordruckbehälter mit Einbauten, geplanter Abbaubereich in Phase 1

Zusätzlich werden Arbeiten im Sicherheitsbehälter durchgeführt, wie z. B.:

- Ausbau von Rohrleitungen und Komponenten im Sicherheitsbehälter wie Speisewasserleitungen, Frischdampfleitungen, Abfahrkühlleitungen, Sicherheits- und Entlastungsventile mit Leitungen, Leitungen des Kernflutsystems,
- Herstellung von Arbeitsbühnen und Einrichtungen im Sicherheitsbehälter für die spätere Reaktordruckbehälter-Zerlegung.

## Der Abbau in der Phase 2

Die Abbauarbeiten, die in der Phase 1 begonnen wurden, werden fortgesetzt u. a. mit

- dem Abbau des Reaktordruckbehälters ohne Reaktordeckel,
- dem Freiräumen und dem Abbau des Sicherheitsbehälters und Abbau des biologischen Schildes und
- dem teilweisen Freimessen von Gebäudestrukturen und Geländeflächen, die nicht für den Abbau des KKI 2 weiter genutzt werden sollen.

Die freigemessenen Gebäude und Gebäudebereiche werden verschlossen und ggf. versiegelt und gegen eine Rekontamination (Gefahr einer erneuten Kontamination) z. B. mit Zugangsregelungen gesichert. Falls notwendig, können diese Gebäude auch abgerissen werden. Dazu wird der Nachweis auf Rückwirkungsfreiheit auf verbleibende Strukturen beim Abreißen erbracht.

## Abriss von Gebäudestrukturen

Der Abriss der freigegebenen Gebäude ist nicht Gegenstand der atomrechtlichen Genehmigungen für die Phase 1 und Phase 2 der Anlage KKI 1. Diese Abrissarbeiten werden mit konventioneller Technik durchgeführt.

## Die technische Vorgehensweise

Es wird eine geeignete Infrastruktur geschaffen, damit in verschiedenen Räumen und Raumbereichen in den Gebäuden der Anlage KKI 1 gleichzeitig Abbauarbeiten durchgeführt werden können. Dafür werden Nutzungsänderungen in den entsprechenden Raumbereichen erforderlich. Diese Nutzungsänderungen schließen die erforderlichen Änderungen bzw. die Schaffung von Pufferlagerflächen und Transportwegen ein.

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

Für den Abbau und die Zerlegung werden überwiegend solche Verfahren und Werkzeuge eingesetzt, die sich bereits praktisch bewährt haben – entweder im konventionellen Bereich oder bei anderen Abbauvorhaben in der Kerntechnik. Wichtigstes Kriterium für die Auswahl der anzuwendenden Verfahren und Ausrüstungen ist es, die Strahlenexposition der Mitarbeiter und in der Umgebung zu minimieren.

Innerhalb der zurückzubauenden Anlage KKI 1 und auch für das Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen werden verschiedene Arbeitsbereiche unter Beachtung der erforderlichen Arbeitssicherheits-, Brandschutz- und Strahlenschutzmaßnahmen ausgestattet und eingerichtet:

- Bereiche für die Zerlegung einschließlich Zerlegeplätze,
- Pufferlagerflächen,
- Bereiche zur Dekontamination,
- Bereiche zur Konditionierung,

## Kurzbeschreibung

- Bereiche für Radioaktivitätsmessungen,
- Transportwege,
- Demontagebereiche.

Eine Anordnung der möglichen Arbeitsbereiche für den Abbau der Reaktordruckbehältereinbauten wird in der Abbildung 8 gezeigt.

