



Kernkraftwerk Grafenrheinfeld Stilllegung und Abbau

Kurzbeschreibung

INHALTSVERZEICHNIS

1. DAS VORHABEN IM ÜBERBLICK	4
2. STANDORT	8
2.1. Geografische Lage.....	8
2.2. Besiedelung.....	9
2.3. Boden- und Wassernutzung sowie Naturschutz	9
2.4. Gewerbliche und sonstige Nutzung	11
2.5. Verkehrswege	12
2.6. Meteorologische Verhältnisse	12
2.7. Geologische Verhältnisse.....	13
2.8. Hydrologische Verhältnisse	13
2.9. Seismologische Verhältnisse.....	14
2.10. Radiologische Vorbelastung.....	14
3. DAS KERNKRAFTWERK KKG	16
3.1. Eine kurze Biografie	16
3.2. Die Kraftwerksanlage.....	17
3.3. Die Gesamtanordnung.....	19
3.4. Systeme und Einrichtungen im Restbetrieb	22
3.5. Voraussetzungen für den Abbau	23
3.6. Das radioaktive Inventar der Anlage.....	24
3.7. Radiologische Datenaufnahme	24
3.8. Die Organisation	25
4. DER ABBAU	26
4.1. Wissen aus Erfahrung	26
4.2. Die Grundsätze.....	26
4.3. Die allgemeine Vorgehensweise	27
4.4. Der Abbau in der Abbauphase 1	28
4.5. Der Abbau in der Abbauphase 2	30
4.6. Die technische Vorgehensweise.....	31
4.7. Das abgebaute Material.....	34
5. DIE SICHERHEIT	37
5.1. Die Schutzziele.....	37
5.2. Der betriebliche Strahlenschutz	38
5.3. Die Ableitungswerte.....	39

5.4. Die Strahlenexposition in der Umgebung.....	40
5.5. Emissions- und Immissionsüberwachung.....	41
5.6. Die Ereignisanalyse.....	42
6. DIE UMWELTAUSWIRKUNGEN.....	44
6.1. Menschen, menschliche Gesundheit, Tiere und Pflanzen (Biologische Vielfalt)	44
6.2. Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft.....	46
6.3. Kulturgüter und sonstige Sachgüter	48
6.4. Wechselwirkungen.....	48
6.5. Abfälle und Reststoffe	48
6.6. Weitere Umweltverträglichkeitsuntersuchungen	48
7. VERFAHRENSALTERNATIVEN	50
GLOSSAR/BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	51
IMPRESSUM.....	54

1. Das Vorhaben im Überblick

Das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld (KKG) ist ein Druckwasserreaktor des Herstellers KWU (Kraftwerk Union) der Baulinie 3 (Vor-Konvoi) und ging 1982 in den kommerziellen Leistungsbetrieb. In der Betriebszeit wurden mehr als 333 Mio. MWh Strom (brutto) produziert. Betreiber der Anlage ist die E.ON Kernkraft GmbH, im Folgenden kurz als EKK bezeichnet.

Mit Inkrafttreten der 13. Novelle des Atomgesetzes (AtG) vom 06.08.2011 wurde für das KKG aufgrund § 7 Abs. 1 a S. 1 Nr. 2 AtG die Berechtigung zum Leistungsbetrieb bis spätestens 31.12.2015 begrenzt. Aus wirtschaftlichen Gründen hat sich die EKK entschieden, das Kraftwerk bereits Ende Juni 2015 vom Netz zu nehmen.

EKK plant – vorbehaltlich des Ausgangs der gegen die 13. Atomgesetznovelle gerichteten Verfassungsbeschwerde – die Stilllegung und den Abbau des KKG. Die Stilllegung des Kernkraftwerks und dessen Abbau bedürfen gemäß § 7 Abs. 3 AtG einer Genehmigung. Diese wurde am 28.03.2014 beantragt. Es ist seitens der EKK beabsichtigt, das KKG im direkten Abbau abzubauen.

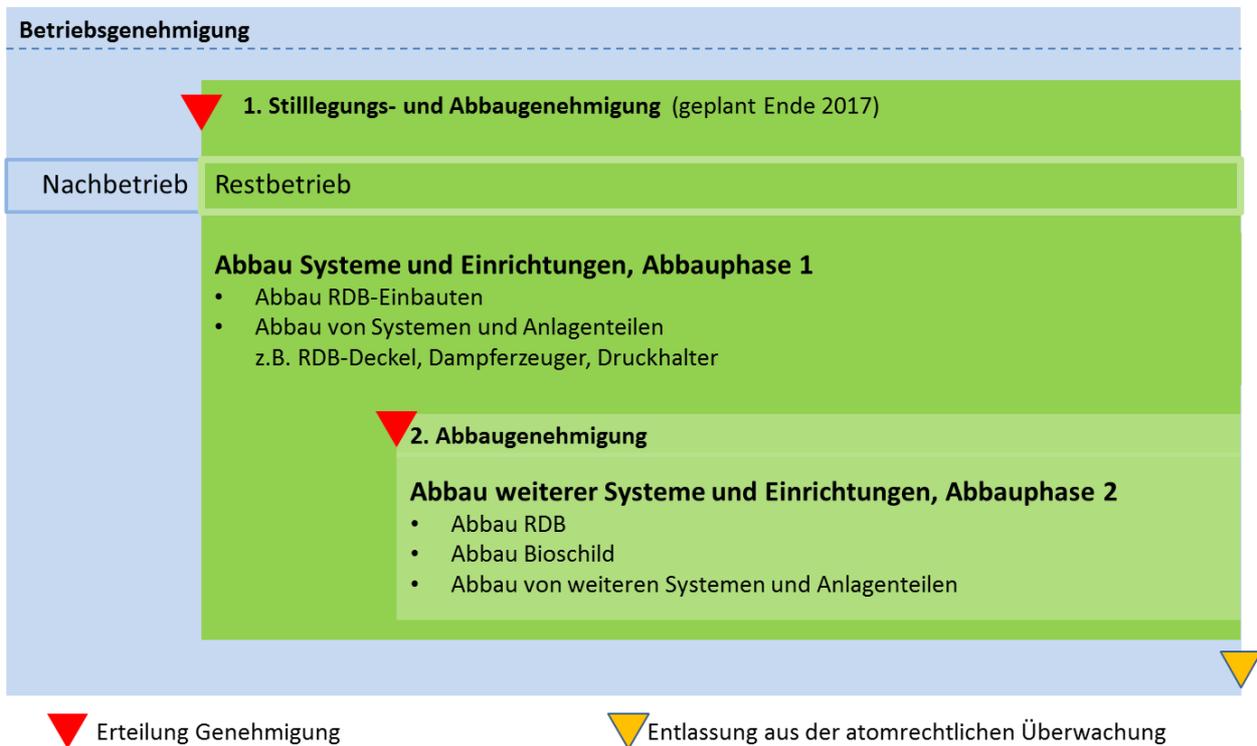
Der Abbau soll in zwei Abbauphasen erfolgen, deren atomrechtliche Genehmigungen jeweils gesondert nach § 7 Abs. 3 AtG beantragt werden (Abbildung 1) und die sich zeitlich überlagern.

Für die Beteiligung der Öffentlichkeit wurden die Unterlagen Kurzbeschreibung, Sicherheitsbericht und Umweltverträglichkeitsprüfung (mit den Anlagen B: FFH-Verträglichkeitsabschätzung und C: Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag) erstellt und im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung öffentlich ausgelegt. Ziel ist, den interessierten Anwohner umfassend über die Stilllegung und den Abbau des KKG zu informieren und ihm die Beurteilung zu ermöglichen, ob und in welchem Umfang er von den Auswirkungen des Vorhabens betroffen sein könnte.

Für die insgesamt geplanten Maßnahmen ergibt sich aus dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) eine Verpflichtung zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP).

Nach Vorliegen der atomrechtlichen Genehmigungen können dann die Arbeiten in den zwei Abbauphasen auch parallel durchgeführt werden, wenn sie sich nicht gegenseitig beeinträchtigen und die Schutzziele sowie die Belange des Strahlen-, Arbeits- und Brandschutzes eingehalten werden.

Abbildung 1: Vorgesehener genehmigungstechnischer Ablauf der Stilllegung KKG.



Nach Beendigung des Leistungsbetriebs des KKG beginnt der Nichtleistungs- bzw. Nachbetrieb. Die Arbeiten des Nichtleistungs- bzw. Nachbetriebs sind nicht Gegenstand des Antrags auf Stilllegung und Abbau gemäß § 7 Abs. 3 AtG. Sie werden aber hier zum besseren Verständnis des Gesamtprozesses kurz erläutert. Dafür wird im Weiteren anstelle des Begriffs „Nichtleistungs- / Nachbetrieb“ die Bezeichnung „Nachbetrieb“ verwendet.

Der Nachbetrieb umfasst alle im Rahmen der weiterhin geltenden Betriebsgenehmigung gestatteten Maßnahmen zur Vorbereitung auf die Stilllegung und den Abbau der Anlage. Er endet mit der Inanspruchnahme einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung.

Der Restbetrieb erstreckt sich über den gesamten Zeitraum der Stilllegung und des Abbaus. Aufgabe des Restbetriebs ist die Sicherstellung des technischen Anlagenbetriebs zur Gewährleistung der Einhaltung aller Schutzziele und die Unterstützung der Abbautätigkeiten durch den Aufbau und Betrieb von Hilfssystemen sowie die Stillsetzung von Systemen vor dem Abbau. Der Restbetrieb des KKG beginnt mit der Inanspruchnahme der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (siehe Abbildung 1). Gleichzeitig kann mit den Abbauarbeiten der Abbauphase 1 begonnen werden.

Die Bedingungen für den Restbetrieb und die Abbaumaßnahmen sind durch den Anlagenstatus des KKG zum Zeitpunkt der Inanspruchnahme der Genehmigung geprägt:

- Zu Beginn der Abbauphase 1 befindet sich noch Kernbrennstoff (bestrahlte Brennelemente (BE) und Sonderbrennstäbe) im BE-Lagerbecken der Anlage.
- Die abnehmende Anzahl an BE im BE-Lagerbecken führt zusätzlich zum Abklingen zu einer Reduzierung der verbleibenden Nachzerfallsleistung. Nach Abtransport aller BE ist ein aktives Kühlsystem für das BE-Lagerbecken nicht mehr notwendig. Allerdings ist weiterhin eine ausreichende Abschirmung der noch verbliebenen Sonderbrennstäbe im BE-Lagerbecken notwendig.
- Die Abbauphase 1 wird in drei Zeitabschnitte unterteilt.
 - **Abschnitt 1A:** Im BE-Lagerbecken befinden sich sowohl bestrahlte BE als auch einzelne Sonderbrennstäbe.
 - **Abschnitt 1B:** Einzelne Sonderbrennstäbe sind noch im BE-Lagerbecken vorhanden. Sie erfordern auch nach Abtransport der BE eine angemessene Wasserüberdeckung zur Abschirmung der ionisierenden Strahlung.
 - **Abschnitt 1C:** Die Anlage ist frei von Kernbrennstoff.
- Die radioaktiv kontaminierten Anlagenteile werden bei Bedarf bereits vor ihrer Demontage dekontaminiert.
- In der Abbauphase 2 ist die Anlage kernbrennstofffrei und die Abbaugenehmigung für Phase 2 liegt vor.

Für die während der Stilllegung und des Abbaus des KKG anfallenden Reststoffe und Abfälle ist ein Reststoffbehandlungszentrum (RBZ) erforderlich. Das RBZ wird in bestehenden Kontrollbereichen eingerichtet und verteilt sich im Wesentlichen auf Raumbereiche im Reaktorgebäude-Ringraum, im Reaktorhilfsanlagengebäude und im Entsorgungsgebäude.

Am Standort existiert ein Standort-Zwischenlager (KKG-BELLA) für die nach § 6 AtG genehmigte Aufbewahrung von Kernbrennstoffen aus dem KKG. Der Betrieb des KKG-BELLA ist ab Beginn des Einlagerungsbetriebs 2006 für einen Zeitraum von 40 Jahren genehmigt. Das Lager besitzt 88 Stellplätze. Die Kapazität ist so bemessen, dass alle bestrahlten BE und Sonderbrennstäbe des KKG zwischengelagert werden können, die bis zum Ende der Betriebszeit des KKG angefallen sind.

Für nicht-wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle wurde eine Genehmigung nach § 7 Abs. 1 StrlSchV für den Umgang mit radioaktiven Stoffen in einer noch zu errichtenden Bereitstellungs-halle (BeHa) zur späteren Einlagerung in ein Bundesendlager beantragt. Für die Errichtung ist ferner eine Baugenehmigung nach Bayerischer Bauordnung erforderlich. Eine Entscheidung über die Errichtung der BeHa wird zu einem späteren Zeitpunkt getroffen.

Bei den radioaktiven Abfällen handelt es sich um Abfälle aus dem Betrieb, dem Restbetrieb und

dem Abbau des KKG, um Abfälle, die beim Betrieb des bereits am Standort vorhandenen Lagers KKG-BELLA und der BeHa anfallen sowie weitere Betriebs-, Restbetriebs- und Stilllegungsabfälle der EKK.

Nach Beendigung der Abbauphase 2 befinden sich auf dem Anlagengelände die freigeräumten Betriebsgebäude, die nachweislich frei von kontaminierten und/oder aktivierten Bauteilen oder Materialien sind. Sind alle Voraussetzungen erfüllt, kann das KKG aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen werden.

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

Die Lagergebäude KKG-BELLA und ggf. BeHa verbleiben am Standort bis die in ihnen lagernden Abfälle an Anlagen des Bundes abgegeben sind.

2. Standort

2.1. Geografische Lage

Der Standort des Kraftwerks befindet sich auf dem Gebiet der Gemeinde Grafenrheinfeld, die zum Landkreis Schweinfurt im Regierungsbezirk Unterfranken gehört. Das Kraftwerk liegt am östlichen Mainufer bei Flusskilometer 324,5, ca. 5,5 km südwestlich von Schweinfurt, ca. 1,7 km südwestlich von Grafenrheinfeld sowie ca. 2 km westlich von Röthlein. Der Standort des KKG ist auf dem Kartenausschnitt in Abbildung 2 gekennzeichnet.

Abbildung 2: Lageplan des Standorts Grafenrheinfeld mit 10 km-Umkreis



Die Gesamtgrundstücksfläche des Standorts beträgt ca. 400.000 m². Eigentümer des Grundstücks ist die EKK. Das Kernkraftwerk einschließlich der zugehörigen Nebenanlagen besteht aus einem Druckwasserreaktor mit einer Generatornennleistung von 1.275 MW_{el} (netto). Die erzeugte elektrische Energie wurde im Leistungsbetrieb über die Freiluftschaltanlage in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Die Ergänzung des verdunsteten Kühlwassers für den Kühlturbetrieb erfolgte durch Entnahme von Mainwasser. Die genaue Lage der einzelnen Bauwerke und Einrichtungen ist dem Kraftwerkslageplan (Abbildung 3) zu entnehmen.

Das Anlagengelände liegt im ebenen Gelände des Schweinfurter Beckens bei einer mittleren Geländehöhe im aufgeschütteten Bereich von 206,5 m über NN.

2.2. Besiedelung

Die Gebiete in der Umgebung des Kraftwerks sind relativ dicht besiedelt. Innerhalb eines Radius von ca. 10 km rund um den Standort KKG leben ca. 120.000 Einwohner. Die durchschnittliche Bevölkerungsdichte im 10-km-Umkreis um KKG liegt bei 377 Einw./km² und damit über dem bundesdeutschen Durchschnitt von 227 Einw./km².

Die nächstgelegene größere Stadt ist Würzburg in einer Entfernung von ca. 25 km Entfernung mit ca. 125.000 Einwohnern.

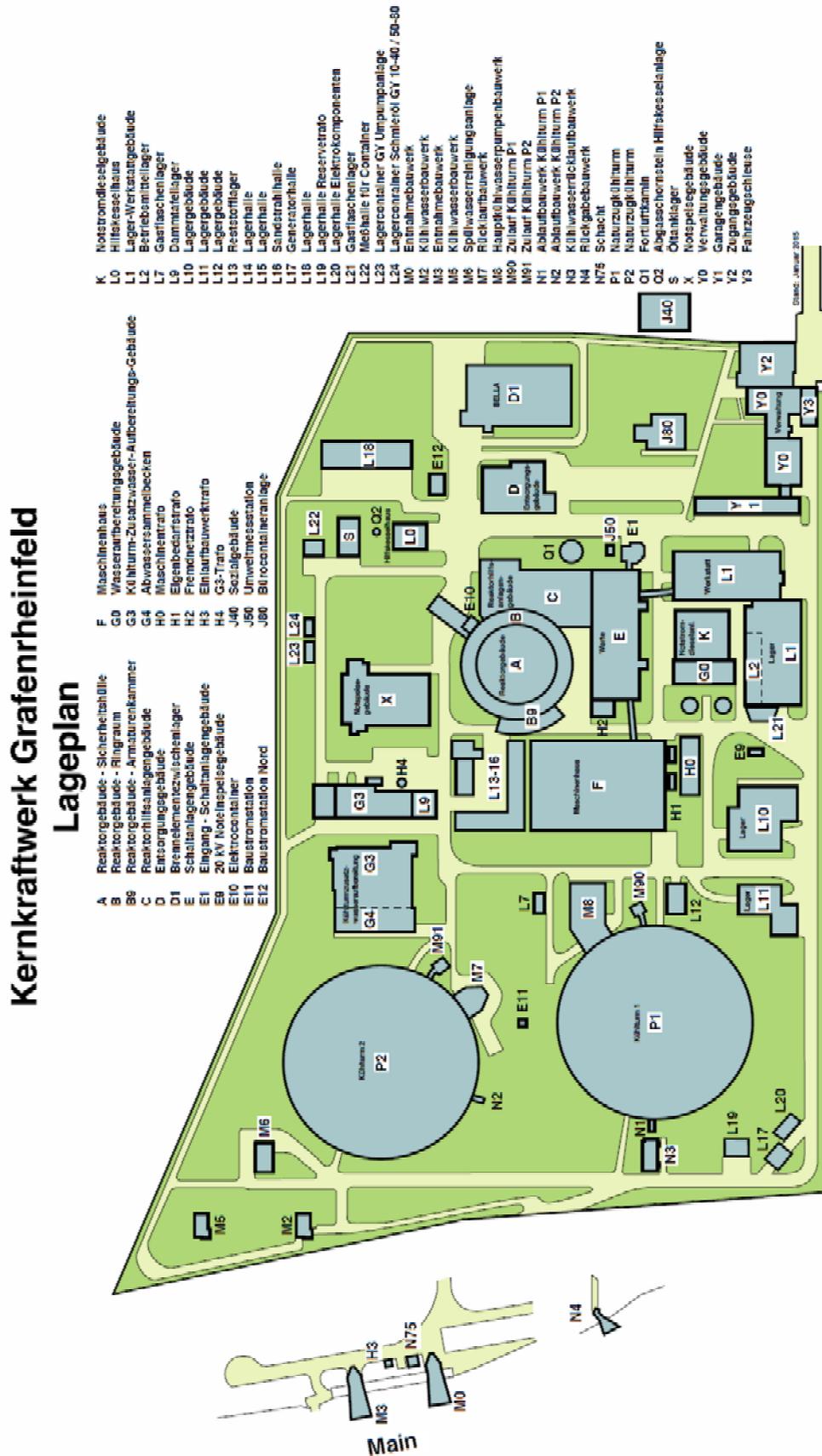
2.3. Boden- und Wassernutzung sowie Naturschutz

Die Flächen der Gemeinden im 10 km Bereich werden überwiegend land- bzw. forstwirtschaftlich genutzt. So entfallen durchschnittlich ca. 67 % der Gemeindeflächen auf Landwirtschaftsflächen und ca. 13 % auf Waldflächen. Von der landwirtschaftlich genutzten Fläche entfallen im Mittel ca. 92 % auf Ackerland. In einigen Gemeinden im 10 km-Bereich wird Weinanbau betrieben. Größere Anbaugelände befinden sich in Kolitzheim, Wipfeld, Waigolshausen und Schweinfurt.

Im Umkreis von 10 km gibt es 10 öffentliche Trinkwasserversorgungsanlagen in einem Abstand zwischen 3,8 und 10,7 km.

Dem Umfeld des Anlagenstandorts kommt aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Habitattypen, der relativ hohen Dichte geschützter Bestandteile von Natur und Landschaft und der Anzahl gefährdeter und geschützter Arten eine hohe Bedeutung für die Schutzgüter Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt zu.

Abbildung 3: Lageplan der Gebäude des KKG



Nördlich des Anlagengeländes befindet sich der Wasserkörper des Alten Main. Beide Ufer werden gesäumt von schmalen, linearen Ufergehölzen. Der Alte Main ist Bestandteil des FFH-Gebiets Mainaue zwischen Grafenrheinfeld und Kitzingen.

Nördlich des Alten Main schließen zunächst landwirtschaftlich genutzte Flächen an.

Im Bereich östlich des Anlagengeländes wechseln Gehölz dominierte Biotopkomplexe. Unter den Offenlandbiotopen dominiert die ackerbauliche Nutzung. Nennenswerte Grünlandbiotope befinden sich im Nahbereich um das Anlagengelände im Bereich einer Fläche des Naturschutzes.

Südlich des Anlagengeländes schließen zunächst die Auwaldreste des Garstadter Holz und landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Südlich der Flutmulde folgt das Vogelschutzgebiet Garstadt, ein Komplex aus Altwässern, Baggerseen, Auwaldresten und Grünlandflächen, der Bestandteil des übergeordneten EU-Vogelschutzgebietes Maintal zwischen Schweinfurt und Dettelbach ist.

2.4. Gewerbliche und sonstige Nutzung

Bedingt durch die räumliche Nähe zu Schweinfurt sind im 10 km Umkreis um das KKG zahlreiche Gewerbe- und Industriebetriebe angesiedelt.

In und um Schweinfurt sind vor allem Betriebe folgender Art vertreten:

- Elektrotechnik/Elektronik
- Metall und Maschinenbau
- Nahrungs- und Genussmittelindustrie
- Kommunikation/Datenverarbeitung
- Holz und Textilverarbeitung

In der näheren Umgebung des Standorts befinden sich keine Betriebe, in denen explosive Stoffe in größeren Mengen hergestellt, gehandhabt oder gelagert werden.

Seit Ende 2014 ist der dem Kraftwerk nächstgelegene militärische Standort Volkach. Dort befindet sich in ca. 20 km Entfernung südlich vom Kraftwerk die Mainfrankenkasernen.

Mineralölfernleitungen gibt es im 10 km-Bereich des Standorts nicht.

Im 10 km-Bereich des Standorts befinden sich mehrere Gasfernleitungen. Die dem Standort nächste Fernleitung, eine Verbindung zwischen Grafenrheinfeld und Röthlein bzw. Schwebheim, hat in NO-Richtung vom Standort einen minimalen Abstand von ca. 1,3 km.

2.5. Verkehrswege

In der unmittelbaren Nähe des KKG befindet sich ein dichtes Straßenverkehrsnetz. Nordwestlich in ca. 2 km Abstand zum Anlagengelände verläuft die Bundesstraße 26, die die Ortschaften Werneck und Schweinfurt verbindet. Östlich vom Anlagengelände mit einem Abstand von ca. 4 km verläuft die B 286, die von Schweinfurt zur BAB 3 führt. Die BAB 3 verläuft ca. 22 km südlich des Anlagengeländes. Weitere Autobahnen in unmittelbarer Nähe sind die BAB 7 westlich des KKG mit einem Minimalabstand von ca. 8,5 km und die nördlich vom KKG verlaufende BAB 70 in einem Abstand von ca. 2 km.

In einer Entfernung von ca. 2 km zum Reaktorgebäude verläuft westlich die Eisenbahnstrecke Schweinfurt-Würzburg. Es verkehren hier Personenzüge und Güterzüge, letztere unter anderem aus dem Bereich des Hafenumschlagbetriebs und der Industriebetriebe in Schweinfurt.

Der Main hat in Höhe des Kraftwerksstandorts eine Tiefe der Fahrrinne von durchschnittlich 2,5 m. Der minimale Abstand des Reaktorgebäudes zur Fahrrinne auf dem Main beträgt ca. 820 m. Der Fluss ist hier ca. 110 m breit.

Im Umkreis von 50 km um den Standort existieren mehrere zivile Flugplätze. Seit dem Abzug des amerikanischen Militärs aus Schweinfurt sind die nächstgelegenen Militärflugplätze in Illesheim (ca. 58 km) und in Niederstetten (ca. 75 km) außerhalb des 50 km Umkreises. Der nächstgelegene internationale Flughafen in Nürnberg befindet sich in 85 km Entfernung. Um das KKG herum existiert ein Gebiet mit Flugbeschränkungen. Dieser Beschränkungsraum hat eine Höhe von 2.700 Fuß über Meeresspiegel (ca. 820 m über dem Boden) und einen Radius von 0,8 Meilen (ca. 1,5 km). Hier gilt ein generelles Durchflugverbot.

2.6. Meteorologische Verhältnisse

Über die meteorologische Instrumentierung im KKG stehen langjährige Wetterdaten in hoher Auflösung zur Verfügung. Die gemessenen Werte von Windrichtung und Windgeschwindigkeit, Diffusionsklasse sowie Temperatur und Niederschlagsintensität wurden jahresweise statistisch ausgewertet und zusammengefasst.

Eine Untersuchung der Windrichtungshäufigkeit zeigt eine deutliche Betonung der südwestlichen Richtung. Der langjährige Jahresdurchschnitt der Windgeschwindigkeit (in 164 m Höhe) liegt bei 5,4 m/s (entspricht etwa Beaufort 4). Die maximale Windgeschwindigkeit in den Jahren 2010 bis 2014 lag bei 21,1 m/s (Beaufort 9) in 164 m Höhe.

Die durchschnittliche Jahres-Niederschlagssumme wird mit 629 mm ausgewiesen.

2.7. Geologische Verhältnisse

Der Main verläuft am Standort in Südrichtung. In ca. 500 m Entfernung südwestlich des Standorts befindet sich die Staustufe Garstadt. Das Gelände im Maintal nördlich des Standorts bis hin nach Schweinfurt ist relativ eben ohne größere Höhenunterschiede. Der Standort liegt im Bereich der Talauflage des Mains. Zwischen ca. 2 m und 7 m unter Geländeoberkante sind vorwiegend sandige nach unten zunehmend kiesige Bodenschichten ausgebildet. Die Bodenschicht ab ca. 7 m unter Gelände besteht aus mittelhartem bis hartem Tonstein- bzw. Sandsteinfelsschichten.

2.8. Hydrologische Verhältnisse

Der Standort liegt auf dem linken Mainufer bei Flusskilometer 324,5 im Bereich der Staustufe Garstadt, deren Sollstauhöhe 203,00 m ü. NN beträgt. Der Main fließt hier in leichten Windungen von Norden nach Süden.

Nördlich des Standorts liegt die ehemalige Mainschleife „Alter Main“, ein Altwasser mit zahlreichen Tümpeln und Teichen sowie ausgeprägten Verlandungszonen. Weiterhin befinden sich in südlicher Richtung mehrere Seen.

Das Einzugsgebiet des Mains weist vorwiegend Mittelgebirgscharakter auf. Dementsprechend sind Hochwasserabflüsse vor allem in den Monaten Dezember bis März zu erwarten. Trockenperioden treten im Zeitraum Juli bis September auf.

Die bei dem Hochwasser mit 10.000-jährlichem Wiederkehrintervall zu erwartenden Durchflussmengen von ca. 2.780 m³/s können bei vollgeöffneten Wehren ungehindert abfließen. Der zu erwartende Hochwasserspiegel beträgt 205,8 m. Die Höhe des Anlagengeländes beträgt 206,5 m, so dass eine Überflutung des Anlagengeländes bei einem 10.000-jährlichem Hochwasser ausgeschlossen werden kann.

Am Standort KKG liegt der Grundwasserpegel zwischen 1,15 und 2,70 m unter Geländeoberkante. Das Grundwasser wird zum größten Teil aus Uferfiltrat des Mains gespeist. Das Filtrat fließt in bis zu 15 m mächtigen Sand und Kiesschichten und ist von der Wasserführung des Mains abhängig. An vielen Stellen tritt artesisch aufsteigendes Tiefengrundwasser hinzu. Die Grundwasserfließgeschwindigkeit beträgt ca. 10^{-3} m/s. Am Standort erreichen die wasserführenden Kiesschichten eine Mächtigkeit zwischen 4,9 und 6,9 m.

2.9. Seismologische Verhältnisse

Alle für die tektonische Region des Standorts KKG relevanten historischen Beben im Umkreis von 200 km wurden untersucht und in ihrer Intensität bewertet. Im gesamten Betrachtungsgebiet sind keine Schadenbeben (Intensität \geq VI-VII) bekannt geworden.

2.10. Radiologische Vorbelastung

Ableitungen aus dem Betrieb anderer Anlagen oder Einrichtungen oder früherer Tätigkeiten im Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung sind zum Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte gemäß § 47 Abs. 5 StrlSchV zu berücksichtigen. Diese Ableitungen werden auch als radiologische Vorbelastung bezeichnet. Eine Vorbelastung kann dabei aus Direktstrahlung, der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft sowie der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser resultieren.

Beiträge wie z.B. die natürliche Strahlenexposition und die Folgen aus dem Reaktorunfall in Tschernobyl zählen nicht zur radiologischen Vorbelastung.

Am Standort KKG existieren durch andere Anlagen oder Einrichtungen keine Beiträge zur Vorbelastung der Luft gemäß § 47 Abs. 5 StrlSchV.

Für das KKG-BELLA sind im bestimmungsgemäßen Betrieb Ableitungen mit der Fortluft ausgeschlossen.

Vorbelastungen des Mains durch radioaktive Ableitungen anderer Anlagen oder Einrichtungen, wie z.B. Krankenhäuser, Forschungsinstitute, Kläranlagen etc. werden berücksichtigt.

Für das KKG-BELLA sind im bestimmungsgemäßen Betrieb Ableitungen mit dem Abwasser ausgeschlossen.

Die potenziellen Einflüsse aus Direktstrahlung und Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Luft oder dem Abwasser aus den aufgeführten Vorbelastungsquellen wurden bei der Untersuchung mög-

licher Strahlenexposition in der Umgebung berücksichtigt. Die Grenzwerte nach § 47 StrlSchV bzw. Anlage VII Teil D der StrlSchV werden in jedem Fall deutlich unterschritten.

3. Das Kernkraftwerk KKG

3.1. Eine kurze Biografie

Das KKG, das mit einem Druckwasserreaktor des Herstellers KWU (Kraftwerk Union) der Baulinie 3 (Vor-Konvoi) ausgestattet ist, nahm 1982 den kommerziellen Leistungsbetrieb auf. In der Betriebszeit bis zum 27. Juni 2015 wurden mehr als 333 Mio. MWh Strom (brutto) produziert.

Über alle Betriebsjahre ergibt sich eine Arbeitsverfügbarkeit der Anlage von 87,6 %. Während der gesamten Betriebszeit wurde die Anlage fortlaufend nachgerüstet, sodass zu jeder Zeit die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden gewährleistet war.

Abbildung 4: Das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld



Einige wesentliche Betriebsdaten des KKG:

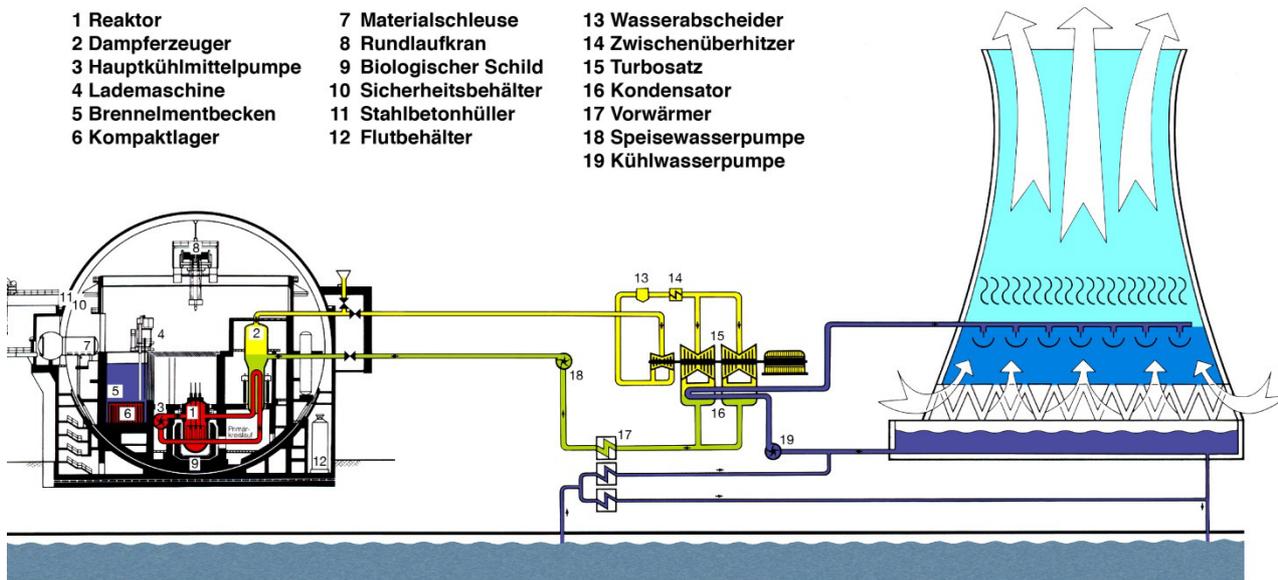
1975 – 1982	Errichtung durch Siemens/KWU
1981	Erste Kritikalität
1982	Beginn des kommerziellen Leistungsbetriebs (bei der Inbetriebnahme war der Reaktor der leistungsstärkste der Welt)
1983, 1984	KKG ist Weltmeister bzgl. der erzeugten Jahresstrommenge
2003 – 2006	Errichtung des Standort-Zwischenlagers (KKG-BELLA) für abgebrannte BE, erste Einlagerung im Februar 2006
16.03.2012	300 Milliarden kWh erzeugte Gesamtstrommenge als weltweit dritte Einzelblockanlage
28.03.2014	E.ON Kernkraft GmbH beantragt die Stilllegung und den direkten Abbau des KKG
27.06.2015	Einstellung des Leistungsbetriebs
31.12.2015	Mit Inkrafttreten der 13. Novelle des Atomgesetzes erlischt für KKG die Berechtigung zum Leistungsbetrieb.

3.2. Die Kraftwerksanlage

Das KKG ist ein Wärmekraftwerk zur Umwandlung von Wärme in elektrische Energie. In einem Kernkraftwerk entsteht die Wärme durch Kernspaltung im Reaktorkern des Reaktordruckbehälters (RDB). Die dabei innerhalb des Kernbrennstoffs entstehende Wärme wird bei diesem Druckwasserreaktor durch Umwälzen von Kühlmittel in vier parallel geschalteten Reaktorkühlkreisen durch die Kühlmittelpumpen zu den Dampferzeugern transportiert. In diesen entsteht (kontaminationsfreier) Sattdampf, der den Turbosatz antreibt.

Die Heizrohre der Dampferzeuger trennen die Kreisläufe druckdicht voneinander, so dass der Übertritt radioaktiver Stoffe aus dem Reaktorkühlmittel in den Wasser-Dampf-Kreislauf verhindert wird. In der Prinzipdarstellung (Abbildung 5) wird nur ein Kühlkreislauf und eine Frischdampf- und Speisewasserleitung dargestellt.

Abbildung 5: Funktionsprinzip eines Druckwasserreaktors



Für den Betrieb des Reaktors sind eine Reihe von Hilfs- und Nebensystemen vorhanden, die an das Reaktorkühlsystem anschließen; außerdem gibt es für die Sicherheit des Reaktors Systeme mit der Aufgabe, bei Störfällen die Anlage vor unzulässigen Beanspruchungen zu schützen und deren Auswirkungen auf das Betriebspersonal, die Umgebung sowie die Anlage in vorgegebenen Grenzen zu halten. Die Reaktorhilfs- und -nebensysteme sind im Ringraum des Reaktorgebäudes und im Reaktorhilfsanlagegebäude, die zum Kontrollbereich gehören, untergebracht. Der Eingang zum Kontrollbereich befindet sich im Reaktorhilfsanlagegebäude.

Die zahlreichen nuklearen Kühlstellen des Kernkraftwerks werden durch Zwischenkühlsysteme versorgt, in denen als Wärmeträger deionisiertes Wasser (Deionat) in geschlossenen Kreisläufen umgewälzt wird. Die Zwischenkühlsysteme übertragen ihre Wärme über die zugeordneten Nebenkühlwassersysteme an den Vorfluter, d.h. den Main.

Die Betriebsführung erfolgt von der zentralen Warte aus.

Der normale Betrieb ist weitgehend durch Regelungen und Steuerungen automatisiert, die kleinere Abweichungen von den vorgegebenen Sollwerten ausgleichen. Bei stärkeren Abweichungen sorgen automatisch wirkende Begrenzungseinrichtungen für die Rückführung auf betrieblich vorgegebene Zustände. Bei Erreichen von Auslösegrenzwerten des Reaktorschutzsystems werden die erforderlichen sicherheitstechnischen Gegenmaßnahmen automatisch eingeleitet.

3.3. Die Gesamtanordnung

Das KKG besteht aus unterschiedlichen Bauwerken (siehe Abbildung 3), vorwiegend getrennt nach den darin befindlichen Einrichtungen: nukleare und konventionelle Anlagenteile, Einrichtungen der Kühlwasserkette sowie für die allgemeine Versorgung und Verwaltung. Die darin befindlichen Einrichtungen bestimmen auch die sicherheitstechnische Bedeutung dieser Bauwerke.

Die wichtigsten Anlagenstrukturen und Gebäude sind:

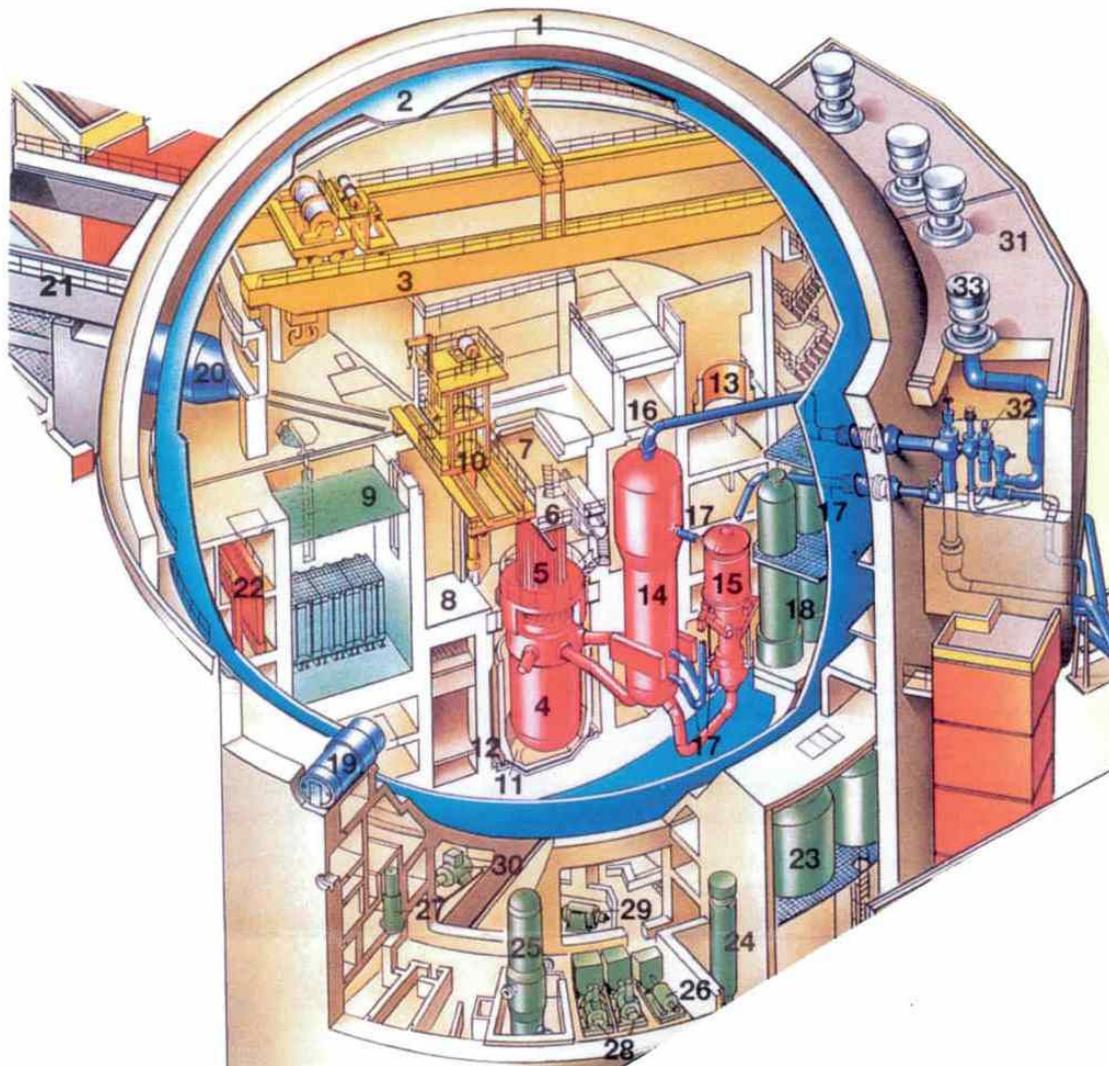
- Reaktorgebäude (A/B)
- Frischdampf- und Speisewasser-Armaturenkammer (B9)
- Reaktorhilfsanlagengebäude (C) mit Fortluftkamin (Q1)
- Entsorgungsgebäude (D)
- Maschinenhaus (F)
- Schaltanlagengebäude mit Hauptwarte (E)
- Notstromdieselgebäude mit Kaltwasserzentrale (K)
- Notspeisegebäude (X)
- Naturzugkühltürme (P1/P2)
- Kühlwasserbauwerke (M0, M3, M2, M5, M8)

Die Sicherheitssysteme der Anlage Grafenrheinfeld sind vierfach redundant (4 x 50 %) aufgebaut. Zur Beherrschung der Auslegungsstörfälle ist ein gestaffeltes Notstromsystem mit 4 x 10 kV dieselgetriebener Notstromgeneratoren und 4 x 380 V dieselgetriebener Notspeisenotstromgeneratoren eingesetzt.

Das Reaktorgebäude wird durch einen Zylinder mit aufgesetzter Halbkugel gebildet (siehe Abbildung 6). Die Außenstrukturen von Zylinderwand und Halbkugel bestehen aus meterdickem Stahlbeton und werden als Stahlbetonhülle bezeichnet. Wesentlicher Bestandteil des Reaktorgebäudes ist der kugelförmige Reaktorsicherheitsbehälter aus Stahl mit dem darin befindlichen nuklearen Dampferzeugungssystem. Der Ringraum umschließt den Sicherheitsbehälter. Die Stahlbetonhülle umschließt Sicherheitsbehälter und Ringraum.

Im Inneren des Sicherheitsbehälters sind das Reaktorkühlsystem, Teile der unmittelbar anschließenden Reaktorhilfsanlagen und Sicherheitssysteme sowie das BE-Lagerbecken untergebracht. Der Sicherheitsbehälter ist auch während des Leistungsbetriebs begehbar. Im Ringraum sind quadrantenweise Teile der 4-fach redundanten Sicherheitssysteme sowie der Hilfs- und Nebenanlagen aufgestellt.

Abbildung 6: Prinzipieller Aufbau der Systeme im Reaktorgebäude



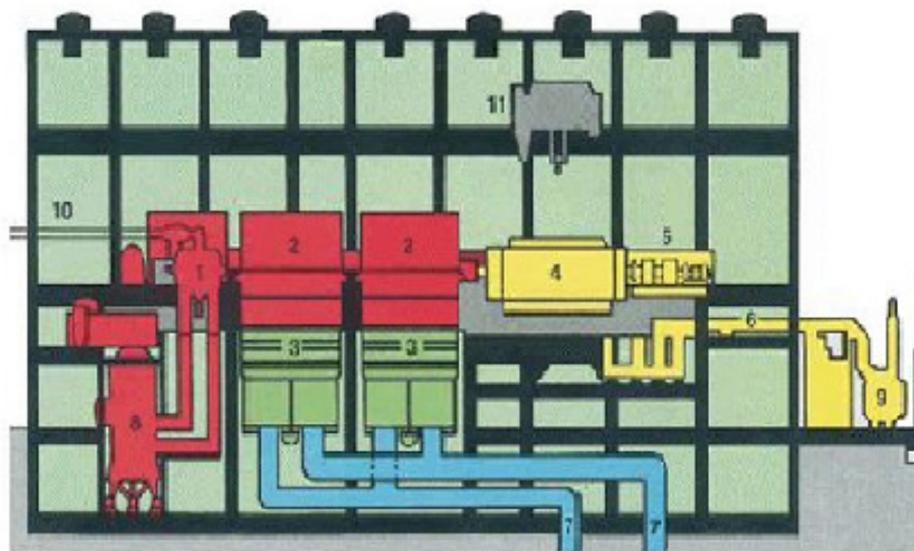
- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1 Stahlbetonhülle | 12 Biologischer Schild (Trage) | 23 Flutbehälter |
| 2 Sicherheitsbehälter | 13 Abstellplatz RDB-Deckel | 24 Nachwärmekühler |
| 3 Kran | 14 Dampferzeuger | 25 Nuklearer Zwischenkühler |
| 4 Reaktordruckbehälter | 15 Hauptkühlmittel-Pumpe | 26 Sicherheitseinspeisepumpe |
| 5 Steuerstabantrieb | 16 Frischdampf-Leitung | 27 Hochdruckförderpumpen |
| 6 Kabelbühne | 17 Speisewasser-Leitung | 28 Nukleare Zwischenkühlpumpe |
| 7 Reaktorraum | 18 Druckspeicher | 29 Nachkühlpumpen |
| 8 Abstellpl. für Kerneinheiten | 19 Personenschleuse | 30 Borierpumpe |
| 9 BE-Lagerbecken | 20 Materialschleuse | 31 FD-Armaturenblock |
| 10 Lademaschine | 21 Halbportal mit Laufkatze | 32 FD-Armaturenblock |
| 11 Biologischer Schild (innen) | 22 Lager für neue BE's | 33 Schalldämpfer |

Das Reaktorhilfsanlagegebäude grenzt an der einen Seite an das Schaltanlagegebäude und an der anderen Seite an das Reaktorgebäude. Im Reaktorhilfsanlagegebäude sind die Hilfs- und Nebenanlagen des Reaktors untergebracht. Der Fortluftkamin mit einer Höhe von ca. 160 m über Bodenniveau befindet sich in östlicher Richtung vom Reaktorhilfsanlagegebäude.

Das Maschinenhaus (Abbildung 7) enthält im Wesentlichen die zur elektrischen Energieerzeugung notwendigen Teile des Sekundärkreislaufs:

- Kondensationsturbine
- Generator
- Kondensator
- Umleitstation
- Komponenten des Wasser-Dampf-Kreislaufes mit Hochdruck (HD)- und Niederdruck (ND)-Vorwärmern

Abbildung 7: Vereinfachter Querschnitt durch das Maschinenhaus



1 HD -Teil 2 ND -Teil 3 Kondensatoren 4 Generator 5 Erregereinrichtungen 6 Generatorableitungen 7 Kühlwasserleitungen
8 Dampftrockner 9 Transformatoren 10 Frischdampfleitung 11 Kran

Zu den Komponenten des Wasser-Dampf-Kreislaufs gehören auch Behälter mit großem Energieinhalt, wie z.B. der Speisewasserbehälter, die Speisewasservorwärmung und die Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer.

Das Schaltanlagegebäude schließt an das Reaktorhilfsanlagegebäude an. Im Schaltanlagegebäude sind die Systeme der Elektrotechnik, die zur Steuerung, Regelung und Überwachung der Anlage vorgesehen sind, sowie die Hauptwarte der Anlage untergebracht. Entsprechend dem viersträngigen Aufbau ist das Schaltanlagegebäude in vier gleichartige Bereiche unterteilt.

Das Notstromdieselgebäude befindet sich gegenüber dem Schaltanlagegebäude. In diesem Gebäude sind im Wesentlichen vier Notstromdiesel mit zugehörigen Schaltanlagen, Treibstoffvorräten sowie die Kaltwasserzentrale mit Kältemaschinen untergebracht.

Im Notspeisegebäude sind die für die gesicherte Nachzerfallswärmeabfuhr benötigten Systeme, im Wesentlichen die vier 50 %-Notspeisenotstromdiesel mit Generator und Notspeisepumpe und den Treibstoff- und Wasservorräten, untergebracht. Des Weiteren befinden sich dort ebenfalls nach Redundanzen getrennt Steuer- und Schaltanlagen des Reaktorschutzsystems einschließlich Batteriepufferung. Von der Notsteuerstelle kann bei Ausfall der Hauptwarte die Anlage in den Zustand „unterkritisch kalt“ gefahren und gehalten werden (Abfuhr der Nachzerfallswärme und Langzeitkühlung des BE-Lagerbeckens).

3.4. Systeme und Einrichtungen im Restbetrieb

Um eine optimale Durchführung der Abbauarbeiten und die Beherrschung der noch relevanten Ereignisse zu gewährleisten, bleibt die Funktion bestimmter Systeme und Einrichtungen der Anlage auch im Restbetrieb im erforderlichen Umfang erhalten. Es besteht die Möglichkeit, die Funktion der betrieblich genutzten Systeme durch – ggf. in Art und Umfang reduzierte und dem verringerten Gefährdungspotenzial angepasste – Ersatzmaßnahmen zu ersetzen. Um den Betrieb der Systeme gewährleisten zu können, werden auch die Infrastruktur und Hilfssysteme in erforderlichem Umfang weiter betrieben bzw. betriebsbereit gehalten.

Im Folgenden werden die wichtigsten Systeme bzw. Systemfunktionen und Einrichtungen für die Stilllegung und den Abbau aufgelistet:

- **BE-Kühlsysteme sowie Ver- und Entsorgungseinrichtungen**
 - Kühlung BE-Lagerbecken
 - Niveauhaltung und Reinigung BE-Lagerbecken
 - Lüftung im Kontrollbereich
 - Stromversorgung und elektrotechnische Einrichtungen
 - Kühlwassersysteme
 - Deionataufbereitung und -versorgung
 - Hilfsdampfversorgung
 - Gasversorgung
 - Druckluftanlage
 - Kaltwassersystem

- Beleuchtungs- und Kommunikationssysteme
- **Überwachungs- und Schutzeinrichtungen**
 - Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung
 - Brandschutzeinrichtungen
 - Probeentnahmesystem
 - Leckageüberwachungssystem für BE- und Reaktorbecken
 - Einrichtungen zum Lüftungsabschluss
 - Sicherungseinrichtungen
- **Sonstige/weitere Einrichtungen**
 - Abwasseraufbereitung
 - Behandlung fester Reststoffe
 - Hebezeuge
 - Lademaschine
 - BE-Lagerbecken / Reaktorbecken / Abstellraum / Achtkantbecken
 - Kühlmittellagerung / -aufbereitung
 - Kühlmittelreinigung
 - Dekontaminationseinrichtungen
 - mobile Konditionierungsanlagen

3.5. Voraussetzungen für den Abbau

Mit der Inanspruchnahme einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung beginnen der Restbetrieb und der Abbau des KKG. Der Nachbetrieb, der im Rahmen der Dauerbetriebsgenehmigung durchgeführt wurde, ist beendet. 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.

Zu Beginn der Abbauphase 1 befinden sich noch bestrahlte BE und einzelne Sonderbrennstäbe im BE-Lagerbecken. Die BE-Lagerbeckenkühlung wird für die zuverlässige Kühlung der bestrahlten BE zunächst noch benötigt. In dieser Abbauphase erfolgt der Abbau von Systemen und Einrichtungen unter der Maßgabe der Rückwirkungsfreiheit hinsichtlich der einzuhaltenden Schutzziele. Mit dem Abtransport der bestrahlten BE bis zur Herstellung der Kernbrennstofffreiheit sowie durch den radioaktiven Zerfall nimmt das radioaktive Inventar stetig ab.

3.6. Das radioaktive Inventar der Anlage

Das Aktivitätsinventar im KKG wird zu Beginn des Abbaus von der noch vorhandenen Menge an Kernbrennstoff bestimmt und beträgt ca. 10^{19} Bq (BE im BE-Lagerbecken). Nach Abtransport aller BE ist der überwiegende Teil der dann noch vorhandenen Radioaktivität (Größenordnung 10^{17} Bq) als Aktivierung in Materialien von RDB, RDB-Einbauten und biologischem Schild fest eingebunden und somit nicht unmittelbar freisetzbar.

Die aktivierten Reaktor- und Anlagenteile aus Stahl weisen zum Zeitpunkt des Beginns des Restbetriebs eine gesamte Aktivität an Cobalt-60 von typischerweise 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 ist ebenfalls nicht unmittelbar freisetzbar.

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

Die wesentlichen, noch in der Anlage vorhandenen Spalt- und Aktivierungsprodukte sind Cobalt-60 mit einer Halbwertszeit von 5,3 Jahren, Cäsium-137 mit einer Halbwertszeit von 30,2 Jahren, Eisen-55 mit einer Halbwertszeit von 2,7 Jahren und Nickel-63 mit einer Halbwertszeit von 100 Jahren. In aktivierten Betonbauteilen können auch Eu-152/154 (Halbwertszeiten 13,3 / 8,8 Jahre) enthalten sein. Alle weiteren Radionuklide (z.B. Sr-90/Y-90, Cl-36, Mn-54, alphastrahlende Radionuklide) machen in Summe einen Anteil von deutlich unter 10% der Gesamtaktivität aus.

3.7. Radiologische Datenaufnahme

Die radiologische Beprobung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten wird generell rechtzeitig vor Beginn einer Abbaumaßnahme durchgeführt. Das für den Abbau des KKG relevante radiologische Inventar kann aus der Gesamtanlagenfahrweise sowie der komponentenspezifischen Verfahrenstechnik und ggf. aus besonderen radiologischen Vorkommnissen während des Anlagenbetriebs 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 und gammaspektrometrische In-Situ-Messungen.

3.8. Die Organisation

Für den Restbetrieb des KKG wird eine Aufbauorganisation vorgehalten, die der Anforderung zur Gewährleistung der Sicherheit der Anlage während Restbetrieb und Abbau gerecht wird. Mit der gewählten Organisationsstruktur aus Fach- und Stabsbereichen sowie festgelegten Beauftragten wird die Erfüllung der an die Aufbauorganisation zu stellenden Sicherheitsanforderungen gewährleistet.

Im Betriebshandbuch des KKG sind die Verantwortlichkeiten für alle sicherheitsrelevanten Maßnahmen, die im Kernkraftwerks-Restbetrieb und -Abbau durchgeführt werden, geregelt. Das etablierte Qualitätsmanagementsystem und der Erhalt der Fachkunde sind bewährte Bausteine für eine sichere Abwicklung von Restbetrieb und Abbau des KKG.

4. Der Abbau

4.1. Wissen aus Erfahrung

In Deutschland sind bereits einige Kernkraftwerke endgültig abgeschaltet, stillgelegt und abgebaut worden. Für einige dieser Anlagen wurde die Methode des „direkten Rückbaus“ (Abbau) gewählt, die auch für das KKG 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 zum Großteil vorhanden.

EKK hat für seine bereits in Stilllegung und Abbau befindlichen Kernkraftwerke Würiggassen und Stade nach deren Stilllegung in den Jahren 1997 bzw. 2005 den Weg des direkten Abbaus gewählt und so bereits umfassende Erfahrungen beim Abbau sowohl von Druckwasserreaktoren als auch Siedewasserreaktoren sammeln können. Diese und auch weitere Erfahrungen wie etwa beim Abbau des Kernkraftwerks Greifswald haben gezeigt, dass der Abbau von kerntechnischen Anlagen auf der Grundlage von jahrzehntelangen Erfahrungen mit gängigen technischen Verfahren erfolgreich durchgeführt werden kann. Darüber hinaus wurde in diversen Rückbauprojekten im In- und Ausland nachgewiesen, dass diese Aufgabe problemlos und ohne Risiko für die Mitarbeiter, die Bevölkerung und die Umwelt erfolgen können.

4.2. 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 ionisierender Strahlung aus der kerntechnischen Anlage ab.

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

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

Die Menge der anfallenden radioaktiven Reststoffe wird so gering wie möglich gehalten. Der Abbauumfang schließt abzubauen ersetzende Systeme bzw. mobile Restbetriebssysteme mit ein, welche erst für den Abbau der Anlage errichtet wurden.

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 Reduzierung der Strahlenexposition des Personals erfolgen je nach Bedarfsfall:

- 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.

4.3. Die allgemeine Vorgehensweise

Zu Beginn der Abbauphase 1, wenn der Abtransport der bestrahlten BE und Sonderbrennstäbe noch nicht vollständig abgeschlossen ist, beschränken sich die Abbauarbeiten auf Bereiche der Anlage, die frei von bestrahlten BE und Sonderbrennstäben sind. Die Rückwirkungsfreiheit der laufenden Abbauarbeiten gegenüber der Lagerung und dem Abtransport von bestrahlten BE wird u.a. durch die getroffenen Absicherungsmaßnahmen gegen den Absturz schwerer Lasten auf das BE-Lagerbecken und Anlagenteile zur Kühlung der bestrahlten BE 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 im KKG vorhandenen Gefahrstoffe werden bei den durchzuführenden Arbeitsschritten beachtet.

In den Bereichen innerhalb des Kontrollbereichs, 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.

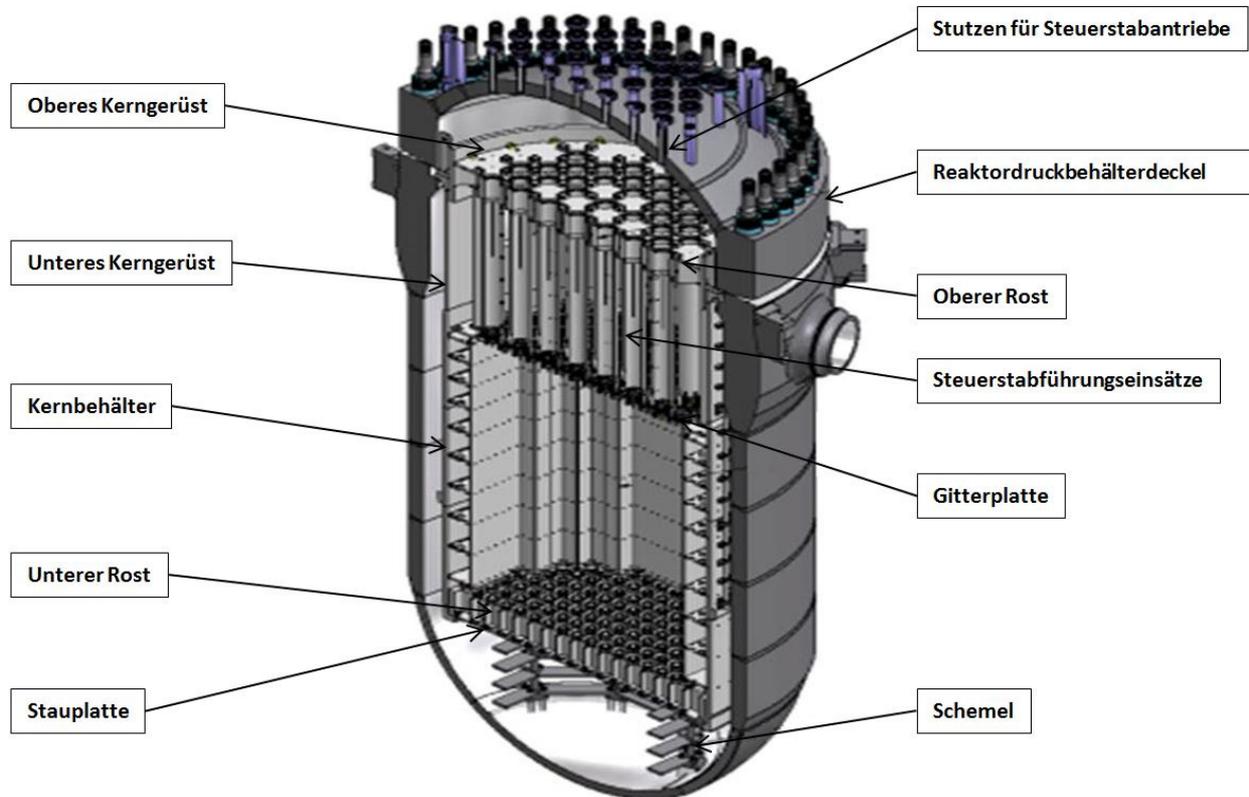
Innerhalb des Kontrollbereichs des KKG wird ein RBZ eingerichtet. Der Hauptumfang dieses Zentrums wird sich im Ringraum des Reaktorgebäudes befinden, Teile werden aber auch im Hilfsanlagen- sowie im Entsorgungsgebäude eingerichtet.

4.4. Der Abbau in der Abbauphase 1

In der Abbauphase 1 werden sowohl nicht-kontaminierte als auch aktivierte und/oder kontaminierte Anlagenteile im Kontrollbereich des KKG sowie Anlagenteile abgebaut, deren Bau, Errichtung und Betrieb atomrechtlich genehmigt wurden.

Abbauvorhaben während der Abbauphase 1 werden in allen Gebäuden oder Gebäudebereichen abgewickelt. Es werden nur Systeme, Einrichtungen und Anlagenteile mit den zugehörigen Versorgungseinrichtungen abgebaut, die nicht mehr für den Restbetrieb benötigt werden. Dies erfolgt unter der Maßgabe der Rückwirkungsfreiheit hinsichtlich der einzuhaltenden Schutzziele gegenüber den noch im BE-Lagerbecken lagernden bestrahlten BE und Sonderbrennstäben.

Abbildung 8: RDB mit RDB-Einbauten



Die Abbauphase 1 umfasst im Wesentlichen:

- die Zerlegung und die Verpackung des RDB-Deckels,
- den Abbau und die Verpackung der Dampferzeuger, des Druckhalters mit Abblasetank sowie der Hauptkühlmittelpumpen,
- die Zerlegung und Verpackung von Rohrleitungen und Komponenten wie Speisewasserleitungen, Frischdampfleitungen, Hauptkühlmittel- und Kühlwasserleitungen,
- den Abbau, die Zerlegung und die Verpackung beweglicher und fester RDB-Einbauten,
- den Abbau von weiteren radioaktiv kontaminierten/aktivierten Anlagenteilen im Kontrollbereich,
- den Abbau von Anlagenteilen außerhalb des Kontrollbereichs, die der atomrechtlichen Überwachung unterliegen,
- den Abbau von kontaminierten/aktivierten Betonstrukturen und deren Entsorgung, sowie ggf. der Einbau statischer Ersatzmaßnahmen,
- Dekontamination von kontaminierten Betonstrukturen,
- Freigabe gemäß § 29 StrlSchV,

- Herausbringen von beweglichen Gegenständen aus dem Kontrollbereich zur Wiederverwendung gemäß § 44 StrlSchV,
- Herausgabe von Stoffen aus dem Überwachungsbereich,
- Abgabe von radioaktiven Stoffen an andere Genehmigungsinhaber.

Gleichzeitig wird der Abtransport der noch verbliebenen BE fortgesetzt. Die Handhabung und Verpackung bestrahlter BE in Transport- und Lagerbehälter (CASTOR) wird unter Wasser mit den gleichen Handhabungseinrichtungen durchgeführt wie auch während des Leistungs- und Nachbetriebs.

Auch die Sonderbrennstäbe werden entweder einzeln oder in Gruppen gasdicht gekapselt, getrocknet und in Köchern, die die Außengeometrie von BE aufweisen, analog zu BE und mit den gleichen Einrichtungen in einen Transport- und Lagerbehälter verpackt.

Nach der Beladung der Transport- und Lagerbehälter werden die Behälter in das Standort-Zwischenlager KKG-BELLA transportiert und dort zwischengelagert.

4.5. Der Abbau in der Abbauphase 2

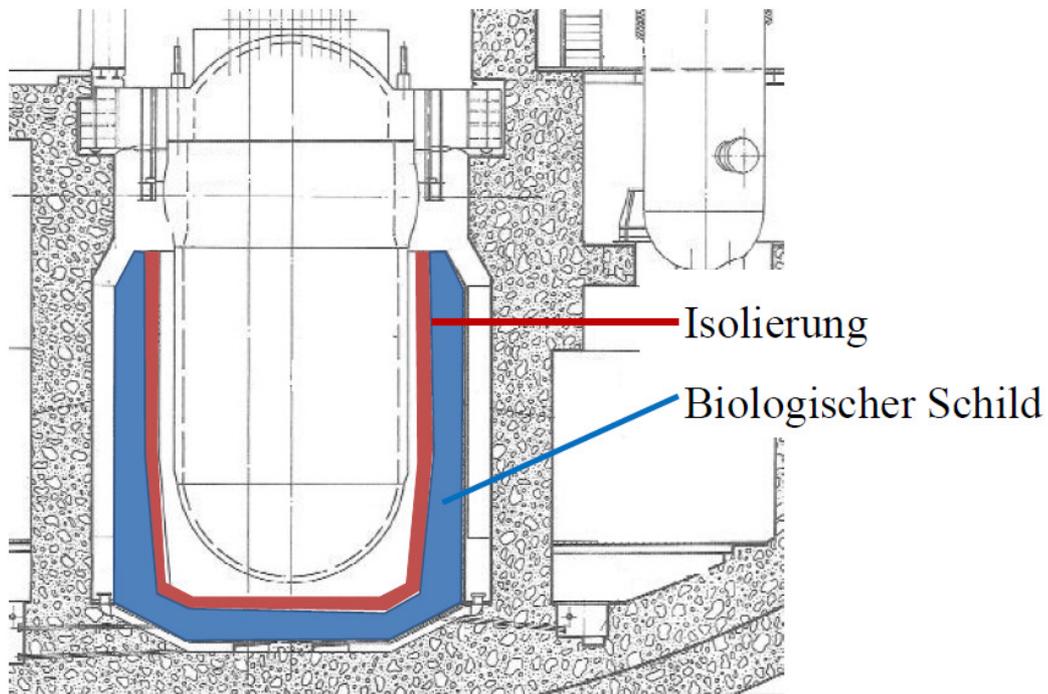
Die Abbauphase 2 umfasst zusätzlich zu den bereits in Abbauphase 1 begonnenen Arbeiten im Wesentlichen:

- den Abbau des RDB,
- das Fortsetzen des Freiräumens des Sicherheitsbehälters und Abbau des biologischen Schilts.

Im Verlauf der Abbauphase 2 werden die sich auf dem Anlagengelände befindlichen Kontrollbereichsgebäude freigeräumt von kontaminierten und/oder aktivierten Bauteilen oder Materialien und deren Baustrukturen, falls notwendig, dekontaminiert. Der Nachweis der geforderten Kontaminationsfreiheit wird zu diesem Zeitpunkt durch erfolgreichen Abschluss des Freigabeverfahrens nach § 29 StrlSchV erbracht. Anschließend werden alle Strahlenschutzbereiche in den Gebäuden aufgehoben.

Mit Abschluss der Abbauphasen 1 und 2 kann die Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung erfolgen.

Abbildung 9: RDB in Einbaulage mit Biologischem Schild



4.6. Die technische Vorgehensweise

Es wird eine geeignete Infrastruktur geschaffen, damit in verschiedenen Räumen und Raumbereichen in den Gebäuden des KKG 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.

Innerhalb des KKG und auch für das RBZ 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,

- Bereiche für Radioaktivitätsmessungen,
- Transportwege,
- Demontagebereiche.

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 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. RDB-Einbauten, ist eine fernbediente/fernhandierte Durchführung der Abbauarbeiten bei Verwendung von Abschirmungen zur Reduzierung 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 und einer entsprechend niedrigen Ortsdosisleistung im Arbeitsbereich ist bei deren Handhabung die 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 und/oder hoch kontaminierte Anlagen-

teile und Komponenten werden fernhantiert oder fernbedient abgebaut. Bei fernhantierter 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 einiger Entfernung von der jeweiligen Abbaueinrichtung befindet.

Dekontaminationsverfahren

Die Dekontamination dient beim Abbau einer kerntechnischen Anlage zur Reduzierung von Oberflächenverunreinigung. Die Verunreinigungen (Kontaminationen) befinden sich auf der Oberfläche von Materialien, verursacht durch die Anlagerung radioaktiver Stoffe. Bei der mechanischen Dekontamination erfolgt die Entfernung der Kontamination durch eine direkte Bearbeitung der 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 z.B. 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, Laugen, Säuren, Komplexbildner, Dekontamination mit Oxidations-/Reduktionsmitteln.

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

Freigabe

Unter Freigabe von Reststoffen wird nach § 29 StrlSchV deren Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehaben oder deren Weitergabe als nicht-radioaktive Stoffe verstanden. Das Freigabeverfahren stellt sicher, dass für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von 10 μSv im Kalenderjahr auftreten kann (sog. 10 μSv -Konzept). Dieses Konzept ist international anerkannt und stellt sicher, dass die durch die freigegebenen Stoffe verursachte zusätzliche Strahlenexposition auch im ungünstigsten Fall vernachlässigbar gering ist. So beträgt die jährliche natürliche Strahlenexposition einer Einzelperson in Deutschland durchschnittlich 2,1 mSv im Kalenderjahr (2.100 $\mu\text{Sv/a}$).

Das Freigabeverfahren im KKG besteht aus den Schritten Reststoffbehandlung, Orientierungsmessung, Vorkontrollmessung und qualifizierte Freigabemessung. Bei der abschließenden qualifizierten Freigabemessung wird sichergestellt, dass 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 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.

Herausgabe

Der Überwachungsbereich des KKG ist frei von Radioaktivität aus dem Betrieb des KKG, da hier nicht mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird. Für die Entfernung von Gegenständen und Stoffen vom Überwachungsbereich des KKG ist das Verfahren der Herausgabe vorgesehen. Dieses sieht neben Betrachtungen der Betriebshistorie auch beweissichernde Messungen vor. Die Vorgehensweise ist im BHB beschrieben und beinhaltet eine Bewertung durch den Strahlenschutzbeauftragten.

Konditionierungsverfahren

Die Konditionierung dient der Behandlung des radioaktiven Abfalls zur Herstellung von geeigneten endlagerfähigen Abfallgebinden. Sie 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.

4.7. Das abgebaute Material

Der überwiegende Teil der beim Abbau des KKG 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).

Die Stoffe, die im Kontrollbereich während des Abbaus anfallen, werden als Reststoffe bezeichnet. Bei den anfallenden Reststoffen werden bzgl. ihres Verbleibs folgende Entsorgungswege geprüft:

- Freigabe als nicht-radioaktive Stoffe gemäß § 29 StrlSchV mit den Optionen:
 - uneingeschränkte Freigabe,
 - Freigabe zur Beseitigung (Ziel: konventionelle Deponie bzw. Verbrennungsanlage),
 - Freigabe von Gebäuden zum Abriss oder Wieder-/Weiterverwendung,
 - Freigabe von Metallschrott zur Rezyklierung,
 - Freigabe im Einzelfall (unter Anwendung des 10 μ Sv-Konzepts),
- 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, bevor sie in das Endlager Konrad oder ein anderes Endlager 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. Bauschutt kann in der Bauindustrie wieder verwendet werden. Herausgegebenes Material aus dem Überwachungsbereich kann einer uneingeschränkten Nachnutzung zugeführt werden.

Massen

Auf der Grundlage der Erfahrungen bei bereits abgebauten kerntechnischen Anlagen wurden für die o.g. Entsorgungswege die Massen abgeschätzt. Voraussichtlich werden von den Massen aus dem Kontrollbereich ca.

- 23.500 Mg gemäß § 29 StrlSchV uneingeschränkt freigegeben,
- 4.000 Mg gemäß § 29 StrlSchV zur Beseitigung bzw. Rezyklierung freigegeben (für dieses Material ist die Ablagerung auf einer Deponie bzw. Verbrennung in einer Verbrennungsanlage bzw. das Einschmelzen in einem konventionellen metallverarbeitenden Betrieb erforderlich),
- 3.500 Mg als radioaktiver Abfall endlagergerecht konditioniert und zur Abgabe an ein Bundesendlager zwischengelagert,

- 500 Mg als Reststoffe kontrolliert wiederverwertet (z.B. Einschmelzen der Metallschrotte und anschließende Wiederverwendung im kerntechnischen Bereich, z.B. für MOSAIK-Behälter).

Zu diesen Massen kommen für das KKG noch ca. 300.000 Mg nicht-radioaktiven Materials aus dem konventionellen Abriss freigegebener Gebäudestrukturen hinzu. Dieser Abriss ist nicht Gegenstand des atomrechtlich zu genehmigenden Vorhabens.

5. Die Sicherheit

5.1. Die Schutzziele

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

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

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

- Einschluss radioaktiver Stoffe,
- Begrenzung der Strahlenexposition.

Solange sich bestrahlte BE innerhalb des BE-Lagerbeckens befinden, gelten zu Beginn des Restbetriebs in der Abbauphase 1 bis nach Abtransport der bestrahlten BE zwei weitere Schutzziele:

- Kontrolle der Unterkritikalität,
- Kühlung der Brennelemente.

Die Unterkritikalität wird begrenzt durch die gewählte Anordnung der bestrahlten BE in den Lagerstellen im BE-Lagerbecken und in den für die Zwischenlagerung verwendeten Transport- und Lagerbehältern.

Die Kühlung der BE wird gewährleistet durch das Wasser innerhalb des BE-Lagerbeckens, welches die Nachzerfallswärme aufnimmt, die durch die bestrahlten BE an das Wasser des BE-Lagerbeckens abgegeben wird. Die Wärme des Wassers aus dem BE-Lagerbecken wird bis zur Möglichkeit der passiven Kühlung über ein 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.

Die Rückwirkungsfreiheit aller Stilllegungs- und Abbauarbeiten gegenüber der Lagerung und Handhabung der bestrahlten BE im BE-Lagerbecken wird bis zum Abschluss der Entsorgung der BE gewährleistet.

Die Begrenzung der Strahlenexposition sowie die Kontrolle des Aktivitätsinventars 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 Reduzierung der Strahlenexposition des Personals,
- eine Rückhaltung bzw. Minimierung der Abgabe flüssiger und gasförmiger radioaktiver Stoffe an die Umgebung.

5.2. Der betriebliche Strahlenschutz

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

Das Anlagengelände des KKG 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 als Kontrollbereich eingestuft sind. Die Kontrollbereiche umfassen das Reaktorgebäude (mit dem Reststoffbehandlungszentrum), das Hilfsanlagengebäude, das Entsorgungsgebäude sowie das KKG-BELLA. 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.

5.3. Die Ableitungswerte

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

Ableitung von radioaktiven Stoffen mit der Fortluft

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

- Radioaktive Aerosole $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq/Kalenderjahr
- Radioaktive Gase: $1,11 \cdot 10^{15}$ Bq/Kalenderjahr

Selbst bei Ausschöpfung der beantragten Werte ergibt sich, auch bei konservativ abdeckender Berechnung, eine Strahlenexposition, die für alle Einzelpersonen der Bevölkerung weit unter dem Grenzwert des § 47 Abs. 1 StrlSchV liegt.

Ableitung von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser

Die Einleitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser ist in der gültigen wasserrechtlichen Bewilligung und Erlaubnis für den Betrieb und die Nutzwasserversorgung des KKG geregelt und soll zunächst unverändert bleiben.

- Gesamtaktivitätsableitung (ohne Tritium) $5,55 \cdot 10^{10}$ Bq/Kalenderjahr
- Tritium $4,07 \cdot 10^{13}$ Bq/Kalenderjahr

Selbst bei Ausschöpfung dieser Werte und unter Berücksichtigung der Vorbelastung des Mains ergibt sich in der Summe eine maximale Strahlenexposition, die für alle Einzelpersonen der Bevölkerung weit unter dem Grenzwert des § 47 Abs. 1 StrlSchV liegt.

Die genannten Ableitungswerte für radioaktive Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser werden beim Abbau nicht ausgeschöpft. Die tatsächlich mit der Fortluft und mit dem Abwasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe werden gemessen und bilanziert.

5.4. Die Strahlenexposition in der Umgebung

Für die Stilllegung und den Abbau des KKG wurde die in der Umgebung maximal zu erwartende Strahlenexposition unter Berücksichtigung der Einzelbeiträge aus:

- genehmigten Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser,
- beantragten Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft,
- Direktstrahlung und Streustrahlung, unmittelbar aus dem genehmigten bzw. beantragten Umgang mit radioaktiven Stoffen (Kernbrennstoff, aktiviertes und/oder kontaminiertes Material)

ermittelt.

Die radiologische Vorbelastung am Standort u.a. durch das Zwischenlager KKG-BELLA wurde mit berücksichtigt.

Radiologische Auswirkungen der Ableitungen

Die effektive Dosis unter Ausschöpfung aller beantragten Werte für Ableitungen mit der Fortluft wurde für KKG mit ca. 0,059 mSv/a für Säuglinge (Altersgruppe < 1 Jahr; entspricht ca. 20 % des Grenzwerts des § 47 StrlSchV) und mit ca. 0,046 mSv/a für Erwachsene (Altersgruppe > 17 Jahre; entspricht ca. 15 % des Grenzwerts des § 47 StrlSchV) berechnet. Radiologische Vorbelastungen durch andere Anlagen liegen am Standort nicht vor. Der entsprechende Grenzwert des § 47 StrlSchV beträgt 0,3 mSv/a.

Für die Ableitung mit Abwasser ergibt sich für den Nahbereich des Standorts KKG infolge genehmigter radioaktiver Ableitungen unter Einbeziehung der Vorbelastungen die maximale effektive Jahresdosis von ca. 0,083 mSv (entspricht ca. 28 % des Grenzwerts des § 47 StrlSchV) für Säuglinge (< 1 Jahr).

Für den Fernbereich des Standortes KKG ergibt sich rechnerisch eine maximale effektive Jahresdosis von ca. 0,033 mSv für die effektive Dosis (entspricht ca. 11 % des Grenzwerts des § 47 StrlSchV), ebenfalls für Säuglinge (< 1 Jahr).

Für das KKG-BELLA ist im bestimmungsgemäßen Betrieb keine Ableitung mit dem Abwasser vorgesehen, so dass für den Wasserpfad keine Exposition resultiert.

Insgesamt wurde für den Fortluft- und Abwasserpfad nachgewiesen, dass im Rahmen von Stilllegung und Abbau des KKG für alle Organdosen sowie für die effektive Dosis und für alle Altersgruppen die Grenzwerte nach § 47 Abs. 1 StrlSchV deutlich unterschritten werden.

Radiologische Auswirkungen der Direktstrahlung

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

Im Laufe der Stilllegung und des Abbaus können Reststoffe oder radioaktive Abfälle in hierfür zugelassenen Behältern bzw. Containern auf entsprechend ausgewiesenen Flächen im Überwachungsbereich innerhalb und außerhalb von Gebäuden, wie z.B. zum An- und Abtransport, abgestellt werden. Von diesen Stoffen ausgehende Direktstrahlung wird durch betriebliche Strahlenschutzmaßnahmen so begrenzt, dass unter Einbeziehung der oben geschilderten Beiträge aus Ableitungen eine effektive Dosis von 1 mSv pro Kalenderjahr (§ 46 StrlSchV) sicher eingehalten bzw. deutlich unterschritten wird. Der Nachweis erfolgt über das in Kapitel 5.5 beschriebene Programm zur Umgebungüberwachung.

Die Betrachtungen zur Direktstrahlung gelten für alle Verfahrensoptionen während Stilllegung und Abbau des KKG.

5.5. Emissions- und Immissionsüberwachung

Die Emissionsüberwachung während der Stilllegung und des Abbaus erfolgt wie im Leistungsbetrieb entsprechend den Anforderungen und Vorgaben der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen. Dementsprechend wird die Fortluft mit den bestehenden Einrichtungen auf radioaktive Aerosole und Gase einschließlich Kohlenstoff-14 und Tritium überwacht. Die Überwachung auf radioaktive Aerosole und Gase erfolgt durch kontinuierliche Messungen sowie durch kontinuierliche Sammlung von Proben und Bilanzierung der abgeleiteten Nuklide.

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

Außerhalb der Anlage werden die durch das KKG verursachten Immissionen wie folgt überwacht:

- Überwachung der Direktstrahlung,
- Überwachung der Luft und des Niederschlags,

- Überwachung der am Boden und auf Bewuchs abgelagerten Aerosolaktivität,
- Überwachung durch Messung der meteorologischen Verhältnisse,
- Überwachung von Fischen, Sedimenten, Milch und Futtermitteln,
- Überwachung von Grundwasser, Trinkwasser und von Wasserpflanzen,
- Überwachung von Nahrungsmitteln (Obst, Gemüse).

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

5.6. Die Ereignisanalyse

Der Nachweis, dass die Stilllegung und der Abbau des KKG mit keinen unzulässigen Auswirkungen auf die Umgebung in Form erhöhter Strahlenexpositionen durchgeführt werden kann, wurde mit einer Ereignisanalyse erbracht. Dabei wurden auch Ereignisse aufgrund der Lagerung und Handhabung bestrahlter BE im BE-Lagerbecken zu Beginn der Stilllegung und des Abbau des KKG betrachtet.

Es wurden folgende Ereignisgruppen betrachtet:

Einwirkungen von innen (EVI):

- Lagerung und Handhabung bestrahlter BE/Sonderbrennstäbe
(Wasserverlust aus Becken, Unterbrechung der Kühlung, Reaktivitätsänderungen, Beschädigungen von BE/Brennstäben)
- Anlageninterne Überflutung und Leckagen
(z.B. Gebäudeüberflutungen, Leckage von Behältern / Rohrleitungen)
- Ausfälle und Störungen von Versorgungseinrichtungen
(z.B. Störungen der Stromversorgung, Ausfall Lüftung, Ausfall Brandmeldeanlage, Ausfall Aktivitätsüberwachung)
- Anlageninterne Brände und Explosionen
(z.B. Brand von Filtern, Lüftern, Kabel, interne Explosionen)
- Mechanische Einwirkungen
(z.B. Lastabstürze im Beckenbereich, von Gebinden mit radioaktivem Abfall oder von Großkomponenten)

- Chemische Einwirkungen
(Ereignisse bei der Dekontamination)
- Ereignisse bei der Handhabung radioaktiver Stoffe
(Ereignisse bei der Gebindeerzeugung, Aerosolmobilisierung bei der Dekontamination)

Einwirkungen von außen (EVA):

- Natürliche Einwirkungen
(z.B. Erdbeben, Überschwemmung, Blitzschlag)
- Zivilisatorische Einwirkungen
(z.B. Flugzeugabsturz, Explosionsdruckwelle, externer Brand, Wechselwirkung mit anderen Anlagen am Standort)

Die Ereignisse jeder Ereignisgruppe wurden auf der Grundlage konservativer Annahmen zur Darstellung des Verlaufs der radiologischen Folgen in der Umgebung der Anlage bewertet. Für jede Ereignisgruppe wurde das radiologisch führende Ereignis ermittelt. Daraus konnte dann das jeweils radiologisch führende Ereignis für den Restbetrieb und Abbau des KKG 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 bezüglich radioökologischer Auswirkungen abdeckende Ereignis für Stilllegung und Abbau des KKG ist der Brand eines Filtermobils. Die maximale potenzielle Dosis wäre in diesem Fall ca. 0,28 mSv, was einer Ausschöpfung des Grenzwerts von 50 mSv nach § 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV von ca. 0,6 % entspricht.

Bei keinem der für den Restbetrieb und den Abbau des KKG 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.

6. Die Umweltauswirkungen

Für die Stilllegung und den Abbau des KKG wurde gemäß dem kerntechnischen Regelwerk (Atomrechtliche Verfahrensverordnung AtVfV) auf der Grundlage des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) eine Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) durchgeführt. Die UVU beinhaltet die Ermittlung, die Beschreibung und die Bewertung der Auswirkungen der Vorhaben auf die Schutzgüter wie

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

Die Grundlage für die Prüfung auf Umweltverträglichkeit bilden neben den Antragsunterlagen für diese Vorhaben

- die Ergebnisse des Vorschlags zum Untersuchungsrahmen für die Umweltverträglichkeitsprüfung,
- die angefertigte Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) für Stilllegung und Abbau des KKG,
- die Artenschutzfachliche Betrachtung sowie
- die Natura 2000-Verträglichkeitsprognose.

Die Ergebnisse der Umweltverträglichkeitsuntersuchung sind im Folgenden zusammengefasst dargestellt.

6.1. Menschen, menschliche Gesundheit, Tiere und Pflanzen (Biologische Vielfalt)

Die potenzielle Strahlenexposition durch den Restbetrieb und den Abbau des KKG hat keine nachteiligen Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Pflanzen. Für alle Organdosen und für die effektive Dosis für alle Altersgruppen des Menschen werden die Grenzwerte nach §§ 46, 47 StrlSchV deutlich unterschritten.

Menschen und menschliche Gesundheit

Für die effektive Dosis aus Direkt- und Streustrahlung sowie für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und mit dem Abwasser wurde nachgewiesen, dass im Rahmen von Restbetrieb und Abbau des KKG für alle Organdosen sowie für die effektive Dosis und für alle Altersgruppen die Grenzwerte nach §§ 46, 47 StrlSchV deutlich unterschritten werden.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser und der Luft führt zu Strahlenexpositionen, die unter Berücksichtigung der Vorbelastungen deutlich kleiner sind als die Grenzwerte entsprechend § 47 StrlSchV. Auch die potenzielle Strahlenexposition durch Ableitungen und durch Direktstrahlung ist für Einzelpersonen der Bevölkerung deutlich geringer als der einzuhaltende Grenzwert für die effektive Dosis von 1 mSv pro Kalenderjahr, entsprechend § 46 Abs. 1 StrlSchV.

Ereignisse, die im Restbetrieb und Abbau von KKG zu unerwarteten Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung führen könnten, wurden ebenfalls untersucht. Bei allen Ereignissen werden die Störfallplanungswerte für die Strahlenexposition nach § 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV weit unterschritten.

Der überwiegende Teil der Abbautätigkeiten erfolgt innerhalb der bestehenden Gebäude. Dabei fallen schwach- und mittelradioaktive Abfälle an, die nach der Behandlung im RBZ zwischengelagert werden.

Durch die Transporte und durch die späteren Verladungen kommt es zu einer hohen Anzahl von Transportbewegungen auf den Straßen des Anlagengeländes des Standorts KKG, welche in der Regel tagsüber durchgeführt werden. Es wird davon ausgegangen, dass sich durch den bau- und betriebsbedingten Verkehr die lufthygienische Situation im Umfeld des KKG nicht wesentlich verändert.

Emissionen von Schall und Luftschadstoffen entstehen vorwiegend in den Gebäuden infolge der Abbautätigkeiten. Außerhalb von Gebäuden auf dem Anlagengelände entstehen voraussichtlich nur in einem geringen Umfang Emissionen von Schall und Luftschadstoffen. Diese liegen alle unterhalb der Grenzwerte. Während des Restbetriebs und Abbaus von KKG wird ständig geprüft, ob sich die Schall-Emissionen aufgrund der sich während des Abbaus verändernden Restbetriebsfahrweise der Anlage eventuell erhöhen.

Bedeutsame Auswirkungen durch die Emission von Licht sind nicht zu erwarten, da eine nennenswerte Veränderung der jetzigen Situation hinsichtlich zusätzlicher oder anderer Beleuchtungen nicht geplant ist.

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 der §§ 46, 47 StrlSchV unter Berücksichtigung der Vorbelastung sowie die Regelungen zur Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und zur Dosisreduzierung gem. § 6 StrlSchV eingehalten werden. Damit ist auch der Schutz von Tieren, Pflanzen und biologischer Vielfalt sichergestellt.

Infolge der Stilllegung und des Abbaus von KKG 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 Schutzguts Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt durch diesen Wirkungspfad sind daher auszuschließen. Hinsichtlich der Ableitung von Kühlwasser und konventionellen Abwässern werden die derzeit genehmigten Ableitungswerte 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 bedeutsame Auswirkungen auf die an das Wasser gebundenen Lebensräume von Tieren und Pflanzen aufgrund von Ableitungen von Kühlwasser und konventionellen Abwässern nicht zu erwarten.

6.2. Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft

Boden

Da im Rahmen des Abbaus des KKG keine Flächen außerhalb des Anlagenzauns in Anspruch genommen und im Innenbereich des Anlagengeländes bereits heute befestigte Flächen und Straßen für Verkehrswege, Lagerflächen für Baumaterialien etc. und Baustelleneinrichtungsflächen genutzt werden, sind Auswirkungen durch den Abbau auf das Schutzgut Boden durch Flächeninanspruchnahme allenfalls durch die Befestigung von Pufferflächen zu erwarten, die als nicht erheblich zu bewerten sind.

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

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

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

Wasser

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

Bedeutsame Auswirkungen auf das Schutzgut Oberflächenwasser sind aufgrund von Ableitungen von Kühlwasser und konventionellen Abwässern nicht zu erwarten. Vorhabenbedingte erhebliche Auswirkungen auf den chemischen und mengenmäßigen Zustand sowie den Pegel des Grundwassers sind ebenfalls nicht zu erwarten.

Luft

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

Klima

Bedeutsame Auswirkungen der Vorhaben auf das Schutzgut Klima sind nicht zu erwarten. Abwärme z.B. wird nur in einem nicht nennenswerten Umfang erzeugt und Auswirkungen auf das Lokalklima durch Änderung von Klimaparametern wie Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Windgeschwindigkeit sind daraus nicht abzuleiten.

Landschaft

Bedeutsame 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.

6.3. Kulturgüter und sonstige Sachgüter

Kulturgüter und sonstige Sachgüter (z.B. Bau- und Bodendenkmäler) auf dem Standort oder in seiner näheren Umgebung liegen außerhalb der Flächen, die von den Abbaumaßnahmen des KKG betroffen sind. Vorhabenbedingte Auswirkungen sind nicht zu erwarten.

6.4. Wechselwirkungen

Die Berücksichtigung von Wechselwirkungen wird in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung betrachtet. Bedeutsame Wechselwirkungen zwischen den betrachteten Schutzgütern sind nicht zu erkennen.

6.5. Abfälle und Reststoffe

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

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

Der anfallende schwach- bis mittelradioaktive Abfall wird in Abfallgebinde eingeschlossen, ggf. im Kontrollbereich puffergelagert und schließlich solange zwischengelagert, bis der Abtransport in das bundesdeutsche Endlager Konrad erfolgt. Für die Zwischenlagerung stehen das Zwischenlager Mittelteich oder andere Zwischenlager zur Verfügung. Alternativ kann ggf. auch eine Transportbereitstellung in der geplanten Bereitstellungshalle (BeHa) erfolgen.

6.6. Weitere Umweltverträglichkeitsuntersuchungen

FFH-Verträglichkeitsabschätzung gemäß § 34 BNatSchG

In der angefertigten Natura 2000-Verträglichkeitsprognose wurde geprüft, ob erhebliche Beeinträchtigungen der für die Erhaltungsziele maßgeblichen Bestandteile von Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung oder von Europäischen Vogelschutzgebieten (Natura 2000-Gebiete) durch die geplanten Vorhaben sicher ausgeschlossen werden können. Für jedes untersuchte Gebiet konnte nachgewiesen werden, dass durch die von den geplanten Vorhaben ausgehenden Wirkfaktoren kei-

ne maßgeblichen Bestandteile der Natura 2000-Gebiete betroffen sind. Erhebliche Beeinträchtigungen der für die Erhaltungsziele der Natura 2000-Gebiete maßgeblichen Bestandteile können somit ausgeschlossen werden.

Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag

Da durch die geplanten Vorhaben auch Pflanzen- und Tierarten betroffen sein können, die artenschutzrechtlichen Bestimmungen im Sinne des § 44 BNatSchG unterliegen, wurde für die relevanten Arten eine Artenschutzprüfung durchgeführt. Fachliche Grundlage der Artenschutzprüfung war die artenschutzfachliche Betrachtung. Die artgruppenspezifische Prüfung zeigte, dass für alle durch die geplanten Projekt betroffenen Arten relevante Beeinträchtigungen – und somit Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 BNatSchG – vollständig ausgeschlossen werden können.

7. Verfahrensalternativen

Die EKK besitzt auf dem Gebiet des Abbaus von Kernkraftwerken umfangreiche eigene Erfahrungen. Der Abbau des Kernkraftwerks Würgassen (Siedewasserreaktor) sowie der Abbau des Kernkraftwerks Stade (Druckwasserreaktor) werden unter der Verantwortung der EKK 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 EKK durch interne und externe Dienstleister unterstützt. Diese Erfahrungen sind die Basis für das für das KKG gewählte Abbaukonzept.

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 KKG 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 heraus 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 EKK zu der geplanten Abbaustrategie, die RDB-Einbauten bereits in der Abbauphase 1 des Abbauprozesses zu demontieren.

Die Abbautätigkeiten im Rahmen der Stilllegung und des Abbaus des KKG finden im Wesentlichen innerhalb der geschlossenen Gebäude des Kontrollbereichs statt. Auswirkungen auf die Umwelt außerhalb der Gebäude bzw. außerhalb des KKG sind von der Wahl des Abbauverfahrens unabhängig. Daher ist eine vertiefte Betrachtung von technischen Verfahrensalternativen nicht erforderlich.

Glossar/Begriffsbestimmungen

Abfallprodukt: Behandelte radioaktiver Abfall.

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

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

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

Anlagengelände: Grundstück, auf dem sich Anlagen befinden. Der Zugang und die Aufenthaltsdauer von Personen kann durch den Strahlenschutzverantwortlichen oder in dessen Auftrag durch den Strahlenschutzbeauftragten beschränkt werden.

Becquerel: Einheit der 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.

Dekontamination: Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.

Demontage: Spezifizierter Ausbau von Anlagenteilen oder der Abbruch/das Entfernen von Baustrukturen im Rahmen des Abbaus.

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

Dosis, effektive: Summe der gewichteten Organdosen in Geweben oder Organen des Körpers durch äußere oder innere Strahlenexposition.

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

Freigabe: Verwaltungsakt nach § 29 StrlSchV, der die Entlassung von radioaktiven Stoffen sowie von beweglichen Gegenständen, von Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen, die aktiviert oder mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind, aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung bewirkt.

Konditionierung: Herstellung von Abfallgebinden durch Behandlung von radioaktiven Abfällen und deren Einbringung in einen Abfallbehälter. Ein Abfallgebinde ist die Einheit aus Abfallprodukt und Abfallbehälter.

Kontamination: Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen.

Kontrollbereich: Zutrittsbeschränkter Strahlenschutzbereich nach § 36 Abs. 1 S. 2 Nr. 2 StrlSchV, der von Personen nur betreten werden darf, wenn sie zur Durchführung oder Aufrechterhaltung der darin vorgesehenen Betriebsvorgänge tätig werden müssen.

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

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

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

Ortsdosis: Äquivalentdosis, die an einem bestimmten Ort gemessen wird.

(Orts-) Dosisleistung: In einem bestimmten Zeitintervall erzeugte (Orts-) Dosis dividiert durch die Länge des Zeitintervalls. Wird im Strahlenschutz häufig in Mikrosievert je Stunde ($\mu\text{Sv/h}$) oder in Millisievert je Stunde (mSv/h) angegeben.

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

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

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

Sievert: Physikalische Einheit für die Äquivalentdosis (Sv).

Sperrbereich: Zum Kontrollbereich gehörende Bereiche, in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h sein kann.

Strahlenexposition: Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper.

Strahlenschutzbereiche: Betriebliche Bereiche gemäß § 36 StrlSchV: Überwachungsbereich, Kontrollbereich und Sperrbereich, letzterer als Teil des Kontrollbereichs.

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

Überwachungsbereich: Zutrittsbeschränkter Strahlenschutzbereich nach § 36 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 StrlSchV, der von Personen nur betreten werden darf, wenn sie darin eine dem Betrieb dienende Aufgabe wahrnehmen oder sie Besucher sind.

Impressum

Herausgeber

E.ON Kernkraft GmbH
Tresckowstraße 5
30457 Hannover

Redaktion und Gestaltung

Dr. Heinrich Harke
Almut Zyweck

Bildquellen

E.ON Kernkraft GmbH

Mai 2016

Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion