



Abbau des Kernkraftwerks Gundremmingen

Kurzbeschreibung

Zweck der Kurzbeschreibung

Mit den Antragsunterlagen zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage KRB II ist gemäß § 3 Abs. 4 der Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensverordnung, AtVfV) „eine allgemein verständliche, für die Auslegung geeignete Kurzbeschreibung der Anlage und der voraussichtlichen Auswirkungen auf die Allgemeinheit und die Nachbarschaft vorzulegen“.

In dieser Kurzbeschreibung werden alle wesentlichen Aspekte aus den insgesamt vorgesehenen Maßnahmen für den Abbau und die Stilllegung der Anlage KRB II in verständlicher Form zusammengefasst.

Bitte nehmen Sie ein Exemplar der Kurzbeschreibung zu Ihrer persönlichen Information.

1	Das Vorhaben	4
2	Der Standort	7
2.1	Geographische Lage	7
2.2	Bevölkerung	8
2.3	Flächennutzung	8
2.4	Verkehrswege	8
2.5	Geologische und hydrologische Verhältnisse	9
2.6	Meteorologische Verhältnisse	9
2.7	Seismologische Verhältnisse	9
2.8	Radiologische Vorbelastung	9
3	Das Kernkraftwerk Gundremmingen	10
3.1	Standorthistorie	10
3.2	Kraftwerksanlage	10
3.3	Anlagen- und Betriebszustände	14
3.4	Schutzziele	15
3.5	Radiologischer Ausgangszustand der Anlage	16
4	Der Abbau	17
4.1	Abbauerfahrung am Standort	17
4.2	Grundsätze beim Abbau	17
4.3	Vorgehen beim Abbau	17
4.4	Abbaureihenfolge	19
4.5	Abbaumaßnahmen	20
4.6	Abbau und Zerlegetechniken	21
4.7	Reststoffe und Abfälle	24
4.8	Logistik	29
5	Der Strahlenschutz	30
5.1	Betrieblicher Strahlenschutz	30
5.2	Begrenzung radioaktiver Ableitungen	31
5.3	Strahlenexposition in der Umgebung	32
5.4	Umgebungsüberwachung	33
5.5	Ereignisanalyse	33
6	Die Umweltauswirkungen	36
6.1	Mensch, Tiere, Pflanzen	36
6.2	Boden, Wasser, Luft und Klima	37
6.3	Landschaft, Kultur- und sonstige Sachgüter	38
6.4	Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern	38
6.5	Fazit	39
	Begriffsbestimmungen	40

1 Das Vorhaben

Gemäß Atomgesetz ist die kommerzielle Stromerzeugung der Blöcke B und C des Kernkraftwerks Gundremmingen (KRB II) bis zum 31.12.2017 für Block B und 31.12.2021 für Block C begrenzt. Deshalb planen die Genehmigungsinhaber den Abbau der Anlage KRB II.

Genehmigungsinhaber sind

- RWE Power AG, Huysenallee 2, 45128 Essen,
- PreussenElektra GmbH, Tresckowstraße 5, 30457 Hannover und
- Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH, Dr. August-Weckesser-Straße 1, 89355 Gundremmingen.

Der gesamte Abbau der Anlage KRB II soll in drei Teilvorhaben gegliedert werden, siehe Abbildung 1. Zu den Teilvorhaben werden jeweils einzelne Genehmigungsanträge gestellt.

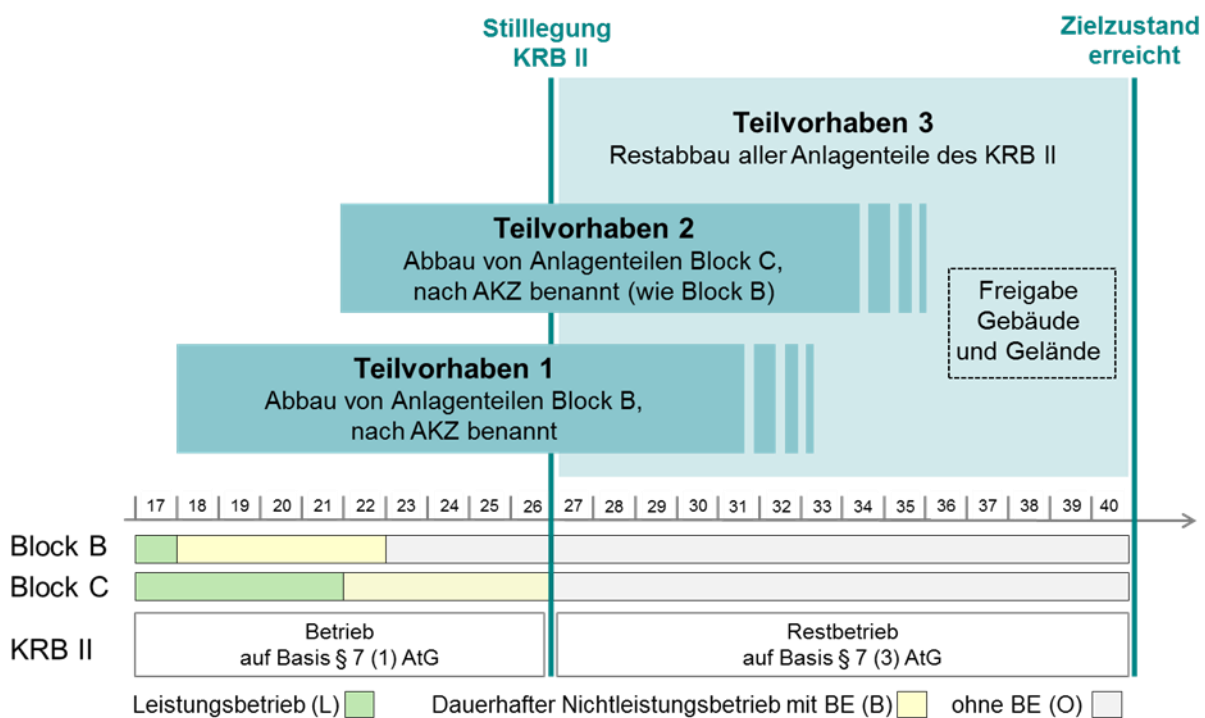


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Abbauprojekts (Zeitangaben geschätzt)

Mit dem nach § 7 Abs. 3 des Atomgesetzes gestellten Antrag für das Teilvorhaben 1 wurde zunächst die Erteilung einer Genehmigung zum Abbau von ausgewählten, bezeichneten Systemen und Anlagenteilen des Blocks B des KRB II beantragt, soweit diese

- keine Bedeutung mehr für den Betrieb und insbesondere den Leistungsbetrieb oder die Sicherheit des Blocks C haben,

- keine Bedeutung mehr für den Betrieb und insbesondere für die Lagerung und Handhabung von Brennelementen in Block B oder deren Sicherheit haben,
- nicht zu den gemeinsam für Block B und Block C wahrgenommenen betrieblichen oder sicherheitstechnischen Funktionen, insbesondere für den Betrieb des Kontrollbereiches, die Aktivitätsrückhaltung und deren Überwachung beitragen und
- nicht für den späteren Abbau erforderlich sind.

Im Teilvorhaben 1 werden also nur Systeme und Anlagenteile abgebaut, die im Rahmen des Genehmigungsverfahrens explizit beantragt, bewertet und zum Abbau genehmigt worden sind. Diese Vorgehensweise stellt die Rückwirkungsfreiheit des Vorhabens auf den Leistungsbetrieb von Block C, auf den Umgang mit Kernbrennstoffen (z. B. Lagerung, Handhabung) in den Blöcken B und C sowie auf die Einhaltung der relevanten Schutzziele sicher.

Im Teilvorhaben 2 wird analog vorgegangen. Nach Beendigung des Leistungsbetriebes von Block C werden Systeme und Anlagenteile abgebaut, die

- keine Bedeutung mehr für den Betrieb und insbesondere für die Lagerung und Handhabung von Brennelementen in Block C oder deren Sicherheit haben,
- keine Bedeutung mehr für den Betrieb und insbesondere für die Lagerung und Handhabung von Brennelementen in Block B oder deren Sicherheit haben,
- nicht zu den gemeinsam für Block B und Block C wahrgenommenen betrieblichen oder sicherheitstechnischen Funktionen, insbesondere für den Betrieb des Kontrollbereiches, der Aktivitätsrückhaltung und dessen Überwachung beitragen und
- nicht für den späteren Abbau erforderlich sind.

Diese werden im Rahmen eines späteren Genehmigungsverfahrens explizit beantragt, bewertet und zum Abbau genehmigt.

Parallel zu den Teilvorhaben 1 und 2 erfolgt der Abtransport der Brennelemente aus den Brennelementlagerbecken in CASTOR®-Behältern in das Standort-Zwischenlager. Danach wird die Anlage KRB II kernbrennstofffrei sein.

Im Teilvorhaben 3 werden dann die restlichen Systeme und Anlagenteile abgebaut und die Gebäudestrukturen in einer sinnvollen Reihenfolge dekontaminiert. Zuletzt werden die Lüftungsanlagen und der Kamin gereinigt. Wenn der Nachweis der Kontaminationsfreiheit gemäß den Regelungen der Strahlenschutzverordnung für Anlagenteile, Gebäude und Gelände geführt ist (Freigabe), kann der Kontrollbereich aufgehoben und die Anlage KRB II aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen werden.

Nach der Entlassung der Gebäude und des Geländes aus der atomrechtlichen Überwachung wird der konventionelle Abriss unter Beachtung der baurechtlichen Vorschriften durchgeführt. Alternativ ist auch eine weitere konventionelle Nutzung der Gebäude oder von Teilen der Gebäude möglich. Alle Arbeiten nach der Entlassung der Anlage aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes sind nicht Teil des hier beschriebenen Vorhabens.

Das gesamte hier vorgestellte Vorhaben wird - nach heutiger Abschätzung – etwa 20 bis 30 Jahre in Anspruch nehmen. Der Zielzustand soll also etwa um 2040 erreicht sein.

Die Genehmigungsinhaber gehen davon aus, dass ein zügiger Abtransport der Brennelemente in das Standort-Zwischenlager erfolgt. Für die beim Abbau anfallenden radioaktiven Abfälle ist die Abgabe in das Endlager KONRAD vorgesehen. Es wird davon ausgegangen, dass das Endlager KONRAD im kommenden Jahrzehnt annahmefähig ist.

Eine grundlegende Entscheidung bei der Abbauplanung ist die Wahl der Abbaustrategie, also welche der beiden gemäß Atomgesetz möglichen Optionen – direkter Abbau oder sicherer Einschluss – durchgeführt werden soll. Nach sorgfältiger Abwägung aller wesentlichen Randbedingungen wird von den Genehmigungsinhabern die Variante des direkten Abbaus der Anlage KRB II verfolgt.

Mit dem direkten Abbau kann ein großer Teil der bereits heute am Standort tätigen Mitarbeiter weiter beschäftigt werden. Dies sichert nicht nur Arbeitsplätze am Standort, die bei der Variante des sicheren Einschlusses fast vollständig verloren gehen würden, sondern es können auch die Erfahrungen und Anlagenkenntnisse des Personals für den Betrieb und den Abbau genutzt werden. Aufgrund der kürzeren Projektlaufzeit und der Möglichkeit, anlagenspezifisches Wissen der Mitarbeiter sowie die vorhandene technische Ausstattung und Infrastruktur weiter zu nutzen, wurde die gewählte Variante des direkten Abbaus als vorteilhafter eingestuft.

Mit Antrag vom 11.12.2014 beantragten die Genehmigungsinhaber deshalb die Erteilung einer Genehmigung zum Abbau von ausgewählten, bezeichneten Systemen und Anlagenteilen des Blocks B des KRB II.

2 Der Standort

2.1 Geographische Lage

Der Standort des Kernkraftwerks Gundremmingen hat die geografischen Koordinaten 10°24' östlicher Länge und 48°31' nördlicher Breite und liegt im Donauried am rechten Donauufer bei Flusskilometer 2.551. Er liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Gundremmingen, Landkreis Günzburg, im bayerischen Regierungsbezirk Schwaben.

Die Umgebung des Standortes ist eben, die mittlere Geländehöhe der Umgebung beträgt 431,5 m über NN. Das Kraftwerksgelände ist mit einer Geländehöhe von 433,0 m über NN gegenüber dem Umland leicht erhöht.

In einer Entfernung von ca. 7 km in westlicher Richtung liegt die Landesgrenze zwischen Bayern und Baden-Württemberg. Die nächstgelegene Staatsgrenze zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Österreich verläuft südlich des Standortes in einer kürzesten Entfernung von ca. 103 km zum Standort.

Weitere Details zur Lage des Standortes sind Abbildung 2 zu entnehmen.

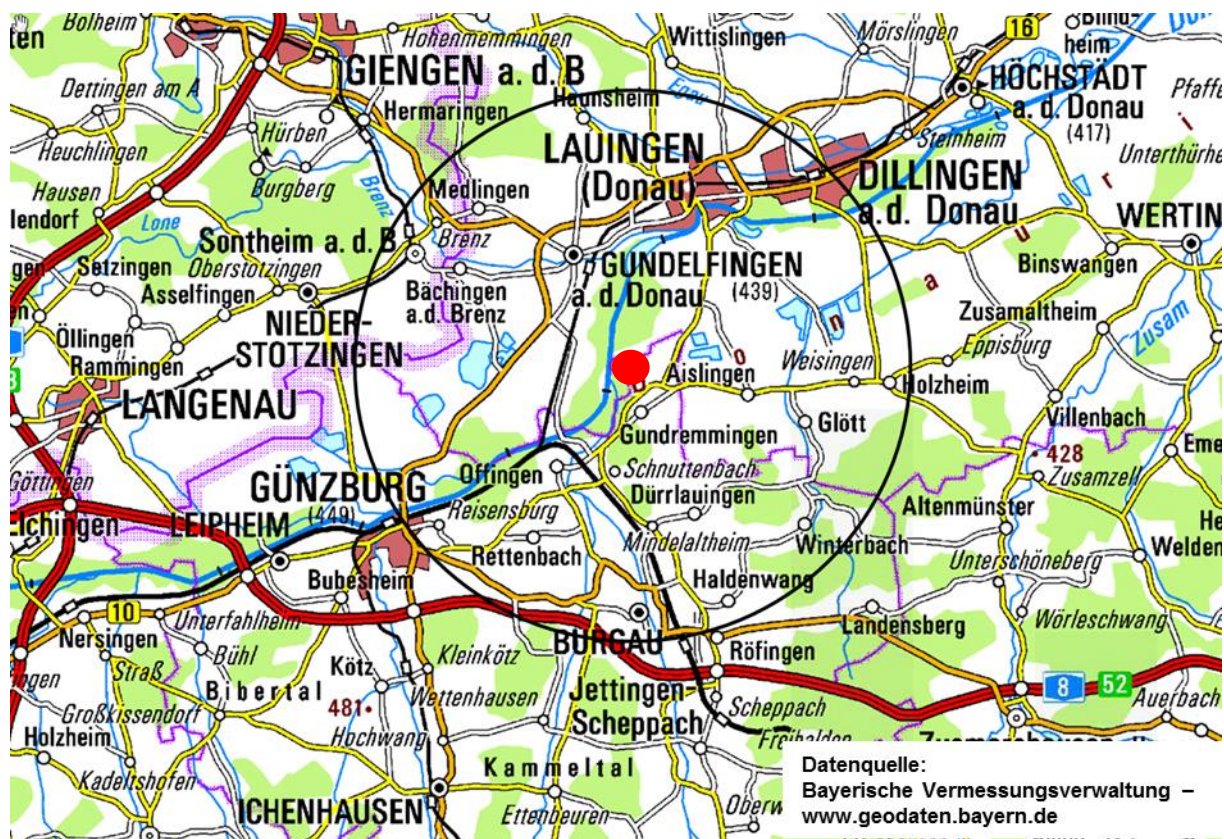


Abbildung 2: Standort Gundremmingen mit 10-km-Bereich

2.2 Bevölkerung

Im 10-km-Bereich um den Standort leben etwa 90.000 Einwohner.

Die nächstgelegenen Orte sind Gundremmingen (1.544 Einwohner), ca. 1,6 km, und Aislingen (1.342 Einwohner), ca. 4,1 km entfernt.

Etwa 8,7 km westsüdwestlich des Standortes beginnt die geschlossene Bebauung der Stadt Günzburg mit 19.534 Einwohnern, 8,4 km nordöstlich des Standortes die geschlossene Bebauung der Stadt Dillingen mit 18.111 Einwohnern.

Nächstgelegene Großstädte sind Stuttgart (0,6 Mio. Einwohner) und München (1,4 Mio. Einwohner), beide rund 95 km vom Standort entfernt.

2.3 Flächennutzung

Die Flächen der Gemeinden im 10-km-Bereich werden überwiegend landwirtschaftlich (ca. 61 % der Gemeindeflächen) bzw. forstwirtschaftlich (ca. 21 % der Gemeindeflächen) genutzt. Von der landwirtschaftlich genutzten Fläche entfallen im Mittel ca. 80 % auf Ackerland. Hauptbauprodukte sind Getreide (angebaut auf ca. 59 % des Ackerlandes) sowie Futterpflanzen (ca. 23 % des Ackerlandes).

Still- und Fließgewässer im Gebiet um den Standort werden zur Berufsfischerei (Fischzucht), zur Sportfischerei und als Badegewässer genutzt.

Im 10-km-Bereich um den Standort befinden sich Wasserschutzgebiete, Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete und ein Naturpark.

In und um Günzburg und Dillingen a. d. Donau sind vor allem folgende Branchen vertreten: Stahl- und Maschinenbau, Handwerk, Fahrzeugbau, Leder-, Textil- und Kleidungsgewerbe, Nahrungs- und Genussmittelgewerbe, Gewinnung von Steinen und Erden.

2.4 Verkehrswege

Durch den 10-km-Bereich führen die Bundesautobahn A8, sowie eine Reihe von Bundes-, Staats-, Landes- und Kreisstraßen.

Durch diesen Bereich führen drei Eisenbahnstrecken, jeweils von Ulm nach Aalen, Augsburg bzw. Ingolstadt. Die kürzeste Entfernung des Standorts zur Strecke Ulm – Augsburg beträgt ca. 4 km in südwestlicher Richtung des Standortes. Von dieser Strecke zweigt bei Offingen ein Gleisanschluss zum Standort ab.

Im 10-km-Bereich um den Standort befinden sich mehrere Luftverkehrsstraßen des oberen und unteren Luftraums.

Eine Nachttiefflugstrecke tangiert den 10-km-Bereich um das Kernkraftwerk Gundremmingen im Norden. Für den Luftraum über dem Standort wurden Flugbeschränkungsgebiete ausgewiesen.

Im 10-km-Bereich des Standortes befinden sich die Sonderlandeplätze Günzburg-Donauried und Gundelfingen a. d. Donau. Nächstgelegene internationale Flughäfen sind die Flughäfen in Stuttgart und München.

2.5 Geologische und hydrologische Verhältnisse

Tektonisch liegt der Standort im westlichen Drittel der Süddeutschen Großscholle, die durch das flache Abtauchen der Jura-Gesteine der Schwäbischen Alb in südöstlicher Richtung unter jüngere, tertiäre Molassesedimente gekennzeichnet ist. Die Donau fließt ungefähr entlang der Linie, auf der die Jurakalkgesteine unter die Molassesedimente abtauchen.

Der Standort befindet sich in etwa 700 Meter Entfernung zur Donau. Etwa einen Kilometer flussaufwärts befindet sich die Staustufe Gundelfingen. Flussabwärts befindet sich in einer Entfernung von etwa 5,5 Kilometern die Staustufe Faimingen mit zugehörigem Stausee. In Standortnähe münden flussaufwärts die Mindel und flussabwärts die Brenz in die Donau.

Der Grundwasserspiegel liegt am Standort in etwa 3 bis 4 Metern Tiefe. Ein 10.000-jährliches Hochwasser würde das Kraftwerksgelände an keiner Stelle überfluten.

2.6 Meteorologische Verhältnisse

Die Hauptwindrichtungen am Standort sind aus Südwest und, in geringerer Häufigkeit, aus Osten. Der Hauptanteil der Windgeschwindigkeiten liegt unter 10 m/s, was Windstille bis maximal mäßigem Wind entspricht.

Der Hauptanteil der Niederschläge fällt bei Südwestwind an, wohingegen Niederschläge bei Ostwind kaum zu verzeichnen sind.

2.7 Seismologische Verhältnisse

Der Standort befindet sich in einem Gebiet mit geringer seismischer Gefährdung. In der Umgebung des Kraftwerksgeländes befinden sich keine tektonischen Störungszonen.

2.8 Radiologische Vorbelastung

Unter der radiologischen Vorbelastung des Standortes versteht man die Beträge zur Strahlenexposition, die aus Direktstrahlung und Ableitungen anderer kerntechnischer, medizinischer oder industrieller Einrichtungen in der Umgebung resultieren.

Im Umkreis von 100 Kilometern befinden sich keine anderen Kernkraftwerke, so dass entsprechende Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft für den Standort keinen nennenswerten Beitrag leisten.

Über den Wasserpfad tragen eine Reihe von Anlagen – wie beispielsweise Kläranlagen, Forschungseinrichtungen oder Kernkraftwerke – zur Vorbelastung im Nah- und Fernbereich der Donau bei.

3 Das Kernkraftwerk Gundremmingen

3.1 Standorthistorie

Am Standort Gundremmingen begann mit dem Block A 1966 die kommerzielle Erzeugung von Strom aus Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland. Im Jahr 1984 nahm die Doppelblockanlage KRB II, bestehend aus Block B und Block C, den Betrieb auf. Einige markante Daten sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

19.07.1976	Baubeginn auf der damals größten Baustelle Europas
09.03.1984	Block B: Erste nukleare Kettenreaktion
16.03.1984	Block B: Einspeisung der ersten Kilowattstunde in das öffentliche Netz
26.10.1984	Block C: Erste nukleare Kettenreaktion
02.11.1984	Block C: Einspeisung der ersten Kilowattstunde in das öffentliche Netz
19.08.1998	Erzeugung der 250 Milliardensten Kilowattstunde Strom
17.07.2010	Erzeugung der 500 Milliardensten Kilowattstunde Strom
31.03.2016	Erzeugung der 615 Milliardensten Kilowattstunde Strom

3.2 Kraftwerksanlage

Die Doppelblockanlage KRB II ist ein Wärmekraftwerk mit einer installierten elektrischen Leistung von 2 x 1344 MW. Es handelt sich um Siedewasserreaktoren des Herstellers KWU (Kraftwerk Union, jetzt AREVA) der Baulinie 72 mit je einem Reaktorkern aus 784 Brennelementen und einer thermischen Leistung von jeweils 3.840 MW.

Die Siedewasserreaktoranlage, siehe Abbildung 3, besitzt einen nuklearen Kreislauf. Die Kühlmittelumwälzpumpen fördern im Reaktordruckbehälter das Kühlmittel durch den Reaktorkern. Im

Reaktordruckbehälter wird Wärme durch Kernspaltung erzeugt. Dadurch wird das Kühlmittel erhitzt, wobei ein Teil verdampft. Dieser Dampf verlässt den Reaktordruckbehälter und wird direkt dem Hochdruckteil der Turbine zugeführt. Nach dem Hochdruckteil strömt er durch die Niederdruckteile der Turbine.

Im Kondensator erfolgt die Kondensation zu Wasser, welches mittels Kondensat- und Speisewasserpumpen über eine Vorwärmanlage dem Reaktor zur erneuten Dampferzeugung zugeführt wird. Wasser und Dampf in diesem Kreislauf sind durch den direkten Kontakt mit dem Reaktorkern kontaminiert.

Die Kondensation des Abdampfes erfolgt im Kondensator mit Hilfe des Kühlwassers. Der Kühlwasserkreislauf ist vollständig getrennt vom kontaminierten Dampf-Wasser-Kreislauf und somit frei von Radioaktivität. Er führt vom Kühlturm über den Kondensator und wieder zurück. Im Kühlturm wird das Kühlwasser verrieselt, wobei es durch Verdunstung die im Kondensator aufgenommene Wärme an die Atmosphäre abgibt.

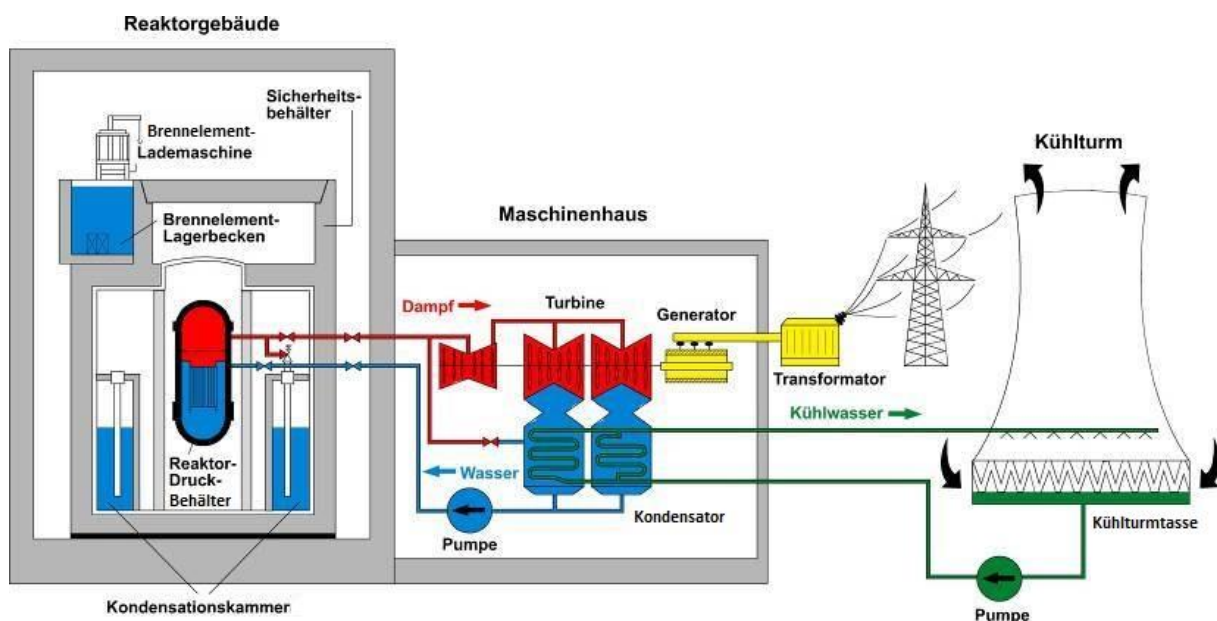
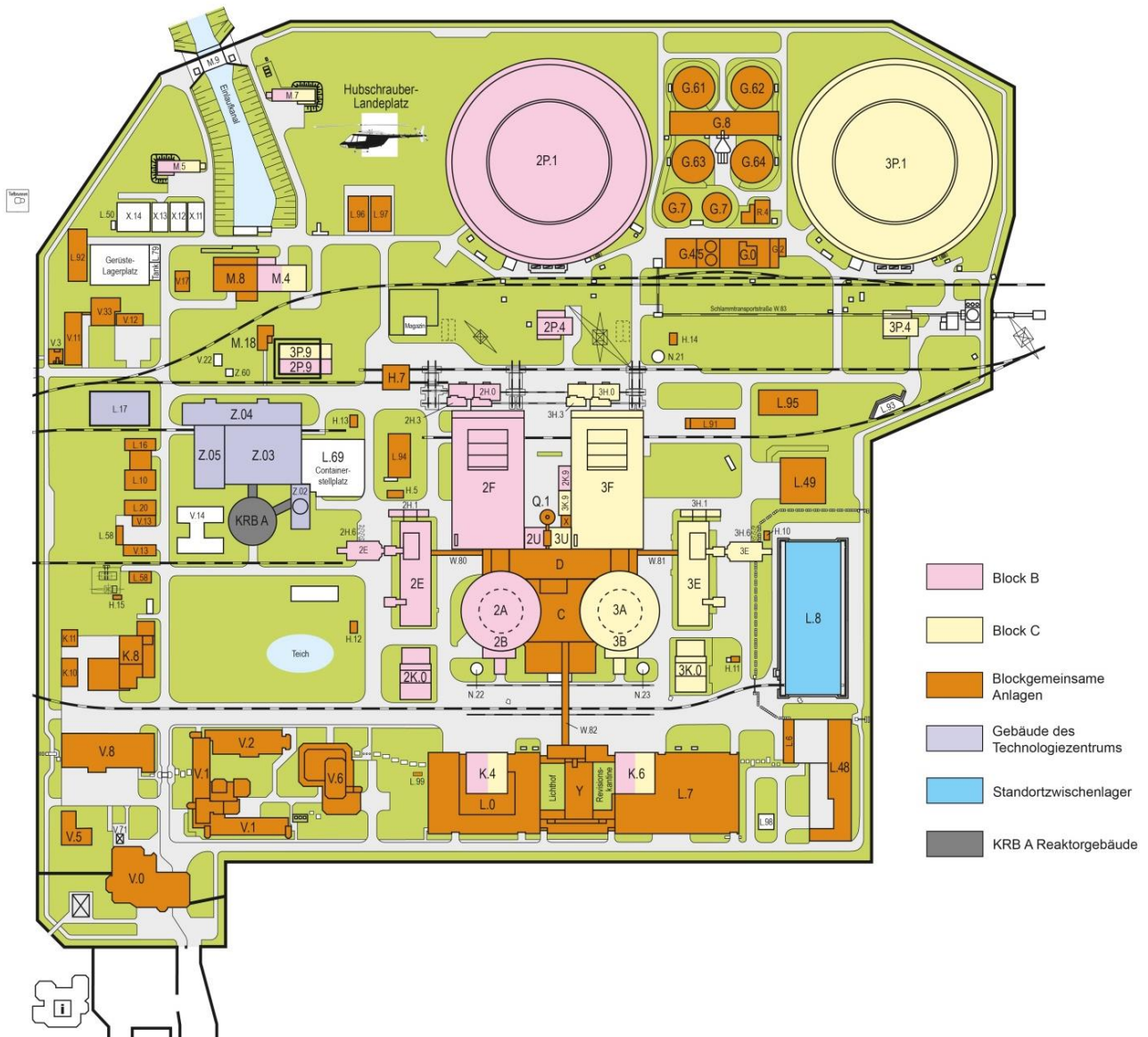


Abbildung 3: Prinzipielle Darstellung der Arbeitsweise eines Siedewasserreaktors

Alle Systeme und Anlagenteile, die mit radioaktiven Stoffen in Berührung treten oder treten können, sind in überwachten, strahlenschutztechnisch kontrollierten Bereichen angeordnet. Diese Bereiche werden als Kontrollbereiche bezeichnet.

Abbildung 4 zeigt die Anordnung der Gebäude der Kraftwerksanlage.



2/3A/B	Reaktorgebäude	L.10	Heizungsgebäude	V.8/9/12, V.13, K.10
C	Reaktorhilfsanlagegebäude	L.48	Freilager	Garangengebäude
D	Nukleares Betriebsgebäude	L.79, L.6	Betriebsflächen	V.17, X11-15, L.0/16, M8
2/3E	Schaltanlagegebäude	L.93	N2-Behälter	Wartungshallen und
2/3F	Maschinenhäuser	M.4,5,7	Kühlwasserpumpenbauwerke	Werkstattgebäude
G	Kühlturmzusatzwasser-	M.9	Bauwerk für Fangrechen	V.0
	versorgung	M.18	Auslaufbauwerk	Eingangsbauwerke
2/3H.0	Maschinenhastransformatoren			V.3
2/3H.1	Eigenbedarfstransformatoren			Bedarfsporte
H.10-14	Trafostationen			V.1/2/11/14, V.6, Y
I	Informationszentrum	2/3P.1	Kühltürme	Büro- und Sozialgebäude
2/3K.0, K.4/K.6, 2/3K.9	Notstromdieselgebäude	2/3P.4	Kühlturmpumpenbauwerke	Z.02- 05 Technologiezentrum mit
K.8, V.33	Feuerwehrgebäude	2/3P.9	ZUNA-Rückkühlbauwerk	Fortluftkamin
	und Rechneranlagen	Q.1	Fortluftkamin	
L.7/49/58/91,L94/95, H.7	Lagerhallen	R.4	Regenwasserpumpenbauwerk	KRB A
		2/3U	ZUNA-Gebäude	Reaktorgebäude der Alt-
		X	Ventingebäude	anlage KRB A
				L.8
				Standort-Zwischenlager
				L.69
				Containerstellplatz

Abbildung 4: Lageplan der Anlage KRB II

Reaktorgebäude

Jedes Reaktorgebäude besteht aus bewehrtem Stahlbeton. Die Außenwände sind weitgehend luftdicht ausgebildet. Durch den Betrieb von Be- und Entlüftungsanlagen wird eine gerichtete Luftströmung im Gebäude erreicht. Hierdurch können radioaktive Stoffe in der Raumluft nicht unkontrolliert nach außen gelangen.

In jedem Reaktorgebäude befindet sich ein Brennelementlagerbecken. Den zentralen Teil des Reaktorgebäudes bildet der aus Stahlbeton errichtete zylindrische Sicherheitsbehälter. Die innere Stahldichthaut übernimmt die Dichtheitsfunktion. Die Betonstruktur übernimmt die Drucktragefunktion und dient zusätzlich als Abschirmung gegenüber der Strahlung.

Innerhalb des Sicherheitsbehälters befinden sich der Biologische Schild, die ringförmig integrierte Kondensationskammer und die Systeme der nuklearen Wärmeerzeugungsanlage mit dem Reaktordruckbehälter im Mittelpunkt. Der Sicherheitsbehälter ist jeweils mit einer Haupt- und Nebenschleuse sowie einer Schleuse im oberen Teil ausgestattet. Außer den angeführten Schleusen enthält der Sicherheitsbehälter Montageöffnungen, die beim Leistungsbetrieb verschlossen sind.

Das Reaktorgebäude gehört zum Kontrollbereich.

Maschinenhaus

In jedem der beiden Maschinenhäuser befinden sich eine Turbinen-Generator-Anlage und die Anlagen des Wasser-Dampf-Kreislaufs. Das Gebäude ist eine Stahlbetonkonstruktion, deren Wände und Decken auch der Strahlenabschirmung dienen.

Das Maschinenhaus gehört zum Kontrollbereich.

Reaktorhilfsanlagengebäude und Nukleares Betriebsgebäude

Das Reaktorhilfsanlagengebäude und das Nukleare Betriebsgebäude befinden sich zwischen den Reaktorgebäuden der beiden Blöcke und werden blockgemeinsam genutzt. In den Gebäuden befinden sich Aufbereitungsanlagen für Abwässer und Abgase aus den nuklearen Bereichen, die Zu- und Abluftanlage für den Kontrollbereich, Werkstätten, Laboratorien, Dekontaminationseinrichtungen und der Kontrollbereichszugang.

Beide Gebäude gehören zum Kontrollbereich.

Fortluftkamin

Der Fortluftkamin dient der kontrollierten, überwachten Abgabe der Fortluft aus den Reaktorgebäuden, den Maschinenhäusern, dem Reaktorhilfsanlagengebäude und dem Nuklearen Betriebsgebäude. Der Schaft und das Fundament des Fortluftkamins sind in Stahlbeton ausgeführt.

Der Fortluftkamin gehört zum Kontrollbereich.

Technologiezentrum Gundremmingen

Das Technologiezentrum Gundremmingen (TZG) entstand aus ehemaligen Gebäuden der Altanlage Block A und befindet sich auf der Südseite des Geländes. Neben der mechanischen und chemischen Behandlung und Dekontamination von Kernkraftwerksteilen und Reststoffen aus dem laufenden Betrieb können hier auch Kernkraftwerkskomponenten in Stand gehalten sowie Spezialwerkzeuge und -geräte gebaut und bis zum nächsten Einsatz gelagert werden.

Das Technologiezentrum Gundremmingen gehört zum Kontrollbereich und verfügt über einen eigenen Fortluftkamin.

3.3 Anlagen- und Betriebszustände

Vom Beginn bis zum Abschluss der „Insgesamt geplanten Maßnahmen“ ändert sich der Anlagenzustand von KRB II schrittweise. Die einzelnen Anlagenzustände hängen dabei von den Terminen der endgültigen Beendigung des Leistungsbetriebs der Blöcke B und C und dem Abtransport der Brennelemente aus den Blöcken in das Standort-Zwischenlager ab. Für die Blöcke B und C sind jeweils folgende Betriebszustände zu berücksichtigen:

- (L) Leistungsbetrieb,
- (B) Dauerhafter Nichtleistungsbetrieb mit Brennelementen,
- (O) Dauerhafter Nichtleistungsbetrieb ohne Brennelemente.

Die verschiedenen Anlagenzustände ergeben sich aus den möglichen Kombinationen der Betriebszustände. Dabei bezeichnet der erste Buchstabe den Betriebszustand des Blocks B und der zweite Buchstabe den Betriebszustand des Blocks C, siehe Abbildung 5.

Wenn die Brennelemente und Brennstäbe vollständig aus beiden Blöcken abtransportiert sind, findet in der Anlage KRB II kein Umgang mit Kernbrennstoffen mehr statt, die Anlage ist dann kernbrennstofffrei. Damit ist die Anlage KRB II endgültig stillgelegt.

Der Betrieb der Anlage und der Systeme, die für den Abbau dann noch erforderlich sind, wird als Restbetrieb bezeichnet. Unter Nutzung der Abbaugenehmigungen für die einzelnen Teilvorhaben erfolgt in diesem Anlagenzustand der vollständige Abbau des KRB II.

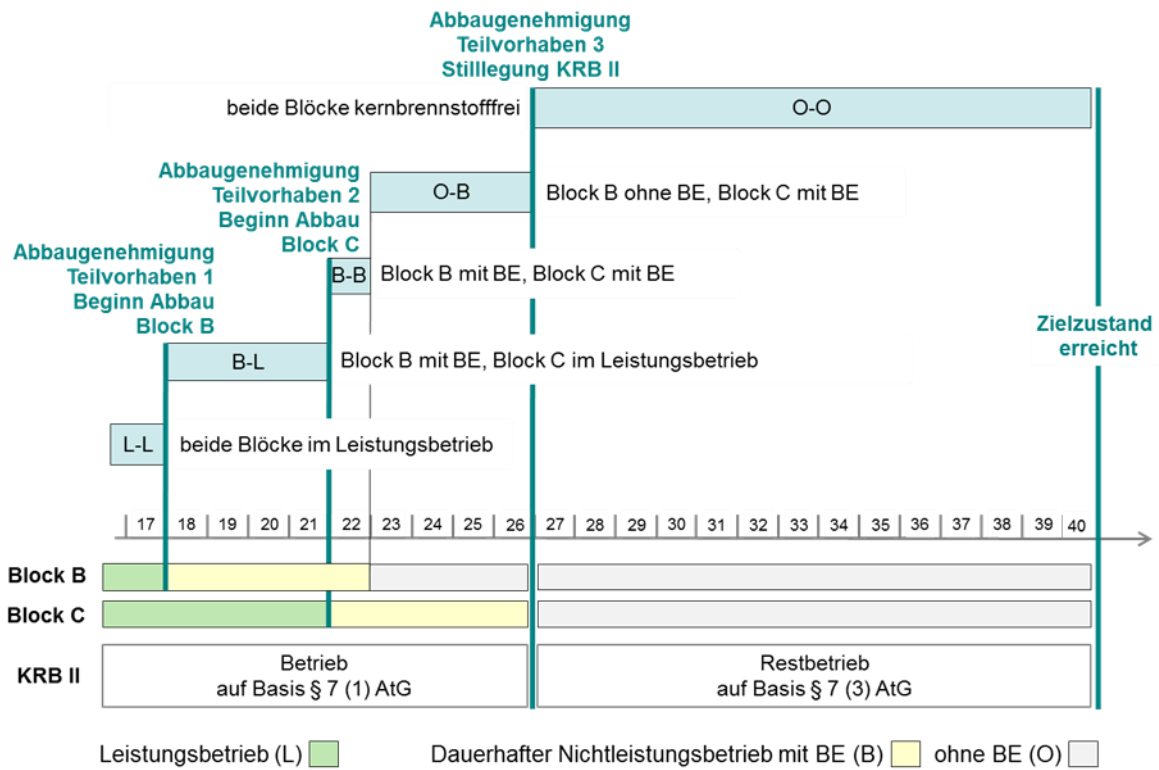


Abbildung 5: Anlagen- und Betriebszustände während des Abbaus

3.4 Schutzziele

Nach Beendigung des Leistungsbetriebs werden beide Blöcke jeweils zeitversetzt zuerst in Betriebszustand (B) und abschließend in Betriebszustand (O) überführt.

In den Betriebszuständen (L) und (B) sind folgende Schutzziele einzuhalten:

- der sichere Einschluss der radioaktiven Stoffe,
- die Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung,
- die sichere Einhaltung der Unterkritikalität und
- die sichere Abfuhr der Zerfallswärme.

Im Betriebszustand (O) verbleiben nur die ersten beiden Schutzziele. Mit Erreichen des Zielzustands und der Entlassung der Anlage KRB II aus der atomrechtlichen Überwachung entfallen alle Schutzziele.

Mit dem Übergang in die Betriebszustände (B) und (O) und dem zeitlich einhergehenden Abbaufortschritt reduzieren sich das Gefährdungspotenzial und damit die Anforderungen zur Einhaltung der Schutzziele stetig. Die Anforderungen zur Einhaltung der Schutzziele hängen wesentlich mit der Menge des noch vorhandenen Kernbrennstoffs, dem nicht fest gebundenen Radioaktivitätsinventar sowie dem durch Abbaumaßnahmen mobilisierbaren Radioaktivitätsinventar zusammen.

Insbesondere nach dem Abtransport der Brennelemente und Brennstäbe wird das Gefahrenpotential der Anlage gegenüber dem des Leistungsbetriebs erheblich abgesenkt, da ab diesem Zeitpunkt weder Kritikalität noch Wärmeentwicklung aufgrund von Nachzerfall möglich sind.

Durch die Beachtung der bestehenden Betriebsgenehmigung und der Vorschriften für den Betrieb ist die Einhaltung der Schutzziele jederzeit gewährleistet.

3.5 Radiologischer Ausgangszustand der Anlage

Das Radioaktivitätsinventar der Anlage KRB II ist die Summe der Aktivität radioaktiver Stoffe aus der Aktivierung und aus der Kontamination der Anlagenteile. Durch den Abtransport des Kernbrennstoffs in das Standort-Zwischenlager und durch das Abklingen der radioaktiven Nuklide verringert sich die vorhandene Radioaktivität in den ersten Jahren schnell.

Seit Inbetriebnahme der Anlage werden ständig betriebsbegleitend radiologische Daten zur Überwachung und Dokumentation ermittelt. Daher liegen umfangreiche Daten vor, die zur Bestimmung des radiologischen Ausgangszustandes im Rahmen der Abbauplanung herangezogen werden.

Der radiologische Ausgangszustand der Anlage zu Beginn der Abbauarbeiten ist durch die folgenden wesentlichen Merkmale gekennzeichnet:

- Das Aktivitätsinventar der Gesamtanlage, welches zu etwa 99 % im Kernbrennstoff enthalten ist, beträgt etwa 5×10^{19} Bq. Der bestrahlte Kernbrennstoff befindet sich im Brennelementlagerbecken oder ist bereits in CASTOR®-Behälter verpackt und im Standort-Zwischenlager eingelagert.
- Nach Verpackung und Abtransport des Kernbrennstoffs reduziert sich das Aktivitätsinventar auf ca. 5×10^{17} Bq, also ca. 1 % des Ausgangszustandes.
 - Davon sind wiederum ca. 99 % als Aktivierung in den Materialien des Reaktordruckbehälters mit seinen Einbauten und des Biologischen Schildes fest eingebunden und somit nicht direkt freisetzbar.
 - Von dem restlichen ca. 1 % der Aktivität befindet sich der überwiegende Teil in den anfangs noch vorhandenen kontaminierten Betriebsabfällen.
Die Kontamination auf den inneren Oberflächen der aktivitätsführenden Systeme liegt in der Größenordnung von 2×10^{13} Bq, also etwa 1 Promille des Inventars.

4 Der Abbau

4.1 Abbauerfahrung am Standort

Die Planung der Abbaumaßnahmen des KRB II basiert wesentlich auf den am Standort gemachten Erfahrungen mit dem Abbau der Anlage KRB A.

KRB A war ein Siedewasserreaktor mit einer elektrischen Bruttoleistung von 250 MW. Bis auf die Gebäude und kleine Reste der Infrastruktur ist die Anlage vollständig abgebaut. Die dabei angewendeten Verfahren und die erzielten Ergebnisse sind national und international vielfach publiziert und haben einen wesentlichen Beitrag zum heutigen Stand der Technik beim Abbau kerntechnischer Anlagen geliefert.

Das Technologiezentrum des KRB II bündelt die Kompetenz des Standorts im Abbau und in der Behandlung von Anlagenteilen aus Kernkraftwerken. Den Blöcken B und C dient es bereits seit Jahren als Serviceeinrichtung. Diese fundierten Erfahrungen sollen auch für die geplanten Abbaumaßnahmen des KRB II genutzt werden.

4.2 Grundsätze beim Abbau

Bevor ein System oder Anlagenteil zum Abbau freigegeben werden kann, wird geprüft, ob es

- Bestandteil des Genehmigungsumfanges im jeweiligen Teilvorhaben ist,
- in seiner Funktion nicht mehr benötigt wird und
- für die Abbautätigkeiten nicht erforderlich ist.

Sind alle diese Voraussetzungen gegeben, muss der Abbau so vorbereitet werden, dass eine Demontage ohne unzulässige Rückwirkungen auf die Anlage und die Schutzziele sowie ohne Gefährdung für das Abbaupersonal und die Umwelt möglich ist.

4.3 Vorgehen beim Abbau

Die Abbauarbeiten finden auf der Grundlage einer detaillierten Planung statt. So wird sichergestellt, dass bei parallel durchgeführten Arbeiten keine gegenseitige Gefährdung stattfinden kann. Beim Abbau werden übergeordnet die Anforderungen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, des Brandschutzes und des Strahlenschutzes beachtet.

Darüber hinaus gelten die folgenden grundsätzlichen Herangehensweisen:

- Es werden nur die Systeme oder Anlagenteile abgebaut, die dauerhaft außer Betrieb genommen sind.

- Sollten im Arbeitsbereich Strahlenquellen vorhanden sein, werden diese zwecks Reduzierung der Dosisbelastung des Demontagepersonals möglichst entfernt bzw. abgeschirmt.
- Lose haftende Kontamination, z. B. in Rohrleitungen oder Lüftungskanälen, wird vor dem Abbau der Komponenten möglichst entfernt.
- Große Komponenten werden erst demontiert, wenn sie von deren angeschlossenen Systemen getrennt und die benötigten Transportwege freigeräumt sind.
- Es wird ein gleichmäßiger Materialfluss und damit eine gleichmäßige Auslastung der verfügbaren Lager- und Bearbeitungseinrichtungen angestrebt.
- Der Abbau von radioaktiv kontaminierten oder aktivierten Komponenten findet im Kontrollbereich, also innerhalb der Gebäude, statt.

Art und Höhe der Radioaktivität (Kontamination und Aktivierung) der abzubauenen Anlagenteile werden im Rahmen der Abbauplanung ermittelt. Auf dieser Basis werden die Demontage, die Strahlenschutzmaßnahmen sowie die Behandlung der radioaktiven Reststoffe festgelegt.

Der Abbau wird in einzelnen Abbaumaßnahmen erfolgen, wobei die Nutzung der gegebenen Räumlichkeiten mit den verfügbaren Puffer- und Bearbeitungsflächen bestimmend für den Materialfluss und damit für die erreichbare Abbaugeschwindigkeit sein wird.

Es ist grundsätzlich vorgesehen, mit dem Abbau von Systemen zu beginnen, die keine oder nur geringe Kontamination aufweisen. Dadurch ist bei diesen Arbeiten ein vergleichsweise geringer strahlenschutztechnischer Aufwand erforderlich. Auch eine Rekontamination bereits ausgebaute und / oder dekontaminierter Materialien wird hierbei vermieden. Zudem lässt sich damit der Anfall von radioaktiven Abfällen in der Anfangsphase des Abbaus nahezu vermeiden.

In einem ersten Schritt werden Systeme und Anlagenteile im Maschinenhaus mit lediglich geringer Kontamination abgebaut. Darunter fallen in der Regel die folgenden Materialien bzw. Komponenten:

- Beton,
- Behälter- und Rohrisolierungen,
- elektrische Antriebe,
- elektro- und leittechnische Komponenten sowie
- sonstige geringfügig kontaminierte Systeme.

Es wird zunächst Material ausgewählt, welches mit relativ geringem Aufwand mit vorhandenen Werkzeugen demontiert und unter den gegebenen Möglichkeiten weiter verarbeitet werden kann.

Dadurch lassen sich sowohl die technische und logistische als auch die formale Vorgehensweise bei den durchzuführenden Abbautätigkeiten weiter optimieren.

Im nächsten Schritt werden die Abbauarbeiten an Systemen und Anlagenteilen fortgesetzt, die durch radioaktivitätsführende Medien innen kontaminiert sind. Dazu gehören beispielsweise Rohrleitungen, Armaturen, Pumpen und Behälter.

Die Transportwege, die vorhandenen Transportmittel und die Art der geplanten Weiterverarbeitung bestimmen die Größe des abzubauenen Teils und die Auswahl des Zerlegeverfahrens.

Vor dem Abbau von großen Komponenten werden die zugehörigen Rohrleitungen und Hilfssysteme demontiert. Große Komponenten werden vor Ort in möglichst große, transportfähige Teilstücke zerlegt, um sie aus Bereichen erhöhter Ortsdosisleistung heraus zu transportieren und in geeigneten Einrichtungen weiter zu verarbeiten. Dort werden die Anlagenteile für die weitere Behandlung in besser handhabbare Größen zerlegt (Nachzerlegung).

4.4 Abbaureihenfolge

Es ist geplant, nach Abschaltung des Blocks B mit den Abbauarbeiten zunächst in dessen Maschinenhaus zu beginnen. Mit zunehmendem Abbaufortschritt werden die Abbauarbeiten, unter Beachtung und Einhaltung der zum diesbezüglichen Zeitpunkt geltenden Schutzziele, auf das Reaktorgebäude des Blocks B ausgeweitet. Parallel dazu soll die Zerlegung und die Verpackung der aktivierten Einbauten des Reaktordruckbehälters geplant, vorbereitet und durchgeführt werden.

Nach Abschaltung des Blocks C wird dort in gleicher Weise verfahren.

Nach entsprechender Genehmigung des Teilvorhabens 3 beginnt die Demontage und Entsorgung der restlichen Systeme und Anlagenteile in beiden Blöcken, wie auch der Reaktordruckbehälter und der Biologischen Schilde.

Im Reaktorhilfsanlagegebäude und im nuklearen Betriebsgebäude befinden sich u. a. Systeme zur Aufbereitung kontaminierten Wassers, einschließlich der Lagerbehälter für flüssige Abfälle. Auch hier wird mit den Abbauarbeiten erst begonnen, wenn die dort installierten Systeme abgebaut, umgebaut oder durch neue, an den verminderten Bedarf angepasste Systeme ersetzt wurden.

In einem letzten Abbauschritt erfolgt die Dekontamination der Gebäude durch raumweises Vorgehen entsprechend einer vorgeplanten Reihenfolge. Als möglicher Rückzugsort können die Gebäude des Technologiezentrums genutzt werden, bis auch diese leergeräumt, dekontaminiert und letztendlich gemäß Strahlenschutzverordnung freigegeben werden. Zuletzt werden die Lüftungsanlagen und der Kamin gereinigt und ebenfalls freigegeben.

Das Gelände der Anlage KRB II wird anschließend auf Kontaminationsfreiheit überprüft und gemäß Strahlenschutzverordnung freigegeben. Schließlich wird die Anlage KRB II aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen.

4.5 Abbaumaßnahmen

Der Abbau der Gesamtanlage wird in einzelne Teilvorhaben und weiter in Abbaumaßnahmen unterteilt (siehe Abbildung 6). Eine Abbaumaßnahme umfasst neben den eigentlichen Abbautätigkeiten auch die Nachzerlegung, die Dekontamination und die Freigabemessungen des jeweils betroffenen Materials. Dagegen ist die Konditionierung der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle nicht mehr Gegenstand der Abbaumaßnahme.

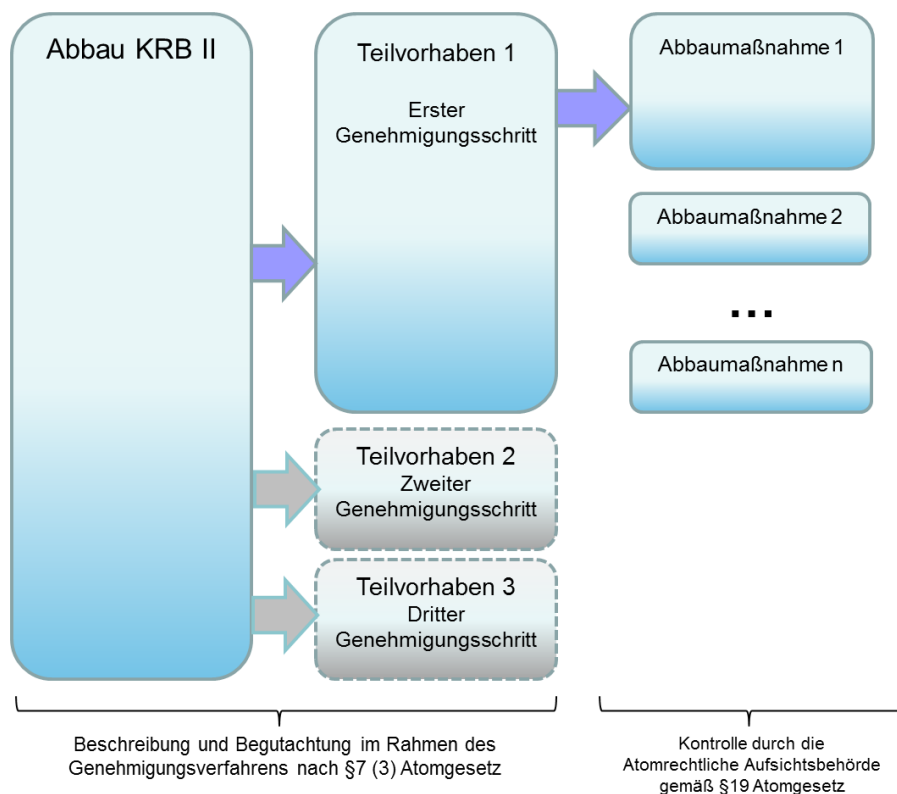


Abbildung 6: Strukturierung des Abbaus in Teilvorhaben und Abbaumaßnahmen

In einer Abbaumaßnahme werden abbauspezifisch gleichartige Räume, Raumbereiche, Systeme, Teilsysteme oder Anlagenteile, z. B. hinsichtlich

- radiologischer Aspekte:
Strahlenschutzmaßnahmen, Kontamination nach Art und Höhe, Ortsdosisleistung,
- örtlicher Gegebenheiten: Abbautechnik, Transportaufwand und
- betrieblicher Aspekte

zusammengefasst. Beispiele für Abbaumaßnahmen sind

- Abbau von Isolierungen an Rohrleitungen und Behältern,
- Abbau von Elektro- und Leittechnik (Kabel, Schaltschränke),
- Abbau von Motoren und Antrieben im Maschinenhaus,
- Leerräumen kompletter Räume,
- Abbau von großen Komponenten (Turbine, Kondensator) und
- Abbau aktivierter Komponenten (Reaktordruckbehälter, Biologischer Schild).

Jede Abbaumaßnahme wird der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde angezeigt. Je nach erwarteter Dosis und sicherheitstechnischer Bedeutung ist vor Arbeitsbeginn eine Zustimmung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde erforderlich.

Zu jeder Abbaumaßnahme wird eine Beschreibung erstellt. Diese enthält Informationen über den Umfang der geplanten Maßnahme, die Masse des abzubauenen Materials, radiologische Daten, den geplanten Arbeitsablauf, die erwartete Dosis, vorgesehene Demontage- und Zerlegetechniken, erforderliche Schutzmaßnahmen und geplante Entsorgungswege.

Voraussetzung für die Durchführung einer Abbaumaßnahme ist immer die dauerhafte Außerbetriebnahme der jeweiligen Systeme und Anlagenteile.

Der Zeitpunkt der Durchführung einer Abbaumaßnahme richtet sich nach dem vorgesehenen Gesamtablauf des Projekts unter Beachtung der gegebenen übergeordneten Randbedingungen, z. B. Verfügbarkeit des Personals, Auslastung der Anlagen zur Bearbeitung und Dekontamination des Materials, sowie Kapazität der Transportlogistik.

Das Vorgehen wird, analog zu den während des Leistungsbetriebes jährlich durchgeführten Revisionen, für den angestrebten Umfang detailliert technisch und zeitlich geplant, um die Maßnahme im Hinblick auf das Gesamtprojekt sicher und effizient durchführen zu können.

Die Durchführung jeder Abbaumaßnahme wird dokumentiert. Reststoffe und Abfälle sowie deren Verarbeitung werden datentechnisch erfasst.

4.6 Abbau- und Zerlegetechniken

Anlagenteile werden sowohl durch manuelles Lösen von Schraubverbindungen oder mit mechanischen Trennwerkzeugen demontiert, als auch durch den Einsatz thermischer Trennverfahren.

Es wird angestrebt, die demontierten Bauteile bereits im Demontagebereich oder an radiologisch günstigen Stellen, z. B. in angrenzenden Raumbereichen, in geeignete Größen für die weitere interne oder externe Reststoffbearbeitung zu zerlegen. Für große Komponenten wird bei der detaillierten Planung des Abbaus geprüft, inwieweit eine Zerlegung in Einbaulage sinnvoll ist oder ob diese Komponente zur weiteren Zerlegung an einen anderen Ort transportiert werden muss.

Über die vorgesehenen mechanischen und thermischen Zerlegeverfahren, deren Betriebssicherheit, Emissionsverhalten und anzuwendende Maßnahmen zum radiologischen Arbeitsschutz liegen umfangreiche Erfahrungen vor. Es können zum Beispiel folgende Verfahren zum Einsatz kommen:

- Sägen, Fräsen, Scheren,
- Schleifen, Seilsägen mit Diamant,
- Wasserstrahlschneiden mit Abrasivmittel sowie
- Brennschneiden, Plasmaschneiden.

Welches Verfahren im jeweiligen Fall eingesetzt wird, wird im Einzelfall im Rahmen der Planung der Abbaumaßnahmen entschieden.

Mechanische Zerlegeverfahren beruhen auf dem mechanischen Abtrag des zu zerlegenden Materials. Die beim Trennen entstehenden Partikel (Späne, Stäube) sind durch Filter leicht aufzufangen. Der Anwendungsbereich mechanischer Zerlegeverfahren umfasst alle Materialien gleichermaßen, insbesondere werden sie beim Trennen und Zerlegen von mineralischen Strukturen, Metallen und Kunststoffen eingesetzt. Abbildung 7 zeigt den Einsatz einer Bandsäge als Beispiel für ein mechanisches Trennverfahren bei der Zerlegung von großen Komponenten.



Abbildung 7: Zerlegen eines Turbinenläufers mit einer Bandsäge

Bestimmte mechanische Trennverfahren können jedoch bei komplizierten Geometrien nicht eingesetzt werden oder erlauben nur eine geringere Schnittgeschwindigkeit im Vergleich zu thermischen Trennverfahren.

Bei thermischen Trennverfahren wird das Material des Werkstückes durch Eintrag von Wärme geschmolzen und dabei durch Wegblasen der Schmelze eine Schneidfuge erzeugt. Da nur verflüssigtes Material bewegt werden muss, um eine Fuge zu erzeugen, spielen mechanische Kräfte bei dieser Gruppe der Schneidverfahren eine untergeordnete Rolle.

Thermische Trennverfahren haben lokal hohe Energiedichten, was Schneidleistungen ermöglicht, die für mechanische Verfahren unerreichbar sind. Typisch sind kleine Werkzeuge, die einfach von Hand geführt werden können, da keine Rückstellkräfte vorhanden sind.

Durch die hohe Energiedichte dieser Verfahren wird Metall verdampft, so dass radioaktive Aerosole entstehen können, deren Ausbreitung mit entsprechenden Maßnahmen begegnet werden muss. So muss neben Lüftungs- und filtertechnischen Maßnahmen auch die Einhaltung persönlicher Schutzmaßnahmen des Bedienpersonals beachtet werden, um möglichen Inkorporationen von radioaktiven Partikeln vorzubeugen. Diese Verfahren werden in der Metallverarbeitung in großem Umfang industriell eingesetzt. Daher stehen eine große Auswahl handelsüblicher Geräte und Zubehör zur Verfügung. Die Verfahren und Geräte wurden bereits erfolgreich in anderen Abbauprojekten eingesetzt, wie zum Beispiel in KRB A, siehe Abbildung 8.



Abbildung 8: Autogenes Brennschneiden einer Absperrarmatur

4.7 Reststoffe und Abfälle

Beim Abbau fallen radioaktive Reststoffe aus dem Kontrollbereich und den umgebenden Baustrukturen an. Bei den anfallenden radioaktiven Reststoffen werden bezüglich ihres Verbleibes folgende Entsorgungswege geprüft:

- Freigabe gemäß Strahlenschutzverordnung,
- kontrollierte Verwertung oder Wiederverwendung im kerntechnischen Bereich,
- Endlagerung als radioaktiver Abfall.

Im Rahmen des Abbaus der Anlage KRB II werden rund 89.000 Mg (ohne Grundstrukturen der Gebäude) an radioaktiven Reststoffen zur weiteren Behandlung und Entsorgung anfallen. Diese Demontagemasse setzt sich im Wesentlichen aus den folgenden Bestandteilen zusammen:

- Komponenten und Anlagenteile,
- Beton (Abschirmwände, Riegel, Setzsteine),
- zusätzliche, für den Abbau benötigte Geräte und Hilfsmittel und
- Bauschutt aus dem Abtrag von Böden, Wänden und Decken zur Dekontamination der Gebäude.

Rund 78.000 Mg der Demontagemasse können nach Dekontamination dem Freigabeverfahren gemäß Strahlenschutzverordnung zugeführt werden. Nach erfolgter Freigabe kann dieses Material als konventioneller Abfall verwertet oder der Beseitigung auf Deponien oder in Verbrennungsanlagen zugeführt werden. In Abbildung 9 sind die erwarteten Demontagemassen und deren geplante Entsorgungswege dargestellt. Die insgesamt anfallende Menge an radioaktiven Abfällen, welche endlagergerecht verpackt werden müssen, wird etwa 11.500 Mg betragen. Darin enthalten sind auch die Abfälle, die bei Betrieb und Bearbeitung der radioaktiven Reststoffe zusätzlich anfallen (Sekundärabfälle).

Zur Reduzierung der Menge an radioaktiven Abfällen sind umfangreiche Maßnahmen vorgesehen, wie zum Beispiel

- Trennen der Reststoffe bei der Entstehung nach Radioaktivität,
- sorgfältiges Sortieren,
- Dekontamination,
- Abklinglagerung.

Grundsätzlich wird die Freigabe gemäß Strahlenschutzverordnung, die kontrollierte Verwertung oder die Wiederverwendung im kerntechnischen Bereich der ausgebauten Materialien verfolgt, sofern dies wirtschaftlich vertretbar ist.

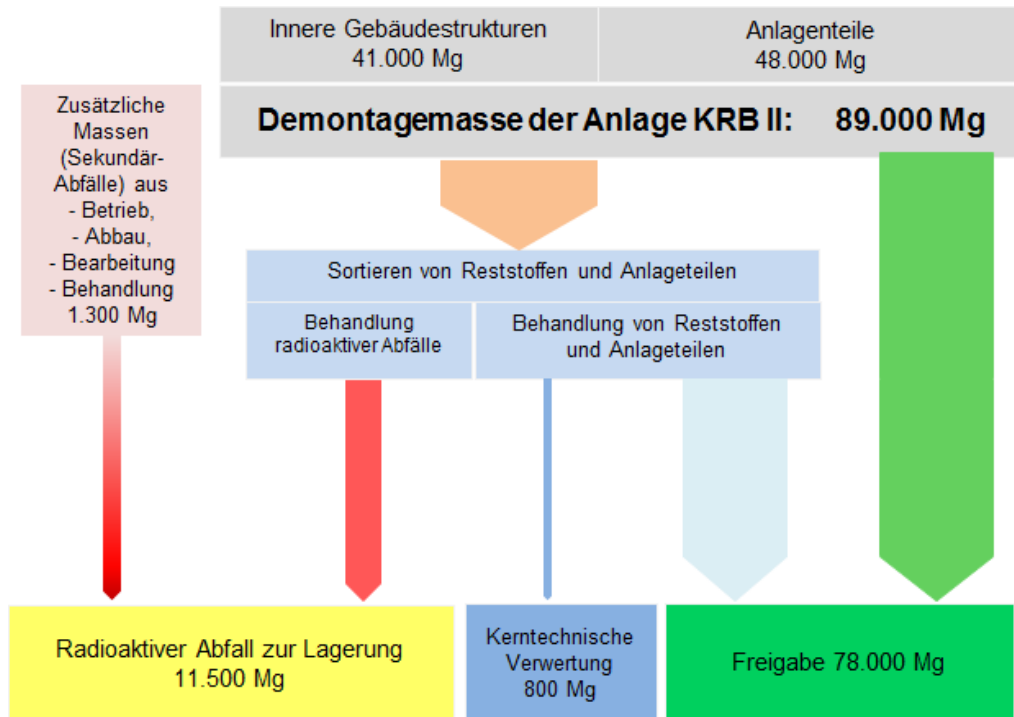


Abbildung 9: Erwartete Gesamtmassen und deren geplante Verarbeitungs- und Entsorgungsweg

Radioaktive Reststoffe, bei denen eine Freigabe vorgesehen ist, werden, soweit erforderlich, demontiert, sortiert, zerlegt, bearbeitet, dekontaminiert und dem Freigabeverfahren unterzogen. Diese Prozessschritte werden zum Teil in den Blöcken B und C und zum wesentlichen Teil im Technologiezentrum durchgeführt.

Nur wenn eine Freigabe, eine kontrollierte Verwertung oder eine Wiederverwendung nicht möglich oder nicht wirtschaftlich sein sollten, müssen diese Stoffe als radioaktive Abfälle entsorgt werden. Radioaktive Reststoffe, die als radioaktive Abfälle geordnet beseitigt werden, werden so weit zerlegt, behandelt und verpackt, dass die Annahmebedingungen für ein Endlager erfüllt werden können. Die endlagergerechte Konditionierung der radioaktiven Abfälle wird in der Regel im Technologiezentrum und im Ausnahmefall, soweit sinnvoll und möglich, auch in externen Bearbeitungseinrichtungen mit entsprechender Genehmigung erfolgen.

Dekontamination

In der Regel ist eine Dekontamination, also die Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination, eine notwendige Voraussetzung oder eine Erleichterung für anschließende Verfahrensschritte. Durch eine Dekontamination kann die Ortsdosisleistung von Systemen und Komponenten abgesenkt werden. Damit wird die Strahlenexposition des Personals beim Abbau von Anlagenteilen verringert und die Behandlung von radioaktiven Reststoffen vereinfacht.

Es werden grundsätzlich zwei Vorgehensweisen unterschieden, zum einen die Dekontamination der Komponenten im eingebauten Zustand in Form einer Kreislaufdekontamination mit dem Ziel einer Verbesserung des radiologischen Anlagenzustands, zum anderen die Dekontamination der ausgebauten Anlagenteile im Sinn einer Nachbehandlung mit dem Ziel einer Freigabe gemäß Strahlenschutzverordnung.

Die Dekontaminationsverfahren werden unter Beachtung folgender Aspekte ausgewählt:

- Materialart, Geometrie und Zugänglichkeit,
- Art, Höhe und Haftung der Kontamination,
- Ziel der Dekontaminationsmaßnahme, Erreichen des Entsorgungszieles,
- Radiologische Aspekte, wie z. B. Minimierung der Dosis, Vermeidung von Kontaminationsverschleppung, Vermeidung von Inkorporation und
- Reduzierung von Abfallmengen.

Grundlagen für die Durchführung der nachfolgend dargestellten Verfahrenswesen zur Dekontamination sind Kenntnisse über

- Systeme und Anlagenteile bzw. Gebäude und Baustrukturen,
- kontaminierte Materialien und Bereiche, sowie relevante Nuklidvektoren und
- die Betriebshistorie.

Die endgültige Entscheidung über die Einleitung von Dekontaminationsmaßnahmen erfolgt auf Basis der Ergebnisse der abbaubegleitenden radiologischen Messungen. Vor Beginn des Abbaus von kontaminierten Komponenten wird an den zugänglichen Flächen die lose haftende Kontamination entfernt.

Die Dekontamination abgebauter Anlagenteile erfolgt in dafür vorgesehenen Räumen bzw. Einrichtungen. Beim Dekontaminieren von in Einbaulage verbleibenden Systemen bzw. von Gebäudeoberflächen werden erprobte Verfahren eingesetzt, bei denen die Mobilisierung radioaktiver Partikel möglichst vermieden wird bzw. es werden Schutzmaßnahmen wie örtliche Absaugungen mit Filterung der Abluft und / oder Einhausungen vorgesehen.

Die hauptsächlich zu dekontaminierenden Materialarten sind Metalle, Kunststoffe und Beton. Die Dekontamination geschieht üblicherweise durch den Abtrag der kontaminationstragenden

Schicht durch mechanische, chemische oder kombinierte Verfahren. Hierfür stehen für den Abbau kerntechnischer Anlagen erprobte und effektive Dekontaminationsverfahren zur Verfügung.

Die wesentlichen für den Einsatz vorgesehenen Dekontaminationsverfahren sind

- Absaugen, Wischen, Hochdruck-Dekontamination mit Wasser,
- Beizen / chemische Dekontamination, ggf. mit Ultraschall,
- Bürsten / Schleifen, Drehen, Bohren, Fräsen, Strahlen, sowie
- Nadeln / Fräsen von Betonstrukturen.

Für alle diese Dekontaminationsverfahren sind am Standort KRB II die dafür notwendigen Einrichtungen und Erfahrungen vorhanden.

Die Beurteilung des Erfolgs einer Dekontamination erfolgt durch den Vergleich der Messwerte vor der Dekontamination und nach der Dekontamination. Sollte das angestrebte Dekontaminationsziel nach dem ersten Durchgang noch nicht erreicht worden sein, so werden weitere Dekontaminationsdurchgänge durchgeführt, soweit dies unter wirtschaftlichen und radiologischen Gesichtspunkten sinnvoll ist.

Freigabe

Unter der Freigabe von radioaktiven Reststoffen wird deren Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung verstanden. Nach ihrer Freigabe sind diese Stoffe keine radioaktiven Stoffe im Sinne des Atomgesetzes bzw. der Strahlenschutzverordnung mehr und können der konventionellen Entsorgung zugeführt werden. Der § 29 der Strahlenschutzverordnung beschreibt die Voraussetzungen und beinhaltet die Grenzwerte für die Freigabe von Reststoffen.

Alle Vorgaben und Regelungen zur Freigabe sind bereits im KRB II vorhanden. Sie wurden für den Abbau der Anlage KRB A am Standort entwickelt und werden seit vielen Jahren für die Bearbeitung von Material im Technologiezentrum angewendet. Sie sind auch für den Abbau der Anlage KRB II geeignet. Den schematischen Ablauf des Freigabeverfahrens zeigt Abbildung 10.

Für den Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte werden Messungen am freizugebenden Material durchgeführt. Diese erfolgen nur mit Messverfahren, die behördlich geprüft und akzeptiert wurden.

Material zur Freigabe wird nach den Messungen bis zur Bestätigung der Feststellung der Übereinstimmung mit den Anforderungen durch die zuständige Aufsichtsbehörde auf den ausgewiesenen Lagerplätzen und -räumen des Kraftwerks gelagert. Für die Lagerung von freigesessenem Material werden witterungsgeschützte und gegen Entwendung gesicherte Lagerplätze eingerichtet.

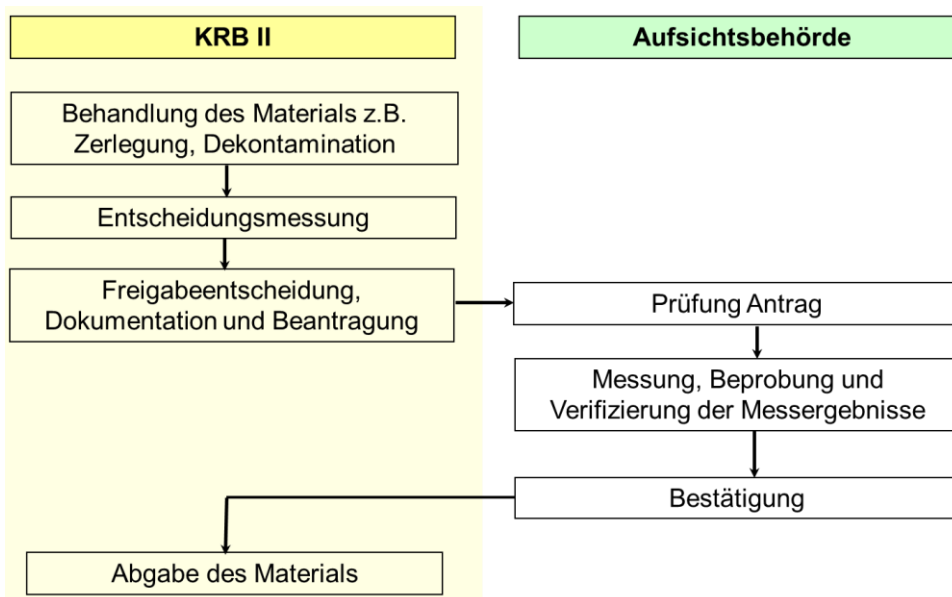


Abbildung 10: Ablauf des Freigabeverfahrens

Gemäß Strahlenschutzverordnung wird über die freigegebenen Stoffe mit folgenden Angaben Buch geführt: Masse, berücksichtigte Radionuklide und deren spezifische Radioaktivität, Messverfahren und Messparameter. Zusätzlich wird die Masse der freigegebenen Stoffe, unter Angabe der jeweiligen Freigabeart und im Fall der zweckgerichteten Freigabe unter Angabe des tatsächlichen Verbleibs, der zuständigen Aufsichtsbehörde mitgeteilt.

Konditionierung und Verpackung radioaktiver Abfälle

Zur Konditionierung und Verpackung der radioaktiven Abfälle kommen verschiedene Methoden zum Einsatz, die, soweit möglich, eine Reduzierung des Abfallvolumens, insbesondere aber die Einhaltung der Bedingungen zur Endlagerung sowie des Transportes, zum Ziel haben.

Die Abfallbehandlung wird am Standort, im Wesentlichen im Technologiezentrum, in besonderen Fällen (z. B. Verbrennung) in externen Bearbeitungseinrichtungen mit entsprechender Genehmigung, durchgeführt. Die Konditionierung erfolgt gemäß Strahlenschutzverordnung und einschlägiger Regelwerke. Dabei werden Ablaufpläne verwendet, die zuvor von der zuständigen Bundesbehörde freigegeben wurden.

Zu den Konditionierungsmaßnahmen gehören u. a. Hochdruckverpressung, Trocknung, Verfestigung flüssiger Abfälle / Zementierung und Verbrennung.

4.8 Logistik

Auf dem Anlagengelände werden durch den Abbau von Anlagenteilen Transporte mit radioaktiven und nicht-radioaktiven Reststoffen stattfinden. Diese werden auf den vorhandenen Transportwegen, Straßen und Gleisen, vorgenommen. Transporte mit radioaktiven Stoffen werden mit dafür qualifizierten Verpackungen und mit Begleitung des Strahlenschutzes durchgeführt.

Zur Lagerung von konditionierten, radioaktiven Abfällen steht das Zwischenlager in Mitterteich als ein externes Lager für radioaktive Abfälle zur Verfügung. Die Planungen gehen davon aus, dass das Endlager KONRAD im kommenden Jahrzehnt zur Verfügung steht. Wenn die Kapazität des Zwischenlagers in Mitterteich ausgeschöpft ist und ein bundeseigenes Endlager noch nicht betriebsbereit ist, können die entstehenden radioaktiven Abfälle zunächst auch in den heute bereits vorhandenen Gebäuden am Standort sicher gelagert werden.

Für die Transportbereitstellung der Gebinde stehen geeignete Flächen in Gebäuden zur Verfügung. Die Verladung zum Abtransport erfolgt auf dafür ausgewiesenen Flächen auf dem Gelände des KRB II. Der Abtransport von radioaktiven Abfällen wird auf der Straße oder per Schiene unter Einhaltung der gefahrgutrechtlichen Vorschriften durchgeführt.

Flächen zur Pufferlagerung von radioaktiven Reststoffen mit offener Kontamination werden nur innerhalb der bestehenden Kontrollbereiche eingerichtet. Neue, ständige Kontrollbereiche sind nicht vorgesehen.

Außerhalb der Gebäude werden Pufferlagerflächen für weitere nicht radioaktive Materialien eingerichtet. Ein Teil dieser Flächen wird bereits für die Transportbereitstellung von Material genutzt. Die Flächen werden bei Bedarf versiegelt und nach Nutzung, d. h. nach Beendigung des Vorhabens, entsiegelt.

Der Bau eines Lagers für konditionierte radioaktive Abfälle am Standort ist damit unter den heute gegebenen Randbedingungen nicht erforderlich.

5 Der Strahlenschutz

5.1 Betrieblicher Strahlenschutz

Zum Schutz der Bevölkerung, der Umwelt und des Personals vor Schäden durch ionisierende Strahlung beim Betrieb und beim Abbau der Anlage werden bauliche, technische und administrative Sicherheitsmaßnahmen ergriffen. Das Betriebsgelände wird gemäß den Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung unterteilt in Überwachungsbereich, Kontrollbereiche und Sperrbereiche.

Der Überwachungsbereich umfasst den gesamten Bereich innerhalb des Kraftwerkszauns. Hierbei handelt es sich um einen betrieblichen Bereich, der nicht zum Kontrollbereich gehört.

Die am Standort Gundremmingen dauerhaft eingerichteten Kontrollbereiche sind in Abbildung 11 dargestellt.



Abbildung 11: Überwachungsbereich und Kontrollbereiche am Standort

Alle Zugänge zu den Kontrollbereichen sind gekennzeichnet und bis auf den Kontrollbereichseingang entweder verschlossen oder nur von innen als Fluchtweg benutzbar.

Das Betreten und Verlassen der Kontrollbereiche wird überwacht und erfolgt über den jeweiligen Kontrollbereichseingang. Dort stehen alle erforderlichen Einrichtungen für das ordnungsgemäße Betreten und Verlassen des jeweiligen Kontrollbereiches zur Verfügung.

Sperrbereiche sind Teile des Kontrollbereichs. Sie werden so abgesichert, dass Personen auch mit einzelnen Körperteilen nicht unkontrolliert hineingelangen können. Der Zugang zu diesen Bereichen ist nur unter Aufsicht des Strahlenschutzpersonals gestattet.

Alle Arbeiten im Kontrollbereich müssen vom Strahlenschutzbeauftragten oder einer beauftragten fachkundigen Person freigegeben und vom Strahlenschutzpersonal überwacht werden. Durch den betrieblichen Strahlenschutz wird sichergestellt, dass alle Personen, die zum Kontrollbereich Zutritt haben, in die Strahlenschutzüberwachung einbezogen werden.

5.2 Begrenzung radioaktiver Ableitungen

Durch den Betrieb und den Abbau können innerhalb der Anlage radioaktive Stoffe freigesetzt werden. Diese werden durch zahlreiche Maßnahmen weitgehend in der Anlage zurückgehalten. Ein geringer Anteil der radioaktiven Stoffe wird kontrolliert über die dafür vorgesehenen Pfade abgeleitet. Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft erfolgt über den Fortluftkamin. Flüssige Stoffe werden zusammen mit dem Abwasser abgeleitet.

Die maximal zulässigen Ableitungen von radioaktiven Stoffen mit Luft aus der Anlage KRB II sind in der Betriebsgenehmigung festgelegt. Diese Werte haben auch bei Beginn des Abbaus zunächst weiter Bestand, sollen jedoch im späteren Verlauf des Abbaus nach Erreichen der Kernbrennstofffreiheit reduziert werden (Tabelle 1).

Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft in Bq/Jahr	Aktuelle Grenzwerte	Reduzierte Grenzwerte
radioaktive Edelgase	$1,85 \times 10^{15}$	-
radioaktive Aerosole mit Halbwertszeiten von mehr als 8 Tagen (außer Iod-131)	$3,7 \times 10^{10}$	$1,0 \times 10^{10}$
Iod-131	$2,2 \times 10^{10}$	-
Tritium	$2,2 \times 10^{13}$	$2,2 \times 10^{13}$

Tabelle 1: Grenzwerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft

Die maximal zulässigen Ableitungen von radioaktiven Stoffen mit Wasser sind in der Betriebsgenehmigung in Verbindung mit der bestehenden wasserrechtlichen Genehmigung festgelegt (siehe Tabelle 2). Diese bleiben während des Abbaus ebenfalls zunächst erhalten und können nach Erreichen der Kernbrennstofffreiheit reduziert werden.

Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser in Bq/Jahr	Aktuelle Grenzwerte	Reduzierte Grenzwerte
Gemisch aus Spalt- und Aktivierungsprodukten (ohne Tritium)	$1,1 \times 10^{11}$ Bq	5×10^{10}
Tritium	$3,7 \times 10^{13}$ Bq	$1,5 \times 10^{13}$

Tabelle 2: Grenzwerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser

5.3 Strahlenexposition in der Umgebung

Die Strahlenexposition in der Umgebung entsteht durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser und die Direktstrahlung des KRB II, sowie durch die Vorbelastungen durch andere Emittenten.

Radiologische Auswirkungen der Ableitungen

Für den bisherigen Leistungsbetrieb wurde nachgewiesen, dass selbst bei unterstellter vollständiger Ausschöpfung der Ableitungsgrenzwerte die in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Grenzwerte für die Strahlenexposition in der Umgebung deutlich unterschritten werden.

Für den Anlagenzustand nach Abtransport aller Brennelemente und Brennstäbe in das Standort-Zwischenlager wurde die Strahlenexposition auf Basis der reduzierten Ableitungsgrenzwerte, siehe Tabelle 1 und Tabelle 2, erneut berechnet. Es wurde nachgewiesen, dass auch in diesem Anlagenzustand eine deutliche Unterschreitung der Grenzwerte für die Strahlenexposition in der Umgebung gegeben ist.

Radiologische Auswirkungen der Direktstrahlung

Die von Anlagenteilen, radioaktiven Reststoffen oder radioaktiven Abfällen innerhalb der Kontrollbereiche ausgehende Direktstrahlung wird durch die Gebäudestrukturen weitestgehend abgeschirmt und ist vernachlässigbar.

Im Laufe des Abbaus können radioaktive Reststoffe oder radioaktive Abfälle auf dem Kraftwerksgelände transportiert und auf entsprechend ausgewiesenen Flächen im Überwachungsbereich, z. B. zum An- und Abtransport, abgestellt werden. Von diesen Stoffen ausgehende Direktstrahlung wird durch betriebliche Strahlenschutzmaßnahmen so begrenzt, dass es an der Grenze des Überwachungsbereiches (Kraftwerkszaun) zu keiner nennenswerten Erhöhung der Ortsdosis kommt.

5.4 Umgebungsüberwachung

Die Umgebungsüberwachung dient der Beweissicherung und der Kontrolle, dass die Strahlenbelastung in der Umgebung des Kernkraftwerkes unter den in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Werten bleibt.

Die Überwachung besteht gemäß dem kerntechnischen Regelwerk aus zwei Programmen: einem Programm, welches vom Betreiber der Kraftwerksanlage durchgeführt wird und einem ergänzenden und kontrollierenden Programm, welches von unabhängigen Stellen durchgeführt wird. Außerhalb der Anlage werden die Immissionen in verschiedenen Umweltbereichen überwacht, insbesondere:

- Direktstrahlung aus der Anlage,
- Luft (Aerosole und I-131),
- Niederschlag,
- Boden,
- Futtermittel (Weide- und Wiesenbewuchs),
- Nahrungsmittel (z. B. Getreide, Äpfel, Salat, Milch, Fisch),
- Oberflächenwasser, Sediment, Wasserpflanzen und Trinkwasser.

Nach Abtransport der Kernbrennstoffe in das Standort-Zwischenlager werden die Überwachungsprogramme im Hinblick auf die dann noch vorhandenen radioaktiven Stoffe und die dann noch möglichen radioaktiven Abgaben in Abstimmung mit den zuständigen Aufsichtsbehörden angepasst.

5.5 Ereignisanalyse

Das Gefährdungspotential der Anlage ist während des Abbaus gegenüber dem im Leistungsbetrieb erheblich reduziert. Die aus dem Leistungsbetrieb vorhandenen Vorsorgemaßnahmen werden in Abhängigkeit vom Gefährdungspotenzial aufrechterhalten, so lange sie noch erforderlich sind.

Eine Genehmigung zum Abbau der Anlage KRB II darf nur erteilt werden, wenn die für das Vorhaben nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist. Im Rahmen der Ereignisanalyse wird daher für den Abbau nachgewiesen, dass auch unter konservativen Randbedingungen die erwartete Strahlenexposition bei allen Anlagen- und Betriebszuständen, auch Störungen, Störfällen und sehr seltenen Ereignissen, unterhalb vorgegebener Werte liegt.

Es wurden folgende Ereignisse betrachtet:

- Ereignisse durch Einwirkungen von Innen mit den Ereignisgruppen
anlageninterne Brände, Leckagen von Behältern mit radioaktivitätsführenden Medien, anlageninterne Überflutung, Komponentenversagen mit potenziellen Auswirkungen auf sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen, Absturz von Lasten, Ereignisse bei Transportvorgängen, anlageninterne Explosionen, chemische Einwirkungen, Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen, Ereignisse bei der Brennelement-Handhabung und -Lagerung und elektromagnetische Einwirkungen.
- Ereignisse durch Einwirkungen von Außen mit den Ereignisgruppen
naturbedingte Einwirkungen, zivilisatorisch bedingte Einwirkungen / Notstandsfälle und sonstige zivilisatorisch bedingte Einwirkungen.
- Ereignisse durch gegenseitige Beeinflussung von Mehrblockanlagen mit den Ereignisgruppen
Umstürzen baulicher Einrichtungen, Versagen von Behältern und Anlagenteilen mit hohem Energiegehalt, Störungen und Ausfall gemeinsam genutzter Einrichtungen und Rückwirkungen aus temporär vorhandenen Einrichtungen.

Für die jeweiligen Ereignisgruppen wurden radiologisch abdeckende Ereignisse identifiziert und deren radiologische Auswirkungen auf die Umgebung berechnet und bewertet. Die dafür erforderlichen Ausbreitungs- und Dosisberechnungen erfolgten gemäß den Vorgaben der Störfallrechnungsgrundlagen der Strahlenschutzverordnung.

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 3 zusammengestellt.

radiologisch abdeckende Ereignisse	maximale effektive Dosis [mSv]
Anlageninterner Brand	2,3
Leckagen von Behältern mit aktivitätsführenden Medien	0,02
Absturz von Lasten im Kontrollbereich	0,0001
Ereignisse bei Transportvorgängen auf dem Anlagengelände	0,003
Brennelementbeschädigung bei der Handhabung	0,002
Erdbeben	5,3

Tabelle 3: Maximale Strahlenexposition in die Umgebung bei radiologisch abdeckenden Ereignissen

Das radiologisch führende Ereignis für den Abbau der Anlage KRB II ist das Ereignis „Erdbeben“. Dabei würde die Strahlenexposition in der Umgebung bei etwa 5 mSv liegen. Die Strahlenexposition liegt damit etwa um den Faktor 10 unter dem in der Strahlenschutzverordnung festgelegten maximalen Wert für die Störfallexposition von 50 mSv.

Bei keinem der für den Abbau der Anlage KRB II 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.

Auch für sehr seltene Ereignisse wurde gezeigt, dass ausreichend Vorsorge getroffen ist. Für den äußerst unwahrscheinlichen Fall, dass ein Flugzeug direkt auf das Maschinenhaus abstürzt, ergibt sich am Ort der nächstgelegenen Wohnbebauung eine maximale effektive Dosis von 0,1 mSv.

Mit der durchgeführten Ereignisanalyse ist der Nachweis erbracht, dass für den Abbau der Anlage KRB II und die damit verbundenen Tätigkeiten stets eine ausreichende Vorsorge zur Vermeidung einer unzulässigen Strahlenexposition in die Umgebung getroffen ist.

6 Die Umweltauswirkungen

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist für den Abbau des KRB II eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen. Grundlage der Umweltverträglichkeitsprüfung ist eine Umweltverträglichkeitsuntersuchung, die für das gesamte Vorhaben zum Abbau der Anlage KRB II durchgeführt wurde. Sie umfasst die Ermittlung, Beschreibung und Beurteilung der Auswirkungen der „Insgesamt geplanten Maßnahmen“ auf die möglichen betroffenen Schutzgüter

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

und die Wechselwirkungen der oben genannten Schutzgüter untereinander.

6.1 Mensch, Tiere, Pflanzen

Mensch und menschliche Gesundheit

Das Vorhaben hat keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch einschließlich der menschlichen Gesundheit.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser führt zu Strahlenexpositionen, die im Nah- und Fernbereich unter Berücksichtigung der Vorbelastung deutlich kleiner sind als die Grenzwerte nach Strahlenschutzverordnung. Auch unter Berücksichtigung der Direktstrahlung wird an der Grenze des Kraftwerksgeländes der für die Bevölkerung geltende Dosisgrenzwert der Strahlenschutzverordnung eingehalten.

Alle infolge von Ereignissen potenziell auftretenden Strahlenexpositionen liegen deutlich unter dem Störfallplanungswert, sodass erhebliche nachteilige Auswirkungen des Abbaus auf das Schutzgut Mensch nicht zu erwarten sind.

Auch weitere erhebliche nachteilige Auswirkungen des Abbaus durch Erschütterungen, Luftschadstoff-, Schall- und Lichtimmissionen sind ausgeschlossen. Erschütterungen sind jenseits des unmittelbaren Standortbereichs nicht spürbar. Der Betrieb während des Abbaus führt unter Berücksichtigung der Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Leistungsbetrieb und aus den vergangenen Abbauvorhaben zu keinen weiteren Luftschadstoff-, Schall- und Lichtimmissionen.

Der überwiegende Teil der Abbautätigkeiten erfolgt innerhalb der vorhandenen Gebäude und führt zu keinen weiteren Immissionen. Die Schall- und Schadstoffemissionen durch den vorha-

bedingten Verkehr sind so gering, dass auch hier keine zusätzlichen Wirkungen zu besorgen sind.

Pflanzen, Tiere und biologische Vielfalt

Das Vorhaben hat keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf das Schutzgut Pflanzen, Tiere und biologische Vielfalt.

Die Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung werden während der Vorhaben eingehalten, um auch für dieses Schutzgut den Schutz vor den Folgen einer vorhabenbedingten Strahlenexposition sicherzustellen.

Die Auswirkungen durch Wärme-, Luftschadstoff-, Schall- und Lichtimmissionen infolge des Vorhabens sind so gering, dass keine Beeinträchtigungen von Lebensgemeinschaften – speziell auch von Tieren – zu erwarten sind. Wärmebedingte erhebliche nachteilige Auswirkungen durch den Abbau sind ebenfalls nicht zu besorgen.

Unter naturschutzrechtlichen Gesichtspunkten sind keine erheblichen Auswirkungen auf Schutz- und Erhaltungsziele von Natura-2000-Gebieten in der Umgebung des Standorts anzunehmen.

6.2 Boden, Wasser, Luft und Klima

Boden

Das Vorhaben hat keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf das Schutzgut Boden.

Eine Flächenversiegelung außerhalb des Kraftwerksgeländes findet nicht statt. Die vorgesehenen Bereitstellungsflächen für nicht radioaktive Reststoffe werden in vorhandenen Gebäuden oder auf dem Kraftwerksgelände eingerichtet. Neue Flächenversiegelungen werden nach dem Vorhaben wieder aufgehoben.

Weitere erhebliche nachteilige Auswirkungen der Vorhaben, insbesondere in Form von Beeinträchtigungen des Bodens durch Einträge von Luftschadstoffen, können ausgeschlossen werden.

Wasser

Aus dem Vorhaben ergeben sich keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf das Schutzgut Wasser.

Die Auswirkungen aus dem Leistungsbetrieb beider Blöcke auf das Schutzgut Wasser durch die Einleitung von Abwässern und Wärme in die Donau wurden im Rahmen des Verfahrens für die gültige wasserrechtliche Erlaubnis untersucht. Da die Einleitung sowohl von Kühlwasser und Wärme als auch von Abwässern während des Vorhabens zum Teil deutlich geringer ausfallen wird als im Leistungsbetrieb, ist auf Grundlage der gültigen wasserrechtlichen Erlaubnis festzu-

stellen, dass auch für die im Rahmen des Vorhabens zu erwartende Einleitung von Abwässern und Wärme nicht von gewässerökologischen Beeinträchtigungen auszugehen ist. Auch erhebliche nachteilige Auswirkungen des Vorhabens auf das Schutzgut Wasser in Form von Beeinträchtigungen der Grundwassersituation durch Wasserentnahmen sind auszuschließen. Durch die nur geringe Trink- und Brauchwasserentnahme zu betrieblichen Zwecken wird der Grundwasserspiegel nicht beeinträchtigt.

Luft

Das Vorhaben hat keine erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf das Schutzgut Luft.

Die für die Schutzgüter Mensch, Tiere und Pflanzen, Wasser und Boden vorgenommenen Beurteilungen der Auswirkungen durch Strahlenexposition und Luftschadstoffe haben ergeben, dass durch das Vorhaben erhebliche nachteilige Auswirkungen auf die genannten Schutzgüter ausgeschlossen sind. Da das Schutzgut Luft als Übertragungsmedium der vorhabenbedingten Emissionen hin zu anderen Schutzgütern fungiert, sind diese Beurteilungen auch auf das Schutzgut Luft zu übertragen.

Belastungen mit konventionellen Luftschadstoffen durch den während des Abbaus zu erwartenden Verkehr sind so gering, dass sie nicht zu einer vorhabenbedingten Veränderung der derzeitigen, insgesamt geringbelasteten lufthygienischen Situation und damit nicht zu Beeinträchtigungen führen werden.

Klima

Nachdem vorhabenbedingt nur eine sehr geringe Zusatzbelastung durch die Emission konventioneller, klimaschädlicher Luftschadstoffe infolge Anliefer- und Abfuhrverkehr erzeugt wird und das Verkehrsaufkommen im Laufe des Vorhabens insgesamt abnimmt, sind relevante Auswirkungen des Vorhabens auf das Schutzgut Klima nicht gegeben.

6.3 Landschaft, Kultur- und sonstige Sachgüter

Durch das Vorhaben sind keine nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter Landschaft, Kultur- und sonstige Sachgüter zu erwarten.

6.4 Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern

Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern wurden in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung berücksichtigt. Auswirkungen auf die Umwelt ergeben sich hieraus nicht.

6.5 Fazit

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass erhebliche nachteilige Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter, insbesondere den Menschen und die Umwelt, nicht zu erwarten sind.

Im Zuge der Durchführung der Umweltverträglichkeitsuntersuchung traten keine unüberwindbaren methodischen und inhaltlichen Schwierigkeiten auf.

Begriffsbestimmungen

Abfall, konventioneller	Nicht-radioaktive Stoffe, die nach den Regelungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes einer Verwertung oder Beseitigung zugeführt werden
Abfall, radioaktiver	Radioaktive Stoffe, die nach Atomgesetz geordnet beseitigt werden müssen, ausgenommen Ableitungen im Sinne der Strahlenschutzverordnung
Abfallgebinde	Einheit aus behandeltem Abfall und Verpackung / Abfallbehälter
Ableitung, kontrollierte	Abgabe flüssiger oder an Schwebstoffen gebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus der Anlage und Einrichtungen der Anlage auf hierfür vorgesehenen Wegen
Abluft	Die aus einem Raum abgeführte Luft
Aerosole	In der Luft oder einem Gas suspendierte feste oder flüssige Partikel
Aktivierung	Vorgang, bei dem Material durch Bestrahlung mit Neutronen, Protonen oder anderen Teilchen radioaktiv wird. Aktiviertes Material lässt sich durch Dekontamination nicht von der Radioaktivität befreien, da die Aktivierung über das gesamte Volumen erfolgt. Aktivierte Teile sind praktisch nur im kernnahen Bereich anzutreffen. Sie beinhalten den bei weitem größten Teil der Radioaktivität der gesamten Anlage. Zu den aktivierten Komponenten zählen im Wesentlichen der Reaktordruckbehälter mit seinen Einbauten und der Biologische Schild.
Aktivität	Zahl der je Sekunde in einer radioaktiven Substanz zerfallenden Atomkerne. Die Maßeinheit ist das Becquerel (Bq).
Aktivität, spezifische	Aktivität pro Masseneinheit
AKZ	System zur eindeutigen Bezeichnung von Anlagenteilen durch einen alpha-numerischen Code
Äquivalentdosis	Produkt aus Energiedosis und Qualitätsfaktor. Mit dem Qualitätsfaktor wird die unterschiedliche biologische Wirkung der verschiedenen Strahlungsarten berücksichtigt.
Becquerel	Einheit für die Aktivität eines Radionuklids; benannt nach dem Entdecker der Radioaktivität, Henri Becquerel. Die Aktivität beträgt 1 Becquerel (Bq), wenn von der vorliegenden Menge eines Radionuklids 1 Atomkern pro Sekunde zerfällt.
Biologischer Schild	Absorbermaterial rings um einen Reaktor, meist Beton. Es dient zur Abschirmung der von dem Reaktor ausgehenden ionisierenden Strahlung, insbesondere Gamma- und Neutronenstrahlung.
Dauerhafte Außerbetriebnahme	Rückwirkungsfreie und dauerhafte Freischaltung von Systemen oder Anlagenteilen inklusive deren physischer Abkopplung und Kennzeichnung. Die Systeme oder Anlagenteile sind hiermit in der Regel verfahrenstechnisch rückwirkungsfrei, freigeschaltet, entleert, drucklos, kalt, ggf. von weiter betriebenen Systemteilen mechanisch getrennt sowie strom- und spannungslos. Elektronische und elektrotechnische Komponenten sind zum Teil ausgebaut. Die dauerhafte Außerbetriebnahme ist Voraussetzung für den Abbau von Systemen oder Anlagenteilen.
Dauerhafter Nichtleistungsbetrieb	Betriebszustand, in dem sich Block B bzw. Block C nach endgültiger Einstellung des Leistungsbetriebs befinden. Der Dauerhafte Nichtleistungsbetrieb endet mit der Kernbrennstofffreiheit der Anlage KRB II.
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination
Dosis, effektive	Summe der gewichteten Organdosen durch äußere oder innere Strahlenexposition gemäß Strahlenschutzverordnung

Endlager	Anlage, in der radioaktive Abfälle wartungsfrei, zeitlich unbefristet und sicher geordnet beseitigt werden. Für die Bereitstellung des Endlagers ist der Bund verantwortlich.
Fortluft	Die in das Freie abgeführte Abluft
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 der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung bewirkt. Die Voraussetzungen für eine Freigabe sind in der Strahlenschutzverordnung festgelegt.
Freisetzung radioaktiver Stoffe	Entweichen radioaktiver Stoffe aus den vorgesehenen Umschließungen in die Anlage oder in die Umgebung
Halbwertszeit	Die Zeit, in der die Hälfte der Kerne in einer Menge eines Radionuklids zerfällt
Inkorporation	Aufnahme von radioaktiven Stoffen in den menschlichen Körper
Kernbrennstofffreiheit	<p>Unter der Kernbrennstofffreiheit einer Anlage bzw. eines Anlagenteils wird der Zustand verstanden, bei dem Kernbrennstoff nur noch in so geringen Mengen vorhanden ist, dass eine Kritikalität ausgeschlossen werden kann. Dies ist für KRB II spätestens dann der Fall, wenn alle Brennelemente und Brennstäbe aus dem Brennelementlagerbecken in das Standort-Zwischenlager abtransportiert worden sind.</p> <p>Mit Erreichen der Kernbrennstofffreiheit entfallen die Schutzziele "sichere Einhaltung der Unterkritikalität" und „sichere Abfuhr der Zerfallswärme“. Mit der Anzeige der Kernbrennstofffreiheit durch die Genehmigungsinhaber wird die Anlage KRB II endgültig stillgelegt.</p>
Konditionierung	Herstellung von Abfallgebinden durch Verarbeitung und / oder Verpackung von radioaktivem Abfall
Kontamination	Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen
Kontrollbereich	Bereich, in dem 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
KRB A	Reaktorgebäude der Altanlage Block A
KRB II	Kernkraftwerk Gundremmingen, Blöcke B und C, einschließlich blockgemeinsamer Gebäude und Anlagenteile und des Technologiezentrums
Kritikalität	Der Zustand eines Kernreaktors, in dem eine sich selbst erhaltende Kettenreaktion abläuft. Siehe auch „Unterkritikalität“.
Leistungsbetrieb	Die Betriebsphase eines Kernkraftwerks, in der technisch sowie nach geltendem Atomgesetz eine nukleare Wärmeproduktion zum Zweck der kommerziellen Stromerzeugung erfolgen kann
Nichtleistungsbetrieb	Betrieb einer Anlage oder eines Blocks ohne nukleare Wärmeproduktion
Nuklid	Eine durch ihre Protonenzahl, Neutronenzahl und Energiezustand charakterisierte Atomart
Nuklidvektor	Relative Anteile einzelner Radionuklide an der Gesamtaktivität eines Stoffes
Ortsdosis	Äquivalentdosis, gemessen an einem bestimmten Ort
Ortsdosisleistung	In einem bestimmten Zeitintervall erzeugte Ortsdosis dividiert durch die Länge des Zeitintervalls
Personendosis	Äquivalentdosis, gemessen an einer für die Strahlenexposition repräsentativen Stelle der Körperoberfläche
Radioaktive Stoffe	Stoffe, die ein Radionuklid oder ein Gemisch von mehreren Radionukliden enthalten und deren Radioaktivität im Zusammenhang mit der Kernenergie oder

	dem Strahlenschutz nach den Regelungen des Atomgesetzes oder einer auf Grund des Atomgesetzes erlassenen Rechtsverordnung nicht außer Acht gelassen werden darf
Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden. Die Aktivität wird in der Einheit Becquerel gemessen.
Radioaktivitätsinventar	Summe der gesamten Radioaktivität. In einem Kernkraftwerk setzt sich das Radioaktivitätsinventar zusammen aus Aktivierungsprodukten, Spaltprodukten und Kernbrennstoff.
Radionuklid	Instabiles Nuklid, das spontan ohne äußere Einwirkung unter Strahlungsemission zerfällt
Restbetrieb	Bezeichnet den Zustand der Anlage KRB II nach Erreichen der Kernbrennstofffreiheit und dem Entfall der Schutzziele für beide Blöcke, also nach der endgültigen Stilllegung.
Reststoffe, nicht radioaktiv	Beim Abbau anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die weder kontaminiert noch aktiviert sind
Reststoffe, radioaktiv	Beim Abbau anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die kontaminiert oder aktiviert sind
Schutzziele	<p>Mit der Einhaltung von Schutzziele wird die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen.</p> <p>Die Schutzziele sind</p> <ul style="list-style-type: none">- sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe,- Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung,- sichere Einhaltung der Unterkritikalität und- sichere Abfuhr der Zerfallswärme. <p>Mit der Einhaltung der oben genannten Schutzziele ist auch die Einhaltung der Schutzziele und der radiologischen Sicherheitsziele gemäß der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ gewährleistet.</p>
Sekundärabfälle, radioaktiv	Radioaktive Abfälle, die beim Betrieb und beim Abbau durch zusätzlich in die Anlage eingebrachte Materialien entstehen
Sicherer Einschluss	Der sichere Einschluss umfasst Zustand und Vorgänge in einer abgeschalteten kerntechnischen Anlage nach Abtransport des Kernbrennstoffes, bei dem diese in ihren wesentlichen Bestandteilen im jeweiligen Zustand und für eine längere Zeit unverändert bleibt und das radioaktive Inventar sicher eingeschlossen bleibt
Sievert (Sv)	Physikalische Einheit für die Äquivalentdosis und effektive Dosis; benannt nach Rolf Sievert (1896 -1966), einem schwedischen Wissenschaftler, der sich um Einführung und Weiterentwicklung des Strahlenschutzes verdient gemacht hat. Ein Sievert entspricht einem Joule pro Kilogramm: $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$
Stilllegung	<p>Im weiteren Sinne ist „Stilllegung“ der Oberbegriff für alle stilllegungsgerichteten Tätigkeiten einschließlich Sicherem Einschluss und Abbau.</p> <p>Bezogen auf KRB II bezeichnet die „Endgültige Stilllegung“ den Zeitpunkt, bei dem die Kernbrennstofffreiheit erlangt ist. Mit der endgültigen Stilllegung entfallen wesentliche Anforderungen an den Betrieb. Der nach der endgültigen Stilllegung verbleibende Restbetrieb richtet sich nach den Anforderungen des Strahlenschutzes und der Schutzziele.</p>

Störfall	Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb oder die Tätigkeiten aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden können und für den die Anlage auszulegen ist oder für den bei Tätigkeiten Schutzvorkehrungen vorzusehen sind
Störung	Betriebsvorgang, der bei Fehlfunktion von Einrichtungen oder bei Fehlhandlungen abläuft, dessen Eintreten aufgrund von Betriebserfahrungen zu erwarten ist, und bei dem einer Fortführung des Betriebs oder der Tätigkeit keine sicherheitstechnischen Gründe entgegenstehen
Strahlenexposition	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper
Strahlenschutzbeauftragte	Fachkundige Betriebsangehörige, die vom Strahlenschutzverantwortlichen unter schriftlicher Festlegung der Aufgaben, Befugnisse und innerbetrieblichen Entscheidungsbereiche schriftlich bestellt sind
Strahlenschutzverantwortlicher	Der Strahlenschutzverantwortliche ist derjenige, der eine genehmigungs- oder anzeigenbedürftige Tätigkeit nach Atomgesetz, Strahlenschutzverordnung oder Röntgenverordnung ausübt, d.h. der Unternehmer oder – bei juristischen Personen – der gesetzliche Vertreter
System	Zusammenfassung von Komponenten / Anlagenteilen zu einer technischen Einrichtung, die als Teil der Anlage selbstständige Funktionen ausführt
Unterkritikalität	Der Zustand eines Kernreaktors, in dem sich eine Kettenreaktion nicht aufrechterhält, siehe auch „Kritikalität“.