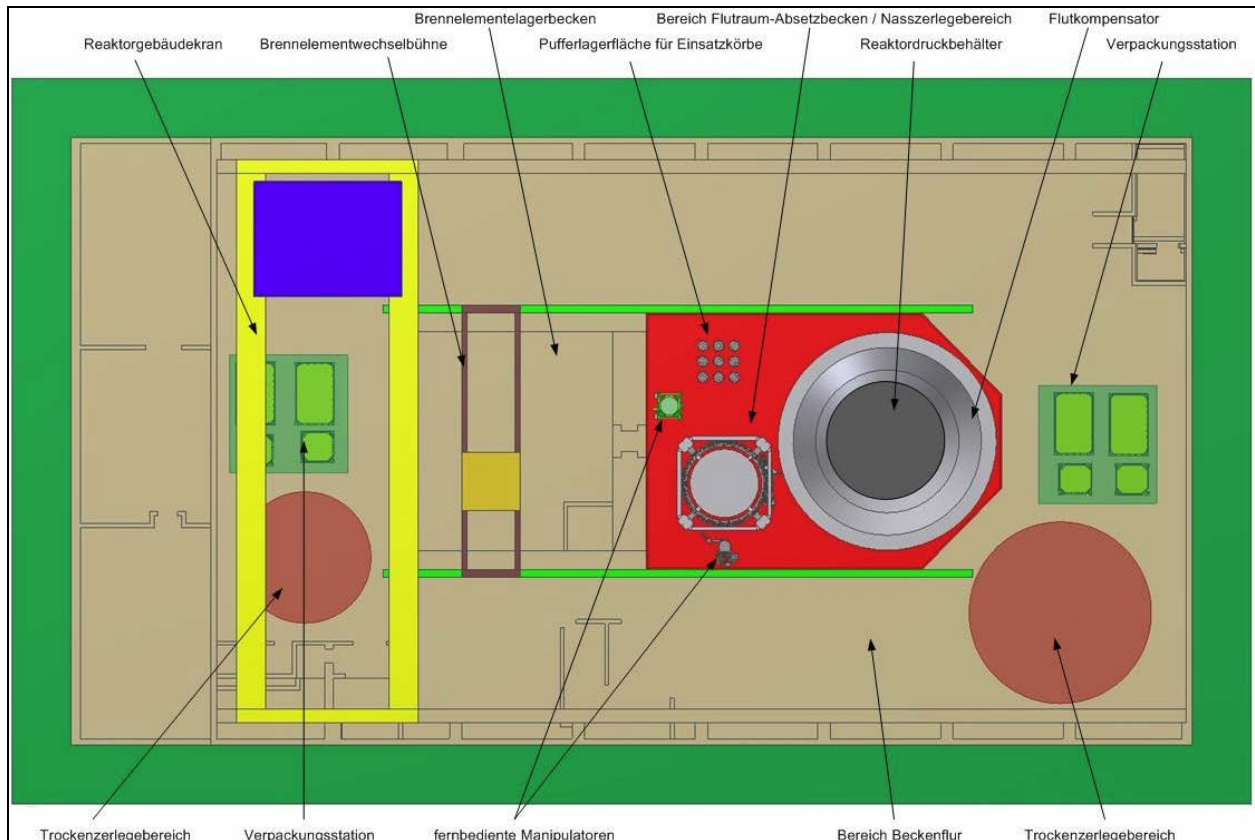


Abbildung 8 Prinzipdarstellung, Schnittbild Reaktorgebäude, mögliche Arbeitsbereiche für den Abbau der Reaktordruckbehältereinbauten

## Zerlegeverfahren

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

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

ren werden entsprechende Schutzeinrichtungen eingesetzt. 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 Komponenten und Anlagenteilen mit hoher spezifischer Aktivität, z. B. Reaktordruckbehältereinbauten, ist eine fernbediente/fernhandierte Durchführung der Abbauarbeiten bei Verwendung von Abschirmungen zur Minimierung der Strahlenexposition des Abbaupersonals sinnvoll. 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, die mit einem strahlungsseitig akzeptablen Ortsdosisleistungs-Niveau im Arbeitsbereich einhergeht, ist eine Handtierung bei Nutzung von abschirmenden Wasserüberdeckungen nicht zwingend erforderlich. Die Arbeiten können trocken durchgeführt werden.

### **Abbaueinrichtungen**

Je nach den spezifischen Verhältnissen im Arbeitsbereich werden manuelle, fernhandierte oder fernbediente Verfahren und Gerätetechnik eingesetzt. Aktivierte oder hoch kontaminierte Anlagenteile und Komponenten werden fernhandiert oder fernbedient abgebaut. Bei fernhandierter Gerätetechnik – z. B. Stangenwerkzeug – wird der Abstand zwischen Abbaupersonal und Abbaufäche 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 einer Entfernung von der jeweiligen Abbaueinrichtung befindet.

### **Dekontaminationsverfahren**

Die Dekontamination dient beim Abbau einer kerntechnischen Anlage zur Reduktion von Oberflächenverunreinigung. Die Verunreinigungen (Kontaminationen) befinden sich auf der Oberfläche von Materialien, verursacht durch radioaktive Stoffe.

Bei der mechanischen Dekontamination erfolgt die Entfernung der Kontamination durch eine direkte Bearbeitung der kontaminierten Oberfläche mit einem geeigneten Werkzeug. In der Praxis werden Techniken angewendet, wie z. B. Wischen, Saugen, Bürsten, Hochdruckreinigung mit Wasser, Dampf oder Trockeneis, Sandstrahlverfahren mit festen abrasiven Mitteln (Sand oder Stahlkörnern, Raspeln, Schmirgeln, Schaben, Fräsen). Das Trockenstrahlverfahren mit Stahlkies ist ein hochwirksames Dekontaminationsverfahren für zerlegte Komponenten mit leicht zugänglichen Oberflächen.

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

Bei beiden Verfahren können abgetragene kontaminierte Partikel leicht isoliert und als radioaktiver Abfall entsorgt werden.

## Freigabe

Die Anforderungen für die Freigabe von Materialien aus dem Kontrollbereich regelt § 29 der StrlSchV. Das bereits radiologisch voruntersuchte, zerlegte und dekontaminierte Material wird mehrfach mit radiologischen Messungen untersucht.

Mit einer Orientierungsmessung soll vor allem die Aktivitätsverteilung 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 unterschiedliche Aktivitätsverteilungen berücksichtigen. Unter bestimmten Bedingungen werden zusätzliche Kontrollmessungen durch den Betreiber durchgeführt. Dabei kann es sich sowohl um Direktmessungen als auch um Probenahmen mit anschließender Laborauswertung handeln. Nach den Messungen wird der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde die Freigabedokumentation vorgelegt. Nach Zustimmung der Behörde und Freigabe durch den Strahlenschutzbeauftragten kann das Material abtransportiert werden.

## Konditionierungsverfahren

Die Konditionierung dient der Behandlung des radioaktiven Abfalls zur Herstellung von geeigneten endlagerfähigen Abfallgebinden. Dies wird dann erforderlich, wenn Materialien aus radiologischen und wirtschaftlichen Gründen nicht der Freigabe zugeführt werden können. Das Abfallvolumen wird möglichst gering gehalten. Dies wird z. B. durch Verbrennung, Verpressung, Trocknung, Zementierung, Einschmelzen und auch durch Verpackung erreicht.

## Das abgebaute Material

Der überwiegende Teil der beim Abbau des KKI 1 aus dem Kontrollbereich anfallenden Materialien (Anlagen und Stoffe) ist weder aktiviert noch kontaminiert. Vorwiegend handelt es sich um Metallschrott und Bauschutt (mit dem Begriff bezeichnet man Baumaterialien wie zum Beispiel Beton, Backsteine, Klinkersteine und Mörtelreste).

Beim Abbau der Anlage KKI 1 fallen radioaktive Reststoffe aus dem Kontrollbereich an. Bereits vor dem Abbau von Anlagenteilen werden die anfallenden radioaktiven Reststoffe charakterisiert und die Entsorgungsziele werden festgelegt. Diese sind:

- Freigabe gemäß § 29 der StrlSchV mit den Optionen
  - uneingeschränkte Freigabe
  - Freigabe zur Beseitigung
  - Freigabe zur Rezyklierung
  - Freigabe von Gebäuden zum Abriss
  - Freigabe von Gebäuden zur Wieder- und Weiterverwendung
- Kontrollierte Verwertung im kerntechnischen Bereich
- Direkte Wiederverwendung im Bereich einer anderen atomrechtlichen Genehmigung
- Radioaktiver Abfall zur Endlagerung

Die verschiedenen Materialgruppen werden getrennt gesammelt. Müssen die abgebauten Anlagenteile aus radiologischen Gründen als radiologischer Abfall entsorgt werden, so werden sie entsprechend den genehmigten Annahmebedingungen des Endlagers Konrad konditioniert. Die Abfallgebinde werden zwischengelagert (z. B. in dem Zwischenlager Mitterteich), bevor sie in das Endlager Konrad transportiert werden können.

Das weder aktivierte noch radioaktiv kontaminierte Material kann sofort in anderen Bereichen weiterverwendet oder verwertet werden. Die meisten metallischen Anlagenteile fließen als

Schrott wieder in den Rohstoffkreislauf zurück. Die Betonreste aus dem Abbruch der Gebäude können in der Bauindustrie wieder verwendet werden.

## Massen

Auf der Grundlage der Erfahrungen bei bereits abgebauten kerntechnischen Anlagen wurden für die o. g. Entsorgungswege die Massen abgeschätzt. Es fallen insgesamt ca. 224.000 Mg radioaktive Reststoffe aus dem Kontrollbereich an, die gemäß dem jeweiligen Entsorgungsweg entsorgt werden. Eine Masseabschätzung ergab für die jeweiligen Entsorgungswege für eine uneingeschränkte Freigabe gemäß § 29 der StrISchV ca. 20.600 Mg und radioaktiver Abfall ca. 3.400 Mg. Die Gebäudemassen wurden mit ca. 200.000 Mg geschätzt, unter der Berücksichtigung, dass der Abbruch der freigegebenen Gebäude nicht Gegenstand der atomrechtlichen Genehmigung für die Phasen 1 und 2 ist.

## Die Nachnutzung von Einrichtungen und Gebäuden für den Abbau der Anlage KKI 2

Die Berechtigung zum Leistungsbetrieb des KKI 2 erlischt gemäß AtG, wenn die in Anlage 3 Spalte 2 des AtG für die Anlage aufgeführte Elektrizitätsmenge oder die auf Grund von Übertragungen nach § 7 (1b) AtG sich ergebende Elektrizitätsmenge erzeugt ist, jedoch spätestens mit Ablauf des 31. Dezember 2022.

Nach derzeitigem Planungstand ist vorgesehen, dass nach Beendigung des Leistungsbetriebs die Stilllegung und der Abbau des KKI 2 beantragt werden.

Für einen effizienten Abbau des KKI 2 können frei werdende Flächenkapazitäten, die Reststoffbearbeitungsstationen und die dazu erforderlichen Infrastruktureinrichtungen aus dem Bereich des KKI 1 bei Bedarf auch für den Abbau des KKI 2 genutzt werden. U. a. sind dies die Transportbereitstellungshalle, die Pufferlagerflächen im Reaktorgebäude, das Maschinenhaus, das Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager sowie auf den Freiflächen des Betriebsgeländes, das Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen und die Freimessanlage. Mit dem Abschluss der Abbaumaßnahmen im KKI 2 werden dann die noch vorhandenen Einrichtungen im KKI 1 zurückgebaut.

## Die Sicherheit

### Die Schutzziele

Die Arbeiten beim Restbetrieb und Abbau der Anlage KKI 1 werden so durchgeführt, dass

- die Bevölkerung in der Umgebung und die Mitarbeiter in der Anlage vor radioaktiver Strahlung geschützt werden und
- keine unzulässigen Mengen radioaktiver Stoffe und keine unzulässige radioaktive 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 Restbetriebes und dem Abbau der Anlage Radionuklide freizusetzen. Zum Schutz vor ionisierender Strahlung und zur Begrenzung der Abgabe von radioaktiven Stoffen sind in der Anlage KKI 1 vielfältige Einrichtungen vorhanden und Maßnahmen festgelegt. Es gelten folgende Schutzziele, um das übergeordnete radiologische Sicherheitsziel - der Schutz vor ionisierender Strahlung - sicherzustellen:

- Einschluss radioaktiver Stoffe,
- Begrenzung der Strahlenexposition.

Solange sich bestrahlte Brennelemente innerhalb des Brennelementlagerbeckens befinden, gelten zu Beginn des Restbetriebs in der Phase 1 bis nach Abtransport der bestrahlten Brennelemente zwei weitere Schutzziele:

- Kontrolle der Unterkritikalität,
- Kühlung der Brennelemente.

Die Unterkritikalität wird begrenzt durch die gewählte Anordnung der bestrahlten Brennelemente in den Lagergestellen im Brennelementlagerbecken und in den für die Zwischenlagerung verwendeten Transport- und Lagerbehältern.

Die Kühlung der Brennelemente wird gewährleistet durch das Wasser innerhalb des Brennelementlagerbeckens, welches die Nachzerfallswärme aufnimmt, die durch die bestrahlten Brennelemente an das Wasser des Brennelementlagerbeckens abgegeben wird. Die Wärme des Wassers aus dem Brennelementlagerbecken wird zum Kühlsystem abgeführt.



Während des Abbaus wird Vorsorge gegen ungeplante Freisetzungen von Radioaktivität im Kontrollbereich getroffen. Die Rückhaltung von radioaktiven Stoffen im Wasser wird durch die Hülle des Reaktorgebäudes (Gebäudehüllen), durch die vorhandene Abwasseraufbereitung und durch die Systemgrenzen sichergestellt. Die Rückhaltung der radioaktiven Stoffe in der Luft wird durch den Betrieb der Lüftungssysteme erreicht, z. B. durch die Gewährleistung einer gerichteten Luftströmung innerhalb des Gebäudes gegenüber der Außenatmosphäre.

Die Rückwirkungsfreiheit aller Stilllegungs- und Abbauarbeiten von der Lagerung und Handhabung der bestrahlten Brennelemente wird bis zum Abschluss der Entsorgung der Brennelemente gewährleistet.

Die Begrenzung der Strahlenexposition sowie die Kontrolle des Aktivitätsinventars in der Anlage werden durch den technischen, administrativen und baulichen Strahlenschutz 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 Minimierung der Strahlenexposition des Personals,
- eine Rückhaltung und Minimierung der Abgabe flüssiger und gasförmiger radioaktiver Stoffe an die Umgebung.

### Der betriebliche Strahlenschutz

Zum Schutz der Mitarbeiter vor radioaktiver Strahlung werden bauliche, technische und administrative Sicherheitsmaßnahmen ergriffen.

Das Betriebsgelände des KKI 1 wird gemäß den Bestimmungen der StrlSchV je nach Höhe der möglichen Strahlenexposition unterteilt in Betriebsgelände, in Überwachungsbereiche, in Kontrollbereiche und in Sperrbereiche. Die Überwachungsbereiche sind betriebliche Bereiche, welche nicht zum Kontrollbereich gehören. Die Kontrollbereiche umfassen das Reaktorgebäude, das Maschinenhaus (Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen), das Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager, Teile des Werkstatt- und Lagergebäudes und die Transportbereitstellungshalle. Der Zutritt zu den Strahlenschutzbereichen wird gemäß § 37 StrlSchV geregelt. Die Kontrollbereichsbegehungen werden überwacht. Sperrbereiche sind abgesicherte Bereiche, die vom Strahlenschutzbeauftragten festgelegt und laufend den Gegebenheiten angepasst werden. Der Zugang zu diesen Bereichen ist nur unter Aufsicht des Strahlenschutzpersonals gestattet.

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 und Maßnahmen, um eine unkontrollierte Freisetzung radioaktiver Stoffe zu vermeiden.

### Die Abgabegrenzwerte

Die radioaktiven Stoffe in der Raumluft werden in den Filtern der Lüftungsanlage und die radioaktiven Stoffe im Wasser werden in der Abwasserreinigungsanlage zurückgehalten.

### Ableitungen mit Fortluft

Die beantragten Genehmigungswerte (Höchstwerte) der jährlichen Nuklidabgabe der Anlage KKI 1 mit der Fortluft betragen:

- Radioaktive Gase:  $1,0 \cdot 10^{15}$  Bq (Kalenderjahr)
- Radioaktive Aerosole <sup>1)</sup>:  $3,0 \cdot 10^{10}$  Bq (Kalenderjahr)

<sup>1)</sup> Halbwertszeit größer als 8 Tage, ohne Jod-131

### Ableitungen mit Wasser

Für den Restbetrieb und den Abbau der Anlage KKI 1 sind – wie im Leistungsbetrieb – die genehmigten Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Wasser für KKI 1 und KKI 2 vorgesehen:

- Tritiumaktivitätsabgabe: KKI 1:  $1,85 \cdot 10^{13}$  Bq/a; KKI 2:  $4,80 \cdot 10^{13}$  Bq/a
- Gesamtaktivitätsabgabe (ohne Tritium): KKI 1:  $1,10 \cdot 10^{11}$  Bq/a; KKI 2:  $5,50 \cdot 10^{10}$  Bq/a

Die genannten Abgabegrenzwerte für radioaktive Stoffe mit der Fortluft und dem Wasser werden beim Abbau nicht ausgeschöpft. Die tatsächliche abgeleitete Aktivität in der Luft und in dem Wasser wird gemessen und bilanziert.

### Die Strahlenexposition in der Umgebung

Für den Restbetrieb und den Abbau der Anlage KKI 1 wurde die Strahlenexposition unter Berücksichtigung der Einzelkomponenten

- genehmigte Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser,

- Direktstrahlung und Streustrahlung, unmittelbar aus dem genehmigten Umgang mit radioaktiven Stoffen (Kernbrennstoff, aktiviertes und kontaminiertes Material) in der Anlage resultierend

nach der allgemeinen Verwaltungsvorschrift der Strahlenschutzverordnung berechnet.

### Radiologische Auswirkungen der Ableitungen

Die effektive Dosis aus Ableitungen mit der Fortluft beträgt aus dem Restbetrieb und dem Abbau der Anlage KKI 1 für die Säuglinge (Altersgruppe  $\leq 1$  Jahr) 0,075 mSv/a und für die Erwachsenen (Altersgruppe  $> 17$  Jahre) 0,055 mSv/a. Der entsprechende Grenzwert der StrlSchV beträgt 0,3 mSv/a.

Insgesamt wurde für den Abluft- und Abwasserpfad nachgewiesen, dass im Rahmen von Restbetrieb und Abbau der Anlage KKI 1 für alle Organdosen sowie für die effektive Dosis und für alle Altersgruppen die Grenzwerte nach § 47 Abs. 1 StrlSchV deutlich unterschritten werden.

Für den Nahbereich des Standorts KKI (Bereich der Einleitungsstelle der KKI-Wässer in die Isar) ergibt sich infolge zukünftiger radioaktiver Ableitungen der beiden Anlagen KKI 1 (während Restbetrieb und Abbau) und KKI 2 (im Leistungsbetrieb) unter Einbeziehung möglicher Vorbelastungen die maximale Jahresdosis zu 0,339 mSv (Jahresdosisgrenzwert 0,9 mSv) für die Säuglinge (Altersgruppe  $\leq 1$  Jahr).

Für den Fernbereich des Standortes KKI (Bereich vollständiger Durchmischung der von Standort KKI eingeleiteten Wässer mit den Wässern sonstiger Einleiter) ergibt sich eine maximale Jahresdosis von ca. 0,153 mSv für die effektive Dosis (Jahresdosisgrenzwert 0,3 mSv), ebenfalls für die Säuglinge (Altersgruppe  $\leq 1$  Jahr).

Diese berechneten Dosiswerte liegen unterhalb des Grenzwertes von 0,3 mSv für die effektive Dosis im Kalenderjahr nach § 47 StrlSchV. Im Vergleich: Die durchschnittliche natürliche Strahlenexposition beträgt in Deutschland 2,4 mSv/a.

### Radiologische Auswirkungen der Direktstrahlung

Die Strahlenexposition in der Umgebung setzt sich aus den Strahlenexpositionen durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und mit dem Wasser sowie der ausgesendeten Gammastrahlung (Direktstrahlung) zusammen.

Für den Leistungsbetrieb der Anlagen KKI 1 und KKI 2 waren Jahresdosen aus Direkt- und Streustrahlung an den ungünstigsten Aufpunkten (siehe Abbildung 10) am Anlagenzaun von  $< 0,031$  mSv bzw.  $< 0,045$  mSv berechnet worden. Da die Gebäude während des Restbetriebes und des Abbaus der Anlage KKI 1 in ihrer Abschirmwirkung unbeeinträchtigt bleiben und die Abbauprozesse keine Strahlenquelle generieren, die in ihrer Quellstärke über denen aus Vorgängen während des Leistungsbetriebes liegen, sind für den Restbetrieb und den Abbau der Anlage KKI 1 keine höheren Expositionen aus Direktstrahlung an den ungünstigsten Aufpunkten zu unterstellen.

### Summe der Strahlenexposition

Die o. g. berechneten Dosiswerte sind kleiner als der Grenzwert von 1 mSv für die effektive Dosis im Kalenderjahr nach § 46 der StrlSchV.

### Die Umgebungsüberwachung

Die Emissionsüberwachung 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. Die Überwachung auf radioaktive Aerosole und Gase erfolgt durch kontinuierliche Messung sowie durch kontinuierliche Sammlung von Proben und Bilanzierung der abgeleiteten Nuklide.

Das radioaktive Abwasser sowie die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser werden entsprechend dem gültigen wasserrechtlichen Erlaubnisbescheid überwacht.

Die Immissionen des Standorts KKI außerhalb der Anlage werden durch

- die Überwachung der Direktstrahlung von der Anlage,
- die Überwachung der Luft und des Niederschlages sowie
- die Überwachung der am Boden und auf Bewuchs abgelagerten Aerosolaktivität kontrolliert.

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

## Die Ereignisanalyse

Mit einer Ereignisanalyse wurde der Nachweis erbracht, dass der Restbetrieb und der Abbau der Anlage KKI 1 keine radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung hat. Das gilt sowohl für die Strahlenexposition als auch für die Freisetzung radioaktiver Stoffe mit der Luft und Wasser (gemäß der Vorgaben der Entsorgungskommission).

## Schadensvorsorge

Für den Abbau und den Restbetrieb der Anlage KKI 1 sind Schutzmaßnahmen vorzusehen, damit im Falle von auftretenden Ereignissen, die in der StrlSchV festgelegte Störfallexposition in der Umgebung nicht überschritten wird.

Es ist umfangreiche Vorsorge getroffen, um Ereignisse zu vermeiden und ihre Folgen zu begrenzen. Diese Vorsorge umfasst insbesondere Wiederkehrende Prüfungen an allen benötigten Einrichtungen, Schutzeinrichtungen und Reserveschutzeinrichtungen, ein Barriersystem zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe und Abschirmungen gegen radioaktive Strahlung.

Es wurden folgende Ereignisgruppen betrachtet:

Einwirkungen von innen (EVI):

- Ereignisse bei der Lagerung und Handhabung bestrahlter Brennelemente,
- mechanische Einwirkungen,
- anlageninterne Leckagen von Behältern und Überflutungen,
- Störungen und Ausfälle von Versorgungseinrichtungen,
- anlageninterner Brände,
- chemische Einwirkungen.

Einwirkungen von außen (EVA):

- naturbedingte Einwirkungen,
- zivilisatorisch bedingte Einwirkungen,
- Wechselwirkungen mit anderen Anlagen am Standort.

Die Ereignisse jeder Ereignisgruppe wurden auf der Grundlage konservativer Annahmen zur Darstellung des Verlaufes der radiologischen Folgen in der Umgebung der Anlage bewertet. Für jede Ereignisgruppe wurde das radiologisch führende Ereignis ermittelt. Daraus konnte dann das radiologisch führende Ereignis für den Restbetrieb und Abbau der Anlage KKI 1 festgelegt werden.

## Auswirkungen der Ereignisse

Für die Untersuchung wurden die sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisabläufe, gegen die eine Anlage ausgelegt sein muss, zu Ereignisgruppen zusammengefasst. Für jede Ereignisgruppe wurde das bestimmende Ereignis identifiziert und untersucht.

Das radiologisch führende Ereignis für Restbetrieb und Abbau der Anlage KKI 1 ist ein Versagen des Abwasserverdampfers im Reaktorgebäude durch anlageninterne Ereignisse oder im Ergebnis eines Erdbebens. Dabei würde die Strahlenexposition in der Umgebung noch unterhalb von etwa 1 mSv liegen. Die Strahlenexposition ist damit um mehr als eine Größenordnung unter dem in der StrlSchV festgelegten maximalen Wert für die Störfallexposition von 50 mSv.

Bei keinem der für den Restbetrieb und den Abbau der Anlage KKI 1 betrachteten möglichen Ereignisabläufe sind Strahlenexpositionen in der Umgebung zu erwarten, die den festgelegten maximalen Wert für die Störfallexposition von 50 mSv auch nur annähernd erreichen.

## Die Umweltauswirkungen

Für den Abbau der Anlage KKI 1 wird gemäß des kerntechnischen Regelwerkes (Atomrechtliche Verfahrensordnung AtVfV) auf der Grundlage des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt. Die Umweltverträglichkeitsprüfung beinhaltet die Untersuchung, die Beschreibung, die Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter wie

- Mensch und menschliche Gesundheit,
- Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt,
- Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
- Kultur- und sonstige Sachgüter  
einschließlich ihrer Wechselwirkungen.

Die Grundlage für die Prüfung auf Umweltverträglichkeit bildet neben den Antragsunterlagen für dieses Vorhaben, die Ergebnisse des Vorschlages zum voraussichtlichen Untersuchungsrahmens für die Umweltverträglichkeitsprüfung und die angefertigte Umweltverträglichkeitsuntersuchung für die Stilllegung und Abbau der Kernkraftwerkes KKI 1 vom 30.10.2013. Diese Ergebnisse sind unten zusammengefasst dargestellt:

## Menschen und menschliche Gesundheit, Tiere und Pflanzen

### (Biologische Vielfalt)

Der Restbetrieb und der Abbau der Anlage KKI 1 hat keine Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Pflanzen. Für alle Organdosen und für die effektive Dosis für alle Altersgruppen des Menschen werden die Grenzwerte nach § 47 (1) der StrlSchV deutlich unterschritten.

### Menschen und menschliche Gesundheit

Für den Leistungsbetrieb der Anlagen KKI 1 und KKI 2 waren Jahresdosen an den ungünstigsten Aufpunkten am Anlagenzaun von  $< 0,031$  mSv bzw.  $< 0,045$  mSv berechnet worden. Da die Gebäude während des Restbetriebes und des Abbaus der Anlage KKI 1 in ihrer Abschirmwirkung unbeeinträchtigt bleiben und die Abbauprozesse keine Strahlenquelle generieren, die in ihrer Quellstärke über denen aus Vorgängen während des Leistungsbetriebes liegen, sind für den Restbetrieb und den Abbau der Anlage KKI 1 keine höheren Expositionen aus Direktstrahlung an den ungünstigsten Aufpunkten zu unterstellen.

Für die effektive Dosis aus der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und mit dem Abwasser wurde nachgewiesen, dass im Rahmen von Restbetrieb und Abbau der Anlage KKI 1 für alle Organdosen sowie für die effektive Dosis und für alle Altersgruppen die Grenzwerte nach § 47 (1) StrlSchV deutlich unterschritten werden.

Insgesamt wurde für den Abluftpfad nachgewiesen, dass im Rahmen von Restbetrieb und Abbau der Anlage KKI 1 für alle Organdosen sowie für die effektive Dosis und für alle Altersgruppen die Grenzwerte nach § 47 (1) StrlSchV deutlich unterschritten werden.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft und dem Wasser führt zu Strahlenexpositionen, die im Nah- und Fernbereich unter Berücksichtigung der Vorbelastung deutlich kleiner sind als der Grenzwert von  $0,3$  mSv pro Jahr nach StrlSchV. Auch die Direktstrahlung an der Grenze des Kraftwerksgeländes ist deutlich geringer als der einzuhaltende Grenzwert von  $1$  mSv pro Jahr.

Für den Restbetrieb und den Abbau der Anlage KKI 1 wurden Ereignisse untersucht, die zu erwarteten und auch zu nicht erwartenden Freisetzungen von radioaktiven Stoffen in die Umgebung führen. Die berechnete Strahlenexposition dieser Ereignisse liegt noch unter der zulässigen Strahlenexposition infolge betriebsbedingter Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Luft gemäß § 47 (1) der StrlSchV.

Die Ereignisse, die zu nicht erwarteten Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung führen könnten, wurden ebenfalls untersucht. Bei allen Ereignissen werden die Störfallplanungswerte für die Strahlenexposition nach StrlSchV weit unterschritten.

Der überwiegende Teil der Abbautätigkeiten wird innerhalb der Gebäude durchgeführt. Dabei fallen schwach- und mittelradioaktive Abfälle an, die nach der Behandlung im ZEBRA hauptsächlich in der Transportbereitstellungshalle auf dem Gelände zwischengelagert werden. Durch diese Transporte und durch die späteren Verladungen kommt es zu einer hohen Anzahl von Transportbewegungen auf den Straßen des Betriebsgeländes des Standortes KKI, welche in der Regel tagsüber durchgeführt werden.

Es wird davon ausgegangen, dass sich durch den vorhabenbedingten Verkehr die Immissions-situation im Umfeld der Anlage KKI 1 nicht verändert.

Emissionen von Schall und Luftschadstoffen entstehen vorwiegend in den Gebäuden infolge der Abbautätigkeiten. Außerhalb von Gebäuden auf dem Betriebsgelände (oder Kraftwerksge-lände) entstehen voraussichtlich nur in einem geringen Umfang Emissionen von Schall und Luftschadstoffen. Diese liegen alle unterhalb der Grenzwerte. Während des Restbetriebes und Abbau der Anlage KKI 1 wird ständig geprüft, ob sich die Schall-Immissionen aufgrund der ge-änderten Fahrweise der Anlagen eventuell erhöhen.

Auswirkungen des Vorhabens durch die Emission von Licht sind nicht zu erwarten, da eine Veränderung der jetzigen Situation hinsichtlich zusätzlicher oder anderer Beleuchtungen nicht zu erwarten ist. Die Beleuchtung am Standort KKI 1 ändert sich nicht gegenüber dem Zustand während des Leistungsbetriebs der Anlage KKI 1.

Relevante Wärmeemissionen treten innerhalb des Restbetriebes und des Abbaus der Anlage KKI 1 nicht auf.

## **Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt**

Anhand der ermittelten Werte für die Direktstrahlung und die Ableitung radioaktiver Stoffe über den Luft- und Wasserpfad wird nachgewiesen, dass die einzuhaltenden Grenzwerte des § 47(1) der StrlSchV unter Berücksichtigung der Vorbelastung sowie die Regelungen zur Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und zur Dosisreduzierung gem. § 6 der StrlSchV eingehalten werden.



Infolge der Stilllegung und des Abbaus von KKI 1 und den damit verbundenen deutlich reduzierten Wasserentnahmen kommt es zu einer Entlastung in Bezug auf die aquatische Flora und Fauna im Vergleich zum Leistungsbetrieb. Erhebliche Beeinträchtigungen des Schutzgutes Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt durch diesen Wirkpfad sind daher auszuschließen. Hinsichtlich der Ableitung von Kühlwasser und konventionellen Abwässern werden die derzeit genehmigten Abgabewerte hinsichtlich Art und Mengen der Abwässer, Konzentrationen und Frachten der Inhaltstoffe, Einleitmengen und Einleittemperaturen auch während des Restbetriebs und des Abbaus eingehalten bzw. unterschritten. Davon ausgehend sind Auswirkungen auf die an das Wasser gebundenen Lebensräume von Tieren und Pflanzen aufgrund von Ableitungen von Kühlwasser und konventionellen Abwässern nicht zu erwarten.

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

### **Boden**

Da im Rahmen des Abbaus des KKI 1 keine Flächen außerhalb des Kraftwerkszaunes in Anspruch genommen und im Innenbereich des Werksgeländes bereits heute befestigte Flächen und Straßen für Verkehrswege, Lagerflächen für Baumaterialien etc. und Baustelleneinrichtungenflächen genutzt werden, sind Auswirkungen auf das Schutzgut Boden durch Flächeninanspruchnahme auszuschließen.

Für die Beurteilung möglicher Depositionen luftgetragener radioaktiver Stoffe sowie für die Beurteilung möglicher Einträge radioaktiver Stoffe in Böden über den Abwasserpfad ist die sich daraus ergebende Strahlenexposition von Menschen bzw. von Tieren und Pflanzen entscheidend. Erhebliche und nachteilige Auswirkungen auf das Schutzgut Boden durch Strahlenexposition sind demnach auszuschließen, da die in der StrlSchV festgelegten Grenzwerte eingehalten werden und somit ein ausreichender Schutz für das Schutzgut Boden sichergestellt ist.

Auswirkungen auf Böden und ihre Funktionen durch die zusätzlichen verkehrsbedingten Emissionen von Luftschadstoffen können daher ausgeschlossen werden.

Der anfallende konventionelle Abfall (Reststoffe) und der radioaktive Abfall haben keine Auswirkung auf den Boden.

## Wasser

Erhebliche und nachteilige Auswirkungen auf das Schutzgut Wasser durch Strahlenexposition sind auszuschließen, da die in der StrlSchV festgelegten Grenzwerte eingehalten werden und somit ein ausreichender Schutz für das Schutzgut Wasser sichergestellt ist.

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung wird aufgezeigt, dass mit den genehmigten Werten die zulässigen Grenzwerte der StrlSchV für die Exposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser weit unterschritten werden. Erhebliche Beeinträchtigungen des Schutzgutes Wasser durch diesen Wirkpfad sind daher auszuschließen.

Auswirkungen auf das Schutzgut Wasser sind aufgrund von Ableitungen von Kühlwasser und konventionellen Abwässern nicht zu erwarten.

## Luft

Die zusätzlichen Belastungen mit konventionellen Luftschadstoffen durch den während der Bau- und Abbauarbeiten zu erwartenden Verkehr werden so gering sein, dass sie nicht zu einer vorhabenbedingten Veränderung der derzeitigen lufthygienischen Situation einer insgesamt geringen Belastung und somit nicht zu Beeinträchtigungen führen werden.

## Klima

Relevante Auswirkungen des Vorhabens auf das Schutzgut Klima sind nicht zu erwarten, da Abwärme nur in einem nicht nennenswerten Umfang erzeugt wird und Auswirkungen durch Änderung von Klimaparametern wie Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Windgeschwindigkeit daraus nicht abzuleiten sind.

## Landschaft

Beeinträchtigungen für das Schutzgut Landschaft sind nicht abzuleiten, da während der im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung zu betrachtenden Abbautätigkeiten keine wesentliche Veränderung der vorhandenen Gebäudestruktur erfolgt.

## Kultur- und sonstige Sachgüter

Auf dem Standort sind gegenwärtig keine Kultur- und sonstige Sachgüter vorhanden. Abgesehen davon sind Auswirkungen auf Kultur- und sonstige Sachgüter durch das Vorhaben nicht zu erwarten.

## Wechselwirkungen

Die Berücksichtigung von Wechselwirkungen wird in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung berücksichtigt. Wechselwirkungen der oben betrachteten Schutzgüter sind nicht zu erkennen.

## Abfälle und Reststoffe

Der Umgang mit radioaktiven Abfällen und Reststoffen ist ein wesentlicher Bestandteil des Restbetriebs und des Abbaus der Anlage KKI 1. Die dabei angewendeten Verfahren sind so ausgelegt, dass alle gesetzlichen Vorgaben eingehalten werden.

Der größte Teil des Materials, das beim Abbau des Kernkraftwerkes anfällt, kann nach Begutachtung und Freimessung wiederverwendet oder verwertet werden.

Der anfallende radioaktive Abfall wird in Abfallgebinde eingeschlossen, in der Transportbereitstellungshalle bzw. im Kontrollbereich zwischengelagert bevor er in das Zwischenlager Mitterteich, in weitere Zwischenlager oder in das bundesdeutsche Endlager Konrad transportiert wird.

## Verfahrensalternativen

Die E.ON Kernkraft GmbH besitzt auf dem Gebiet des Abbaus von Kernkraftwerken umfangreiche eigene Erfahrungen. Der Abbau des Kernkraftwerkes Würgassen (Siedewasserreaktor) sowie der Abbau des Kernkraftwerkes Stade (Druckwasserreaktor) werden unter der Verantwortung der E.ON Kernkraft GmbH erfolgreich seit vielen Jahren durchgeführt. Die Erfahrungen, die in beiden Projekten gesammelt werden konnten, erstrecken sich vom atomrechtlichen Genehmigungsverfahren über die für den Abbau notwendigen Planungen bis zur Durchführung des Abbaus. Bei der Durchführung des Abbaus wurde die E.ON Kernkraft GmbH durch interne und externe Dienstleister unterstützt. Diese Erfahrungen sind die Basis für das für das KKI 1 gewählte Abbaukonzept.

## Abbaukonzept für den Standort KKI 1

Hinsichtlich der Abwägung der Verfahrensalternativen wurde festgestellt, dass es aus strategischer Sicht im Genehmigungsverfahren nicht hilfreich ist, dieses Verfahren in viele kleine Einzelschritte zu zerlegen, sondern, wie für KKI 1 vorgesehen, das Genehmigungsverfahren in zwei atomrechtliche Phasen aufzuteilen. Hiermit können die geplanten Abbaumaßnahmen durch die Antragstellerin kompakter und prozessorientiert dargestellt werden. Dadurch erfolgt eine ganzheitliche Bewertung der gesamten geplanten Maßnahmen durch die hinzugezogenen Sachverständigen sowie durch die Behörde.

Weiterhin zeigen die Erfahrungen aus Würgassen und Stade, dass aus einer schutzzielorientierten Betrachtung des Abbauprozesses der Abbau der aktivierten Bauteile (insbesondere die RDB-Einbauten) zu Beginn des Abbaus erfolgen sollte, damit die noch in der Anlage vorhandenen Wassersysteme so schnell wie möglich entleert werden können. Dies bewog die E.ON Kernkraft GmbH zu der geplanten Abbaustrategie die RDB-Einbauten bereits in der Phase 1 des Abbauprozesses zu demontieren.

## Glossar / Begriffsbestimmung

**Abfallgebinde:** transportable Einheit aus behandeltem Abfall und Verpackung

**Aerosol:** schwebfähiges Teilchen eines festen oder flüssigen Stoffes in gasförmigen Medien

**Aktivierung:** Erzeugung künstlicher Radioaktivität durch die Bestrahlung nichtradioaktiver Stoffe (z. B. mit Neutronen)

**Aktivität:** Anzahl der Atomkernumwandlungen je Sekunde in einer radioaktiven Substanz mit der Einheit Becquerel (Bq), wobei ein Becquerel dem Zerfall eines Atomkerns je Sekunde entspricht

**Dekontamination:** Beseitigung oder Verringerung einer Kontamination mit chemischen oder physikalischen Verfahren wie Abwaschen oder Reinigen

**Dosis:** Oberbegriff für alle Größen zur Kennzeichnung der Energie ionisierender Strahlung (z. B. radioaktiver Strahlung), die an Festkörper, Flüssigkeiten oder Gase übertragen wird

Äquivalentdosis: biologische gewichtete Dosis, deren Einheit das Sievert (Sv) ist

effektive Dosis: effektive Äquivalentdosis, geeignete Größe zur Angabe eines einheitlichen Dosiswertes bei unterschiedlicher Exposition verschiedener Körperbereiche

Ortsdosis: an einem bestimmten Ort gemessene Äquivalentdosis

(Orts-) Dosisleistung: Quotient aus (Orts-) Dosis und Zeit, wird im Strahlenschutz häufig in Mikrosievert je Stunde ( $\mu\text{Sv/h}$ ) oder in Millisievert je Stunde ( $\text{mSv/h}$ ) angegeben

**Emission:** Abgabe von radioaktiven Stoffen, konventionellen Schadstoffen, Geräuschen u. a. an die Umwelt

**Freigabe:** Verwaltungsakt, der die Entlassung radioaktiver Stoffe sowie beweglicher Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteile, die aktiviert oder kontaminiert sind, aus der atom- oder strahlenschutzrechtlichen Überwachung bewirkt

**Immission:** Einwirkung von radioaktiven Stoffen, ionisierender Strahlung, konventionellen Schadstoffen, Geräuschen u. a. auf Menschen, Tiere und Vegetation als Folge von Emissionen

**Kernbrennstoff:** Nach der Definition des Atomgesetzgesetzes sind Kernbrennstoffe besondere spaltbare Stoffe

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

**Kritikalität:** Zustand einer Anordnung spaltbarer Stoffe, in der eine sich selbst erhaltende Kettenreaktion abläuft

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

**Neutron:** ungeladenes Elementarteilchen

**Radioaktivität:** Eigenschaft von Atomkernen, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden

**Reaktor:** Anlage zur Umwandlung von Kernenergie in Wärme durch Kernspaltung

**Reststoffe, nicht radioaktiv:** Bei dem Abbau der Anlage anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die weder kontaminiert noch aktiviert sind.

**Reststoffe, radioaktiv:** Bei dem Abbau der Anlage anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die kontaminiert oder aktiviert sind und schadlos verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden. Nur ein geringer Teil der radioaktiven Reststoffe muss als radioaktiver Abfall endgelagert werden.

**Schutzziel:** Grundlegende Sicherheitsfunktion (technisches und radiologisches Ziel); es umfasst verschiedene untergeordnete Sicherheitsfunktionen, welche zur Einhaltung des jeweiligen Nachweisziel und Nachweiskriterium sichergestellt werden müssen

**Strahlung (radioaktive):** Ausbreitung elektromagnetischer Wellen (z. B. Gammastrahlung) oder materieller Teilchen (z. B. Alphateilchen, Betateilchen oder Neutronen) durch Materie oder den freien Raum

**Strahlenexposition:** Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper

## Impressum

### Herausgeber

E.ON Kernkraft GmbH  
Externe Kommunikation  
Tresckowstraße 5  
30457 Hannover

### Redaktion und Gestaltung

Jens Adler  
Dr. Petra Uhlmann

### Bildquellen

E.ON Kernkraft GmbH

Februar 2014

Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion.