



Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerkes Emsland (KKE)

Sicherheitsbericht

KLE

Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH

März 2022

Zusammenfassung

Die Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH (KLE) betreibt im Industriepark Lingen Süd der Stadt Lingen (Ems), Landkreis Emsland, das Kernkraftwerk Emsland (KKE), dessen Berechtigung zum Leistungsbetrieb spätestens mit Ablauf des 31. Dezember 2022 erlischt.

Gemäß § 7 Abs. 3 Satz 4 des Atomgesetzes (AtG) ist die KLE verpflichtet, das KKE nach Erlöschen der Berechtigung zum Leistungsbetrieb unverzüglich stillzulegen und abzubauen.

Zeitlich vorlaufend zum planmäßigen Ende des Leistungsbetriebs hat die KLE einen Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Stilllegung und Abbau der Anlage gestellt. Dieser umfasst alle Maßnahmen, die erforderlich sind, um die Anlage aus der atomrechtlichen Überwachung zu entlassen.

Der Abbau von kerntechnischen Anlagen wurde bereits mehrfach durchgeführt. Die beim Abbau anfallenden radioaktiven Abfälle betragen deutlich weniger als 2 % der Gesamtmasse. Der Schutz der Bevölkerung, der Umwelt und des Personals vor radioaktiven Stoffen oder ionisierender Strahlung wird durch technische und administrative Vorsorgemaßnahmen sichergestellt.

Der Sicherheitsbericht legt die insgesamt geplanten Maßnahmen zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage KKE dar und soll Dritten die Beurteilung ermöglichen, ob sie durch die mit der Stilllegung und dem Abbau der Anlage KKE verbundenen Auswirkungen in ihren Rechten verletzt werden können.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **2**

Inhaltsverzeichnis **3**

1 Einleitung **9**

1.1 Rechtsgrundlagen.....9

1.2 Atomrechtliches Genehmigungsverfahren9

1.2.1 Antrag..... 10

1.2.2 Sicherheitsbericht 11

1.2.3 UVP-Bericht..... 11

1.2.4 Kurzbeschreibung..... 12

1.3 Das Abbauprojekt im Überblick..... 12

1.3.1 Ausgangszustand 12

1.3.2 Nachbetrieb 12

1.3.3 Restbetrieb und Abbau 13

1.3.4 Abbaureihenfolge 14

1.3.5 Rückzug aus dem Kontrollbereich 15

2 Standort..... **16**

2.1 Geografische Lage 16

2.2 Besiedlung..... 18

2.3 Boden- und Wassernutzung20

2.3.1 Bodennutzung20

2.3.2 Wassernutzung.....20

2.4 Naturschutz-, Landschafts- und Erholungsgebiete.....20

2.5 Gewerbe- und Industriebetriebe, militärische Einrichtungen21

2.5.1 Betriebe und Anlagen mit toxischen und explosiven Stoffen21

2.5.2 Militärische Einrichtungen21

2.6 Verkehrswege.....22

2.6.1 Straßen.....22

2.6.2 Eisenbahnen.....23

2.6.3 Wasserstraßen23

2.6.4 Flugplätze und Luftstraßen23

2.7 Meteorologische Verhältnisse23

2.8 Geologische Verhältnisse24

2.9 Hydrologische Verhältnisse25

2.9.1 Oberflächengewässer.....25

2.9.2 Grundwasser25

2.9.3 Wasserschutzgebiete und Trinkwassergewinnung.....26

2.10 Seismische Verhältnisse.....26

2.11	Radiologische Vorbelastung	28
3	Allgemeine Beschreibung des KKE und des Ausgangszustandes.....	30
3.1	Anlagenhistorie.....	30
3.2	Funktionsprinzip des KKE.....	31
3.3	Anlagenbereiche und Gebäude	33
3.3.1	Reaktorgebäude	35
3.3.2	Reaktorhilfsanlagengebäude	37
3.3.3	Schaltanlagegebäude	37
3.3.4	Maschinenhaus	38
3.3.5	Fortluftkamin.....	38
3.3.6	Notspeisegebäude.....	38
3.3.7	Notstromerzeugergebäude	39
3.3.8	Kühlwasserbauwerke.....	39
3.3.9	Weitere Gebäude am Standort	40
3.4	Radiologischer Anlagenzustand.....	40
3.4.1	Radiologische Charakterisierung	40
3.4.2	Dosisleistung in den Räumen des Kontrollbereichs	40
3.4.3	Kontamination.....	41
3.4.3.1	Kontamination der Räume des Kontrollbereichs	41
3.4.3.2	Kontamination der Systeme (innere Oberflächen)	41
3.4.4	Aktivierung der Anlagenteile	42
3.4.5	Brennelemente und Sonderbrennstäbe	42
3.4.6	Kernbauteile und Coreschrotte	42
3.4.7	Radioaktive Betriebsabfälle	43
4	Restbetrieb der Anlage KKE	44
4.1	Systeme zur Kühlung des Kernbrennstoffs	45
4.2	Lüftungsanlagen im Kontrollbereich	46
4.3	Energieversorgungssysteme	47
4.4	Entwässerungs- und Entlüftungssysteme	48
4.4.1	Nukleare Gebäudeentwässerung für den Kontrollbereich	48
4.4.2	Anlagenentwässerung und -entlüftung.....	49
4.5	Systeme zur Behandlung und Lagerung radioaktiver Abwässer und Abfälle.....	49
4.6	Leit- und nachrichtentechnische Einrichtungen.....	50
4.7	Brandschutzsysteme	51
4.8	Hebezeuge, Transporteinrichtungen und BE-Lademaschine	51
4.9	Leckkontrollenrichtungen	52
4.10	Sonstige Restbetriebssysteme	52
4.11	Bauwerke	53

5	Abbau der Anlage KKE	54
5.1	Planung und Ablauf des Abbaus.....	54
5.1.1	Abbaugrundsätze und Logistik.....	54
5.1.1.1	Abbaugrundsätze	54
5.1.1.2	Logistik	55
5.1.2	Abbaureihenfolge und Schutzmaßnahmen	56
5.1.2.1	Abbaureihenfolge	56
5.1.2.2	Schutzmaßnahmen.....	57
5.1.3	Abbauverfahren, -techniken und -geräte.....	57
5.1.3.1	Trennverfahren	58
5.1.3.2	Dekontaminationsverfahren	59
5.2	Beschreibung des Abbaus	61
5.2.1	Vorbereitende Arbeiten für den Abbau	62
5.2.2	Abbau im Reaktorgebäude-Innenraum	62
5.2.2.1	Abbau aktivierter Anlagenteile im Reaktorgebäude-Innenraum	63
5.2.2.2	Abbau nicht aktivierter Anlagenteile im Reaktorgebäude-Innenraum	70
5.2.3	Abbau im Reaktorgebäude-Ringraum.....	75
5.2.4	Abbau im Reaktorhilfsanlagegebäude	75
5.2.5	Der Abbau außerhalb des Kontrollbereiches.....	76
5.3	Restabbau und Rückzug aus dem Kontrollbereich.....	76
5.3.1	Restabbau	76
5.3.2	Rückzug aus dem Kontrollbereich	77
5.4	Entlassung aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung und Abriss von Gebäuden.....	78
6	Organisation und Restbetriebsreglement	80
6.1	Organisation	80
6.2	Betriebsvorschriften	81
6.2.1	Betriebshandbuch (BHB)	82
6.2.2	Prüfhandbuch (PHB).....	82
6.2.3	Notfallhandbuch (NHB).....	82
6.2.4	Anweisungen, Abwicklungsregelungen.....	82
6.2.4.1	Stillsetzungsverfahren	83
6.2.4.2	Abbaumaßnahmeverfahren	83
6.2.4.3	Änderungsverfahren	83
6.2.5	Sonstige betriebliche Regelungen	83
6.3	Dokumentation	84
7	Strahlenschutz	85
7.1	Strahlenschutzbereiche	85
7.1.1	Überwachungsbereich	86
7.1.2	Kontrollbereich.....	86

7.1.3	Sperrbereich	87
7.2	Strahlenschutzüberwachung.....	87
7.2.1	Überwachung der Strahlenschutzbereiche	87
7.2.2	Strahlenschutzmaßnahmen bei der Durchführung von Arbeiten	88
7.2.3	Personenüberwachung	89
7.2.4	Radiologische Messungen	89
7.2.5	Strahlungsmessgeräte	90
7.3	Strahlenschutzplanung bei Arbeiten im Kontrollbereich	90
7.4	Radioaktive Emissionen.....	91
7.4.1	Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe.....	92
7.4.2	Emissionsüberwachung	94
7.4.3	Immissionsüberwachung	95
7.4.4	Umsetzung der KFÜ-Rahmenempfehlung	96
7.4.5	Exposition in der Umgebung	96
7.4.6	Zusammenfassung und Bewertung der Exposition	102
8	Radioaktive Reststoffe	104
8.1	Beschreibung der radioaktiven Reststoffe.....	105
8.1.1	Massenübersicht	105
8.2	Entsorgungsziele	107
8.3	Reststofffluss und Reststoffbearbeitung.....	108
8.3.1	Zuordnung zu einem Entsorgungsziel.....	109
8.3.2	Zerlegung / Nachzerlegung und Sortierung	109
8.3.3	Reststoffflussverfolgung / Lagerung / Verpackung	110
8.4	Freigabeverfahren	110
8.5	Herausgabeverfahren	112
8.6	Abfallfluss und Abfallbehandlung	113
8.6.1	Behandlungsverfahren.....	113
8.6.2	Konditionierung.....	115
8.6.3	Radiologische und stoffliche Abfalldeklaration	115
8.6.4	Abschätzung der Abfallmasse und Art der fachgerecht verpackten Abfallgebände	115
8.6.5	Abfallflussverfolgung.....	116
9	Ereignisanalyse	117
9.1	Einleitung.....	117
9.2	Gefährdungspotenzial.....	117
9.3	Vorgehen bei der Ereignisanalyse	118
9.4	Zu betrachtende Ereignisse	119
9.5	Ereignisse durch Einwirkungen von Innen	120
9.5.1	Anlageninterne Brände	120
9.5.1.1	Brand auf dem Anlagengelände.....	121

9.5.1.2	Brand im Kontrollbereich.....	121
9.5.2	Anlageninterne Leckagen	123
9.5.2.1	Leck eines Behälters mit aktivem Medium	124
9.5.2.2	Leck im Volumenregelsystem außerhalb des Sicherheitsbehälters.....	124
9.5.2.3	Leck in einer Primärkühlmittel führenden Messleitung im Ringraum	125
9.5.2.4	Leck/Bruch in einer Rohrleitung oder Bruch eines Filters des Abgas- oder Gasaufbereitungssystems	125
9.5.2.5	Leck im Reaktor-, Abstellraum und BE-Becken nach Kernbrennstofffreiheit	125
9.5.3	Anlageninterne Überflutung	125
9.5.4	Komponentenversagen mit potenziellen Auswirkungen auf sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen.....	126
9.5.5	Ereignisse bei der Handhabung von Lasten.....	127
9.5.5.1	Absturz eines Dampferzeugers am Hubgerüst.....	128
9.5.5.2	Absturz von Abfallgebinden im internen Abfalllager	129
9.5.5.3	Absturz eines 20`-Containers bei Handhabungen.....	129
9.5.6	Ereignisse bei Transportvorgängen	129
9.5.7	Anlageninterne Explosionen	130
9.5.8	Chemische Einwirkungen	131
9.5.9	Ausfälle und Störungen von Hilfs- und Versorgungseinrichtungen.....	132
9.5.9.1	Ausfälle und Störungen von Versorgungseinrichtungen.....	132
9.5.9.2	Ausfälle und Störungen von leittechnischen und Überwachungs- Einrichtungen	133
9.5.9.3	Ausfälle und Störungen von Brandschutzeinrichtungen	134
9.5.9.4	Ausfälle und Störungen von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe.....	135
9.5.10	Ereignisse bei der Brennelement-Handhabung und -Lagerung.....	135
9.5.10.1	Verringerte Wärmeabfuhr aus dem BE-Becken	136
9.5.10.2	Kühlmittelverlust aus dem BE-Becken	136
9.5.10.3	Reaktivitätsänderungen im BE-Becken/Kritikalitätsstörfall	137
9.5.10.4	Brennelementbeschädigung bei der Handhabung	137
9.5.10.5	Lastabstürze bei der Lagerung und Handhabung von Brennelementen.....	138
9.6	Ereignisse durch Einwirkungen von außen	138
9.6.1	Naturbedingte Einwirkungen.....	138
9.6.1.1	Extreme meteorologische Bedingungen	139
9.6.1.2	Überflutung (Hochwasser)	139
9.6.1.3	Biologische Einwirkungen	140
9.6.1.4	Waldbrände	140
9.6.1.5	Erdbeben	141
9.6.1.6	Erdrutsch	141
9.6.2	Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen	141
9.6.2.1	Flugzeugabsturz	142
9.6.2.2	Anlagenexterne Explosionen	143
9.6.2.3	Anlagenexterne Brände	143
9.6.2.4	Eindringen gefährlicher Stoffe.....	143
9.6.2.5	Elektromagnetische Einwirkungen	144
9.6.2.6	Gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Anlagen am Standort.....	144

9.6.2.7	Treibgut, Staustufenversagen und Schiffsunfälle	145
9.7	Zusammenfassung der Ereignisanalyse	146
10	Auswirkungen auf die Schutzgüter eines UVP-pflichtigen Vorhabens.....	148
11	Begriffsbestimmungen.....	149
12	Abkürzungsverzeichnis.....	156
13	Abbildungsverzeichnis.....	158
14	Tabellenverzeichnis.....	159
15	Literaturverzeichnis.....	160

1 Einleitung

Die Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH (KLE), Am Hilgenberg 2, 49811 Lingen Ems, hat am 22.12.2016 einen Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Erteilung einer Genehmigung zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage Kernkraftwerk Emsland (KKE) gestellt.

Der vorliegende Sicherheitsbericht beschreibt die Stilllegung und den Abbau der Anlage KKE bis zur Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung und soll Dritten insbesondere die Beurteilung ermöglichen, ob sie durch die mit der Stilllegung und dem Abbau der Anlage KKE verbundenen Auswirkungen in ihren Rechten verletzt werden können.

1.1 Rechtsgrundlagen

Rechtliche Grundlage für das Vorhaben Stilllegung und Abbau der Anlage KKE sind die in Deutschland gültigen Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Richtlinien, Normen, Bekanntmachungen, Empfehlungen und Leitlinien (vgl. Literaturverzeichnis in Abschnitt 15).

Das kerntechnische Regelwerk findet auf die Stilllegung und den Abbau des KKE entsprechend den Empfehlungen des "Leitfadens zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen und Anlagenteilen nach § 7 Atomgesetz" /R2/ Anwendung.

1.2 Atomrechtliches Genehmigungsverfahren

Die KLE betreibt im Industriepark Lingen Süd der Stadt Lingen (Ems), Landkreis Emsland, das KKE. Die KLE besitzt für das KKE eine Errichtungs- und Betriebsgenehmigung nach § 7 Abs. 1 des Atomgesetzes (AtG) /G1/ als Anlage zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität.

Mit der 13. Novelle des Gesetzes über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) ist geregelt, dass die Berechtigung zum Leistungsbetrieb für das KKE spätestens mit Ablauf des 31. Dezember 2022 erlischt.

Gemäß § 7 Abs. 3 Satz 4 AtG /G1/ ist die KLE verpflichtet, das KKE nach Erlöschen der Berechtigung zum Leistungsbetrieb unverzüglich stillzulegen und abzubauen.

Die Stilllegung und der Abbau von Anlagenteilen einer kerntechnischen Anlage bedürfen nach § 7 Abs. 3 Satz 1 AtG /G1/ einer Genehmigung, für die § 7 Abs. 2 AtG sinngemäß gilt. In diesem Genehmigungsverfahren sind alle Behörden des Bundes, des Landes, der Gemeinden und der sonstigen Gebietskörperschaften zu beteiligen, deren Zuständigkeitsbereich berührt wird (§ 7 Abs. 4 Satz 1 AtG). Der Ablauf des Verfahrens wird im Wesentlichen durch die Atomrechtliche Verfahrensverordnung (AtVfV) /G8/ bestimmt.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens sind dem Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG /G1/ Unterlagen beizufügen, die zur Prüfung der Zulassungsvoraussetzungen, unter Berücksichtigung der Vorgaben von §§ 3, 19b AtVfV /G8/ und § 6 Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) /G5/, erforderlich sind.

Der Antrag auf Genehmigung ist nach § 2 Abs. 1 AtVfV /G8/ bei der Genehmigungsbehörde schriftlich zu stellen. Im Rahmen des Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahrens sind gemäß § 6 Abs. 1 und 2 AtVfV /G8/ folgende Unterlagen auszulegen:

- Antrag
- Sicherheitsbericht nach § 3 Abs. 1 Nr. 1 AtVfV /G8/
- Kurzbeschreibung nach § 3 Abs. 4 AtVfV /G8/
- UVP-Bericht nach § 3 Abs. 2 AtVfV /G8/
- und die entscheidungserheblichen Berichte und Empfehlungen nach § 6 Abs. 2 AtVfV /G8/

Erforderliche Anträge nach sonstigen Rechtsvorschriften (Baurecht, Wasserrecht, Immissionsschutzrecht, etc.) werden separat bei den zuständigen Behörden gestellt.

Die gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 3 AtVfV /G8/ erforderlichen Angaben über Maßnahmen, die zum Schutz der Anlage KKE gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter vorgesehen sind, werden in einer separaten Unterlage enthalten sein, die der Geheimhaltung unterliegt.

Für die Behandlung mit dem Ziel der fachgerechten Verpackung in standardisierte Endlagerbehälter sowie für die Aufbewahrung sonstiger radioaktiver Stoffe bis zur Übergabe in die Entsorgungsverantwortung des Bundes soll ein Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE) auf dem derzeitigen Betriebsgelände des KKE errichtet werden. Für den Betrieb des TLE hat die KLE GmbH mit Schreiben vom 29.08.2019 eine Genehmigung nach § 12 Absatz 1 Nr. 3 Strahlenschutzgesetz /G4/ für die genehmigungsbedürftigen Tätigkeiten zum Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen im TLE beim Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (MU) beantragt. Der Antrag wurde mit Schreiben vom 08.07.2020 geändert und mit Schreiben vom 22.02.2021 und 20.01.2022 konkretisiert.

Für die Errichtung des TLE beantragte die KLE mit Schreiben vom 08.12.2020 sowie für die baulichen Maßnahmen der Außenanlagen des TLE mit Schreiben vom 03.05.2021 eine separate Genehmigung nach § 67 Niedersächsische Bauordnung (NBauO) bei der zuständigen Bauaufsichtsbehörde der Stadt Lingen.

1.2.1 Antrag

Zeitlich vorlaufend zum planmäßigen Ende des Leistungsbetriebs hat die KLE als Betreiberin des KKE am 22.12.2016 einen Antrag /A1/ nach § 7 Abs. 3 AtG /G1/ auf Stilllegung und Abbau der

Anlage bei der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde, dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (MU), gestellt.

Beantragt wird die Ergänzung der Regelungen und Gestattungen der Betriebsgenehmigung für das KKE durch eine Stilllegungs- und Abbaugenehmigung, wobei die erforderlichen Regelungen und Gestattungen für den Weiterbetrieb von Systemen und Komponenten im Restbetrieb der Anlage unberührt und wirksam bleiben sollen, soweit diese nicht durch Regelungen der beantragten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung ersetzt oder geändert werden.

1.2.2 Sicherheitsbericht

Mit diesem Sicherheitsbericht werden, insbesondere gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 1 AtVfV /G8/, im Hinblick auf die kerntechnische Sicherheit und den Strahlenschutz die für die Entscheidung über den Antrag erheblichen Auswirkungen des Vorhabens dargelegt. Er soll Dritten insbesondere die Beurteilung ermöglichen, ob sie durch die mit der Stilllegung und dem Abbau der Anlage KKE verbundenen Auswirkungen in ihren Rechten verletzt werden können.

Des Weiteren enthält der Sicherheitsbericht gemäß § 19b Abs. 1 AtVfV /G8/ Angaben zu den insgesamt geplanten Maßnahmen zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage oder von Anlagenteilen, die insoweit eine Beurteilung ermöglichen, ob die beantragten Maßnahmen weitere Maßnahmen nicht erschweren oder verhindern und dass eine sinnvolle Reihenfolge der Abbaumaßnahmen vorgesehen ist. Die Angaben zu den insgesamt geplanten Maßnahmen umfassen alle Tätigkeiten, die erforderlich sind, um das KKE vollständig aus der atomrechtlichen Überwachung zu entlassen.

1.2.3 UVP-Bericht

Für die insgesamt geplanten Maßnahmen zur Stilllegung und zum Abbau des KKE ist gemäß der gesetzlichen Bestimmung der Nr. 11.1 der Anlage 1 zum UVPG /G5/ eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) nach § 2a AtG /G1/ und § 19b AtVfV /G8/ erforderlich. Die entsprechenden Unterlagen sind dem erstmaligen Antrag auf Erteilung einer Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG /G1/ beizufügen.

Die umweltrelevanten Auswirkungen des beantragten Vorhabens werden in einem Bericht zu den voraussichtlichen Umweltauswirkungen des Vorhabens (UVP-Bericht) /A3/ gemäß des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) /G5/ beschrieben. Dieser enthält die gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 9 AtVfV /G8/ erforderlichen Angaben über sonstige Umweltauswirkungen der insgesamt geplanten Maßnahmen zur Stilllegung und zum Abbau des KKE.

1.2.4 Kurzbeschreibung

Die Kurzbeschreibung /A2/ enthält die gemäß § 3 Abs. 4 AtVfV /G8/ für ein UVP-pflichtiges Vorhaben erforderlichen, allgemein verständlichen Beschreibungen der insgesamt geplanten Maßnahmen zur Stilllegung und zum Abbau des KKE, dessen voraussichtliche radiologische Auswirkungen auf die Allgemeinheit und die Nachbarschaft sowie eine allgemein verständliche, nichttechnische Zusammenfassung der sonstigen Umweltauswirkungen.

1.3 Das Abbauprojekt im Überblick

1.3.1 Ausgangszustand

Zu Beginn der Stilllegung und des Abbaus ergibt sich der folgende Ausgangszustand:

- Nach erfolgter Vollentladung des Reaktordruckbehälters (RDB) befindet sich bestrahlter Kernbrennstoff im Brennelementbecken (BE-Becken)
- das Aktivitätsinventar ist zu über 99 % fest in dem bestrahlten Kernbrennstoff eingebunden
- die Systeme befinden sich in einem betriebsfähigen Zustand oder lassen sich in diesen kurzfristig zurückführen
- es sind die benötigten Einrichtungen vorhanden, um die Tätigkeiten zu Stilllegung und Abbau aufnehmen zu können

1.3.2 Nachbetrieb

Zum Zeitpunkt der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs beginnt für das KKE der Nachbetrieb, der mit Ausnutzung der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung endet.

Die gemäß § 7 Abs. 1 AtG /G1/ vorhandene Betriebsgenehmigung bleibt während des Nachbetriebs weiterhin bestehen. Die Regelungen und Gestattungen der Betriebsgenehmigung gelten unter Fortführung der atomrechtlichen Aufsicht weiter.

Soweit sie gemäß der bestehenden Betriebsgenehmigung zulässig sind, können bereits während des Nachbetriebs Vorbereitungsmaßnahmen für die spätere Stilllegung und den Abbau der Anlage durchgeführt werden.

Im Folgenden sind mögliche Vorbereitungsmaßnahmen für die Stilllegung und den Abbau der Anlage genannt:

- Entfernen des Kernbrennstoffes aus der Anlage
- Verwertung von Reststoffen aus dem KKE-Leistungsbetrieb
- Vorlaufende Anlagen- bzw. Systemdekontaminationen
- Anpassung des Betriebsreglements
- Probenahmen an Systemen und Komponenten (z. B. zum Zweck der radiologischen Charakterisierung der Anlage)
- Bestandsaufnahme und Entsorgung von gefährlichen Betriebsstoffen (z. B. brennbaren, toxischen, wassergefährdenden)
- Außerbetriebnahme und Freischaltung nicht mehr benötigter Systeme und Einrichtungen
- Entfernung der thermischen Isolierungen
- Schaffung von Freiflächen sowie von anlageninternen Transportwegen
- Einrichtung von Arbeitsplätzen für den Abbau der Anlage

1.3.3 Restbetrieb und Abbau

Der Restbetrieb umfasst den Betrieb aller noch erforderlichen Systeme und Einrichtungen sowie alle unterstützenden Tätigkeiten, die zur Einhaltung der Schutzziele sowie zum Abbau des KKE erforderlich sind.

In Abhängigkeit des Anlagenzustandes ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Verfügbarkeit der erforderlichen Systeme und Einrichtungen. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit zur Anpassung von Systemen, zur Stillsetzung und zum anschließenden Abbau von Anlagenteilen.

Es werden 2 Anlagenzustände unterschieden (siehe Abbildung 1-1):

- Anlagenzustand 1: Kernbrennstoff in der Anlage vorhanden
- Anlagenzustand 2: Kein Kernbrennstoff in der Anlage vorhanden

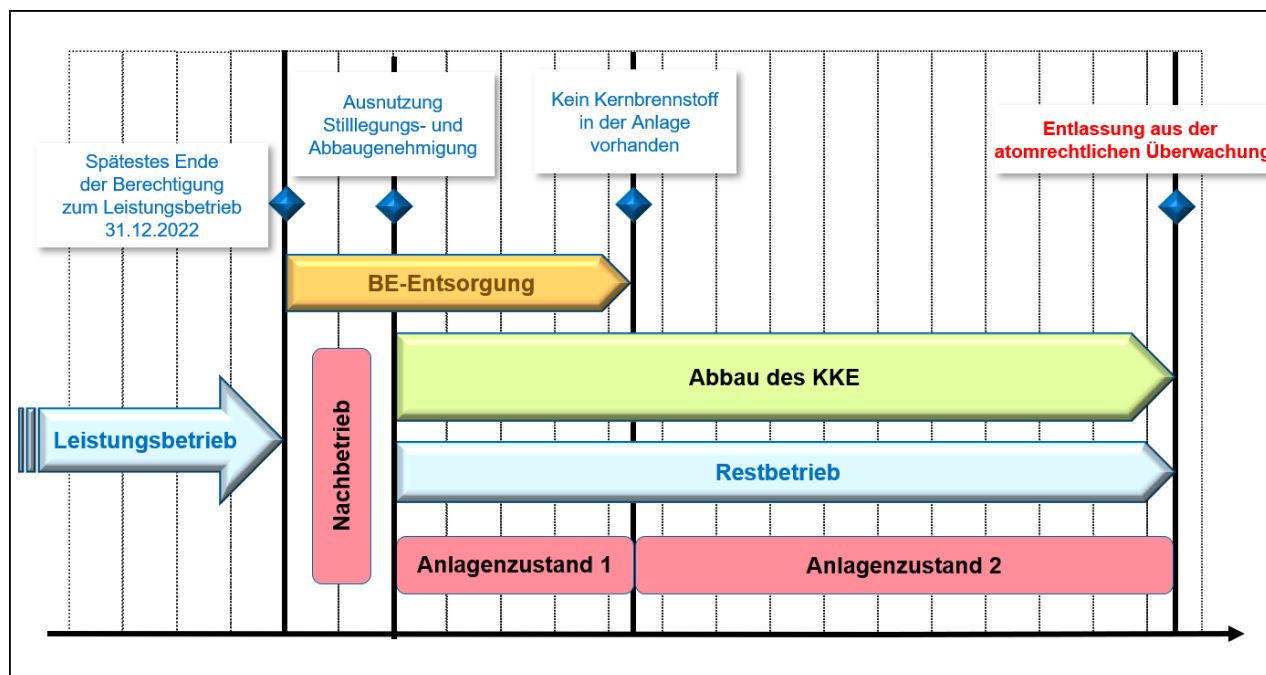


Abbildung 1-1: Überblick über die Anlagenzustände

Alle Aktivitäten im Zuge von Stilllegung und Abbau des KKE unterliegen dem grundlegenden radiologischen Sicherheitsziel „Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädlichen Auswirkungen ionisierender Strahlung“.

Im Anlagenzustand 1 ist hierfür die Einhaltung folgender Schutzziele sicherzustellen:

- Kontrolle der Reaktivität (Unterkritikalität)
- Kühlung des Kernbrennstoffs (Nachwärmeabfuhr)
- Einschluss der radioaktiven Stoffe (Aktivitätsrückhaltung)
- Begrenzung der Strahlenexposition

Das Schutzziel „Begrenzung der Strahlenexposition“ deckt dabei das in den „ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen“ /R3/ genannte Schutzziel „Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung“ ab.

Nach dem Entfernen der Kernbrennstoffe aus der Anlage wird der Anlagenzustand 2 erreicht. Hierbei werden die Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ und „Kühlung des Kernbrennstoffs“ gegenstandslos. Im Anlagenzustand 2 ist die Einhaltung der Schutzziele „Einschluss der radioaktiven Stoffe (Aktivitätsrückhaltung)“ und „Begrenzung der Strahlenexposition“ weiterhin sicherzustellen. Für den Übergang des KKE in den Anlagenzustand 2 bedarf es einer Zustimmung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde.

Aus dem Umfang der nicht mehr benötigten und stillgesetzten Systeme und Einrichtungen ergeben sich zum jeweiligen Zeitpunkt Anlagenbereiche, in denen Abbauarbeiten zulässig sind. Die gesamten Abbauarbeiten werden in einzelne Abbaumaßnahmen unterteilt.

1.3.4 Abbaureihenfolge

Bei der Festlegung einer sinnvollen Abbaureihenfolge sind nachfolgende Punkte wesentlich:

- Einhaltung der Schutzziele
- Rückwirkungsfreiheit auf sicherheitstechnisch wichtige Systeme
- Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung gemäß § 8 StrlSchG /G4/
- Dosisbegrenzung gemäß § 9 StrlSchG /G4/
- Arbeitssicherheit
- Optimierung des Materialflusses und der Entsorgung
- Konzept zum Rückzug aus dem Kontrollbereich

Als vorbereitende Maßnahmen für den Abbau werden, sofern erforderlich, die für den Restbetrieb nicht mehr benötigten Systeme und Einrichtungen stillgesetzt und ggf. von den weiterbetriebenen Restbetriebssystemen getrennt, die Hilfseinrichtungen und sonstige Infrastruktur errichtet, Systeme und Komponenten abisoliert sowie vorlaufende Dekontaminationsmaßnahmen durchgeführt.

Die Planung und terminliche Festlegung der einzelnen Abbaumaßnahmen wird so festgelegt, dass die jeweilige Maßnahme nachfolgende Arbeiten nicht verhindert oder erschwert. Je nach ggf. bestehenden Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Abbaumaßnahmen können die Abbauarbeiten sowohl sequenziell als auch parallel durchgeführt werden.

1.3.5 Rückzug aus dem Kontrollbereich

Beim Rückzug aus dem Kontrollbereich werden die Verkehrs- und Transportwege sowie die vorhandene Infrastruktur sukzessive an den fortschreitenden Abbau und die sich dadurch ändernden Randbedingungen angepasst. Bei Bedarf werden vorhandene Systeme oder Einrichtungen an einen anderen Ort verlegt oder durch bedarfsgerechte Ersatzsysteme / -einrichtungen ausgetauscht.

Der Rückzug aus den Gebäuden des Kontrollbereichs erfolgt sukzessive über den Abbau der Anlagenteile. Räume, in denen der Abbau abgeschlossen ist, können bereits freigemessen werden, während in anderen Raumbereichen noch Abbauarbeiten stattfinden. Mit zunehmendem Abbaufortschritt werden große zusammenhängende Raumbereiche leer sein, so dass diese Bereiche verschlossen werden, um eine erneute Kontamination der freigemessenen Raumbereiche auszuschließen.

2 Standort

2.1 Geografische Lage

Der Standort des KKE befindet sich im Industriepark Süd auf dem Gebiet der Stadt Lingen (Ems), Landkreis Emsland, Gemarkung Darne, Flur 5, Flurstücke 25/6 und 32/9 sowie Gemarkung Bramsche Flur 34 Flurstücke 3/3, 5/7, 5/6, 7/2, 7/3, 15/4, 15/5 und Flur 35 Flurstücke 12/2, 12/20, 8/5 und 8/13, im Bundesland Niedersachsen.

Die Abbildung 2-1 stellt schematisch den Standort KKE sowie seine nähere Umgebung dar und weist zudem die in unmittelbarer Nachbarschaft gelegenen Industriebetriebe aus.



Abbildung 2-1: Standort KKE und nähere Umgebung

Grün dargestellt ist das KKE-Anlagengelände mit den Nebenkühlwasserentnahme- und -pumpenbauwerken (Nr. 1 und Nr. 2) sowie dem Wiedereinleitungsbauwerk (Nr. 3). Die nähere Umgebung ist mit weiteren Industriegebäuden bebaut. Die weitere Umgebung ist in lockerer Vorortbauweise besiedelt.

In nordwestlicher Richtung erstreckt sich das Gelände des Kraftwerks Emsland (KEM) auf welchem drei gasbefeuerte Kraftwerksblöcke betrieben werden und die Errichtung einer Hydrolyseanlage geplant ist. Direkt angrenzend an das KEM befindet sich das Gelände des Kernkraftwerkes Lingen (KWL), welches derzeit abgebaut wird. In unmittelbarer Nachbarschaft zum KKE erschließt sich nördlich das Gelände der Firmen Baerlocher GmbH sowie südwestlich das Gelände der Firma Benteler Steel/Tube GmbH. Des Weiteren befindet sich in nordöstlicher Richtung das Gelände der Firma Advanced Nuclear Fuels GmbH (ANF). In nordöstlicher Richtung befindet sich das Validierungszentrum Future Lab der Krone Gruppe.

Westlich vom Betriebsgelände des KKE verläuft eine Bahnlinie sowie südwestlich die Landesstrasse L40, die Niederdarmer Straße, der Dortmund-Ems-Kanal und die Ems. Östlich vom Betriebsgelände des KKE verläuft die Zufahrtsstraße Poller Sand.

In ca. 5 km Entfernung befindet sich in nördlicher Richtung das Stadtzentrum von Lingen (Ems). Die nächsten größeren Siedlungsschwerpunkte sind Emsbüren (ca. 10 km in südlicher Richtung) und Nordhorn (ca. 17 km in west-südwestlicher Richtung). Südwestlich des Standorts verläuft in einer Entfernung von etwa 20 km die Grenze zwischen der Bundesrepublik Deutschland und den Niederlanden.

2.2 Besiedlung

Im 10-km-Umkreis des Betriebsgeländes KKE befinden sich:

- Die Stadt Lingen
- Ein Teil der Mitgliedsgemeinde Messingen der Samtgemeinde Freren
- Ein Teil der Mitgliedsgemeinde Lünne der Samtgemeinde Spelle
- Ortsteile der Einheitsgemeinde Emsbüren
- Ortsteile der Gemeinde Wietmarschen

Die Abbildung 2-2 zeigt den 10-km-Umkreis, aufgeteilt in 12 Sektoren, um das Betriebsgelände KKE an.

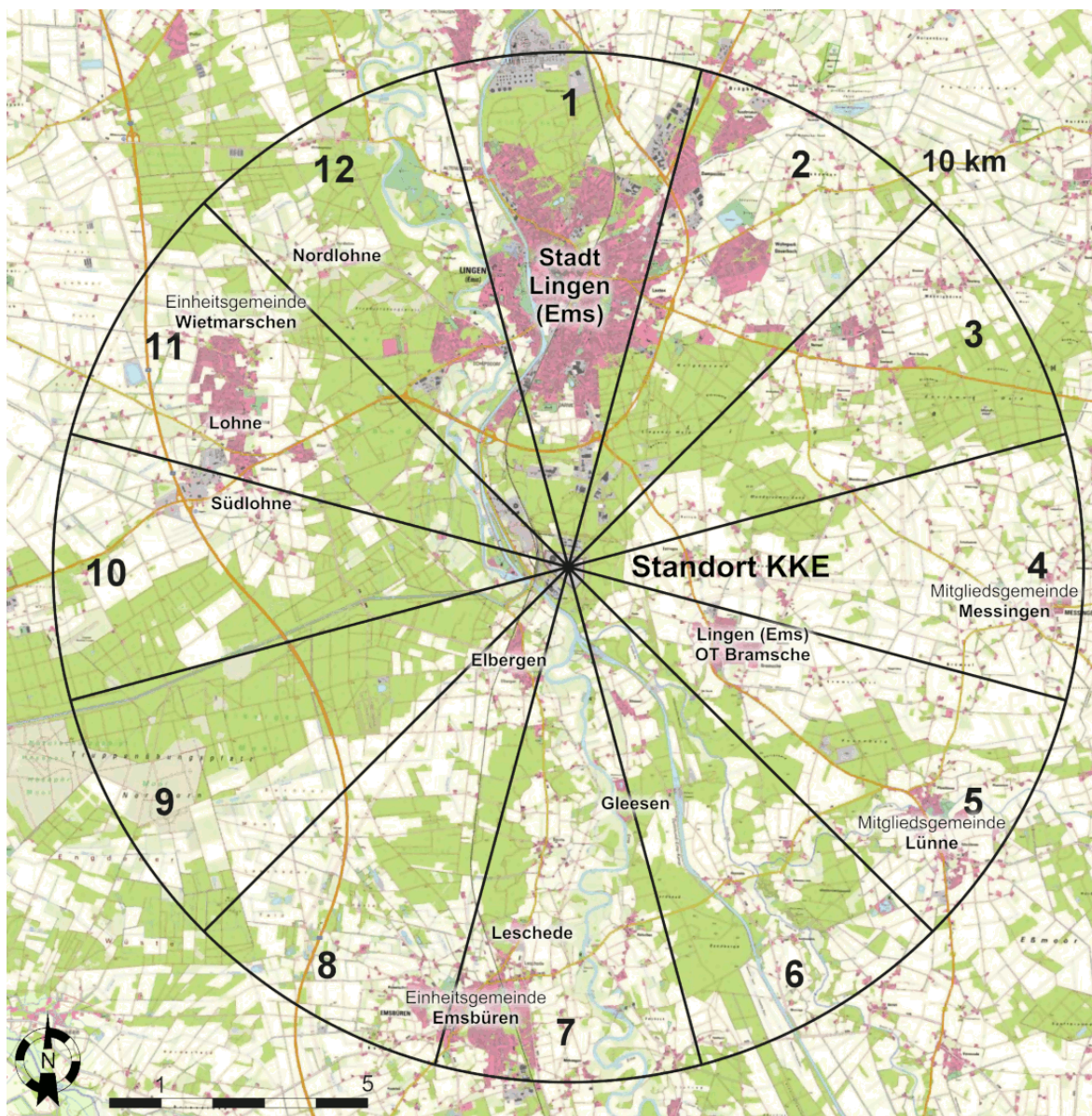


Abbildung 2-2: Betriebsgelände KKE 10-km-Kreis (Topografische Karte Niedersachsen – LGLN)

Die Einwohnerzahlen der Städte, Gemeinden und Ortsteile innerhalb des 10-km-Umkreises, deren Entfernung zum Betriebsgelände sowie deren Lage innerhalb der Sektoren 1 bis 12 (Abbildung 2-2) sind in der folgenden Tabelle 2-1 dargestellt.

Tabelle 2-1 Einwohnerzahlen im 10-km-Umkreis

Stadt/Gemeinde/Ortsteil		Lage zum Betriebsgelände KKE		Einwohner ca.
		Entfernung Betriebsgelände ca. [km]	Sektor	
Stadt Lingen (Ems) * (ohne Ortsteil Bramsche)		5,5	1 / 2 / 3 / 12	55.100
Stadt Lingen (Ems) / Ortsteil Bramsche		3,5	5	2.850
Mitgliedsgemeinde Messingen der Samtgemeinde Freren *		9,5	4	1.050
Mitgliedsgemeinde Lünne der Samtgemeinde Spelle *		8,5	5	1.900
Einheitsgemeinde Emsbüren	Ortsteil Gleesen	4,5	6 / 7	800
	Ortsteil Leschede	7,0	7	2.100
	Ortsteil Elbergen	2,0	8	600
	Emsbüren *	9,0	7 / 8	2.850
Gemeinde Wietmarschen	Ortsteil Nordlohne	7,5	12	300
	Ortsteil Lohne/Südlohne	7,0	10 / 11	7.300
Summe				74.850
* nur Einwohnerzahl im 10-km-Umkreis				
Stand: 31.12.2020				

Die mittlere Bevölkerungsdichte im 10-km-Umkreis beträgt, bedingt durch die Nähe der Stadt Lingen, ca. 238 Einwohner pro km². Sie liegt damit über dem Durchschnitt des Landkreises Emsland mit ca. 113 Einwohnern pro km² jedoch im Durchschnitt der Bundesrepublik Deutschland mit ca. 237 Einwohnern pro km².

Die dem Betriebsgelände am nächsten gelegene Wohnbebauung ist ein Wohnhaus in südwestlicher Richtung in ca. 350 m Entfernung.

Die in der Bundesrepublik Deutschland nächstgelegene Stadt in der Kategorie größer 100.000 Einwohner ist Osnabrück (ca. 168.500 Einwohner) in ca. 55 km Entfernung. Auf dem Gebiet der Niederlande sind Städte dieser Kategorie Enschede (ca. 159.000 Einwohner) in ca. 40 km Entfernung und Emmen (ca. 107.000 Einwohner) in ca. 45 km Entfernung.

2.3 Boden- und Wassernutzung

2.3.1 Bodennutzung

Die Aufteilung der Flächen sowie deren Nutzung in den Städten und Gemeinden, die sich im Landkreis Emsland befinden, ist in der folgenden Tabelle 2-2 dargestellt.

Tabelle 2-2 Nutzung der Bodenflächen im Landkreis Emsland

Nutzungsart	Nutzung der Gesamtfläche
Wohnbaufläche	ca. 3 %
Industrie- und Gewerbefläche	ca. 2 %
Erholungsflächen	ca. 1 %
Verkehrsflächen	ca. 5 %
Landwirtschaftsflächen	ca. 60 %
Waldflächen, Heide, Moor	ca. 20 %
Wasserflächen	ca. 3 %
Sonstige Nutzung	ca. 6 %

Quelle: Emsland, Kurzinformationen über den Landkreis, 1. Auflage 2020

Die Flächen der Städte und Gemeinden innerhalb des 10-km-Umkreises werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Die hauptsächlichen Erzeugnisse bei landwirtschaftlich genutztem Land sind Mais, Getreide, Kartoffeln und Dauergrünland.

2.3.2 Wassernutzung

Die Ems bzw. der Dortmund-Ems-Kanal sind Bundeswasserstraßen. Flüsse sowie andere offene Gewässer werden im Landkreis Emsland nicht zur Trinkwassergewinnung genutzt. Teilweise wird Beregnungswasser für landwirtschaftliche Zwecke entnommen. Flüsse sowie andere offene Gewässer innerhalb des 10-km-Umkreises werden für die Freizeitgestaltung, für den Sportbootverkehr oder für die Sportfischerei genutzt. Eine gewerbliche Fischerei an diesen Gewässern besteht nicht.

2.4 Naturschutz-, Landschafts- und Erholungsgebiete

Durch den Landkreis Emsland sowie durch den 10-km-Umkreis des Betriebsgeländes KKE erstreckt sich in Nordsüd-Richtung das Landschaftsschutzgebiet (LSG) „Emstal“ (ca. 27.000 ha) und das LSG „Natura 2000 – Emsauen von Salzbergen bis Papenburg“ (ca. 7.000 ha).

Im 10-km-Umkreis des KKE befinden sich Naturschutzgebiete. Weiterhin wurden innerhalb des Umkreises verschiedene Gebiete bzw. Bereiche als Natura 2000 Schutzgebiete /L4/, als Biotope, als

Naturdenkmale oder als geschützte Landschaftsbestandteile unter besonderen Schutz gestellt. Informationen zu den Naturschutzgebieten finden sich im UVP-Bericht.

Als Erholungsgebiete dienen die Wälder im Nahbereich des Betriebsgeländes, das Waldgebiet ostwärts von Lingen zwischen Baccum und Hüvede-Sommeringen sowie das Gebiet „Hanekenfähr“.

2.5 Gewerbe- und Industriebetriebe, militärische Einrichtungen

Innerhalb des 10-km-Umkreises befinden sich Gewerbebetriebe, wie Gastgewerbe, Handels- und Dienstleistungsbetriebe, Landwirtschaftsbetriebe, Industriebetriebe. Großgewerbe und Industrie sind schwerpunktmäßig in ausgewiesenen Gewerbe- und Industriegebieten angesiedelt.

Die nächstgelegene Arbeitsstätte innerhalb des Sicherungszauns KKE (siehe Abbildung 3-3) befindet sich im Standort-Zwischenlager (SZL). Die nächstgelegene Arbeitsstätte außerhalb des Sicherungszauns KKE befindet sich bei der Baerlocher GmbH in ca. 200 m vom Fortluftkamin des KKE entfernt.

2.5.1 Betriebe und Anlagen mit toxischen und explosiven Stoffen

Im 10-km-Umkreis befinden sich Betriebe mit relevanten Mengen an toxischen und explosiven Stoffen gemäß der 12. Bundesimmissionsschutzverordnung (12. BImSchV) /G13/. Diese sind gemäß Mitteilung des Staatlichen Gewerbeaufsichtsamtes Osnabrück /R22/:

- Advanced Nuclear Fuels GmbH
- Baerlocher GmbH
- Neptune Energy Deutschland GmbH (ehemals ENGIE E&P Deutschland GmbH)
- Dralon GmbH Werk Lingen
- Hagedorn NC GmbH
- BP Europa SE, Raffinerie Lingen

Im 10-km-Umkreis des Standorts befinden sich zudem das Erdgas Kraftwerk Emsland (KEM) und Ferngasleitungen unterschiedlicher Betreiber. Diese versorgen u.a. das KEM sowie einen Erdgas-Röhrenspeicher.

2.5.2 Militärische Einrichtungen

In südwestlicher Richtung befindet sich in ca. 9 km Entfernung ein Luft-/Boden-Schießplatz der deutschen Luftwaffe (Truppenübungsplatz Luft-/Bodenschießplatz Nordhorn). Das Bundeswehr-Gelände der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition Meppen befindet sich in ca. 20 km Entfernung in nördlicher Richtung.

2.6 Verkehrswege

2.6.1 Straßen

In der Stadt Lingen treffen sich die überregionalen Bundesstraßen B213 (E233 internationale Straßenverbindung Skandinavien, Benelux Staaten und Frankreich) und B70 (Verbindung Ruhrgebiet-Nordseehafen Emden). Weiterhin bindet die Bundesstraße B214 den Raum Lingen nach Osten an das überregionale Verkehrsnetz an (über Hannover nach Braunschweig). Auf den Verkehrsknotenpunkt Lingen laufen ferner die Landesstraßen L40, L48, L57 und L60 zu. In ca. 5,5 km Entfernung verläuft westlich vom Standort die Autobahn A31 in Nord-Süd-Richtung. Die A30 verläuft südlich in ca. 15 km Entfernung vom Betriebsgelände in Ost-West-Richtung.

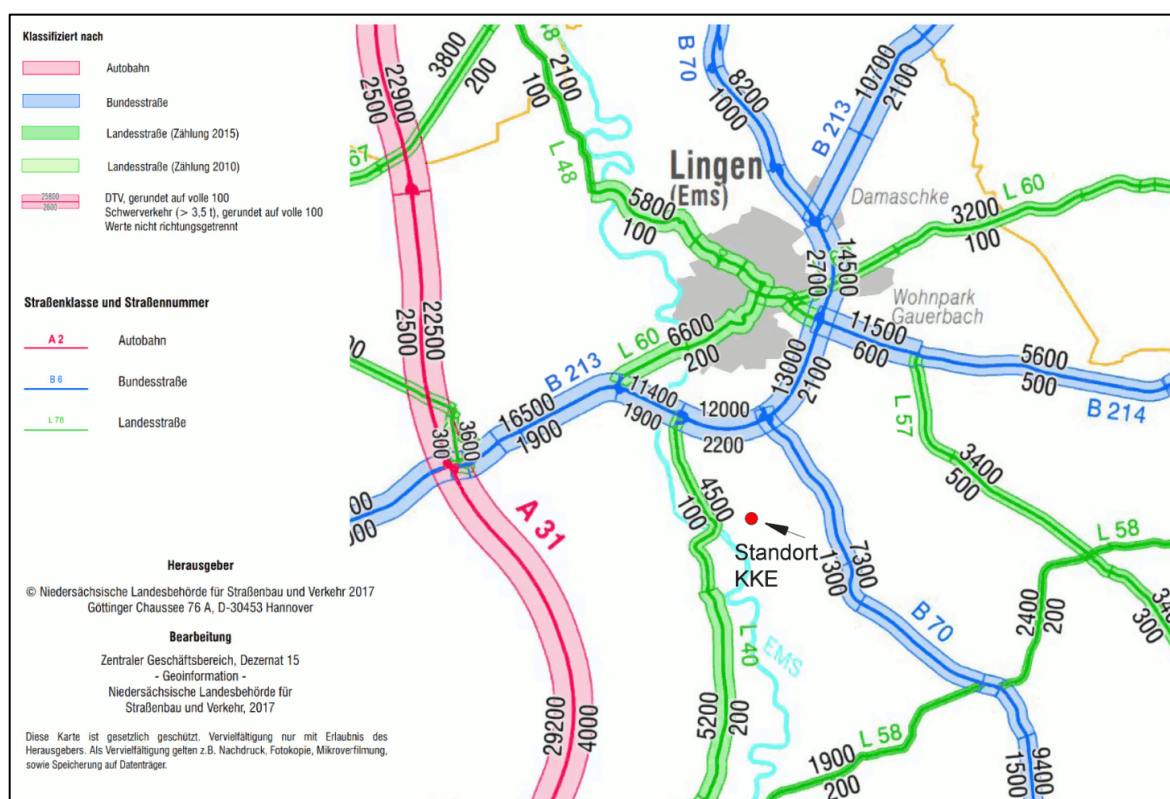


Abbildung 2-3: Auszug aus Verkehrsmengenkarte Niedersachsen 2017

Das höchste Verkehrsaufkommen im 10-km-Umkreis besteht auf der Autobahn A31 mit täglich ca. 29.200 Fahrzeugen und einem Schwerverkehrsanteil von ca. 14 %. Auf der Ortsumgehung Lingen (B70/B213) besteht auf dem relevanten Teilstück ein Verkehrsaufkommen von täglich ca. 12.000 Fahrzeugen mit einem Schwerverkehrsanteil von ca. 18 %. Auf der Straße beträgt der Anteil der Gefahrguttransporte an der Gesamtgütermenge ca. 5 %. Hiervon beträgt der Anteil von Transporten von entzündbaren flüssigen Stoffen (Klasse 3) ca. 68 %. Weitere Daten zu den Verkehrsmengen im Umkreis des Betriebsgeländes KKE können der Abbildung 2-3 entnommen werden. Dabei steht die obere Zahl jeweils für die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke und die untere Zahl für den darin enthaltenen Schwerverkehr mit größer 3,5 Mg.

2.6.2 Eisenbahnen

Die Bahnstrecke Münster-Rheine-Lingen-Emden-Norddeich verläuft am westlichen Rand des Betriebsgeländes KKE. Auf dieser zweigleisigen Strecke verkehren Regionalreisezüge, Fernreisezüge und Güterzüge.

2.6.3 Wasserstraßen

Das Betriebsgelände befindet sich ca. 2 km südöstlich des Hafens Hanekenfähr. In unmittelbarer Nähe befindet sich auch das Wehr Hanekenfähr. Der Ems-Vechte-Kanal mündet von Westen her, kurz vor dem Wehr, in Ems/Dortmund-Ems-Kanal. Oberhalb vom Wehr trennen sich die Ems und der Dortmund-Ems-Kanal. Die Wasserstraßen werden von der Frachtschifffahrt, der Fahrgastschifffahrt und dem Sportbootverkehr genutzt.

2.6.4 Flugplätze und Luftstraßen

Innerhalb des 50-km-Umkreises vom Betriebsgelände KKE befinden sich insgesamt 5 zivile Flugplätze. Der Flugplatz Rheine-Bentlage liegt ca. 25 km südlich und der Flugplatz Rheine Eschendorf ca. 28 km südöstlich. Der Flugplatz Enschede Airport Twenthe befindet sich südwestlich in einer Entfernung von ca. 40 km auf dem Staatsgebiet der Niederlande. Der nächstgelegene Flugplatz ist Nordhorn-Lingen in ca. 9 km Entfernung westlich vom Standort KKE. Der internationale Flughafen Münster-Osnabrück befindet sich südöstlich in ca. 50 km Entfernung.

Innerhalb des 50-km-Umkreises verlaufen zivile regelmäßig frequentierte Luftverkehrsstrecken. Zudem finden in diesem Umkreis sporadisch auch militärische Flüge statt.

2.7 Meteorologische Verhältnisse

Zur Beurteilung der Ausbreitungsverhältnisse am Standort der Anlage KKE werden die erforderlichen meteorologischen Größen fortlaufend ermittelt. Hierfür stehen langjährige Wetterdaten durch die meteorologische Instrumentierung des KKE zur Verfügung.

In der nachfolgenden Abbildung 2-4 werden die Ergebnisse der Auswertung dieser Wetterdaten aus dem Zeitraum 01.01.2007 bis 31.12.2019 dargestellt.

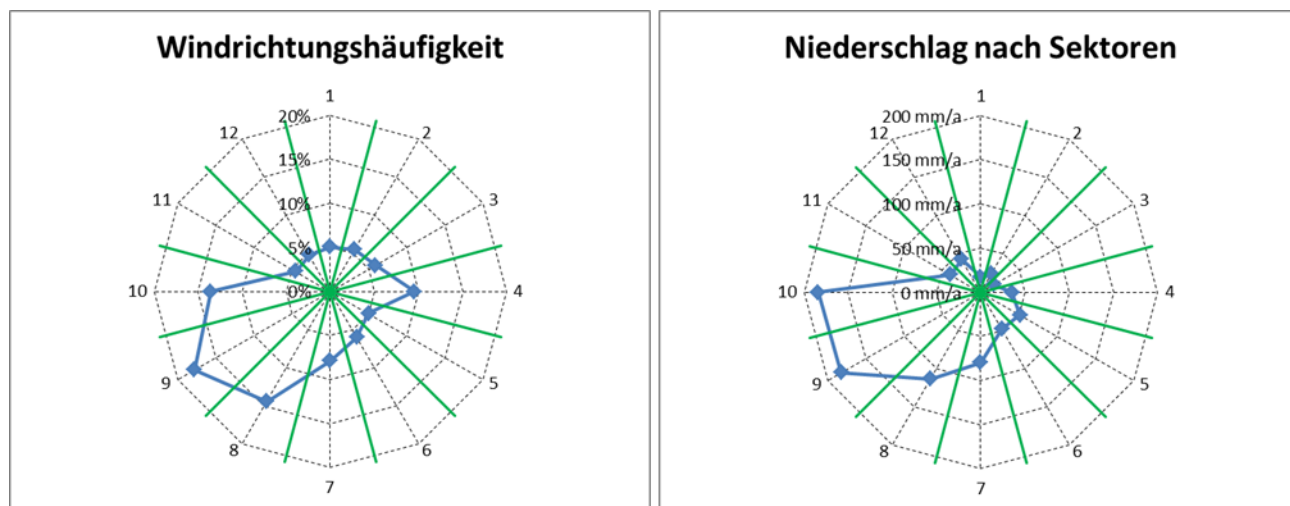


Abbildung 2-4: Repräsentative Windrichtungshäufigkeit und Niederschlagsmenge aus Richtung der Sektoren am Standort KKE (365 Tage)

Für den Standort ergab sich mit einer Häufigkeit von ca. 47 % eine Windrichtung aus Süd-Südwest bis West als repräsentativ. Die mittlere Windgeschwindigkeit innerhalb des betrachteten Zeitraumes betrug ca. 7 m/s. Niederschläge von mehr als 100 mm pro Jahr und Sektor treten bei Windrichtungen aus den Sektoren 8 bis 10 (Süd-Südwest bis West) auf. Die Niederschlagsmenge betrug im Mittel ca. 900 mm pro Jahr. Neutrale bis leicht stabile Wetterlagen bestimmen größtenteils die Ausbreitungsverhältnisse am Standort.

Wetterlagen, bei denen warme Luftschichten über kalten Luftschichten zu liegen kommen (Inversionswetterlagen), sind am Standort des KKE äußerst selten. Die Voraussetzungen für diese Wetterlagen, bei denen der Luftmassenaustausch reduziert ist, können in den Herbst- und Wintermonaten auftreten.

Für den Zeitraum seit 1980 wurde an Wetterstationen in der Umgebung des Standortes ein Temperatur-Maximum von 38 °C und ein Temperatur-Minimum von -20 °C registriert.

2.8 Geologische Verhältnisse

Im Bereich des Betriebsgeländes KKE herrschen die Bodentypen Podsole und podsolierte Regosole vor, die sich aus Flug- und Decksanden des Holozäns entwickelt haben. Bauvorbereitend vor Errichtung des KKE wurden umfangreiche Bodenaustausch- und Stabilisierungsmaßnahmen durchgeführt, die den ursprünglichen natürlichen Bodenaufbau vollständig überprägt haben.

Der Untergundaufbau des Betriebsgeländes TLE wurde anhand von Bohrproben ermittelt, die bis in eine Tiefe von 25 m unter Geländeoberkante (GOK) reichen. Die angetroffenen Bodenschichten können wie folgt zusammengefasst werden:

- Auffüllungsschicht bis in Tiefen von maximal 3,8 m unter GOK, bestehend aus schwach schluffigen bis sehr schwach kiesigen Feinsanden.
- Unterhalb der Auffüllungen folgen überwiegend die quartären Flug-/Decksande aus schwach schluffigen Sanden, teilweise mit vereinzelt Kies.
- Die Decksande werden ab Tiefen zwischen 0,8 m bis 3,8 m unter GOK von Geschiebeablagerungen (quartäre Grundmoräne) unterlagert. In Bereichen in denen die Decksande fehlen wird die Auffüllungsschicht direkt von der Grundmoräne unterlagert. Die Grundmoräne besteht aus sandigem Schluff mit teilweisen tonigen und kiesigen Einlagerungen.
- Unterhalb der Grundmoräne ab Tiefen zwischen 4,7 und 8,9 m unter GOK folgen pleistozäne Sande, die bis zur erkundeten Tiefe von 25 m unter GOK reichen. Es handelt sich hierbei um überwiegend fein- bis mittelsandige, schwach schluffige bis stark schluffige, teilweise kiesige und zur Tiefe hin auch kalkhaltige Bodenschichten.

Aus früheren Baugrunderkundungen ist bekannt, dass die Grundmoräne ab einer Tiefe von 36 m von tertiären Sanden unterlagert wird, die aus schwach schluffigen Feinsanden bestehen.

Seit den Bodenaustausch- und Stabilisierungsmaßnahmen vor der Errichtung des KKE, hat eine allenfalls schwache Rohbodenbildung auf dessen Betriebsgelände eingesetzt.

Die Umgebung des Betriebsgeländes weist überwiegend die Charakteristik einer Geestlandschaft mit einer durchschnittlichen Höhe von 23 m über NN auf. Die nähere und weitere Umgebung ist als eben bis leicht hügelig zu bezeichnen. Die Geländehöhe beträgt am Betriebsgelände KKE etwa 30 m über NN (Kraftwerksnullkote 31,15 m über NN) und steigt in Richtung Osten im Bereich der Lingener Höhe auf etwa 60 m über NN an. Die Emsniederung im Westen liegt 20 bis 25 m über NN.

2.9 Hydrologische Verhältnisse

2.9.1 Oberflächengewässer

Südlich vom Betriebsgelände des KKE verlaufen Ems/Dortmund-Ems-Kanal. Der Dortmund-Ems-Kanal wird zwischen der Schleuse Varloh und der Schleuse Gleesen am Wehr Hanekenfähr bei normalem Betrieb auf + 21,57 m ± 4 cm über NN reguliert. Das Betriebsgelände KKE ist auf einem Geländeniveau von ca. + 31,15 m über NN angeordnet. Der Standort ist bis auf die Nebenkühlwasserbauwerke und das Wiedereinleitungsbauwerk, die direkt an Ems/Dortmund-Ems-Kanal bzw. Ems liegen, hochwassersicher (siehe auch Abschnitt 9.6.1.2).

2.9.2 Grundwasser

Die hydrogeologischen Gegebenheiten sind dadurch gekennzeichnet, dass der Grund durch den tonigen Moränenboden in zwei Grundwasserleiter aufgespalten ist. In der oberen Sandschicht ist die Lage des Grundwasserspiegels hauptsächlich von der Höhenlage der Gewässer und der Intensität der Niederschläge abhängig. Der Grundwasserspiegel des Betriebsgeländes KKE liegt unterhalb + 27,50 m über NN. Das entspricht ca. 3,65 m unter dem Geländeniveau.

2.9.3 Wasserschutzgebiete und Trinkwassergewinnung

Innerhalb des 10-km-Umkreises bestehen die Wassergewinnungsgebiete „Lingen-Stroot“, „Darme“ und „Grumsmühlen“ in nordöstlicher Richtung sowie „Mundersum“ in östlicher Richtung. In südwestlicher Richtung liegt ein Teil des Wassergewinnungsgebietes „Hesepe-Klausheide“ innerhalb des 10-km-Umkreises. Die Gebiete „Stroot“ und „Mundersum“ sind zusätzlich als Wasserschutzgebiete ausgewiesen.

Die öffentliche Trinkwasserversorgung erfolgt durch die Stadtwerke Lingen, den Wasserverband Lingener Land und die Nordhorner Versorgungsbetriebe.

Die Stadtwerke Lingen fördern Rohwasser über Versorgungsbrunnen aus den Wassergewinnungsgebieten „Stroot“ und „Mundersum“. Der Wasserverband Lingener Land fördert Rohwasser über Versorgungsbrunnen aus den Wassergewinnungsgebieten „Grumsmühlen“ und „Darme“. Die Nordhorner Versorgungsbetriebe fördern für den Nordhorner Raum Rohwasser über Versorgungsbrunnen aus den Wassergewinnungsgebieten „Hesepe“ und „Klausheide“. Die Brunnen befinden sich größtenteils im 10-km-Umkreis.

2.10 Seismische Verhältnisse

Der Standort KKE liegt im Bereich des norddeutschen Tieflandes, einer tektonischen Gebietseinheit, die als ausgesprochen erdbebenarm zu bezeichnen ist. Die Gebietseinheit befindet sich gemäß der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 /R10/ in keiner Erdbebenzone (siehe Abbildung 2-5). Der Ausschluss eines Gebietes aus einer Erdbebenzone bedeutet, dass es sich um Gebiete mit sehr geringer seismischer Gefährdung handelt. Die Erdbebenzone 0 beginnt in südlicher Richtung in etwa 120 km vom Standort KKE entfernt.

Nachfolgende Abbildung 2-5 zeigt die Karte der deutschen Erdbebenzonen des Nationalen Anhangs (NA) nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01.

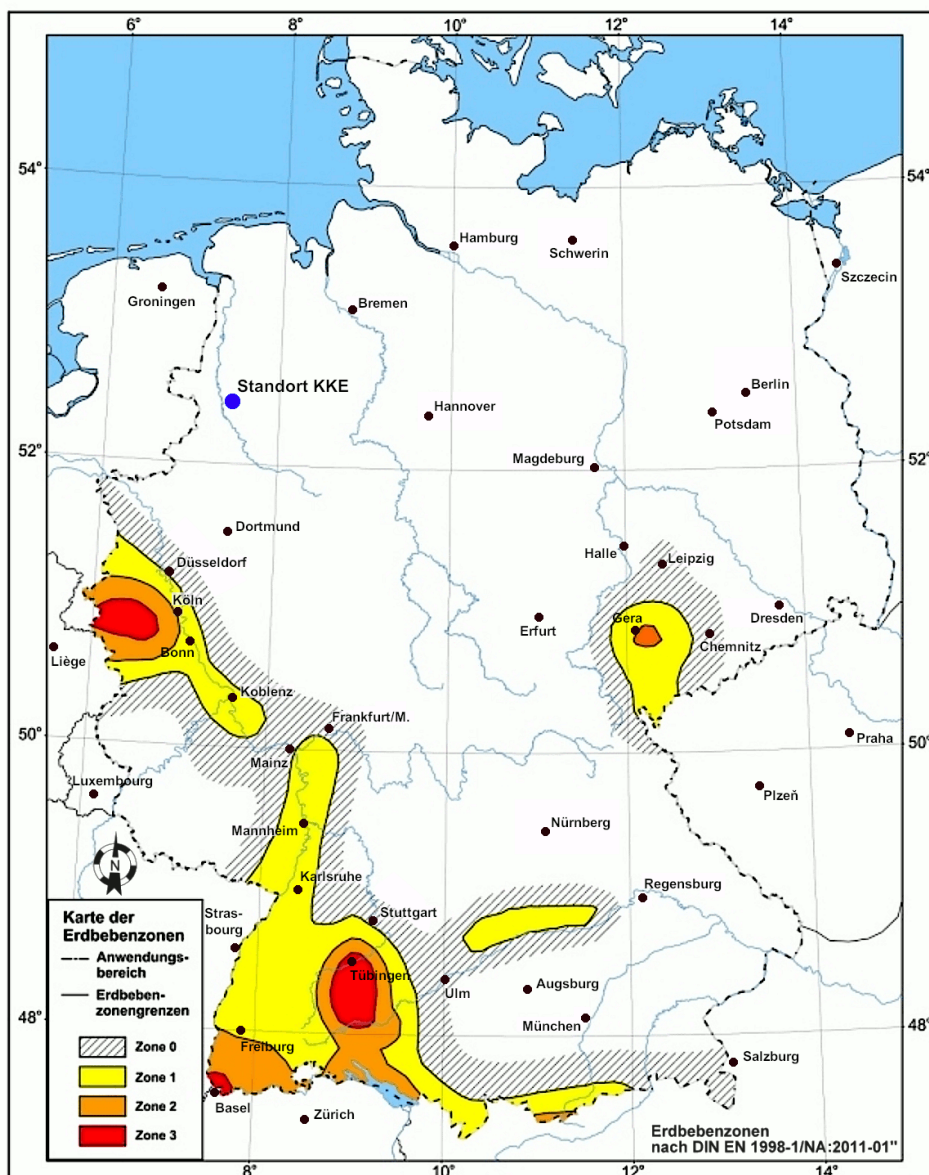


Abbildung 2-5: Karte der deutschen Erdbebenzonen nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01

Entsprechend KTA 2201.1 /R15/ ist standortspezifisch ein sogenanntes Bemessungserdbeben zu bestimmen und bei der Auslegung der Anlage zu berücksichtigen.

Zuletzt wurden im Jahr 2016 die bestehenden seismologischen Annahmen für den Standort überprüft und bestätigt. Die Beurteilungsgrundlagen für die Festlegung des Bemessungserdbebens und den damit verbundenen ingenieurseismologischen Basisgrößen (u.a. Standortintensität, Standortbeschleunigung) haben sich seitdem nicht verändert.

Der Auslegung des KKE liegen folgende ingenieurseismische Daten zugrunde:

- Bemessungserdbeben der Intensität VII (Makroseismische Skala)
- Maximale Bodenbeschleunigung, horizontal: $a_h = 1,2 \text{ m/s}^2$
- Maximale Bodenbeschleunigung, vertikal: $a_v = 0,6 \text{ m/s}^2$

2.11 Radiologische Vorbelastung

Die Grenzwerte für die Exposition der Bevölkerung sind in § 80 StrlSchG /G4/ definiert. Die Ableitung radioaktiver Stoffe ist gemäß StrlSchV § 99 in Verbindung mit § 193 /G12/ begrenzt.

Für den Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte für die Exposition der Bevölkerung sind mögliche radiologische Vorbelastungen durch Direktstrahlung sowie der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser zu berücksichtigen. Die radiologischen Vorbelastungen können durch andere kerntechnische Anlagen oder sonstige Einrichtungen resultieren. Zusätzlich könnten radiologische Belastungen aus früheren Tätigkeiten am Standort KKE zu berücksichtigen sein.

Für die Anlage KKE sind folgende kerntechnische Anlagen oder sonstige Einrichtungen in die Betrachtungen zu den radiologischen Vorbelastungen einzubeziehen:

- Brennelement-Zwischenlager Lingen (BZL)
- Kernkraftwerk Lingen (KWL)
- Advanced Nuclear Fuels GmbH (ANF)
- Beantragtes Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE) nach Inbetriebnahme

Die Ergebnisse der betriebsbegleitenden Immissionsüberwachung des KKE zeigen, dass keine relevante radiologische Belastung am Standort KKE aus früheren Tätigkeiten existiert. Die Immissionsüberwachung erfolgt gemäß der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen“ (REI) /R6/ und erfasst am Standort KKE auch die Immissionen der kerntechnischen Anlagen BZL, KWL und ANF sowie möglicher Emittenten aus den Niederlanden.

Zur radiologischen Vorbelastung durch Direktstrahlung tragen das BZL und das beantragte Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE) nach Inbetriebnahme bei. Die Direktstrahlung durch das KWL und die ANF ist aufgrund der räumlichen Entfernung vernachlässigbar.

Zur radiologischen Vorbelastung durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft tragen das KWL, ANF und das TLE nach Inbetriebnahme bei. Durch das BZL erfolgen keine Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft. Die radiologische Vorbelastung durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft wird rechnerisch ermittelt. Dabei wird konservativ angenommen, dass die den kerntechnischen Anlagen KWL und ANF genehmigten Werte für die Ableitungen radioaktiver Stoffe über Luft voll ausgeschöpft werden. Durch das beantragte TLE werden nach Inbetriebnahme bei der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft die nach § 102 Abs. 2 StrlSchV /G12/ zulässigen Aktivitätskonzentrationen eingehalten. Auch hier wird konservativ angenommen, dass diese Werte voll ausgeschöpft werden.

Zur radiologischen Vorbelastung durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser tragen das KWL, ANF und das TLE nach Inbetriebnahme bei. Durch das BZL erfolgen keine Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Wasser. Die radiologische Vorbelastung durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser

wird rechnerisch analog zur Luft ermittelt. Ergänzend wird auch die Vorbelastung der Ems durch über Ausscheidungen in die Umwelt abgegebene radioaktive Stoffe nach ihrer Anwendung in der Nuklearmedizin (Patientenausscheidungen) berücksichtigt. Die Ermittlung der Vorbelastung der Ems erfolgt unter Zugrundelegung des Gesamteinzugsgebiets der Ems.

Die tatsächlich gemessenen Ableitungen der vorhandenen Anlagen liegen erfahrungsgemäß erheblich unterhalb der genehmigten Werte.

In Abschnitt 7.4.5 sind die radiologischen Vorbelastungen der potenziellen Exposition durch die Beiträge aus Direktstrahlung sowie der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser ausgewiesen.

3 Allgemeine Beschreibung des KKE und des Ausgangszustandes

In diesem Abschnitt werden der Umfang der atomrechtlich genehmigten Anlage KKE (Gebäude und Systeme), das Funktionsprinzip und der voraussichtliche technische und radiologische Anlagenzustand zu Beginn des Abbaus dargestellt. Zu Beginn von Stilllegung und Abbau wird noch Kernbrennstoff im KKE vorhanden sein.

3.1 Anlagenhistorie

Das KKE ist eine Anlage vom Typ Konvoi, der modernsten Druckwasserreaktor-Generation in Deutschland. Das KKE wurde ab 1982 errichtet und nahm am 20. Juni 1988 den kommerziellen Betrieb auf.

Seit der Inbetriebnahme erzeugte das KKE eine in das Übertragungsnetz eingespeiste Strommenge von ca. 349.903 GWh (Stand 31. Dezember 2020). Für das Jahr 2020 belief sich die eingespeiste Strommenge auf ca. 10.836 GWh.

Die Errichtung und der Betrieb des KKE basieren auf 4 Teilgenehmigungen. Nach der Inbetriebnahme wurden weitere 4 Ergänzungsgenehmigungen gemäß § 7 AtG erteilt.

Im Rahmen einer Genehmigung nach § 6 AtG /G1/ wurde auf dem Betriebsgelände des KKE ein Standort-Zwischenlager (SZL) errichtet. Dort werden die bestrahlten Brennelemente in Castor-Behältern zwischengelagert, bis diese in ein Endlager gebracht werden können.

Zum 01.01.2019 ist das SZL mit seinem Betriebsgelände an die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) übertragen worden. Die BGZ ist nun als neue Betreibergesellschaft für das SZL verantwortlich. Die Bezeichnung des SZL wurde durch die BGZ auf Brennelemente-Zwischenlager Lingen (BZL) geändert.

Für die Behandlung mit dem Ziel der fachgerechten Verpackung in standardisierte Endlagerbehälter sowie für die Aufbewahrung sonstiger radioaktiver Stoffe soll ein Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE) auf dem derzeitigen Betriebsgelände des KKE errichtet werden.

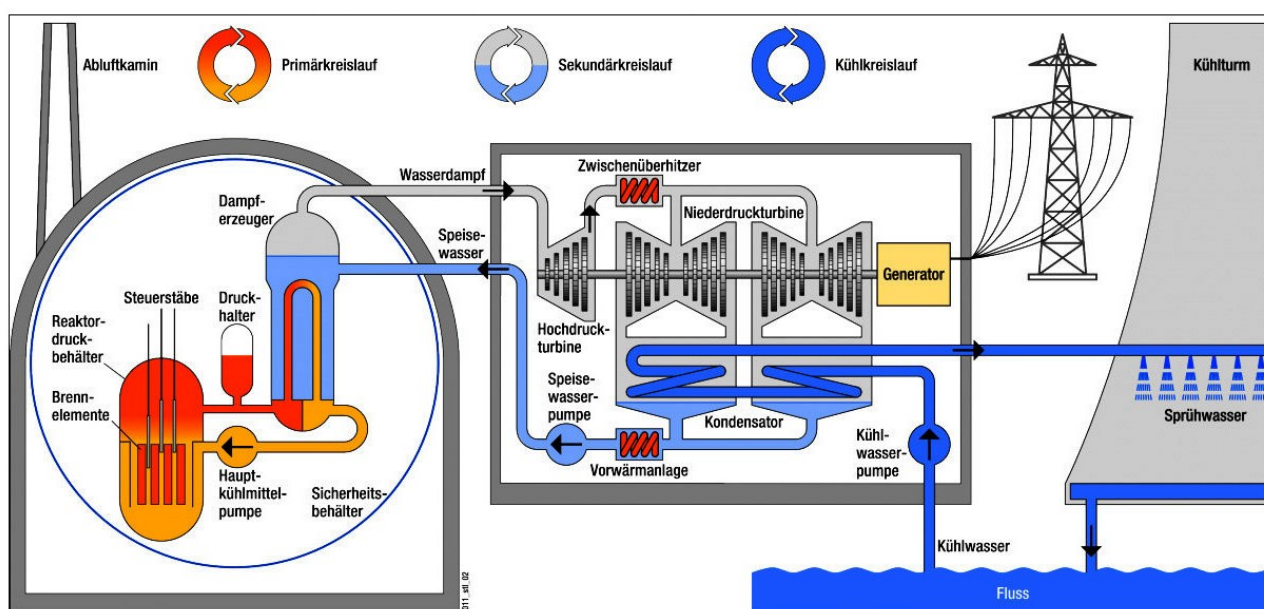
Für den Betrieb des TLE hat die KLE GmbH eine Genehmigung nach § 12 Absatz 1 Nr. 3 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) /G5/ für die genehmigungsbedürftigen Tätigkeiten zum Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen im TLE der zuständigen Genehmigungsbehörde, dem Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, beantragt. Die Errichtung des TLE erfolgt auf der Grundlage der Niedersächsischen Bauordnung (NbauO). Ein Bauantrag und alle weiteren für die Errichtung erforderlichen Anträge, wurden bei der zuständigen Bauaufsichtsbehörde der Stadt Lingen gestellt.

Das BZL und das TLE sind nicht Gegenstand des Verfahrens nach § 7 Abs. 3 AtG zur Stilllegung und zum Abbau KKE /G1/.

3.2 Funktionsprinzip des KKE

Das KKE besitzt einen Druckwasserreaktor der KWU-Baulinie 80 vom Typ „Konvoi“ des Herstellers Kraftwerk Union (KWU). Im Reaktor befinden sich 193 Brennelemente. Die genehmigte thermische Leistung im Leistungsbetrieb beträgt 3.850 MW_{th}. Die elektrische Bruttoleistung liegt bei ca. 1.406 MW_{el}. Abzüglich des Eigenbedarfs von ca. 71 MW_{el} werden ca. 1.335 MW_{el} in das Übertragungsnetz eingespeist.

Die Abbildung 3-1 veranschaulicht in einer vereinfachten Darstellung das Funktionsprinzip eines Kernkraftwerkes mit Druckwasserreaktor zur Stromerzeugung.



Quelle: www.nuklearsicherheit.de

Abbildung 3-1: Funktionsprinzip eines Kernkraftwerkes mit Druckwasserreaktor

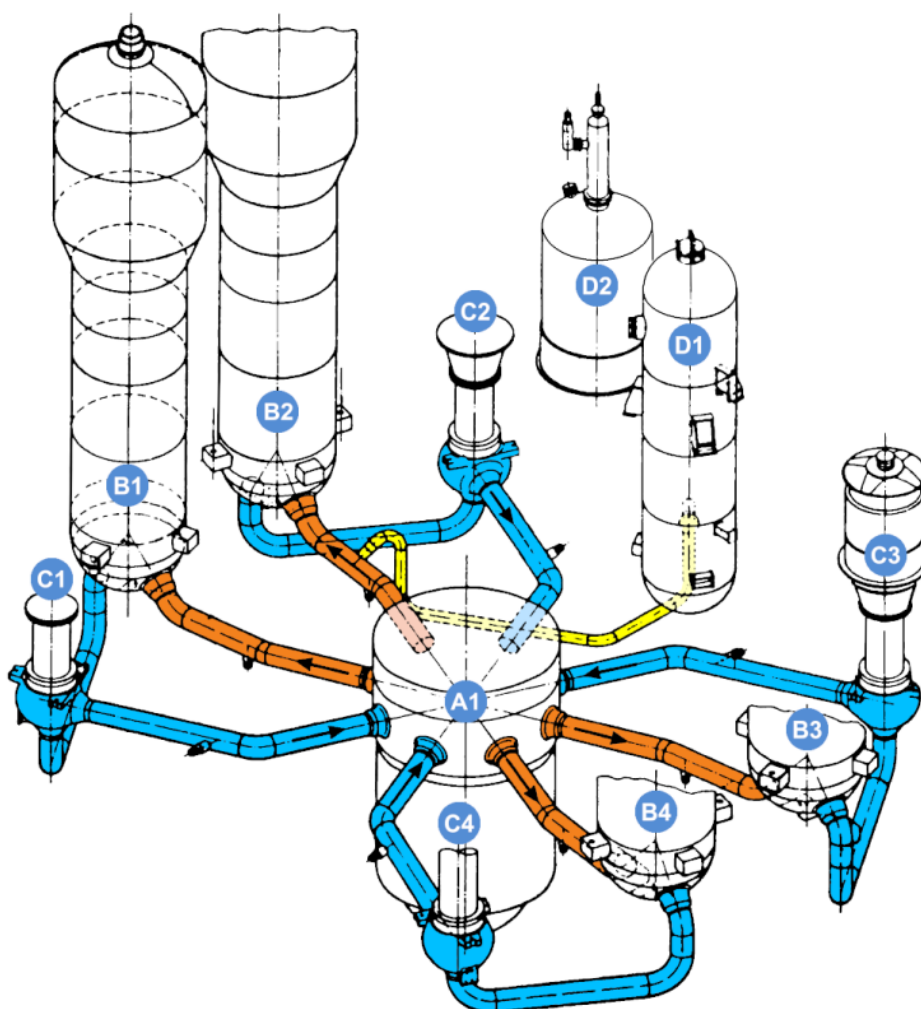
In einem Druckwasserreaktor wird Wasser als Moderator und Kühlmittel verwendet. Wesentliches Merkmal eines Druckwasserreaktors ist die Anordnung von Primär- und Sekundärkreislauf. Durch das Zweikreissystem wird erreicht, dass die im Hauptkühlmittel auftretenden radioaktiven Stoffe auf den Primärkreislauf beschränkt bleiben und nicht über den konstruktiv getrennten Sekundärkreislauf in die Turbine und den Kondensator gelangen.

Der von den Dampferzeugern (DE) in vier parallelen Frischdampfleitungen ankommende Wasserdampf (Sekundärkreislauf) treibt die Hochdruckturbine und die Niederdruckturbinen an. Nach Entspannen des Dampfes in den Turbinen wird dieser im Kondensator kondensiert. Das Kondensat wird über Pumpen und Vorwärmerstrecken als Speisewasser wieder zu den Dampferzeugern zurückgeführt.

Über eine gemeinsame Welle treiben die Turbinen den Generator an. Der erzeugte Strom wird über Transformatoren und Leitungen in das Stromnetz eingespeist.

Die Kühlung des KKE erfolgt über den Kühlkreislauf mit Kühlturbmbauwerk und Kühlwasserpumpen unter Einbindung von aufbereitetem Flusswasser aus dem Bereich Ems/Dortmund-Ems-Kanal und der Abgabe von Abflutwasser an die Ems.

Die Abbildung 3-2 zeigt schematisch eine Darstellung des Reaktorkühl- und Druckhaltesystems (Primärkreislauf) des KKE.



A1	Reaktor-druckbehälter (RDB)	D1	Druckhalter
B1 – B4	Dampferzeuger (DE) Loop 1 – 4	D2	Druckhalter Abblasesystem
C1 – C4	Hauptkühlmittelpumpe Loop 1 – 4		

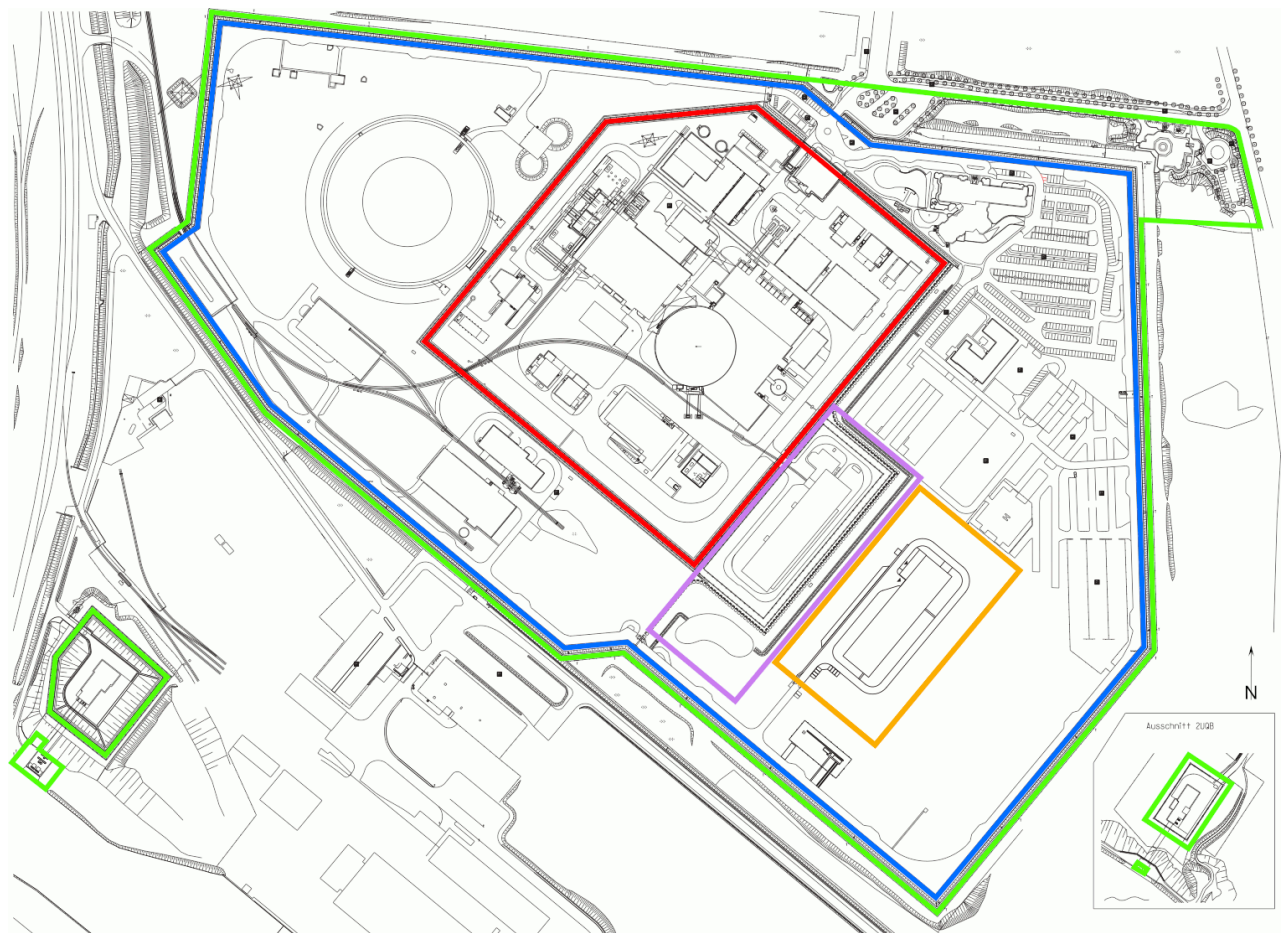
Abbildung 3-2: Schematische Darstellung Reaktorkühl- und Druckhaltesystem (Primärkreis)

Das Reaktorkühl- und Druckhaltesystem (Primärkreislauf) des KKE besteht aus dem Reaktor-druckbehälter (RDB) [A1], einem Druckhalter [D1] und Druckhalter Abblasesystem [D2], den vier parallel

geschalteten Hauptkühlkreisläufen (Loops) mit jeweils fest zugeordnetem Dampferzeuger [B1-B4] und Hauptkühlmittelpumpe [C1-C4] sowie den verbindenden Hauptkühlmittelleitungen.

3.3 Anlagenbereiche und Gebäude

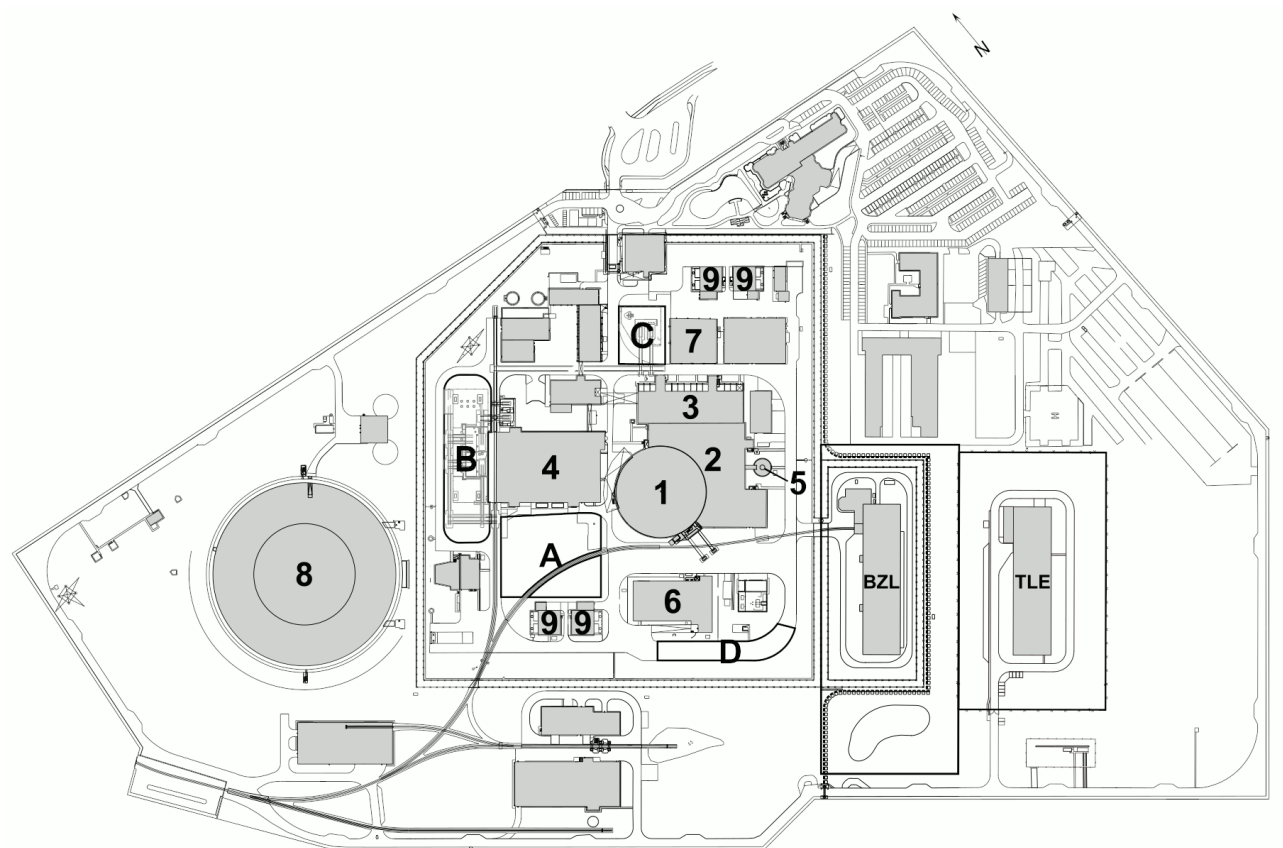
Nachfolgende Abbildung 3-3 zeigt das zum KKE gehörende Anlagengelände (ohne Wiedereinleitungsbauwerk, hierzu siehe Abbildung 2-1). Weiterhin sind die einzelnen Geländebereiche des KKE sowie das Betriebsgelände des BZL und des geplanten TLE dargestellt.



- Kraftwerksgelände mit Anlagensicherungszaun (Überwachungsbereich)
- Betriebsgelände mit Sicherungszaun (Einfriedung und Toranlage)
- Anlagengelände mit Nebenkühlwasserentnahme- und pumpenbauwerken
- Betriebsgelände Brennelement-Zwischenlager Lingen (BZL)
- Betriebsgelände beantragtes Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE)

Abbildung 3-3: Anlagengelände KKE

Die Anordnung der Gebäude auf dem Betriebsgelände zeigt die Abbildung 3-4.



- | | | | |
|-----|--|-----|--------------------------|
| 1 | Reaktorgebäude | 5 | Fortluftkamin |
| 2 | Reaktorhilfsanlagengebäude | 6 | Notspeisegebäude |
| 3 | Schaltanlagengebäude | 7 | Notstromerzeugergebäude |
| 4 | Maschinenhaus | 8 | Kühlturmbauwerk |
| BZL | Brennelemente-Zwischenlager Lingen | 9 | Zellenkühlturmbauwerke |
| TLE | Technologie und Logistikgebäude Emsland
(beantragt) | A-D | Potenzielle Lagerflächen |

Abbildung 3-4: Ausschnitt Lageplan der Anlage KKE

Auf dem Kraftwerksgelände ist zentral das Reaktorgebäude [1] angeordnet. Direkt angrenzend oder in unmittelbarer Nähe befinden sich das Reaktorhilfsanlagengebäude [2], das Schaltanlagengebäude [3] sowie das Maschinenhaus [4] und im Weiteren der Fortluftkamin [5]. Das Notspeisegebäude [6] ist südwestlich, das Notstromerzeugergebäude [7] ist nordöstlich und die Zellenkühlturmbauwerke [9] sind nordwestlich bzw. südöstlich vom Reaktorgebäude [1] auf dem Kraftwerksgelände angeordnet. Das Kühlturmbauwerk [8] befindet sich nordwestlich auf dem Betriebsgelände KKE. Weiterhin sind die potenziellen Lagerflächen im Überwachungsbereich des KKE [A-D] dargestellt.

Das Wiedereinleitungsbauwerk liegt nordwestlich vom Betriebsgelände an der Ems (siehe Abbildung 2-1).

Darüber hinaus befinden sich auf dem Betriebsgelände KKE die Betriebsgelände des Brennelemente-Zwischenlager Lingen (BZL) und des beantragten Technologie- und Logistikgebäudes Emsland (TLE).

Im Folgenden werden die wesentlichen atomrechtlich genehmigten Gebäude der Anlage KKE beschrieben. Dabei handelt es sich überwiegend um die innerhalb des Überwachungsbereiches angeordneten Bauwerke.

3.3.1 Reaktorgebäude

Abbildung 3-5 zeigt einen Schnitt durch das Reaktorgebäude einschließlich des kugelförmigen Reaktorsicherheitsbehälters (RSB).

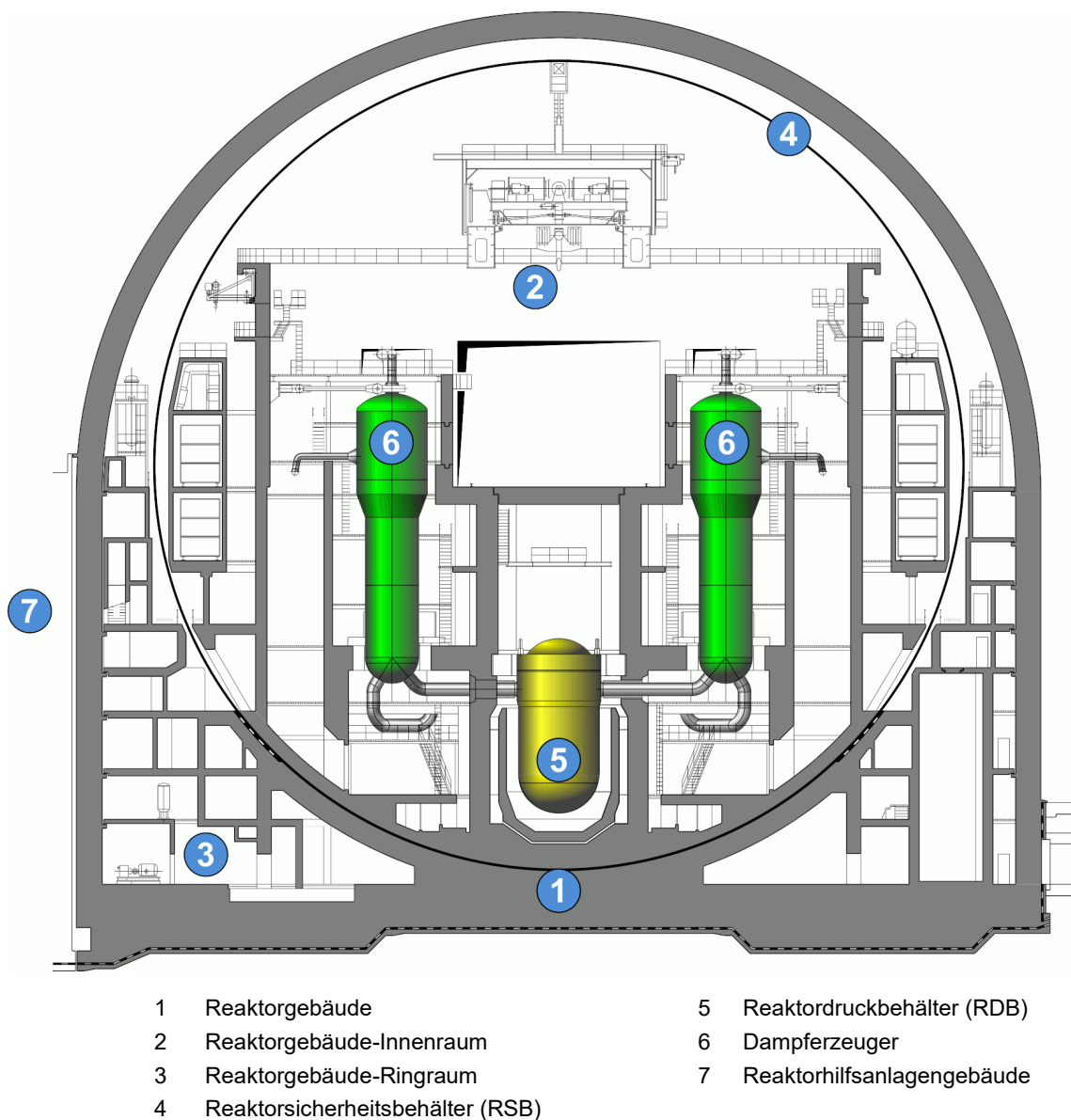


Abbildung 3-5: Schnitt Reaktorgebäude der Anlage KKE

Das Reaktorgebäude [1] ist als zylinderförmiges Bauwerk ausgeführt, das oberhalb durch eine halbkugelförmige Kuppel abgeschlossen wird. Es besteht aus dem Reaktorgebäude-Innenraum [2] und dem Reaktorgebäude-Ringraum [3]. Der Reaktorgebäude-Innenraum [2] wird durch den Reaktorsicherheitsbehälter (RSB) [4] umschlossen.

Der kugelförmige RSB [4] stellt die druckfeste und dichte Sicherheitsumschließung dar. Innerhalb des RSB befindet sich der Reaktordruckbehälter (RDB) [5], die Dampferzeuger [6] mit dem gesamten Reaktorkühl- und Druckhaltesystem, Teile der Frischdampf- und Speisewasser-Leitungen sowie Teile der nuklearen Hilfsanlagen.

Zur Aufnahme des RDB [5] befindet sich im unteren Teil des RSB [4] die Reaktorgrube mit dem Biologischen Schild. Der Biologische Schild mit einer Gesamt-Wandstärke von 1,95 m und die Abdeckriegel über der Reaktorgrube mit einer Dicke von 1,20 m schirmen den RDB [5] gegenüber allen anderen Komponenten ab. Der Biologische Schild umschließt den RDB konzentrisch. Zu den Einrichtungen zur Lagerung von Brennelementen und RDB-Einbauten gehören das Brennelementebecken (BE-Becken), das Lager für neue Brennelemente, der Reaktorraum, der Abstellraum und das Brennelement-Transportbehälterbecken.

Das BE-Becken dient der Lagerung bestrahlter Brennelemente in entsprechenden Lagergestellen mit Absorberschächten bis zur Beladung in Castor-Behälter. Im BE-Becken werden auch Sonderbrennstäbe, die sich in speziellen Köchern befinden, gelagert. Das BE-Becken ist mit dem Reaktorraum bzw. dem Abstellraum und dem BE-Transportbehälterbecken durch verschließbare Schüttschächte verbunden. Der Reaktorraum oberhalb des RDB ist nach unten zur Reaktorgrube wasserdicht abgeschlossen. Der Abstellraum bildet eine Erweiterung des Reaktorraumes. Das BE-Transportbehälterbecken befindet sich unmittelbar neben dem BE-Becken und dient der Aufnahme und zur Beladung von BE-Transportbehältern. Die vorgenannten Bereiche können von der im Reaktorgebäude-Innenraum angeordneten Brennelement-Lademaschine überfahren und bedient werden.

Der Zugang zum RSB [4] erfolgt über eine Personenschleuse. Außerdem gibt es noch zwei Not-schleusen sowie eine Materialschleuse. Darüber hinaus wird der RSB [4] mittels druckfester und gasdichter Rohr- und Kabeldurchführungen durchbrochen. Die Speisewasserleitungen und die Frischdampfleitungen werden ebenfalls durch die RSB-Wandung geführt.

Der Reaktorgebäude-Ringraum [3] ist der Teil des Reaktorgebäudes [1] außerhalb des RSB [4]. Der Zugang erfolgt aus dem Reaktorhilfsanlagegebäude [7] über zwei in unterschiedlichen Ebenen eingerichtete Schleusen (außerdem gibt es zwei Fluchttüren ins Freie). Vom Reaktorgebäude-Ringraum [3] zweigen vier kombinierte Rohr- und Kabelkanäle unterirdisch zum Notspeisegebäude sowie die Kabelbrücken zum Schaltanlagegebäude auf dem Kraftwerksgelände ab.

Im Reaktorgebäude-Ringraum [3] befinden sich insbesondere folgende Systeme:

- Not- und Nachkühlsystem
- nukleares Zwischenkühlsystem
- Beckenkühlsystem
- Zusatzboriersystem
- HD-Förderpumpen des Volumenregelsystems
- Ringraumabsaugung

Weiterhin befinden sich im Reaktorgebäude-Ringraum [3] die Kabelverteilung zu den einzelnen Redundanzbereichen des RSB [4] sowie Armaturenräume für Sicherheitsbehälterabschlussarmaturen.

3.3.2 Reaktorhilfsanlagegebäude

Das Reaktorhilfsanlagegebäude umschließt das Reaktorgebäude etwa über ein Drittel seines Umfanges und ermöglicht damit möglichst kurze Verbindungswege und -leitungen zwischen den Systemen und Funktionen beider Gebäude.

Der Personenzugang erfolgt vom Schaltanlagegebäude aus. Weitere Übergänge bestehen in den Reaktorgebäude-Ringraum. Zusätzlich besteht eine Einfahrmöglichkeit für LKW in das Reaktorhilfsanlagegebäude (LKW-Schleuse). Aus dem Reaktorhilfsanlagegebäude gibt es drei Fluchttüren ins Freie.

Im Reaktorhilfsanlagegebäude sind unter anderem Anlagenteile folgender Systeme untergebracht:

- Volumenregelsystem
- System zur Borsäure- und Deionateinspeisung
- System zur Kühlmittellagerung und Kühlmittelaufbereitung
- Nukleartechnisches Probeentnahmesystem
- Systeme zur Lagerung und Behandlung radioaktiver Abfälle/Abwässer
- DE-Abschlammmentsalzanlage
- Außenluftanlage, Fortluftanlage, System zur Unterdruckhaltung
- Anlagen- und Gebäudeentwässerungssysteme

Weiterhin befinden sich Räume für die Bearbeitung oder Behandlung von aktivierten oder kontaminierten Anlagenteilen sowie Mess-, Labor-, Lager- und Hygieneräume im Reaktorhilfsanlagegebäude.

3.3.3 Schaltanlagegebäude

Das Schaltanlagegebäude ist in vier gleich große, baulich getrennte Stromversorgungsscheiben eingeteilt, in denen u. a. die folgenden Einrichtungen redundanzweise untergebracht sind:

- Energieverteilungsanlagen des Notstromnetzes 1
- leittechnische Einrichtungen sicherheitstechnisch wichtiger Systeme
- Lüftungstechnische Anlagen

Außerdem sind Energieverteilungsanlagen der Eigenbedarfsversorgung, die Kraftwerkswarte und die Rechneranlage im Schaltanlagegebäude untergebracht. An der nordöstlichen Längsfront des Gebäudes sind die Niederspannungstransformatoren der Eigenbedarfsversorgung und des Notstromnetzes 1 angeordnet.

Der Zugang erfolgt über eine Gebäudebrücke aus einem vorgelagerten Büro- und Sozialgebäude. Von der gleichen Ebene führt eine Treppe ins Reaktorhilfsanlagegebäude.

Vom Schaltanlagegebäude aus verlaufen zwei Kabelbrücken in Richtung Reaktorgebäude. Weiterhin führt aus jeder Gebäudescheibe des Notstromerzeugergebäudes (Abschnitt 3.3.7) ein Rohr- und Kabelkanal zur entsprechenden Redundanz im Schaltanlagegebäude.

3.3.4 Maschinenhaus

Das Maschinenhaus enthält im Wesentlichen Anlagen des Wasser-Dampf-Kreislaufes (Sekundärkreis) mit Turbine und Generator. Im Haupttrakt des Maschinenhauses sind der Turbosatz und die Vorwärmer-Anlagen und im Nebentrakt sind die Speisewasseranlage mit Speisewasserbehälter und Speisewasserpumpen angeordnet. Der Turbinenflur selbst ist im Haupttrakt weitgehend frei von weiteren Komponenten und Rohrleitungen. Im Maschinenhaus sind keine aktivitätsführenden Systeme installiert.

3.3.5 Fortluftkamin

Neben dem Reaktorhilfsanlagegebäude steht der 160 m hohe Fortluftkamin. Die Fortluftkanäle werden von den Lüftungsanlagen im Reaktorhilfsanlagegebäude in den Fortluftkamin geführt. Der Fortluftkamin dient der kontrollierten und bilanzierten Ableitung der Fortluft aus dem Kontrollbereich. Der zur Fortluftführung dienende Bereich des Fortluftkamins gehört zum Kontrollbereich.

3.3.6 Notspeisegebäude

Im Notspeisegebäude sind das redundante Notspeisesystem mit eigenen Notstromerzeugeraggregaten (Notstromnetz 2), der gesicherte Bereich des Reaktorschutzsystems und die Notsteuerstelle untergebracht. Das Gebäude sowie die enthaltenen Systeme sind zur Beherrschung von Störfällen (siehe Abschnitt 9) erforderlich.

Das Notspeisegebäude ist in vier räumlich getrennte Scheiben unterteilt. In jeder dieser Gebäudescheiben befinden sich im Wesentlichen:

- ein Notspeisestrang mit den zugehörigen Pumpen, Dieselaggregaten, Deionatbecken und Dieselkraftstoffbehälter
- die Umluftanlagen
- Batterieräume
- elektro- und leittechnische Anlagen

Aus jeder Gebäudescheibe verläuft ein begehbare Rohr- und Kabelkanal unterirdisch zum Reaktorgebäude-Ringraum. Der Durchgang zum Reaktorgebäude-Ringraum ist mit einer Tür verschlossen.

3.3.7 Notstromerzeugergebäude

Das Notstromerzeugergebäude mit Kaltwasserzentrale ist als einzelstehendes Gebäude dem Schaltanlagegebäude vorgelagert. Es ist entsprechend der Redundanztrennung in vier Gebäudescheiben unterteilt.

Im Notstromerzeugergebäude mit Kaltwasserzentrale sind u. a. folgende Anlagen untergebracht:

- Notstromerzeugeranlagen (Notstromnetz 1)
- Kaltwasserversorgungsanlagen
- gesicherter Zwischenkühlkreis
- Lüftungstechnische Anlagen

3.3.8 Kühlwasserbauwerke

Zellenkühlturmbauwerke

Die vier Zellenkühlturmbauwerke sind in zwei räumlich getrennten Baugruppen auf der Nord-West- bzw. Süd-Ost-Seite des Reaktorgebäudes angeordnet und beinhalten u. a. die gesicherten Nebenkühlwasserpumpen.

Nebenkühlwasserbauwerke

Die Nebenkühlwasserbauwerke dienen der Versorgung der Anlage mit Nebenkühlwasser, Zusatzwasser und ggf. Feuerlöschwasser. Sie sind an Ems/Dortmund-Ems-Kanal im gegenseitigen Abstand von ca. 900 m angeordnet.

Kühlturmbauwerke

Die Kühlturmanlage, bestehend aus dem 152 m hohen Kühlturmbauwerk (Kühlturm) sowie die anschließenden Hilfsbauwerke haben keine sicherheitstechnische Bedeutung. An die Kühlturmanlage

waren Anforderungen aus immissionsschutztechnischer Sicht zu stellen, wobei zunächst die immissionsschutzrechtliche Genehmigung in die atomrechtliche Genehmigung eingeschlossen wurde. Mit Bescheid vom 26.08.1987 wurde von der Bezirksregierung Weser-Ems eine separate Genehmigung nach BImSchG /G2/ zur Errichtung und zum Betrieb des Kühlturms erteilt, so dass er nicht mehr zu den atomrechtlich genehmigten Anlagenteilen zählt.

3.3.9 Weitere Gebäude am Standort

Unmittelbar an der Ems befindet sich das Wiedereinleitungsbauwerk.

Auf dem Betriebsgelände des KKE befinden sich u.a. noch das Pfortner- und Feuerwehrgebäude sowie Werkstatt- und Lagergebäude, Büro-, Verwaltungs- und Sozialgebäude.

3.4 Radiologischer Anlagenzustand

3.4.1 Radiologische Charakterisierung

Der dargestellte radiologische Anlagenzustand basiert auf dem aktuellen Stand der radiologischen Charakterisierung und auf Berechnungen mit Bezugszeitpunkt 31.12.2022. Unter der radiologischen Charakterisierung wird die Feststellung des Zustands der Anlage KKE insgesamt oder von Anlagenteilen hinsichtlich Dosisleistung, Kontamination, Aktivierung und Nuklidvektor verstanden. Sie umfasst und dokumentiert alle relevanten Daten auf Grundlage durchgeführter Messungen zur Überwachung sowie auf Berechnungen und Abschätzungen während des Leistungsbetriebs.

Der Nuklidvektor der Anlage wird durch nuklidspezifische Messungen überwacht. Alphastrahler und sonstige schwer messbare Nuklide besitzen nur eine untergeordnete radiologische Relevanz innerhalb des Nuklidvektors. Nach dem Ende des Leistungsbetriebs werden stilllegungsbegleitend weitere Daten erhoben. Diese dienen der Planung konkreter Maßnahmen beispielsweise zum Schutz vor äußerer und innerer Exposition, der Auswahl optimierter Abbau-, Zerlege- und Dekontaminationsverfahren, der Validierung berechneter Aktivitäten radioaktiver Abfälle sowie der Festlegung von Nuklidvektoren und Messparametern für die notwendigen Messungen zum Nachweis der Unterschreitung der Freigabewerte gemäß StrlSchV /G12/. Die radiologische Charakterisierung ist vom Fortschritt der Stilllegung und des Abbaus sowie dem damit zusammenhängenden Anlagenzustand abhängig und wird deshalb im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren kontinuierlich nachgeführt.

3.4.2 Dosisleistung in den Räumen des Kontrollbereichs

Zur Überprüfung und Bewertung des aktuellen Dosisleistungsniveaus wurden die routinemäßigen Messungen in der Anlage KKE herangezogen. Die Räume des Kontrollbereichs wurden dabei unter Verwendung der DIN 25 440 /R11/ nach der Ortsdosisleistung (ODL) klassifiziert. In ca. 88 % der

Räume des Kontrollbereiches ist die maximale Ortsdosisleistung kleiner als $10 \mu\text{Sv/h}$. In lediglich ca. 5 % der Räume ist die Dosisleistung größer als 3 mSv/h , sodass diese Sperrbereich sind. Die Überprüfung und Bewertung des aktuellen Dosisleistungsniveaus wird auch während Stilllegung und Abbau weitergeführt.

3.4.3 Kontamination

Kontaminationen werden über Direktmessung, Wischttests, gammaspektrometrischer In-situ-Messungen oder durch die Entnahme und anschließende Messung von Materialproben bestimmt. Hieraus werden Informationen über die Höhe, ggf. nuklidspezifische Zusammensetzung, räumliche Verteilung der Kontamination bei Oberflächen in Räumen (einschließlich den äußeren Oberflächen von Systemen) und bei inneren Oberflächen von Systemen ermittelt.

Nachfolgend wird die Höhe der Kontamination der Räume und der Systeme dargestellt.

3.4.3.1 Kontamination der Räume des Kontrollbereichs

Das Aktivitätsinventar infolge Oberflächenkontamination in den Räumen des Kontrollbereichs beträgt ca. $3,22 \text{ E}+09 \text{ Bq}$ durch nicht festhaftende Kontamination. Der Beitrag der nicht festhaftenden Kontamination an der Gesamtkontamination ist gering, wie Messungen der Ortsdosisleistung belegen. Eine weitergehende Betrachtung bzgl. der festhaftenden Kontamination, z. B. durch ggf. in die Gebäudestrukturen des Kontrollbereiches eingedrungene Kontamination, erfolgt nach Ende des Leistungsbetriebs im Rahmen der vorlaufend zum Abbau erfolgenden radiologischen Charakterisierung der Anlage KKE.

3.4.3.2 Kontamination der Systeme (innere Oberflächen)

Für die radiologisch relevanten Systeme wurde jeweils eine mittlere Innenkontamination abgeschätzt. Dazu wurden Messungen im Rahmen der Arbeitsplatzüberwachung und während der Revisionen herangezogen.

Die Aktivität infolge von Kontamination haftet in einer Oxidschicht mit einer Dicke von ca. $2 - 4 \mu\text{m}$ (je nach Temperatur und Druckverhältnissen) an den inneren Oberflächen der Systeme und Komponenten an und liegt im Mittel in einem Bereich von ca. $20 - 80 \text{ Bq/cm}^2$. Lokal können auch deutlich höhere Werte ($1 - 2$ Größenordnungen) vorliegen. Eine weitergehende Betrachtung bzgl. der Systeminnenkontamination erfolgt nach Beendigung des Leistungsbetriebs im Rahmen der vorlaufend zum Abbau erfolgenden radiologischen Charakterisierung der Anlage KKE. Zur Reduktion der Kontamination ist als vorbereitende Arbeit zum Abbau vorgesehen, eine chemische Dekontamination des Primärkreises und angrenzender Systeme durchzuführen.

3.4.4 Aktivierung der Anlagenteile

Während des Leistungsbetriebes wurden Anlagenteile durch Neutronenstrahlung aktiviert. Dies sind im Wesentlichen der Reaktordruckbehälter (RDB), die RDB-Einbauten sowie der Biologische Schild. In geringem Maße können auch angrenzende Bereiche außerhalb des Biologischen Schildes geringfügig aktiviert sein.

In Tabelle 3-1 sind die berechneten Aktivitätsinventare zu den Anlagenteilen aufgeführt.

Tabelle 3-1: Aktivitätsinventar der aktivierten Anlagenteile, Referenz 31.12.2022

Anlagenteil	Gesamtaktivität ca. [Bq]
Reaktordruckbehälter (RDB)	6,00 E+13
RDB-Einbauten	1,95 E+17
Biologischer Schild (Innenschild und Tragschild)	1,64 E+13
Bereiche außerhalb des Biologischen Schildes	8,43 E+11
RDB-Isolierung	1,71 E+12
Reaktorraum mit allen Strukturen	1,01 E+10
Summe	1,95 E+17

3.4.5 Brennelemente und Sonderbrennstäbe

Nach Einstellung des Leistungsbetriebs werden die Brennelemente aus dem Reaktor ausgeladen und im BE-Becken gelagert. In der Anlage KKE werden sich zum Referenzzeitpunkt 31.12.2022 (Ende des Leistungsbetriebs) 718 Brennelemente befinden. Die mittlere Aktivität je Brennelement wird mit ca. 1,19 E+18 Bq abgeschätzt. Somit ergibt sich für die 718 Brennelemente ein Gesamtaktivitätsinventar von ca. 8,54 E+20 Bq. Zusätzlich befinden sich derzeit noch 17 Sonderbrennstäbe in der Anlage KKE, die mit einer Gesamtaktivität von ca. 2,69 E+14 Bq abgeschätzt werden.

Die im BE-Becken lagernden Brennelemente und Sonderbrennstäbe werden so früh wie möglich aus dem Reaktorgebäude entfernt. Sie werden in Transport- und Lagerbehältern (CASTOR®-Behältern) in das vorhandene Standortzwischenlager BZL gebracht.

3.4.6 Kernbauteile und Coreschrotte

In der Anlage KKE befinden sich derzeit noch betrieblich verwendete aktivierte Kernbauteile (z. B. Instrumentierungslanzen) sowie ausgediente aktivierte Kernbauteile (Coreschrotte). Die als Coreschrotte bezeichneten Bauteile wurden zum Teil bereits während des Leistungsbetriebs aus dem

Kern entnommen und im BE-Becken abgestellt oder werden nach Beendigung des Leistungsbetriebes entnommen. Das Gesamtaktivitätsinventar dieser Anlagenteile wurde für den Referenzzeitpunkt 31.12.2022 berechnet und beträgt ca. 9,02 E+16 Bq.

3.4.7 Radioaktive Betriebsabfälle

Radioaktive Betriebsabfälle sind Abfälle, die während des Leistungsbetriebs der Anlage KKE angefallen sind und auch in den kommenden Jahren weiter anfallen werden. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um:

- Flüssige Abfälle aus der Wasser- oder Abwasserbehandlung, z. B. Ionentauscherharze oder Verdampferkonzentrate
- Während des Leistungsbetriebes z. B. im Rahmen von Änderungs- oder Instandhaltungsmaßnahmen ausgebaute Anlagenteile
- Mischabfälle, z. B. brennbare oder pressbare Abfälle

Die Betriebsabfälle befinden sich entweder noch in der Anlage KKE oder in externen Einrichtungen.

Zum Referenzzeitpunkt 31.12.2022 wurde das Gesamtaktivitätsinventar der radioaktiven Betriebsabfälle mit ca. 2,00 E+13 Bq abgeschätzt.

4 Restbetrieb der Anlage KKE

Der Restbetrieb umfasst den Betrieb aller noch erforderlichen Systeme und Einrichtungen sowie alle unterstützenden Tätigkeiten, die zur Einhaltung der Schutzziele sowie zum Abbau des KKE erforderlich sind.

Die Restbetriebssysteme sind aus dem bisherigen Betrieb bereits vorhanden und können zunächst unverändert weiter betrieben werden. Als Folge, der im Vergleich zum Leistungsbetrieb überwiegend geringeren Anforderungen an die vorhandenen Systeme, sind diese für den Restbetrieb grundsätzlich geeignet, jedoch häufig überdimensioniert. Sie werden den sich verändernden betrieblichen Erfordernissen und dem Abbaufortschritt angepasst. Gegebenenfalls werden speziell an die Anforderungen des Restbetriebs angepasste Systeme (z. B. Lüftung, Abwasseranlage, Deionatbereitstellung) neu installiert, wenn dies aus technischen oder radiologischen Gesichtspunkten sinnvoll ist. Die Auswirkungen derartiger Anpassungen werden im Vorfeld betrachtet. Dabei werden die notwendigen Funktionen zur Einhaltung der Schutzziele (siehe Abschnitt 1.3.3) für den sicheren Restbetrieb sowie den Abbau der Anlage gewährleistet.

Der Restbetrieb wird im Betriebshandbuch (BHB) geregelt. Es umfasst die für den Restbetrieb erforderlichen Ordnungen und Anweisungen und wird entsprechend den jeweiligen Anforderungen des Restbetriebs des KKE aktualisiert (siehe Abschnitt 6.2.1).

Es werden 2 Anlagenzustände (siehe Abschnitt 1.3.3) unterschieden:

Anlagenzustand 1: Kernbrennstoff in der Anlage vorhanden

Anlagenzustand 2: Kein Kernbrennstoff in der Anlage vorhanden

Entsprechend dem Anlagenzustand und dem jeweiligen Abbaufortschritt sind im Restbetrieb z. T. sicherheitstechnische Anforderungen und betriebliche Aufgaben zu erfüllen. Hierzu erfolgt eine differenzierte sicherheitstechnische Einstufung der noch betriebenen Restbetriebssysteme oder von Ersatzsystemen, die die erforderlichen Funktionen übernehmen sollen. Restbetriebssysteme, die dauerhaft nicht mehr benötigt werden, werden freigeschaltet, endgültig außer Betrieb genommen (stillgesetzt) und abgebaut.

Neben den Einrichtungen zur strahlenschutztechnischen Überwachung (siehe Abschnitt 7.2) werden im Restbetrieb weiterhin folgende Systeme und Einrichtungen einschließlich ihrer Hilfs- und Versorgungssysteme benötigt:

- Systeme zur Kühlung des Kernbrennstoffs (nur im Anlagenzustand 1)
- Lüftungsanlagen im Kontrollbereich
- Energieversorgungssysteme
- Entwässerungs- und Entlüftungssysteme

- Systeme zur Behandlung und Lagerung radioaktiver Abwässer und Abfälle
- Leit- und nachrichtentechnische Einrichtungen
- Brandschutzsysteme
- Hebezeuge/Transporteinrichtungen/BE-Lademaschine
- Leckkontrollenrichtungen
- sonstige Restbetriebssysteme
- Bauwerke für den Aktivitätseinschluss und für den Schutz sicherheitstechnisch wichtiger Anlagenteile

Im Folgenden werden die für den Restbetrieb erforderlichen Systeme und Einrichtungen sowie deren geplante Anpassungen an den Abbaufortschritt entsprechend der sicherheitstechnischen Anforderungen und betrieblichen Aufgaben übergeordnet beschrieben.

4.1 Systeme zur Kühlung des Kernbrennstoffs

Für die Kühlung des Kernbrennstoffs im BE-Becken sind im Wesentlichen folgende Systeme erforderlich:

- Beckenkühlsystem
- Nukleares Zwischenkühlsystem
- Nebenkühlwassersystem für gesicherte Anlagen

Die Wärmeabfuhrsysteme mit hoher sicherheitstechnischer Relevanz bilden die sogenannte Nachkühlkette für die aktive Kühlung des Kernbrennstoffs im BE-Becken. Sie übernehmen jedoch wie auch schon im Leistungsbetrieb zusätzlich betriebliche Aufgaben, die nicht Bestandteil der Nachkühlkette sind. So ist z. B. das Beckenkühlsystem mit dem betrieblichen Beckenreinigungssystem verknüpft.

Die Aufgaben dieser Systeme sind im Wesentlichen:

- Entfernung von Spalt- und Aktivierungsprodukten aus dem Kühlmittel im BE Becken zur Reduzierung der Dosisleistung vor Ort
- Entfernung von Verunreinigungen im Kühlmittel des BE-Beckens, um die Beobachtbarkeit bei Handhabungsvorgängen zu gewährleisten
- Abführen anfallender Wärme aus betrieblichen Kühlstellen (im Wesentlichen Raumluftkühler, Kondensatkühler und Ölkühler für noch benötigte Aggregate)
- Umpumpen und Filtern von Kühlmittel
- Abfuhr der Nachzerfallswärme der im BE-Becken gelagerten Kernbrennstoffe über die Nachkühlkette
- Kühlung sicherheitstechnisch relevanter Komponenten (z. B. der Notstromdiesel)

Die Nachkühlkette überträgt die Nachzerfallswärme des Kernbrennstoffs über die hintereinander geschalteten Kühlkreisläufe des Beckenkühlkreislaufs, des nuklearen Zwischenkühlsystems und des Nebenkühlwassersystems für gesicherte Anlagen an die Umgebung. Die jeweiligen Kühlkreisläufe sind über Wärmetauscher getrennt. Über das Nebenkühlwassersystem für gesicherte Anlagen und das gesicherte Zwischenkühlwassersystem werden die Notstromdiesel gekühlt.

Weitere betriebliche Kühlstellen werden über das Betriebskomponentenkühlsystem ebenfalls durch das Nebenkühlwassersystem für gesicherte Anlagen gekühlt.

Die Anforderungen an die Systeme entfallen zum Teil zu dem Zeitpunkt, ab dem keine aktive Kühlung des BE-Beckens mehr erforderlich ist. Eine aktive Kühlung des BE-Beckens ist gemäß Reaktorsicherheitskommission (RSK) nicht mehr erforderlich, wenn bei einem Ausfall der aktiven Kühlsysteme eine Überschreitung der BE-Beckentemperatur von 60 C durch passive Kühlung (d. h. durch Verdunstung, Konvektion, Wärmeleitung in bzw. durch die umgebenden Strukturen) verhindert wird /R21/. Nach Entfall der Anforderungen werden die jeweiligen Systeme vollständig oder in Teilen stillgesetzt und zu gegebener Zeit abgebaut.

4.2 Lüftungsanlagen im Kontrollbereich

Die Lüftungsanlagen im Kontrollbereich erfüllen während des Restbetriebs folgende Aufgaben und Anforderungen:

- eine gerichtete Luftströmung in den Kontrollbereich sicherzustellen
- die Aktivitätsrückhaltung durch gebäudetechnischen Lüftungsabschluss bei Bedarf sicherzustellen
- die geforderten Arbeitsplatzbedingungen für Personal und Umgebungsbedingungen für Einrichtungen einzuhalten
- die Verlustwärme der im Betrieb befindlichen Systeme abzuführen
- die Fortluft gefiltert über den Fortluftkamin abzuleiten
- die Überwachung und Bilanzierung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe zu gewährleisten

Die Lüftungsanlagen im Kontrollbereich bestehen im Wesentlichen aus:

- Außenluft- und Zuluftanlage
- Fortluft- und Unterdruckhalteanlagen
- Aktivitätsmessungen

Die Außenluftanlage saugt über Filter die Umgebungsluft an. Die gefilterte Außenluft wird je nach Bedarf über Kühl- und Heizregister und anschließend über die Zuluftanlagen in den Kontrollbereich geführt.

Die Ventilatoren der Fortluft- und Unterdruckhalteanlagen saugen die Raumluft aus den unterschiedlichen Bereichen des Kontrollbereichs der Anlage an und geben sie über den Fortluftkamin an die Atmosphäre ab. Diese Anlagen sind mit Filterstrecken ausgestattet, die auf die Anforderungen aus dem Leistungsbetrieb ausgelegt sind. Diese Auslegung deckt auch die Anforderungen des Restbetriebes ab.

Die genannten Lüftungsanlagen werden so geregelt, dass im Kontrollbereich ein Unterdruck gegenüber der umgebenden Atmosphäre herrscht und daher immer eine gerichtete Strömung in den Kontrollbereich besteht. Damit werden unkontrollierte Aktivitätsfreisetzungen ausgeschlossen.

Bei einem Ausfall der Lüftungsanlage im Kontrollbereich wird der Lüftungsabschluss für den Kontrollbereich hergestellt. Die Arbeiten, insbesondere Abbaumaßnahmen, die zu einem Austrag von radioaktiven Aerosolen in die Raumluft führen könnten, werden dann so lange eingestellt, bis eine gerichtete Luftströmung in den Kontrollbereich wieder hergestellt ist, eine repräsentative Fortluftüberwachung wieder sichergestellt ist und die radiologischen Parameter der Anlage überprüft sind.

Die Aktivitätsmessstellen (siehe Abschnitt 7.2.5) messen und bilanzieren Aktivitäten aus verschiedenen Teilluftsträngen und aus der Gesamtfortluft.

Die vorhandenen Lüftungsanlagen werden ggf. im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue, bedarfsgerechte Systeme (z. B. mobile Lüftungen) ersetzt.

4.3 Energieversorgungssysteme

Die Energieversorgungssysteme versorgen alle weiterhin benötigten Verbraucher mit elektrischer Energie. Hierfür sind sowohl Netzanschlüsse als auch Notstromanlagen vorhanden.

Das KKE besitzt aus dem Leistungsbetrieb heraus folgende drei Netzanschlüsse, die weitgehend unabhängig voneinander ausgeführt sind:

- Hauptnetzanschluss
- Reservenetzanschluss
- 3. Netzeinspeisung

Bis zur Brennelementfreiheit bleiben mindestens zwei getrennte Netzanbindungen verfügbar. Aufgrund des geringeren Leistungsbedarfes gegenüber dem Leistungsbetrieb werden geeignete Anpassungen (z.B. durch Transformatoren kleinerer Leistung) in den Netzanbindungen durchgeführt, jedoch soweit sinnvoll auf die vorhandenen Einrichtungen zurückgegriffen.

Ist die betriebliche Versorgung über die verbleibenden Netzanbindungen nicht verfügbar, werden die sicherheitstechnisch wichtigen Verbraucher über die Notstromanlagen mit Energie versorgt.

Die Notstromanlagen sind unterteilt in das Notstromsystem 1 und das Notstromsystem 2. Sie bestehen aus den redundanten Dieselaggregaten sowie den nachgeschalteten Einrichtungen der batteriegestützten Gleichstromanlagen und der gesicherten Drehstromversorgung. Diese Einrichtungen bleiben unter Beachtung der bei Stilllegung und Abbau der Anlage zu berücksichtigenden Anforderungen im erforderlichen Umfang erhalten.

Das Notstromsystem 1 besteht aus redundanzweise zugeordneten Dieselaggregaten mit einer Dauerleistung von je 5.000 kW. Die Dieselaggregate und der zugehörige Kraftstoffvorrat sind im Notstromerzeugergebäude untergebracht.

Das Notstromsystem 2 besteht aus redundanzweise zugeordneten Dieselaggregaten mit einer Dauerleistung von je 950 kW. Diese Dieselaggregate und der zugehörige Kraftstoffvorrat sind im Notspeisegebäude untergebracht. Zusätzlich ist ein externer Dieseldieselkraftstoff-Vorratsbehälter vorhanden.

Diejenigen Komponenten, die eine unterbrechungslose Stromversorgung benötigen, werden weiterhin über eine batteriegestützte Gleichstromanlage versorgt.

Entfallen mit dem Abbaufortschritt elektrische Verbraucher, wird der elektrische Anschluss der Komponente in der zugehörigen Schaltanlage stillgesetzt. Energieversorgungssysteme werden im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue, bedarfsgerechte Systeme (z. B. mobile Kraftstromversorgung) ersetzt.

4.4 Entwässerungs- und Entlüftungssysteme

Die Entwässerungs- und Entlüftungssysteme bestehen im Wesentlichen aus:

- Nukleare Gebäudeentwässerung für den Kontrollbereich
- Anlagenentwässerung und –entlüftung

4.4.1 Nukleare Gebäudeentwässerung für den Kontrollbereich

Die nukleare Gebäudeentwässerung hat die Aufgabe, alle im Kontrollbereich des Reaktorgebäude-Innenraumes, des Reaktorgebäude-Ringraumes und des Reaktorhilfsanlagengebäudes anfallenden Abwässer über Bodenabläufe in Sümpfen zu sammeln und der Lagerung radioaktiver Abwässer zuzuführen. Diese Wässer setzen sich z. B. zusammen aus:

- Wasser, das bei Prüfvorgängen anfällt
- Dekont- und Reinigungswässer
- Leckagen
- Überläufen bei Füllvorgängen

Räume, in denen sich die Behälter zur Lagerung radioaktiver Abwässer befinden, sind als dichte Wannen ausgebildet. Jede Wanne ist so dimensioniert, dass sie mindestens eine Behälterfüllung aufnehmen kann.

Wenn in Räumen keine wasserführenden Systeme mehr vorhanden sind, werden die jeweiligen Stränge der nuklearen Gebäudeentwässerung stillgesetzt, die Einläufe verschlossen und das System zu gegebener Zeit abgebaut.

4.4.2 Anlagenentwässerung und -entlüftung

Die Aufgaben der Anlagenentwässerungs- und -entlüftungssysteme sind im Wesentlichen:

- die Reparatur- und Außerbetriebnahmeentwässerung von Komponenten und Rohrleitungen in aktivitätsführenden Systemen
- Be- und Entlüftung an aktivitätsführenden Komponenten beim Absenken und Anheben des Kühlmittelniveaus
- Trennung von gasförmigen und flüssigen Medien aus den o. g. Vorgängen

Die anfallenden Medien können an die Kühlmittellagerung bzw. an die Lüftungstechnischen Anlagen im Kontrollbereich abgegeben werden.

Nach Entfall der angeschlossenen Komponenten und Rohrleitungen werden die jeweiligen Stränge der Anlagenentwässerungs- und -entlüftung stillgesetzt, die Einläufe verschlossen und das System zu gegebener Zeit abgebaut.

4.5 Systeme zur Behandlung und Lagerung radioaktiver Abwässer und Abfälle

Zu den wesentlichen Einrichtungen der Behandlung und Lagerung radioaktiver Abwässer gehören:

- Abwassersammelbehälter
- Verdampferanlage
- Konzentratbehälter
- Kontrollbehälter

Diese Einrichtungen haben während des Restbetriebs im Wesentlichen folgende Aufgaben:

- Sammeln und Aufbereiten von im Kontrollbereich der Anlage anfallenden radioaktiven Abwässern
- Behandeln der gesammelten und kontaminierten Abwässer
- Analyse und Bestimmung der Aktivität der Abwässer
- Überwachung und kontrollierte Ableitung von Abwässern
- Sammeln der anfallenden Konzentrate und Bereitstellung zur externen Entsorgung

Radioaktive Abwässer werden in den Abwassersammelbehältern gesammelt. Die Behandlung radioaktiver Abwässer kann z. B. eine Aufbereitung durch Verdampfung sein. Das Verdampferkonzentrat wird in die Konzentratbehälter abgelassen. Die aufbereiteten Abwässer werden an die Kontrollbehälter übergeben. Nach Kontrollmessungen erfolgt, unter Einhaltung der in der Wasserrechtlichen Erlaubnis festgelegten Parameter, die überwachte, kontrollierte und dokumentierte Ableitung an die Ems.

Die während der Stilllegung und des Abbaus anfallenden radioaktiven Abfälle werden in vorhandenen oder neu zu errichtenden Behandlungseinrichtungen fachgerecht konditioniert und dem vorgesehenen Entsorgungsweg zugeführt.

Im Verlauf des Abbaus werden die vorhandenen Systeme angepasst und/oder durch neue, bedarfsgerechte Systeme ersetzt.

4.6 Leit- und nachrichtentechnische Einrichtungen

Die leittechnischen Einrichtungen dienen der Bedienung und Überwachung der Restbetriebssysteme und einzelner Komponenten und Raumbereiche der Anlage. Das Reaktorschutzsystem und die Begrenzung zur automatischen Ansteuerung von Sicherheitseinrichtungen werden nicht mehr benötigt. Ausgenommen davon sind die Notstromsignale, die in Abhängigkeit von den sicherheitstechnischen Anforderungen erst zu einem späteren Zeitpunkt entfallen können.

Die Störungsmeldeanlage steht für die optische und akustische Signalisierung von Störungen in der Warte, der Notsteuerstelle und an örtlichen Leitständen zur Verfügung. Die Störungsmeldeanlage umfasst alle Einrichtungen zur Verarbeitung, Anzeige und Aufzeichnung von Störungssignalen. Sie besteht aus der Rechnermeldeanlage und der redundanten konventionellen Meldeanlage.

Zusätzliche Informationseinrichtungen für die Brandmeldeanlage, Raumüberwachung sowie beispielsweise für die Überwachung von einzelnen Einrichtungen sind ebenfalls dem Wartebereich zugeordnet. Ferner sind in der Warte und der Notsteuerstelle die erforderlichen Bedienungseinrichtungen für Kommunikationsmittel angeordnet. Außerdem befinden sich im Wartebereich Einrichtungen der radiologischen Instrumentierung und Überwachung.

Von weiteren Nebenleitständen/Bedienständen aus erfolgt die lokale Steuerung und Überwachung von Hilfsanlagen, wie z. B. der Abwasseraufbereitung.

Nach Entfall der Anforderungen werden die jeweiligen leittechnischen Einrichtungen stillgesetzt und zu gegebener Zeit abgebaut. Vorhandene leittechnische Einrichtungen werden im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue, bedarfsgerechte Systeme (z. B. durch geeignete konventionelle Leit- und Bediensysteme) ersetzt. Dies schließt auch den vollständigen Verzicht auf die derzeit betriebene Warte mit ein.

4.7 Brandschutzsysteme

Weite Teile der Anlage und alle Bereiche mit erhöhten Brandlasten sind mit Brandmeldern überwacht. Zusätzlich befinden sich an exponierten Stellen Druckknopfmelder zur Brandalarmierung.

Alle Gebäude sind mit tragbaren Feuerlöschern ausgerüstet. In den Gebäuden sind in den Treppenträumen bzw. in deren Nähe Steigleitungen mit Wandhydranten auf allen Hauptebenen installiert.

Das Feuerlöschsystem besteht aus den Feuerlöschwasserpumpen, dem Ringleitungssystem mit Überflurhydranten, den Steigleitungen in den Gebäuden, den Wandhydranten und den Anschlüssen für die Ventilstationen der Sprühwasserlöschanlagen und der Sprinkleranlagen. Verschiedene elektrische Betriebsräume sind mit CO₂-Löschanlagen ausgestattet.

Basierend auf den vorhandenen baulichen, anlagentechnischen, betrieblichen und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen aus dem Leistungsbetrieb erfolgt, unter Berücksichtigung der für die jeweilige Phase der Stilllegung und des Abbaus der Anlage zutreffenden Anforderungen aus dem kerntechnischen und dem konventionellen Regelwerk, die Anpassung der Brandschutzmaßnahmen im Zuge der Stilllegung und des Abbaus der Anlage KKE.

Nach Entfall der Anforderungen werden die jeweiligen Brandschutzsysteme stillgesetzt und zu gegebener Zeit abgebaut. Für die Stilllegung und den Abbau neu einzubringende Werkzeuge und Hilfsmittel werden in Bezug auf ihre Brandgefahr hin betrachtet und die erforderlichen Schutzmaßnahmen festgelegt. Die insgesamt vorgesehenen Maßnahmen zur Minimierung der Zündquellen und Brandlasten werden, nach deren brandschutztechnischer Bewertung, eine sukzessive Anpassung von Brandschutzmaßnahmen ermöglichen. Vorhandene Brandschutzsysteme werden im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue, bedarfsgerechte Systeme ersetzt. Brandabschnitte werden im Zuge des Restbetriebs und des Abbaus zusammengefasst.

4.8 Hebezeuge, Transporteinrichtungen und BE-Lademaschine

Die vorhandenen Hebezeuge und Transporteinrichtungen werden zum Heben und Transportieren von Lasten eingesetzt. Diese sind geeignet, die während des Restbetriebs anstehenden Transport- und Hebevorgänge durchzuführen und können zunächst unverändert weiter betrieben werden.

Die BE-Lademaschine wird unverändert zur Handhabung der Brennelemente genutzt.

Vorhandene Hebezeuge, Transporteinrichtungen und BE-Lademaschine werden im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue oder auch zusätzliche, bedarfsgerechte Einrichtungen ersetzt. Dabei werden die Anforderungen der einschlägigen KTA-Regeln berücksichtigt.

4.9 Leckkontrollleinrichtungen

Das BE-Becken, der Abstellraum und der Reaktorraum sind mit korrosionsbeständigem Stahl ausgekleidet. Eine mögliche Beschädigung wird durch ein installiertes Leckageüberwachungssystem festgestellt. Hierbei wird durch konstruktive Einrichtungen und Überwachungsmaßnahmen ein relevanter Kühlmittelverlust ausgeschlossen. Das System wird solange weiterbetrieben, wie eine Wasserüberdeckung von Brennelementen, Sonderbrennstäben und aktivierten Bauteilen zur Abschirmung erforderlich ist.

4.10 Sonstige Restbetriebssysteme

Für den Restbetrieb des KKE müssen unterschiedliche sonstige Restbetriebssysteme zunächst weiterbetrieben werden. Die im Wesentlichen zunächst weiterbetriebenen Systeme mit ihren jeweiligen Aufgaben sind:

- Hilfsdampfsystem zur Versorgung der betrieblichen Wärmeverbraucher (im Wesentlichen Verdampfer und Heizungsanlagen)
- Hilfskesselanlage zur Erzeugung von Dampf für das Hilfsdampfsystem
- Vollentsalzungsanlage zur Herstellung von Deionat
- Deionatsystem zur Lagerung und Verteilung von Deionat in der Anlage
- Druckluftsystem zur Bereitstellung von Druckluft in der Anlage (z. B. für druckluftbetriebene Arbeitsgeräte)
- Zentrale Gasversorgung zur Bereitstellung benötigter Gase (Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Argon-Kohlendioxid)
- Kühlmittelreinigung, -aufbereitung und -lagerung zur Reinigung, Lagerung und Bereitstellung von Pufferkapazität für Kühlmittel
- Probenahmesystem zur Entnahme von Proben aus verschiedenen Betriebssystemen
- Volumenregelsystem zur Verbindung des Primärkreises und der anschließenden Systeme mit den verfahrenstechnischen Hilfs- und Nebenanlagen
- Klima- und Lüftungsanlagen zur Lüftung bzw. Klimatisierung von Anlagenbereichen im Überwachungsbereich
- Nebenkühlwasserreinigungsanlage zum Entnehmen und Reinigen von Emswasser für das nukleare und konventionelle Nebenkühlwassersystem
- konventionelles Nebenkühlwassersystem und konventionelles Zwischenkühlsystem zur Kühlung von Kühlstellen (z. B. Kältemaschinen, Hilfskessel)
- Kühlerreinigungsanlage zur Reinigung der mit Flusswasser beaufschlagten Kühlerrohre,
- Trafo-Kühlsystem zur Kühlung der Maschinentrafos
- Raumüberwachung zur Überwachung einzelner Räume und Bauteilabschnitte auf Aktivität und weitere Einrichtungen zur strahlenschutztechnischen Überwachung

- Sicherheits- und Arbeitsplatzbeleuchtung

Weiterhin benötigte Restbetriebssysteme werden im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue, bedarfsgerechte und z. T. mobile Systeme ersetzt. Wenn die genannten Aufgaben der sonstigen Restbetriebssysteme entfallen, werden sie ganz oder in Teilen stillgesetzt und zu gegebener Zeit abgebaut.

4.11 Bauwerke

Die Bauwerke mit sicherheitstechnischer Bedeutung dienen dem Schutz der darin befindlichen sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteile. Die Bauwerke der Kontrollbereichsumschließung dienen darüber hinaus dem Aktivitätseinschluss.

Die wichtigsten Bauwerke sind:

- Reaktorgebäude
- Reaktorhilfsanlagegebäude
- Fortluftkamin
- Schaltanlagegebäude
- Notstromerzeugergebäude
- Notspeisegebäude
- Zellenkühlturmbauwerk
- Nebenkühlwasserbauwerke

Eine weiterführende Beschreibung dieser Bauwerke befindet sich in Abschnitt 3.3.

5 Abbau der Anlage KKE

5.1 Planung und Ablauf des Abbaus

Als Voraussetzung für den Abbau von Anlagenteilen (z. B. Systeme und Komponenten) werden diese, sofern erforderlich, zuvor stillgesetzt. Die Stillsetzung erfolgt im Rahmen eines festgelegten Stillsetzungsverfahrens (siehe Abschnitt 6.2.4.1). Nach Abschluss einer Stillsetzungsmaßnahme sind die betreffenden Anlagenteile endgültig außer Betrieb gesetzt, d. h. leer, drucklos sowie strom- und spannungslos.

Die nach der Stillsetzung geplanten Abbaumaßnahmen werden gemäß eines festgelegten Abbaumaßnahmeverfahrens (siehe Abschnitt 6.2.4.2) durchgeführt. Für die Planung und Festlegung der Vorgehensweise und der zu treffenden Schutzmaßnahmen bei Abbaumaßnahmen werden u. a. die Angaben zur Dosisleistung und Kontamination im Bereich der abzubauenen Anlagenteile aus der radiologischen Charakterisierung herangezogen und, falls erforderlich, zusätzliche Messungen und Beprobungen durchgeführt.

Für die interne Abwicklung der Stillsetzungs- und Abbaumaßnahmen wird das aus dem KKE-Leistungsbetrieb bewährte Arbeitserlaubnisverfahren genutzt.

Der Abbau wird mit erprobten technischen Verfahren durchgeführt, bei deren Einsatz die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden nachgewiesen ist.

Die Abbaumaßnahmen, die unabhängig voneinander sind, können soweit sinnvoll parallel erfolgen. Der Abbau einiger Komponenten, wie z. B. die Reaktordruckbehälter-Einbauten, der Reaktordruckbehälter (RDB) sowie der Biologische Schild, erfolgt sequenziell.

Beim Abbau werden freigabefähige Räume geschaffen. Anschließend erfolgt der Nachweis der Unterschreitung der Freigabewerte (siehe Abschnitt 8.4) an den verbliebenen Gebäudestrukturen sowie an den in Einbaulage verbliebenen Anlagenteilen.

5.1.1 Abbaugrundsätze und Logistik

5.1.1.1 Abbaugrundsätze

Für den Abbau der Anlage gelten folgende Grundsätze:

- Abbauarbeiten erfolgen nur, wenn diese keine sicherheitstechnisch bedeutsamen Rückwirkungen auf sicherheitstechnisch wichtige Systeme haben
- Anlagenteile werden erst nach vorhergehender Stillsetzung, sofern erforderlich, abgebaut
- Zunächst soll in zusammenhängenden Raumbereichen abgebaut werden, um Lagerflächen sowie Bearbeitungs- oder Behandlungsflächen zu schaffen

- Im Rahmen der Abbauplanungen wird eine sinnvolle Reihenfolge der Abbaumaßnahmen sichergestellt, so dass nachfolgende Maßnahmen nicht erschwert oder verhindert werden
- Anlagenteile werden im Rahmen eines festgelegten Abbaumaßnahmeverfahrens (siehe Abschnitt 6.2.4.2) abgebaut
- Die Abbauarbeiten werden dosisoptimiert geplant. Vorhandene Strahlenquellen innerhalb der Raumbereiche werden soweit sinnvoll zwecks Minimierung der Exposition des Abbaupersonals abgeschirmt oder wenn möglich vor Beginn der Abbauarbeiten entfernt
- Der Schutz vor äußerer und innerer Exposition erfolgt entsprechend den Vorgaben des § 75 StrlSchV /G12/ vorrangig durch bauliche und technische Vorrichtungen
- Durch die Wahl von geeigneten Verfahren und Rückhaltung radioaktiver Stoffe am Entstehungsort (z. B. durch Absaugung von an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen) wird eine Minimierung von Aktivitätsfreisetzungen in die Raumluft erreicht

5.1.1.2 Logistik

Die Logistik hat die Aufgabe den aus dem Abbau kommenden und mengenmäßig schwankenden Materialfluss zu organisieren, zu verwalten und in Richtung der Bearbeitung bzw. der Behandlung einen kontinuierlichen Materialfluss zu gewährleisten. Aus Sicht der Logistik sind hierfür folgende Aspekte zu betrachten:

- Bereitstellung, Sammlung und Sortierung der radioaktiven Reststoffe
- Schaffung von Bearbeitungs-/Behandlungs- und Lagerflächen
- Planung von Flächen vor und zwischen den Bearbeitungs-/Behandlungsschritten und der Freigabe
- Schaffung von Lagerflächen im Überwachungsbereich
- Erschließung neuer und Optimierung von vorhandenen Transportwegen
- die Reststoffflussverfolgung

Im Kontrollbereich des KKE werden die bereits vorhandenen Flächen sowie horizontalen und vertikalen Transportwege weiter genutzt, um die abgebauten Anlagenteile zu ihrem Bestimmungsort zu transportieren. Zur Optimierung der logistischen Abläufe werden die Flächen und die Transportwege an die jeweiligen Erfordernisse angepasst und nach Zustimmung der zuständigen Behörde ggf. auch neue Transportöffnungen geschaffen (im Anlagenzustand 2). Bei der Optimierung wird sichergestellt, dass die zu berücksichtigenden Schutzziele und Anforderungen der Anlagensicherung eingehalten werden.

Außerhalb des Kontrollbereiches stehen im Überwachungsbereich je nach Abbaufortschritt verschiedene Flächen zur Verfügung (siehe Abbildung 3-4). Diese können bei Bedarf unter Berücksichtigung der betrieblichen Anforderungen des Strahlenschutzes, der Arbeitssicherheit, des Brand-

schutzes sowie der Anlagensicherung als Lagerflächen eingerichtet werden. Sie dienen insbesondere zum temporären Abstellen von radioaktiven Reststoffen sowie von Maschinen und Hilfseinrichtungen die für den Abbau der Anlage erforderlich sind. Die Lagerung außerhalb des Kontrollbereichs erfolgt in geeigneten Verpackungen, die den für das jeweilige Material notwendigen Schutz (z. B. Schutz vor Kontaminationsverschleppung, Querkontamination, Witterung, unbefugter Zugriff) gewährleisten.

Außerhalb des Überwachungsbereiches stehen auf dem Betriebsgelände verschiedene Flächen und Gebäude für eine Lagerung von Stoffen und Materialien zur Verfügung, die aus dem konventionellen Abbau/Abriss stammen oder uneingeschränkt freigegeben worden sind (siehe Abschnitt 8.4).

Die Planung von innerbetrieblichen Transporten innerhalb oder außerhalb des Kontrollbereiches und auf dem Betriebsgelände des KKE erfolgt unter Berücksichtigung der betrieblichen Anforderungen des Strahlenschutzes, der Arbeitssicherheit, des Brandschutzes sowie der Anlagensicherung. Gleiches gilt auch für Transporte von kontaminierten oder aktivierten Stoffen zwischen der Anlage KKE und dem beantragten TLE. Auf dem Betriebsgelände KKE werden für die Transporte die bestehenden Verkehrswege des KKE genutzt. Bis zur Entlassung des KKE aus dem AtG /G1/ ist ein Transport von Gebinden zwischen KKE und TLE über öffentliche Straßen nicht erforderlich.

5.1.2 Abbaureihenfolge und Schutzmaßnahmen

5.1.2.1 Abbaureihenfolge

Aus dem Umfang der nicht mehr benötigten und stillgesetzten Restbetriebssysteme ergeben sich zum jeweiligen Zeitpunkt Anlagenbereiche, in denen Abbauarbeiten erfolgen können. Die gesamten Abbauarbeiten werden in entsprechende Abbaumaßnahmen unterteilt, die je nach bestehenden Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Abbaumaßnahmen sowohl sequenziell als auch parallel durchgeführt werden können.

Bei der Festlegung einer sinnvollen Abbaureihenfolge sind nachfolgende Punkte wesentlich:

- Einhaltung der Schutzziele
- Rückwirkungsfreiheit auf sicherheitstechnisch wichtige Systeme
- Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung gemäß § 8 StrlSchG /G4/
- Dosisbegrenzung gemäß § 9 StrlSchG /G4/
- Arbeitssicherheit
- Optimierung des Materialflusses und der Entsorgung
- Konzept zum Rückzug aus dem Kontrollbereich

Die Planung und terminliche Festlegung der einzelnen Abbaumaßnahmen wird so festgelegt, dass die jeweilige Maßnahme nachfolgende Arbeiten nicht verhindert oder erschwert (siehe auch § 19b AtVV /G8/).

5.1.2.2 Schutzmaßnahmen

Ziel der Schutzmaßnahmen ist es, eine Gefährdung der Bevölkerung, der Umwelt und des Personals durch die Tätigkeiten in der Anlage auszuschließen. Für die einzelnen Abbaumaßnahmen werden vor Beginn des Abbaus die erforderlichen Schutzmaßnahmen zu

- Strahlenschutz,
- Arbeitssicherheit, sowie
- Brandschutz

unter Beachtung der Anforderungen der im KKE geltenden Betriebsvorschriften (Abschnitt 6.2) ausgearbeitet und beschrieben.

Strahlenschutz

Der Schutz der Bevölkerung, der Umwelt und des Personals vor radioaktiven Stoffen oder ionisierender Strahlung wird durch technische und administrative Vorsorgemaßnahmen sichergestellt. Dies wird über die Einbindung des Strahlenschutzes im Rahmen der vorlaufenden strategischen Planung und der Detailplanung der einzelnen Abbaumaßnahmen gewährleistet.

Arbeitssicherheit

Zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit werden die einschlägigen Vorschriften der konventionellen Arbeitssicherheit der Berufsgenossenschaften, Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung, DIN usw. eingehalten.

Brandschutz

Der Brandschutz wird durch eine Kombination aus baulichen, anlagentechnischen, betrieblichen und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen gewährleistet.

5.1.3 Abbauverfahren, -techniken und -geräte

Bei der Demontage und Zerlegung im Rahmen von Abbaumaßnahmen kommen verschiedene Verfahren zur Anwendung. Bei der Auswahl der Verfahren werden berücksichtigt:

- technische Kriterien (z. B. Werkstoff, Größe des Bauteils, Umgebungsbedingungen, Zugänglichkeit, Robustheit, Rüstzeiten sowie Zerlege- und Bearbeitungsgeschwindigkeit)
- radiologische Kriterien (z. B. Art und Umfang der vorhandenen Aktivität, Vermeidung von Kontaminationsfreisetzungen, Möglichkeit der Aerosolbildung, Einschluss mobiler Aktivität)

und Maßnahmen zur Begrenzung der Individual- und Kollektivdosis / bauliche und technische Vorrichtungen zum Schutz des Personals)

Weiterhin werden Kriterien bezüglich der Entsorgung und der Entstehung von radioaktivem Abfall und Sekundärabfällen berücksichtigt. Die Auswahl der einzusetzenden Trenn-/ Demontage- sowie der geeigneten Dekontaminationsverfahren erfolgt im Rahmen der Planung der einzelnen Abbaumaßnahmen. Es werden etablierte, langjährig bewährte Trenn- / Demontage- und Dekontaminationsverfahren nach Stand der Technik eingesetzt, welche bereits eine Eignung im Abbau von kerntechnischen Anlagen bewiesen haben. Diese Verfahren können sowohl im KKE als auch bei externen Dienstleistern angewendet werden. Bei externen Dienstleistern können hierbei freigabefähige oder nicht freigabefähige Stoffe anfallen.

Werden neuartige oder weiterentwickelte Verfahren eingesetzt, erfolgt deren Einsatz erst, nachdem die Eignung zum Einsatz unter Berücksichtigung der für die Tätigkeit relevanten Schutzziele vorab nachgewiesen wurde.

5.1.3.1 Trennverfahren

Im Folgenden werden die wichtigsten Trennverfahren beschrieben, die im Rahmen des Abbaus der Anlage zum Einsatz gebracht werden können.

Grundsätzlich stehen mechanische und thermische Trennverfahren zur Verfügung. Über die vorgesehenen mechanischen und thermischen Trennverfahren, deren Betriebssicherheit, Emissionsverhalten und anzuwendende Maßnahmen zum radiologischen Arbeitsschutz, liegen umfangreiche Erfahrungen vor.

Mechanische Trennverfahren

Zu den üblicherweise beim Abbau kerntechnischer Anlagen eingesetzten mechanischen Trennwerkzeugen bzw. -verfahren zählen z. B.:

- Schraubwerkzeuge
- Bohrer, Fräser
- Nibbler, Hydraulikscheren
- Stich-, Band-, Bügel- und Kreissägen
- Trennschleifer
- Abkreisvorrichtungen
- Kernbohrer und Seilsägen für Betonabbau
- Wasserabrasivstrahlschneiden

Thermische Trennverfahren

Thermische Trennverfahren zeichnen sich durch hohe Schneidgeschwindigkeiten, geringe Rückstellkräfte und universelle Anwendbarkeit (auch bei geringem Raumangebot) aus. Sie führen jedoch zum Teil zu höherer Aerosolentwicklung und erfordern deshalb ggf. umfangreichere Arbeits- und Strahlenschutzmaßnahmen, wie z.B. Absaugung mit Filterung am Arbeitsort. Zu den thermischen Trennverfahren zählen z. B.:

- Autogenes Brennschneiden
- Plasmaschmelzschneiden
- Laserstrahl-Schneiden
- Erodieren
- Kontakt-Lichtbogen-Metall-Schneiden (CAMC)

5.1.3.2 Dekontaminationsverfahren

Die Dekontamination von kontaminierten Anlagenteilen kann durch den Abtrag der kontaminationstragenden Schicht mit Hilfe mechanischer, chemischer und physikalischer oder kombinierter Verfahren durchgeführt werden. Hierfür stehen für den Abbau kerntechnischer Anlagen effektive Dekontaminationsverfahren nach Stand der Technik zur Verfügung.

Dekontaminationsmaßnahmen können sowohl vor der Demontage von Anlagenteilen als auch im Rahmen der Nachzerlegung/Bearbeitung sinnvoll sein. Die Ziele der Dekontamination sind insbesondere:

- die Exposition des eingesetzten Personals beim Abbau zu reduzieren
- Kontaminationsverschleppungen zu verhindern
- abgebaute Materialien freizugeben

Die Dekontaminationsverfahren werden unter Beachtung folgender Aspekte ausgewählt:

- Technischer Anspruch der Aufgabe (Materialart, Geometrie und Zugänglichkeit sowie Art, Höhe und Haftung der Kontamination)
- Ziel der Dekontaminationsmaßnahme (Erreichen des geplanten Entsorgungszieles / Dekontaminationserfolg)
- Radiologische Aspekte (Minimierung der Individual- und Kollektivdosis, Vermeidung von Kontaminationsverschleppung)
- Minimierung von Sekundärabfällen

Die hauptsächlich zu dekontaminierenden Materialarten sind Metalle und beschichtete Metalle, Kunststoffe und Beton.

Die endgültige Entscheidung über die Einleitung von Dekontaminationsmaßnahmen erfolgt aufgrund der erwarteten Reduktion der Kontamination. Basis der Einschätzung sind die strahlenschutzbegleitenden Messungen und die vorlaufende radiologische Charakterisierung.

Die Dekontamination abgebauter Anlagenteile erfolgt grundsätzlich in dafür vorgesehenen Räumen bzw. Einhausungen. Beim Dekontaminieren von in Einbaulage verbleibenden Systemen bzw. von Gebäudeoberflächen werden Verfahren eingesetzt, bei denen Aerosolfreisetzen vermieden werden bzw. es werden Schutzmaßnahmen wie örtliche Absaugungen mit Filterung der Abluft und/oder Einhausungen vorgesehen.

Mechanische Dekontaminationsverfahren

Mechanische Dekontaminationsverfahren beruhen auf dem mechanischen Abtrag der Kontaminationsbeläge. Das abgetragene Belagsmaterial kann zum überwiegenden Teil abgesaugt werden.

Beim Abbau der Anlage können beispielsweise folgende mechanische Dekontaminationsverfahren eingesetzt werden:

- Wischen / Abwischen
- Bürsten / Schrubben
- Schleifen / Nadeln / Bohren / Fräsen
- Hochdruckreinigen
- Abrasivstrahlen
- Schreddern und Trennen von Fraktionen
- Schälen von Kabeln

Chemische und physikalische Dekontaminationsverfahren

Beim Abbau der Anlage können beispielsweise folgende chemische bzw. physikalische Dekontaminationsverfahren eingesetzt werden:

- Beizen
- In-Situ-Systemdekontamination
- Ultraschallreinigung
- Schmelzen

Chemische Dekontaminationsverfahren haben das Abtragen von Farbbeschichtungen (Beizen) oder das Auflösen von Kontaminationsbelägen, ggf. mit einem geringen Anteil des Grundmaterials, unter Einsatz spezieller Chemikalien zum Ziel. Die eingesetzten Chemikalien können einmalig oder nach Regeneration mehrfach eingesetzt werden. Bei den physikalischen Dekontaminationsverfahren werden spezielle physikalische Effekte zum Abtragen von Kontaminationsschichten (Ultraschallreinigung) ausgenutzt. Beim Schmelzen, das in der Regel bei einem externen Dienstleister stattfindet,

erfolgt die Dekontamination durch den Übergang von Radionukliden in die Prozessabfälle (z. B. Schlacke, Filterrückstände).

5.2 Beschreibung des Abbaus

Bis zum Erreichen der Kernbrennstofffreiheit (Anlagenzustand 2) erfolgen nur Abbauarbeiten, die keine Rückwirkungen auf die Lagerung, Handhabung und Kühlung des Kernbrennstoffes sowie auf die Einhaltung der Schutzziele im Anlagenzustand 1 haben.

Zur Sicherstellung der Rückwirkungsfreiheit möglicher Abbauarbeiten gegenüber der Lagerung, Handhabung und Kühlung des Kernbrennstoffes im Anlagenzustand 1 werden Vorsorgemaßnahmen getroffen. Diese Maßnahmen sind z.B.:

- Auslegung des Reaktorgebäudekrans, der BE-Lademaschine und der Lastaufnahmemittel gemäß dem kerntechnischen Regelwerk,
- Einsatz neuer Gerätetechnik nur mit geeigneter Auslegung,
- Sicherstellung des geforderten auslegungsgemäßen Zustands der Einrichtungen durch regelmäßig durchgeführte Wiederkehrende Prüfungen, sowie
- Verhinderung des Überfahrens des BE-Beckens mit schweren Lasten durch technische und administrative Maßnahmen, sofern dies nicht für den Abtransport der Brennelemente oder der Sonderbrennstäbe erforderlich ist.

Nachfolgend wird der Abbau von abzubauenen Anlagenteilen in unterschiedlichen Gebäudeabschnitten im Kontrollbereich beschrieben. Hierbei wird, soweit es sinnvoll machbar ist, insbesondere die Zerlegung und Bearbeitung vor Ort betrachtet. Als weitere Variante ist jeweils auch eine Verbringung zu externen Einrichtungen im Ganzen oder in Teilen möglich.

Für die externe Bearbeitung stehen verschiedene Dienstleister zur Verfügung, die in der Lage sind, Großkomponenten anzunehmen. In deren Einrichtungen erfolgt die Zerlegung und Dekontamination der Bauteile, so dass ein großer Anteil der Massen freigegeben werden kann (siehe Abschnitt 8).

Die Erfahrung aus vergleichbaren Abbauvorhaben hat gezeigt, dass alle Varianten mit erprobten Techniken einhergehen und somit durchführbar sind.

Die Auswahl der tatsächlich zur Ausführung kommenden Variante erfolgt gemäß der detaillierten Abbauplanung und wird im Rahmen des Abbaumaßnahmeverfahrens der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde angezeigt (siehe 6.2.4.2). Die Auswahl der Variante erfolgt im Wesentlichen anhand folgender Kriterien:

- technische Machbarkeit
- radiologische Gesichtspunkte
- Abfallminimierung
- logistische Gesichtspunkte

5.2.1 Vorbereitende Arbeiten für den Abbau

Als vorbereitende Maßnahmen werden die für den Restbetrieb nicht mehr benötigten Systeme außer Betrieb genommen und stillgesetzt. Hilfseinrichtungen und sonstige Infrastruktur werden errichtet, Systeme und Anlagenteile ggf. abisoliert sowie bei Bedarf Dekontaminationsmaßnahmen durchgeführt.

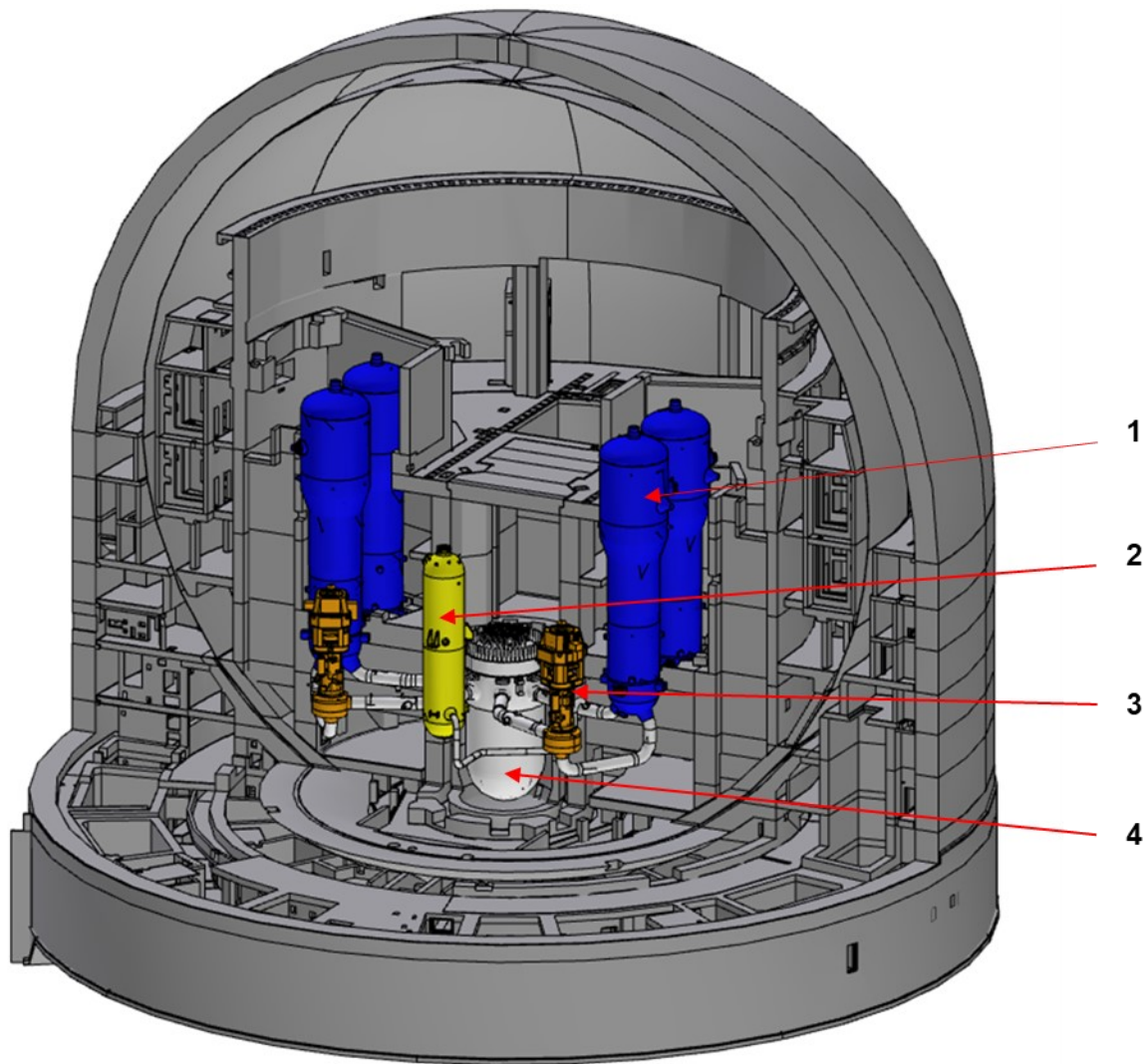
Die aus dem KKE-Leistungsbetrieb vorhandenen Einrichtungen zur Reststoffbearbeitung werden ggf. angepasst und im Restbetrieb weiterbetrieben (z. B. die Dekontaminationseinrichtungen). Im Zuge des Abbaus wird es erforderlich, weitere Einrichtungen zur Reststoffbearbeitung und Abfallbehandlung im Kontrollbereich zu schaffen. Diese neuen, stationären Einrichtungen werden im Rahmen des atomrechtlichen Aufsichtsverfahrens bedarfsgerecht zu Beginn oder im Laufe des Abbaus errichtet.

5.2.2 Abbau im Reaktorgebäude-Innenraum

Der Abbauumfang im Reaktorgebäude-Innenraum umfasst u.a. folgende relevante Anlagenteile:

- RDB-Einbauten und Coreschrotte
- RDB (Unterteil + Deckel)
- Biologischer Schild
- Dampferzeuger
- Druckhalter
- Hauptkühlmittelpumpen mit Hauptkühlmittelleitungen

Nachfolgend wird der Abbau der o. g. Anlagenteile beschrieben. Dabei wird zwischen dem Abbau der aktivierten und der nicht aktivierten Anlagenteile unterschieden. Die Abbildung 5-1 zeigt einen Schnitt des Reaktorgebäudes. Im Reaktorgebäude-Innenraum ist die Anordnung des aktivierten RDB [4] sowie der kontaminierten und Anlagenteile Dampferzeuger [1], Druckhalter [2] und Hauptkühlmittelpumpen [3] dargestellt.



- | | |
|---|----------------------|
| 1 | Dampferzeuger |
| 2 | Druckhalter |
| 3 | Hauptkühlmittelpumpe |
| 4 | Reaktordruckbehälter |

Abbildung 5-1: Reaktorgebäude-Innenraum mit Anlagenteilen des Primärkreises

5.2.2.1 Abbau aktivierter Anlagenteile im Reaktorgebäude-Innenraum

Zu den aktivierten Anlagenteilen gehören insbesondere die RDB-Einbauten und Coreschrotte, der Reaktordruckbehälter (RDB) und der Biologische Schild. Maßnahmen zum Abbau der einzelnen Komponenten leiten sich jeweils von der Höhe der Aktivierung und der Höhe der Kontamination ab.

Zum Abbau sind Manipulatoren mit ihren zugehörigen Einrichtungen wie Demontagewerkzeugen, elektro- und leittechnischen Einrichtungen usw. vorgesehen. Es kommen mechanische und/oder thermische Trennverfahren zum Einsatz.

Zur Vermeidung einer Kontaminationsverschleppung aus den Arbeitsbereichen heraus, erfolgt die Bearbeitung und Behandlung der aktivierten Anlagenteile in speziell ausgewiesenen Zerlegebereichen.

Die Nachzerlegung von Anlagenteilen mit höherer Aktivität erfolgt fernhantiert entweder im RDB selbst, im Reaktorraum, im Abstellraum für Kerneinbauten oder nach Kernbrennstofffreiheit im BE-Becken. Hierfür werden z. B. Bandsägen oder das Plasmaschmelzschnitten zum Einsatz gebracht.

Anlagenteile mit niedrigerer spezifischer Aktivität, wie z. B. der RDB-Deckel, können neben einer Nasszerlegung auch trocken in einem dafür ausgewiesenen Zerlegebereich bearbeitet werden.

Abbau der RDB-Einbauten und der Coreschrotte

Die RDB-Einbauten weisen durch die Aktivierung eine so hohe Dosisleistung auf, dass geplant ist, deren Abbau unter Wasser und fernbedient durchzuführen. Derartige Arbeiten wurden bereits bei einer Reihe von Stilllegungsprojekten erfolgreich durchgeführt und entsprechen dem Stand der Technik. Die Abbildung 5-2 zeigt einen Schnitt durch den RDB sowie RDB-Einbauten des oberen und des unteren Kerngerüsts.

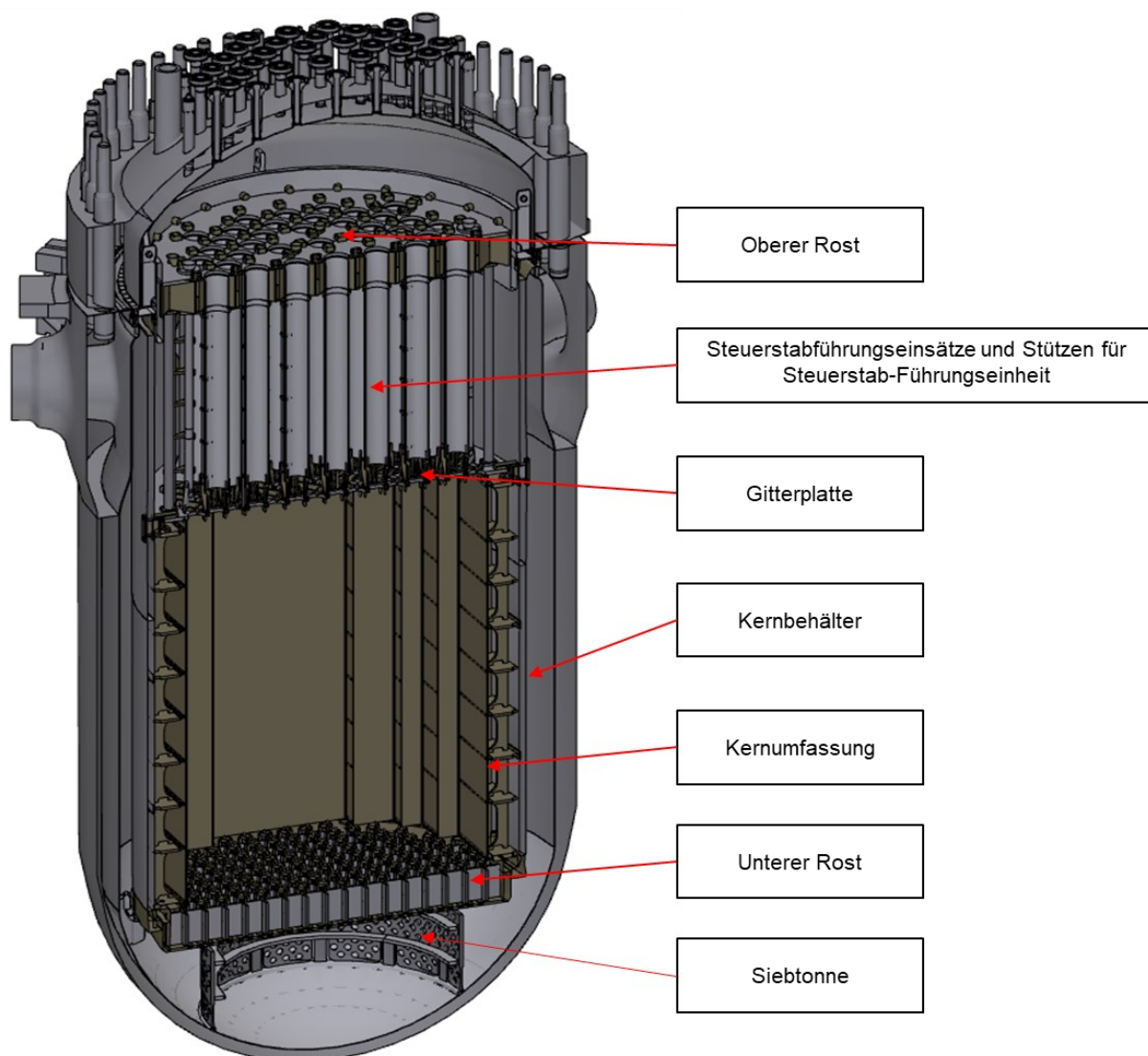


Abbildung 5-2: Schematische Darstellung der RDB-Einbauten

Die RDB-Einbauten werden unter Wasser ausgebaut und prinzipiell von oben nach unten aus dem RDB entnommen. Es ist eine fernhantierte Bearbeitung unter Wasser vorgesehen, die an einem geeigneten Ort mit entsprechender Wasserüberdeckung, wie z. B. im RDB oder im Reaktorraum, im Abstellraum für Kerneinbauten oder nach BE-Freiheit im BE-Becken durchgeführt werden kann.

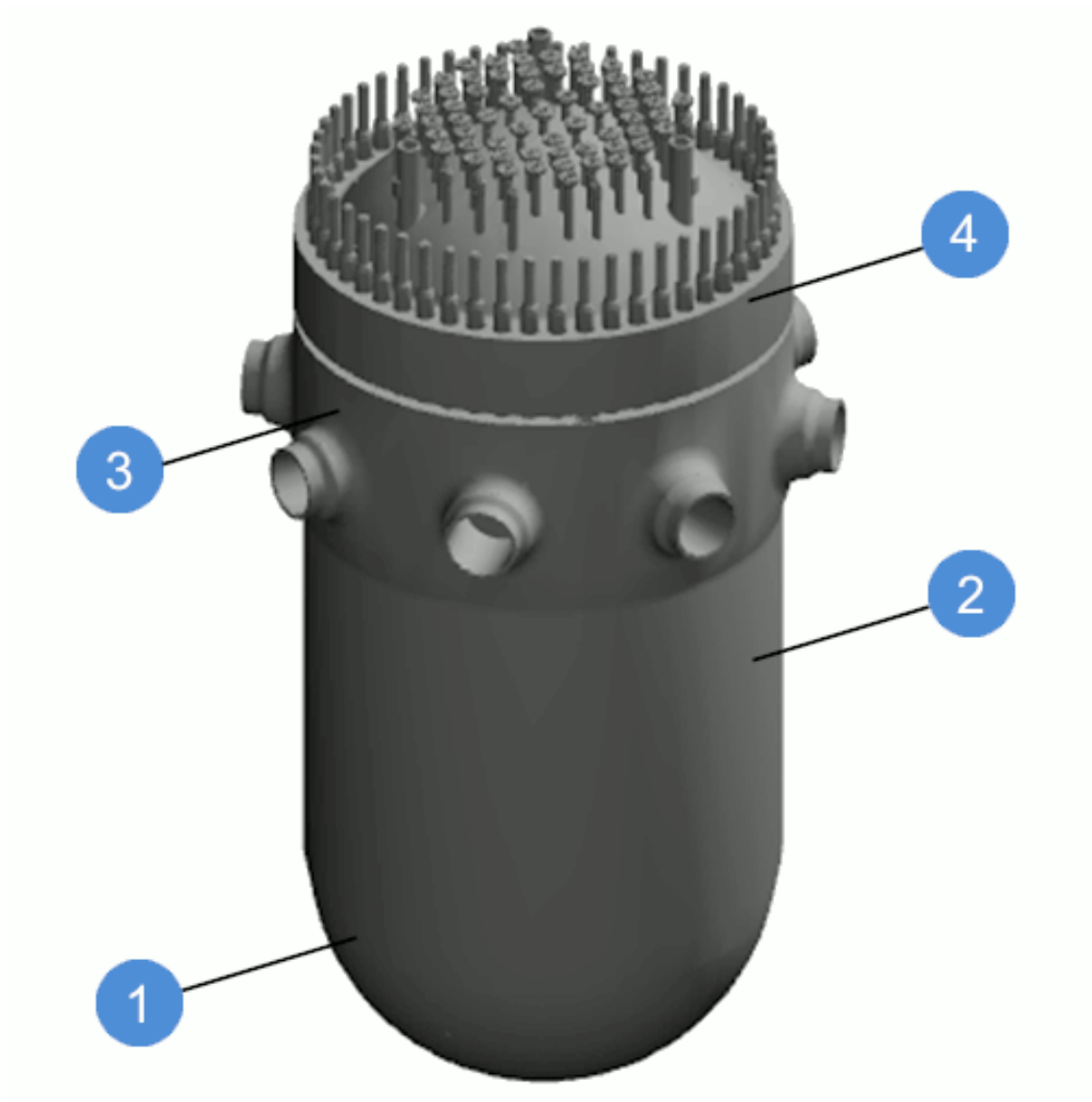
Für die Zerlegung der RDB-Einbauten ist der Einsatz verschiedener Werkzeuge und Verfahren möglich. Im Wesentlichen können, neben den mechanischen Sägeverfahren, Verfahren wie z. B. das Plasmaschmelzschnitten, das Wasserabstrahlstrahlschnitten und das Kontaktlichtbogen-Metallschneiden zum Einsatz kommen. Diese Verfahren gelten als Standardverfahren beim Abbau aktiver Anlagenteile, so dass detaillierte Erfahrungen in der Anwendung vorliegen.

Zerlegte RDB-Einbauten sollen in abschirmende MOSAIK®-Behälter® und/oder abschirmende Stahlblechcontainer verpackt werden. Die zerlegten Teile werden zunächst unter Wasser in Einsatzkörbe verpackt, die unter Wasser in MOSAIK®-Behälter eingestellt werden. Alternativ können die Einsatzkörbe mit Hilfe einer Abschirmglocke aus dem Wasser ausgehoben und in MOSAIK®-Behälter und/oder Stahlblechcontainer, die in einer Verpackungsstation aufgestellt sind, verpackt werden.

Die Coreschrotte aus dem Leistungsbetrieb, wie z. B. Steuerelemente, Steuerelement-Antriebsstangen, Drosselkörper, Kerninstrumentierungsanlagen und Füllstandssonden, werden nach aktueller Planung zusammen mit den RDB-Einbauten zerlegt und verpackt. Es ist geplant, zukünftig eine Entsorgung von Steuerelementen bzw. Steuerstäben über CASTOR®-Behälter® zu ermöglichen.

Abbau Reaktordruckbehälter (RDB)

Der RDB ist mit einer Höhe von ca. 12,30 m und einem Gewicht von ca. 505 Mg (Unterteil + Deckel) die größte und schwerste aktivierte Einzelkomponente des KKE. Er ist als zentrale Komponente des Primärkreises in der Reaktorgrube angeordnet und wird vom Biologischen Schild umgeben. Der RDB ist ein zylindrischer Behälter mit einem unteren Abschluss in Form eines Halbkugelbodens. Den oberen Abschluss bildet ein angeflanschter Deckel (siehe Abbildung 5-3).



- 1 **Unterer Halbkugelboden**, bestehend aus Bodenkalotte und Bodenzonenring
- 2 **Zylindrischer Mantel**, aus nahtlos geschmiedeten Ringen
- 3 **Mantelflansch mit Anschlussstutzen**, für den Kühlmittelin- und -austritt
- 4 **RDB-Deckel**, bestehend aus Flanschring und Deckelkalotte

Abbildung 5-3: Aufbau Reaktordruckbehälter (RDB)

Aus den Erfahrungen bisheriger Stilllegungsprojekte kann die Zerlegung des RDB trocken erfolgen.

Der Abbau des RDB-Deckels [4] kann unabhängig vom Abbau des RDB-Unterteils [1, 2 und 3] erfolgen. Dazu wird der Deckel zunächst auf dem Deckelabstellplatz positioniert und anschließend die Zerlegung z. B. durch Einhausung des Arbeitsbereiches vorbereitet. Zur Zerlegung können sowohl thermische als auch mechanische Trennverfahren angewendet werden. Die Einzelteile können zur entsprechenden Bearbeitungsstation transportiert und dort entsprechend dem geplanten Entsorgungsziel bearbeitet oder direkt am Zerlegeort entsprechend als radioaktiver Abfall verpackt werden.

Für das RDB-Unterteil ergeben sich als Optionen, die Komponente entweder in Einbaulage zu zerlegen oder am Stück auszubauen und in einem Zerlegebereich weiter zu zerlegen.

Daraus ergeben sich für den Abbau des RDB-Unterteils im KKE grundsätzlich die drei folgenden Varianten:

- Zerlegung in Einbaulage vor Ort (In-situ-Zerlegung)
- Schrittweises Anheben aus der Einbaulage, Abstützen und Zerlegung des RDB-Unterteils in Teilsegmente
- Ausbau/Ausheben des RDB-Unterteils im Ganzen und Zerlegung und Bearbeitung auf einer geeigneten Abstellfläche (z. B. BE-Becken nach Kernbrennstofffreiheit)

Für alle vorgenannten Varianten gilt, dass der Abbau des RDB-Unterteils aufgrund der Aktivierung und der daraus resultierenden Dosisleistung überwiegend fernhantiert mittels Manipulatorsystemen durchgeführt wird. Dies gilt insbesondere für den Zylindrischen Mantel (Kernbereich) [2]. Der obere Bereich des Mantelflansches mit Anschlussstutzen [3] und der untere Halbkugelboden [1] kann hingegen aufgrund einer zu erwartenden niedrigeren Dosisleistung auch manuell zerlegt werden. Je nach Anwendungsfall kommen sowohl mechanische als auch thermische Zerlegeverfahren zur Anwendung.

Die stückweise Zerlegung erfolgt fernhantiert von oben nach unten auf Basis eines detaillierten Schnittplanes. Die einzelnen Zerleteile des RDB werden entsprechend einem Verpackungskonzept verpackt. Abbildung 5-4 stellt beispielhaft einen Schnittplan für die Zerlegung des RDB sowie ein mögliches Verpackungskonzept dar.

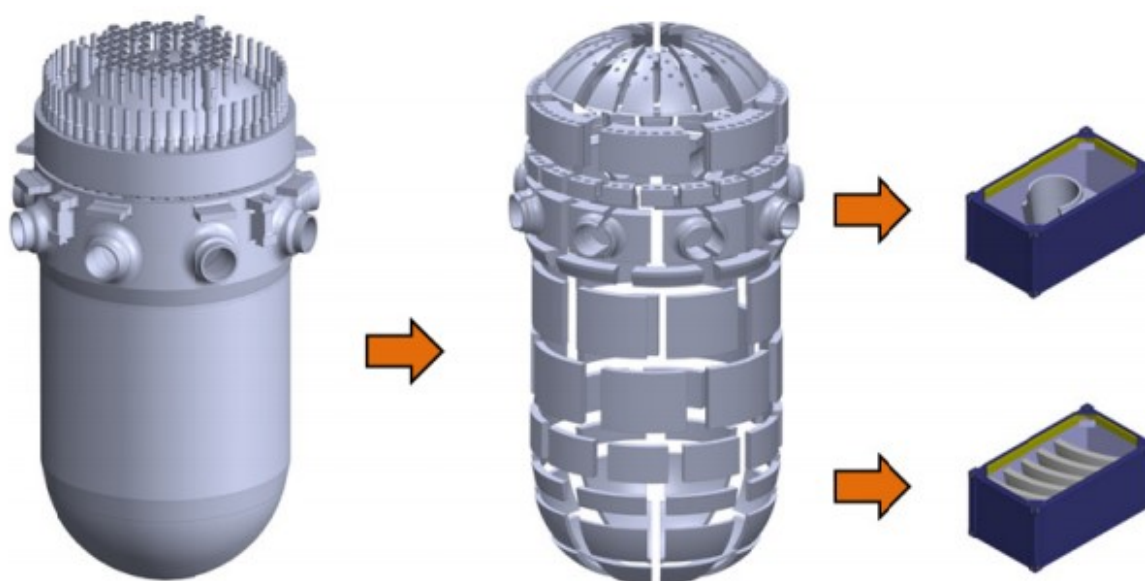


Abbildung 5-4: Zerlegung des RDB und mögliches Verpackungskonzept

Abbau Biologischer Schild einschließlich Isolierung

Der Reaktordruckbehälter ist in seiner Einbaulage vom Biologischen Schild umgeben. Der Biologische Schild ist ein zylindrischer, bewehrter Betonmantel, der zur Abschirmung der ionisierenden Strahlung des Reaktordruckbehälters dient. Der Biologische Schild besteht aus einem Innenschild mit innenliegender Isolierung und einem Tragschild (siehe Abbildung 5-5).

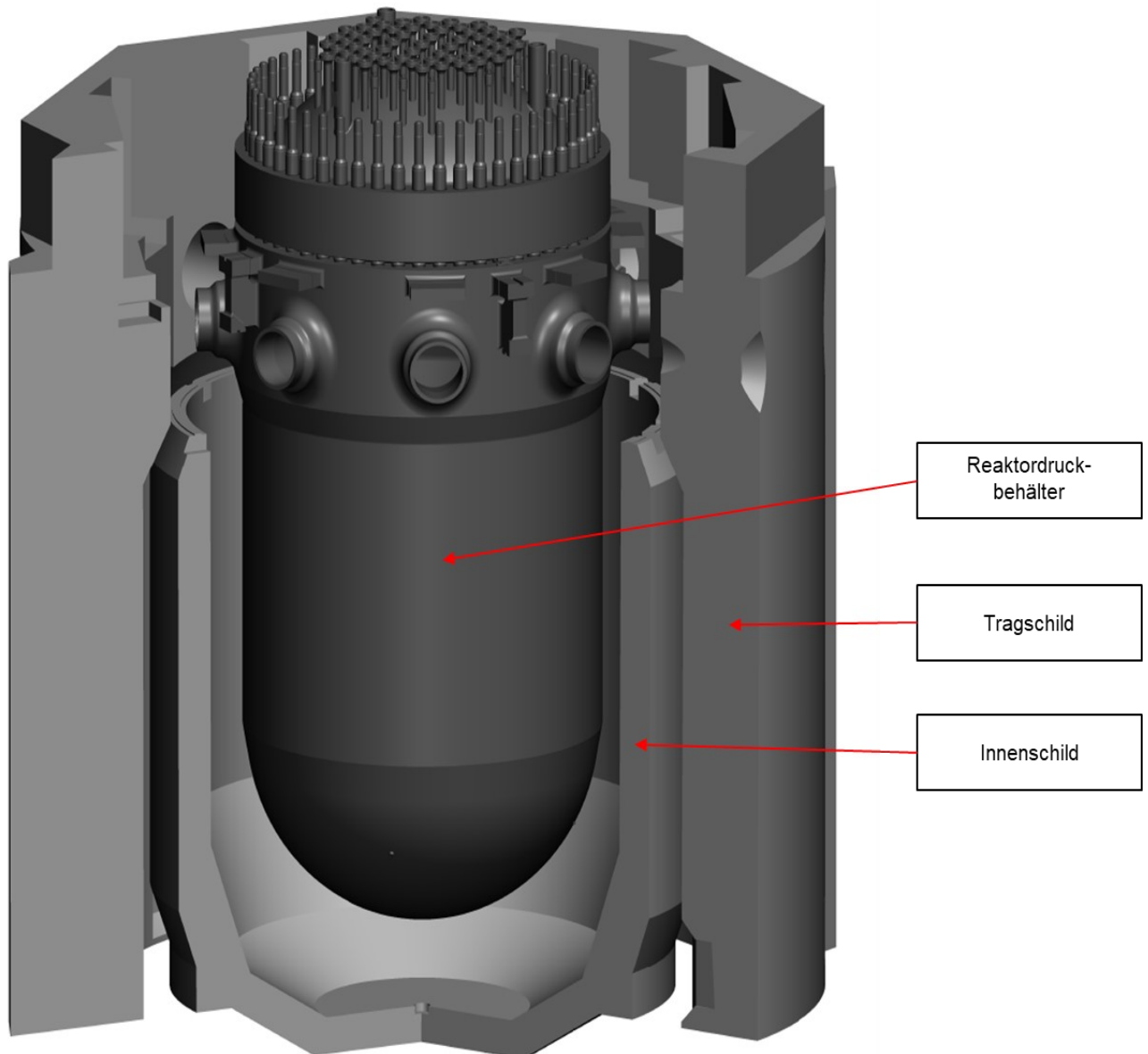


Abbildung 5-5: Schematische Darstellung Biologischer Schild

Der Biologische Schild weist zum RDB hin aktivierte Bereiche auf. Zur Abgrenzung der aktivierten Bereiche erfolgt eine vorlaufende radiologische Charakterisierung. Der Abbau der Isolierung erfolgt vor dem Abbau der Betonstruktur und wird manuell oder fernhantiert z. B. von einer Arbeitsplattform aus durchgeführt. Die Isolierung wird als radioaktiver Abfall verpackt.

Aktivierete Betonstrukturen sollen im Hinblick auf eine Reduktion des Abfallvolumens soweit möglich von inaktiven und voraussichtlich freigabefähigen Betonstrukturen separiert werden. Die stückweise Zerlegung des Biologischen Schildes in Teilsegmente kann, wie bereits in verschiedenen Stilllegungsprojekten praktiziert, mittels Seil- und Kreissägetechnik erfolgen. Die einzelnen Teilsegmente (Betonblöcke) des Biologischen Schildes werden herausgehoben und ggf. nachzerlegt. Dabei erfolgt, falls erforderlich, das Separieren der aktivierten Betonstrukturen z. B. durch Meißeln oder Sägen mit einer Seilsäge.

Die aktivierten Teilsegmente werden direkt am Zerlegeort als radioaktiver Abfall in Stahlblechcontainer verpackt. Freigabefähige Anteile können zur entsprechenden Bearbeitungsstation transportiert und dort entsprechend dem geplanten Entsorgungsziel weiter bearbeitet werden.

5.2.2.2 Abbau nicht aktivierter Anlagenteile im Reaktorgebäude-Innenraum

Zu den nicht aktivierten Anlagenteilen gehören insbesondere die Dampferzeuger, der Druckhalter sowie die Hauptkühlmittelpumpen mit Hauptkühlmittelleitungen. Maßnahmen zum Abbau der einzelnen Komponenten leiten sich jeweils von der Höhe der Kontamination ab.

Zum Abbau kommen mechanische und/oder thermische Trennverfahren zum Einsatz.

Zur Vermeidung einer Kontaminationsverschleppung aus den Arbeitsbereichen heraus, erfolgt die Bearbeitung und Behandlung der kontaminierten Anlagenteile in speziell ausgewiesenen Zerlegebereichen.

Abbau Dampferzeuger (DE)

Die vier Dampferzeuger (DE) mit einer Masse von jeweils ca. 450 Mg sind als U-Rohrwärmetauscher ausgeführt. Die Ein- und Austrittsstutzen des Hauptkühlmittels, die DE-Kalotte und die Heizrohre sind als Teil des Primärkreises nach erfolgter Primärkreisdekontamination innenwandig nur noch in geringem Maße kontaminiert. Die Sekundärseite der DE ist nicht kontaminiert. Aktivierungen können im Bereich der Kalotte in geringfügigem Umfang vorhanden sein.

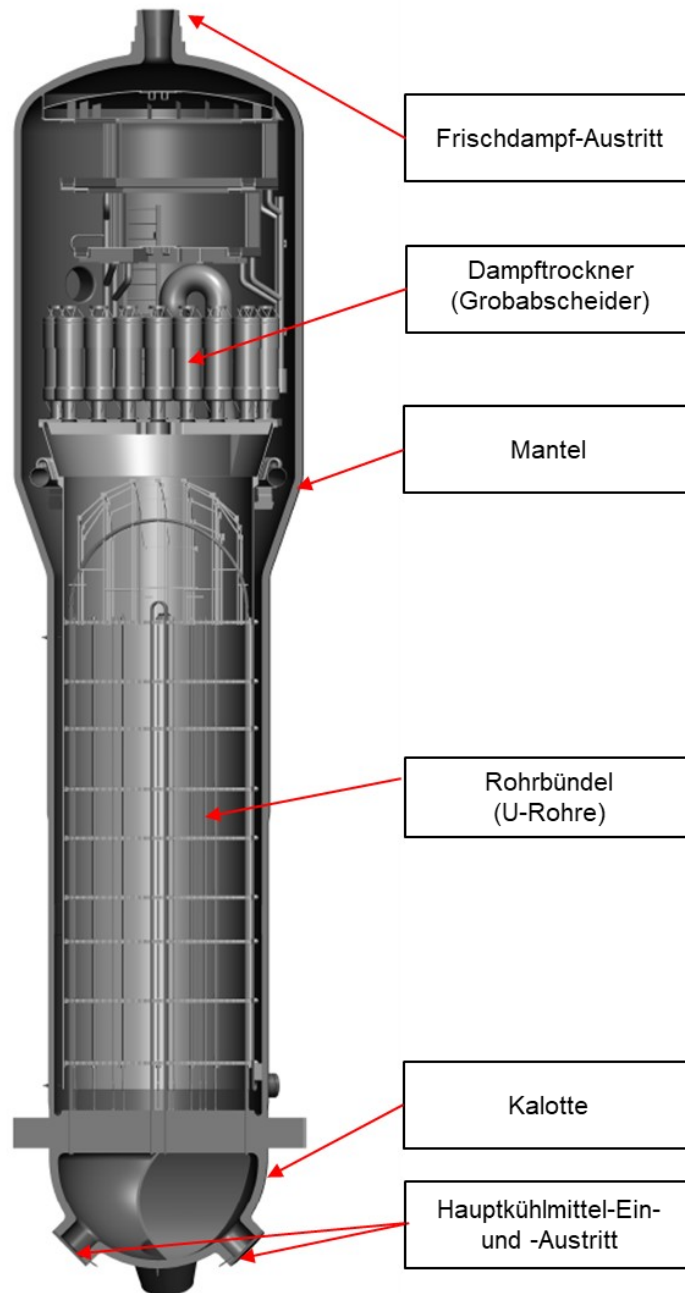


Abbildung 5-6: Schematische Darstellung Dampferzeuger

Für den Abbau der Dampferzeuger stehen verschiedene Varianten zur Verfügung, die nachfolgend beschrieben werden.

Variante „Abbau/Zerlegung in Einbaulage (in situ) manuell von oben nach unten und Bearbeitung der radiologischen Reststoffe im KKE“

Bei dieser Variante werden die DE in Einbaulage (in situ) zerlegt. Die Auswahl der beim Abbau einzusetzenden Zerlegeverfahren orientiert sich im Wesentlichen an der Arbeitssicherheit sowie übergeordnet an der Minimierung der Exposition des beteiligten Abbaupersonals. Die Zerlegung

erfolgt in transportable Einheiten, wie z. B. Transportboxen oder Teilsegmente. Diese werden entsprechend dem geplanten Entsorgungsziel zur jeweiligen Bearbeitungsstation transportiert und dort weiter bearbeitet.

Variante „Zerlegung der DE in Teilstücke und Transport zu externer Bearbeitungseinrichtung zur weiteren Bearbeitung“

Bei dieser Variante werden die DE in Einbaulage derartig zerlegt, dass sie in geeigneten Behältnissen verpackt oder in Teilen als Einzelgebände aus dem Reaktorgebäude herausgebracht werden. Nach ggf. erfolgtem Abstellen auf der Lagerfläche im Überwachungsbereich erfolgt der Transport zu einem externen Dienstleister zur weiteren Bearbeitung.

Variante „Abbau der DE im Ganzen und Transport zu externer Bearbeitungseinrichtung zur weiteren Bearbeitung“

Bei dieser Variante werden die einzelnen DE von den anschließenden Systemen und Strukturen getrennt und in einem Stück mit Hilfe vorhandener oder zu installierender Krananlagen aus dem Reaktorgebäude gehoben. Danach erfolgt der Transport zu einem externen Dienstleister zur weiteren Zerlegung und Bearbeitung. Dies kann aufgrund der Abmessungen der Dampferzeuger nur nach dem Ausbau der derzeit vorhandenen Materialschleuse erfolgen. Die Materialschleuse wird entweder für den Vorgang aus- und wieder eingebaut oder durch eine den zu berücksichtigenden Schutzzielen angepasste Konstruktion ersetzt. Diese Anpassung erfolgt erst im Anlagenzustand 2 unter Berücksichtigung der einzuhaltenden Schutzziele. Ebenfalls möglich ist das Trennen der Dampferzeuger in Oberteil und Unterteil, wenn sich dadurch logistische Vorteile beim Transport ergeben.

Die Festlegung auf eine der oben genannten Abbauvariante für die DE erfolgt anhand der zum Abbauzeitpunkt vorliegenden Randbedingungen.

Abbau Druckhalter

Der Druckhalter mit einer Masse von ca. 140 Mg ist ein stehendes Druckgefäß, das aus einem zylindrischen Mantel und einem oberen und unteren Halbkugelboden zusammengesetzt ist. Im Boden befinden sich die elektrischen Heizstäbe und im Dom das Sprühsystem. Der Druckhalter ist als Teil des Primärkreises innenwandig kontaminiert.

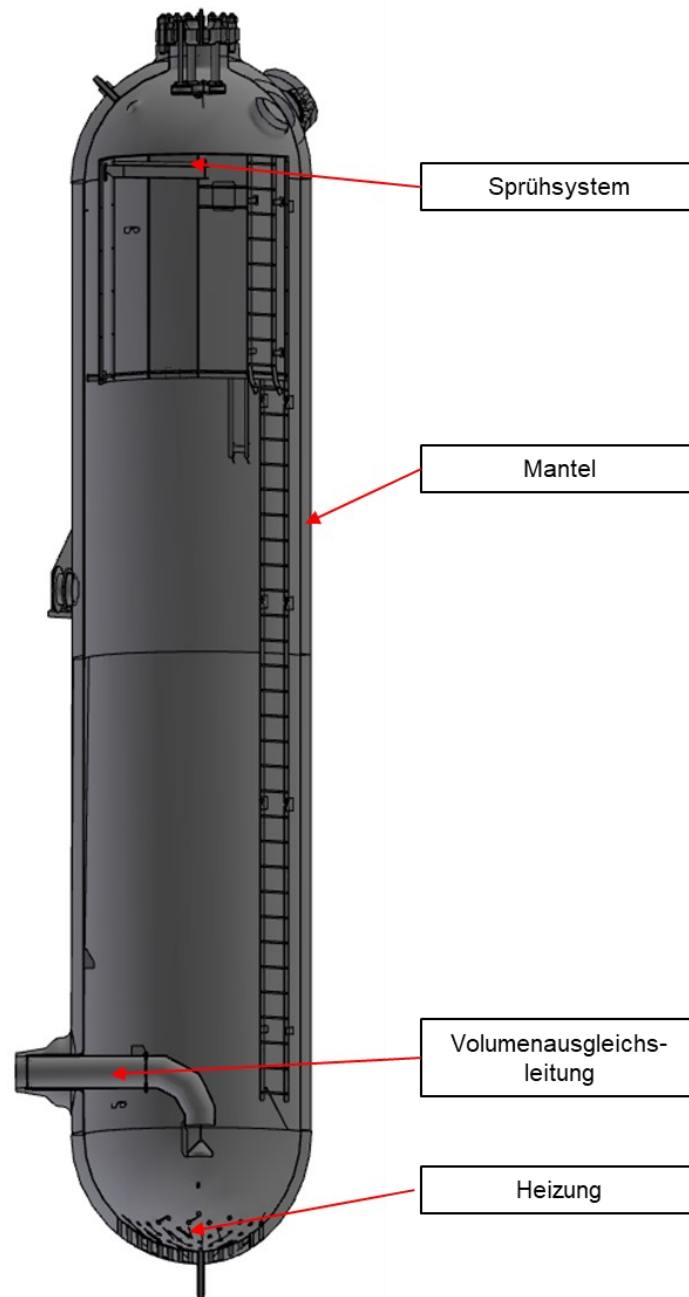


Abbildung 5-7: Schematische Darstellung Druckhalter

Der Druckhalter wird in Einbaulage (in situ) zerlegt. Die Auswahl der beim Abbau einzusetzenden Zerlegeverfahren orientiert sich im Wesentlichen an der Arbeitssicherheit sowie übergeordnet an der Minimierung der Exposition des beteiligten Abbaupersonals. Die Zerlegung erfolgt in transportable Einheiten, wie z. B. Transportboxen oder Teilsegmente. Diese werden entsprechend dem geplanten Entsorgungsziel zur jeweiligen Bearbeitungsstation transportiert und dort weiter bearbeitet.

Abbau Hauptkühlmittelpumpen mit Hauptkühlmittelleitungen

Die vier Hauptkühlmittelpumpen mit einer Masse von jeweils ca. 102 Mg sind einstufige Kreiselpumpen in Vertikalbauweise. Die Pumpengehäuse sind in die Rohrleitungen des Primärkreises eingeschweißt und nach erfolgter Primärkreisdekontamination innenwandig nur noch in geringem Maße kontaminiert und ggf. im geringen Umfang aktiviert. Die Hauptkühlmittelleitungen verbinden die Hauptkühlmittelpumpen, die Dampferzeuger und den Reaktordruckbehälter miteinander. Die Hauptkühlmittelleitungen haben einen Innendurchmesser von 750 mm und Wandstärken bis zu 90 mm.

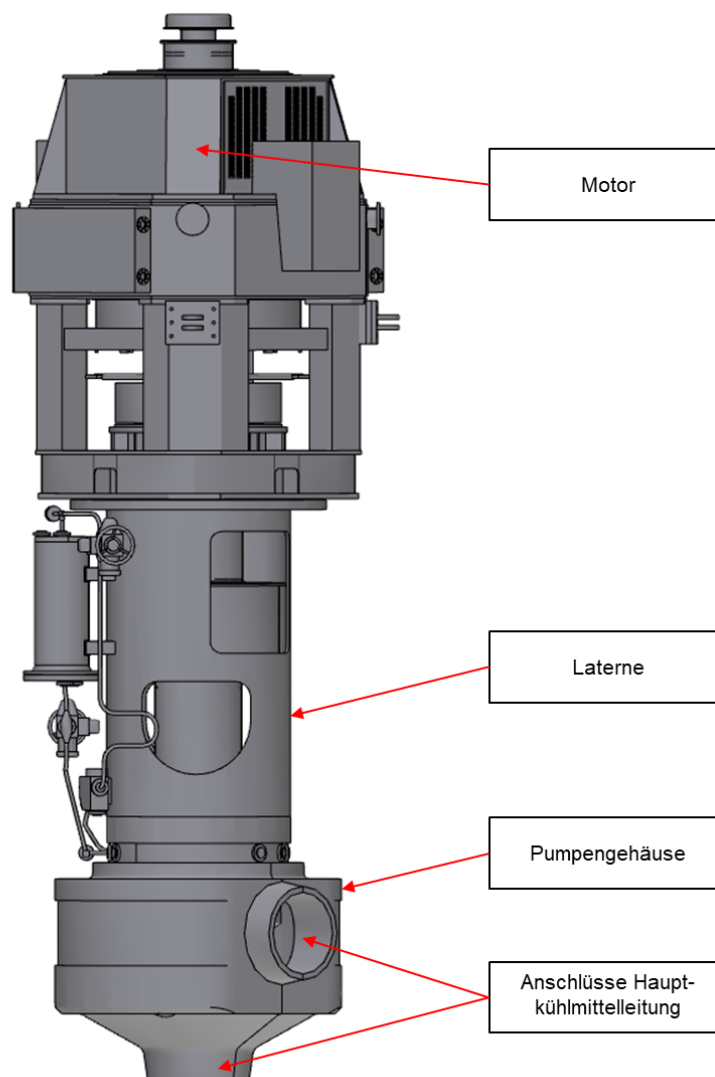


Abbildung 5-8: Schematische Darstellung Hauptkühlmittelpumpe

Die Hauptkühlmittelpumpen werden in Einbaulage (in situ) zerlegt. Die Auswahl der beim Abbau einzusetzenden Zerlegeverfahren orientiert sich im Wesentlichen an der Arbeitssicherheit sowie übergeordnet an der Minimierung der Exposition des beteiligten Abbaupersonals. Zunächst werden die Motoren, Laufzeuge sowie Lager der Hauptkühlmittelpumpen mit Hilfe betrieblicher Werkzeuge

demontiert und zur vorgesehenen Bearbeitungsstation transportiert. Anschließend werden die Pumpegehäuse von den einbindenden Hauptkühlmittelleitungen getrennt und in transportablen Einheiten entsprechend dem geplanten Entsorgungsziel zur vorgesehenen Bearbeitungsstation transportiert und dort weiter bearbeitet.

Die Hauptkühlmittelleitungen werden in Einbaulage (in situ) zerlegt und ebenfalls in transportablen Einheiten zu den vorgesehenen Bearbeitungsstationen transportiert und dort weiter bearbeitet.

5.2.3 Abbau im Reaktorgebäude-Ringraum

Die wesentlichen abzubauenen Komponenten im Reaktorgebäude-Ringraum sind:

- Nachwärmekühler / Nachkühlpumpen des Nachkühlsystems
- Beckenkühler / Beckenkühlpumpen des BE- Beckenkühlsystems
- Sicherheitseinspeisepumpen des Hochdruck- (HD) Einspeisesystems
- Nukleare Zwischenkühlpumpen / Notzwischenkühlpumpen / Nukleare Zwischenkühler des Nukleartechnischen Zwischenkühlkreislaufes
- Hochdruckförderpumpen des Volumenregelsystems

Die Komponenten, einschließlich der zugehörigen Rohrleitungen, werden bei Bedarf zunächst dekontaminiert und die anschließenden Rohrleitungen entfernt. Die Auswahl der beim Abbau einzusetzenden Zerlegeverfahren orientiert sich im Wesentlichen an der Arbeitssicherheit sowie übergeordnet an der Minimierung der Exposition des beteiligten Abbaupersonals. Nach einer Zerlegung in transportable Einheiten erfolgt der Transport zur vorgesehenen Bearbeitungsstation entsprechend dem geplanten Entsorgungsziel.

Alternativ zur Zerlegung vor Ort können die Komponenten und Rohrleitungen zur weiteren Zerlegung und Bearbeitung auch in Teilen oder als Ganzes zu geeigneten externen Bearbeitungseinrichtungen transportiert werden. Größere Anlagenteile können aufgrund ihrer Abmessungen und der räumlichen Gegebenheiten voraussichtlich nicht als Ganzes aus dem Abbaubereich herausgebracht werden. In diesem Fall ist eine Vorzerlegung auf gängige innerbetriebliche Transportgrößen (z.B. Gitterboxen) vorzunehmen.

5.2.4 Abbau im Reaktorhilfsanlagengebäude

Die wesentlichen abzubauenen Komponenten im Reaktorhilfsanlagengebäude sind:

- Kühlmittelbehälter zur Kühlmittellagerung
- Borsäurebehälter der Borsäure- und Deionateinspeisung
- Volumenausgleichsbehälter des Volumenregelsystems
- Borsäurekolonne zur Kühlmittelaufbereitung /-verdampfung

- Abwassersammelbehälter / Kontrollbehälter / Konzentratbehälter zur Lagerung flüssiger radioaktiv kontaminierter Abfälle
- Verdampferkolonnen zur Behandlung flüssiger radioaktiv kontaminierter Abfälle

Diese Komponenten, einschließlich der zugehörigen Rohrleitungen, werden, analog der Vorgehensweise im Reaktorgebäude-Ringraum, bei Bedarf zunächst dekontaminiert und die anschließenden Rohrleitungen entfernt. Die Auswahl der beim Abbau einzusetzenden Zerlegeverfahren orientiert sich im Wesentlichen an der Arbeitssicherheit sowie übergeordnet an der Minimierung der Exposition des beteiligten Abbaupersonals. Nach einer Zerlegung in transportable Einheiten erfolgt der Transport zur vorgesehenen Bearbeitungsstation entsprechend dem geplanten Entsorgungsziel.

Alternativ zur Zerlegung vor Ort können die Komponenten und Rohrleitungen zur weiteren Zerlegung und Bearbeitung auch in Teilen oder als Ganzes zu geeigneten externen Bearbeitungseinrichtungen transportiert werden. Größere Anlagenteile können aufgrund ihrer Abmessungen und der räumlichen Gegebenheiten voraussichtlich nicht als Ganzes aus dem Abbaubereich herausgebracht werden. In diesem Fall ist eine Vorzerlegung auf gängige innerbetriebliche Transportgrößen (z.B. Gitterboxen) vorzunehmen.

5.2.5 Der Abbau außerhalb des Kontrollbereiches

Der Abbau der Anlagenteile außerhalb des Kontrollbereiches, z. B. im Schaltanlagegebäude oder dem Maschinenhaus, erfolgen sukzessive parallel zu den Arbeiten im Kontrollbereich.

Die Abbauplanung und der Abbau vor Ort werden hierbei so gestaltet, dass ein sicheres Arbeiten unter Beachtung von Arbeitssicherheit und Brandschutz gewährleistet ist.

5.3 Restabbau und Rückzug aus dem Kontrollbereich

5.3.1 Restabbau

Der Restabbau umfasst im Wesentlichen den Abbau aller noch vorhandenen Einrichtungen des Kontrollbereichs, die entfernt werden müssen, um freigabefähige Räume zu erhalten.

In dieser Phase noch benötigte Funktionen werden durch mobile Einrichtungen, wie z. B. mobile Baustellenbeleuchtung, temporäre akkugepufferte Fluchtwegbeleuchtungen oder Baustromverteiler, ersetzt. Außerdem wird ggf. der vorhandene Fortluftkamin durch einen Ersatzkamin mit geringerer Höhe ersetzt.

Die abgebauten Einrichtungen werden bei Bedarf dekontaminiert, ggf. weiter zerlegt und der Entsorgung zugeführt. Dies kann sowohl im bestehenden Kontrollbereich des KKE als auch in externen Einrichtungen erfolgen.

Für den Restabbau kommen industrieerprobte Verfahren, Einrichtungen und Geräte zum Einsatz.

Bei der Durchführung sämtlicher Arbeiten werden die betrieblich festgelegten Maßnahmen bzgl. des Strahlenschutzes, der Arbeitssicherheit sowie des Brandschutzes angewendet.

5.3.2 Rückzug aus dem Kontrollbereich

Parallel zum Abbau der verbliebenen Restbetriebssysteme und Einrichtungen erfolgt im Rahmen des Rückzugs aus den Gebäuden eine systematische Dekontamination. Anschließend werden die entsprechenden Raumbereiche des Kontrollbereichs nach §§ 31 – 42 StrlSchV /G12/ freigegeben.

Die Vorgehensweise für den Rückzug aus einzelnen Räumen / Raumbereichen erfolgt grundsätzlich in folgender Reihenfolge:

- Leerräumen nicht mehr benötigter Räume/Raumbereiche, soweit wie es für die Freigabe gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV /G12/ erforderlich ist
- Dekontamination (z. B. durch Oberflächenabtrag) der Räume/Raumbereiche
- Durchführung von Messungen zum Nachweis der Voraussetzungen für die Freigabe gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV /G12/
- Absicherung der Räume / Raumbereiche gegen eine erneute Kontamination

Der Rückzug aus den Gebäudeebenen erfolgt grundsätzlich, ausgehend von den nicht mehr benötigten Räumen/Raumbereichen, zunächst in Richtung der Räume/Raumbereiche, die z. B. für den Betrieb von noch erforderlichen Einrichtungen oder als Verkehrs- bzw. Transportwege genutzt werden. Sobald auch diese Räume/Raumbereiche nicht mehr benötigt werden, erfolgt der Rückzug über die Flurbereiche in Richtung der Treppenhäuser.

Nach durchgeführter Dekontamination werden Messungen zum Nachweis der Voraussetzungen für die Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /G12/ durchgeführt. Nach Verlassen des Raums/Raumbereichs wird der Zugang gegen Wiederbetreten gesichert und der Raum/Raumbereich lüftungstechnisch abgetrennt. Auf diese Weise wird verhindert, dass Raumbereiche, die bereits die Freigabekriterien erfüllen, eventuell erneut kontaminiert werden.

Nach der Durchführung der Maßnahmen für alle Räume/Raumbereiche eines Gebäudes, erfolgt die Freigabe gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV /G12/ für dieses Gebäude.

Die endgültigen Festlegungen zur Vorgehensweise beim Rückzug werden im Rahmen der Detail- und Ausführungsplanung der Abbaumaßnahmen im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren getroffen.

5.4 Entlassung aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung und Abriss von Gebäuden

Folgende Gebäude der Anlage KKE müssen aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen werden:

- atomrechtlich genehmigte Gebäude,
- Gebäude des Kontrollbereichs und Gebäude innerhalb des Überwachungsbereichs,
- Gebäude, bei denen eine Kontamination oder Aktivierung vorliegt.

Für die Entlassung sind drei verschiedene Verfahren vorgesehen: Freigabe, Herausgabe und Entlassung auf Antrag.

Eine Freigabe (siehe Abschnitt 8.4) ist für die Gebäude des Kontrollbereichs sowie kontaminierte oder aktivierte Gebäude erforderlich. Bei einer Freigabe von Gebäuden wird gemäß StrlSchV /G12/ zwischen Gebäuden zur Wieder- und Weiterverwendung und Gebäuden zum Abriss unterschieden. Gebäude, die zur Wieder- oder Weiterverwendung freigegeben worden sind, unterliegen nicht mehr der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung. Sie können entweder erhalten bleiben oder abgerissen werden. Gebäude, die zum Abriss freigegeben wurden, müssen abgerissen werden. Die beim Abriss angefallenen Stoffe unterliegen danach nicht mehr der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung. Die Auswahl der zur Anwendung kommenden Freigabevariante erfolgt später spezifisch für jedes freizugebende Gebäude.

Für nicht kontaminierte und nicht aktivierte Gebäude innerhalb des Überwachungsbereichs ist eine Herausgabe (siehe Abschnitt 8.5) vorgesehen. Atomrechtlich genehmigte Gebäude, die weder dem Freigabe- noch dem Herausgabeverfahren unterliegen, sollen auf Antrag bei der zuständigen Aufsichtsbehörde aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen werden. Alle diese Gebäude können nach ihrer Entlassung entweder erhalten bleiben oder abgerissen werden.

In allen Fällen des Abrisses von Gebäuden handelt es sich um einen konventionellen Abriss. Dabei kommen branchenübliche und industrieerprobte Verfahren zum Einsatz. Der konventionelle Abriss erfolgt nach Maßgabe des dafür einschlägigen Rechts. Die Abrissarbeiten erfolgen so, dass eine Rückwirkungsfreiheit auf sicherheitstechnisch wichtige Systeme sichergestellt ist.

Ein Abriss des Kühlturmbauwerkes ist frühestens im Anlagenzustand 2 geplant.

Zur Entlassung der Anlage einschließlich des Standortes aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung (Abschluss des Abbaus der Anlage im genehmigten Umfang) ist der zuständigen Aufsichtsbehörde, unter Berücksichtigung der Anforderungen aus der Genehmigung, eine Dokumentation zu übergeben. Diese beinhaltet eine Beschreibung des Zustandes des Standortes nach

Abschluss der Stilllegungsmaßnahmen sowie eine Angabe der verwendeten Kriterien für die Freigabe und Herausgabe, Messmethoden und Messergebnisse für alle am Standort verbleibenden Strukturen und für die Standortfläche selbst.

6 Organisation und Restbetriebsreglement

Aus dem Atomgesetz (AtG) /G1/, dem Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) /G4/ und den nachgeordneten Verordnungen, wie der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /G12/ sowie den untergesetzlichen Regelungen und Richtlinien leiten sich die grundlegenden Anforderungen an eine sicherheitsgerichtete Betriebsorganisation und an ein Managementsystem ab.

Die Organisation, Verantwortungsbereiche (Aufgaben, Pflichten und Rechte) sowie die Zuständigkeiten der Entscheidungsträger, Beauftragten und Gremien bzgl. der Arbeitssicherheit sind in den Betriebsvorschriften (innerbetriebliches Regelwerk) auf der Grundlage des gesamtheitlichen Regelwerkes zum Gesundheits- und Arbeitsschutz festgelegt. Es regelt das Zusammenwirken untereinander sowie mit anderen Beauftragten (Umweltschutz, Strahlenschutz etc.) und mit externen Stellen.

6.1 Organisation

Der Gesellschafter RWE Nuclear GmbH hat die Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH (KLE GmbH) mit der Betriebsführung des Kernkraftwerks Emsland (KKE) beauftragt und ihr obliegen alle Pflichten und Aufgaben, die sich aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Verantwortung ergeben.

Geschäftsführung

Die KLE GmbH wird durch die Geschäftsführung vertreten. Die Geschäftsführung trägt die Verantwortung für die Anlage KKE und für die personelle, organisatorische und wirtschaftliche Führung. Die Geschäftsführung überträgt die verantwortliche Führung des KKE an den Leiter der Anlage, der von ihr schriftlich bestellt und bei der Genehmigungsbehörde benannt wird.

Strahlenschutzverantwortliche und –beauftragte

Der Technische Geschäftsführer der KLE GmbH nimmt die Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen nach § 69 StrlSchG /G4/ wahr. Von ihm werden zur Sicherstellung des Strahlenschutzes während der Stilllegung und des Abbaus der Anlage die erforderliche Anzahl von Strahlenschutzbeauftragten bestellt. Der Strahlenschutzbeauftragte überwacht gemäß den §§ 70 bis 72 StrlSchG /G4/ die Einhaltung der Schutzvorschriften und der von den zuständigen Behörden erlassenen Anordnungen und Maßgaben.

Leiter der Anlage

Der Leiter der Anlage ist der Geschäftsführung unterstellt. Er ist insbesondere dafür verantwortlich, dass die Stilllegung und der Abbau der Anlage unter Einhaltung der

- Bestimmungen des Atomrechts,
- atomrechtlichen Genehmigungen und Nebenbestimmungen,
- aufsichtsbehördlichen Auflagen und Anordnungen und
- Vorgaben der betrieblichen Regelungen

durchgeführt wird. Für die Durchführung dieser Aufgaben steht dem Leiter der Anlage eine Organisation zur Verfügung, die alle Funktionen enthält, die für einen ordnungsgemäßen und sicheren Restbetrieb und Abbau der Anlage KKE erforderlich sind.

Qualifikation und Fachkunde des Personals

Das verantwortliche Personal verfügt zur Erfüllung seiner Aufgaben über die jeweils notwendige Fachkunde. Zur Erhaltung und Aktualisierung der Fachkunde werden regelmäßige Ausbildungen, unter anderem auf den Gebieten Strahlenschutz und Arbeitssicherheit vorgenommen. Das in der Anlage KKE sonst tätige Personal verfügt über die notwendigen Kenntnisse für die Durchführung von Arbeiten im Zusammenhang mit Stilllegung und Abbau der Anlage. Das verantwortliche Personal und das verantwortliche Schichtpersonal wird gegenüber der Genehmigungsbehörde benannt.

6.2 Betriebsvorschriften

Entsprechend den ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen /R3/ werden während Stilllegung und Abbau der Anlage, die betrieblichen Regelungen einschließlich der Betriebs- und Personalorganisation anlassbezogen und in regelmäßigen Abständen, im Hinblick auf veränderte Anforderungen, überprüft. Insbesondere erfolgt eine Anpassung an die jeweils aktuellen Erfordernisse sowie den jeweils aktuellen Stand der Anlage.

Das Reglement für die Stilllegung und den Abbau setzt sich zusammen aus:

- Betriebshandbuch (BHB)
- Prüfhandbuch (PHB)
- Notfallhandbuch (NHB)
- Anweisungen, Abwicklungsregelungen
- Sonstige betriebliche Regelungen

6.2.1 Betriebshandbuch (BHB)

Das Betriebshandbuch (BHB) umfasst die für Stilllegung und Abbau der Anlage erforderlichen Ordnungen und Anweisungen und wird entsprechend den jeweiligen Anforderungen an Stilllegung und Abbau aktualisiert. Es beinhaltet unverändert zu übernehmende Regelungen des heutigen BHB, entsprechend anzupassende Regelungen des heutigen BHB sowie ggf. erforderliche Neuregelungen. Regelungen aus dem BHB, die für Stilllegung und Abbau nicht mehr erforderlich sind, werden im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren außer Kraft gesetzt.

Der Aufbau des BHB leitet sich aus dem bisherigen BHB für den Leistungsbetrieb ab und umfasst alle für Stilllegung und Abbau erforderlichen Abschnitte.

6.2.2 Prüfhandbuch (PHB)

Das Prüfhandbuch (PHB) beinhaltet alle Wiederkehrenden Prüfungen (WKP) für alle Systeme und Anlagenteile. Ziel der Wiederkehrenden Prüfungen ist es, in vorgegebenen Intervallen den einwandfreien Zustand und die sichere Funktion der Anlagenteile festzustellen und die Erhaltung der erforderlichen Qualitätsmerkmale nachzuweisen. Der Umfang der wiederkehrenden Prüfungen wird sich sukzessive mit der Anpassung der Anlagenteile entsprechend dem Anlagenzustand und dem jeweiligen Abbaufortschritt ändern und im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren angepasst.

6.2.3 Notfallhandbuch (NHB)

Im Notfallhandbuch (NHB) sind Regelungen für den anlageninternen Notfallschutz getroffen. Der anlageninterne Notfallschutz umfasst die Maßnahmen, die zu ergreifen sind, um auslegungsüberschreitende Ereignisabläufe frühzeitig zu erkennen, zu beherrschen und die daraus ggf. entstehenden, möglichen Auswirkungen in der Umgebung wirksam zu begrenzen. Die Kapitel des NHB sind sukzessive entsprechend dem Anlagenzustand und dem jeweiligen Abbaufortschritt nicht mehr erforderlich und werden dann im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren für ungültig erklärt.

6.2.4 Anweisungen, Abwicklungsregelungen

Betriebsvorschriften in Form von Anweisungen und Abwicklungsregelungen sind Anweisungen, die Abläufe regeln, die nicht bereits im BHB, PHB und NHB festgelegt sind. Sie sind Ergänzungen zu diesen Unterlagen. Die Anweisungen und Abwicklungsregelungen werden entsprechend den jeweiligen Anforderungen an Stilllegung und Abbau angepasst und ggf. ergänzt. Für Stilllegung und Abbau der Anlage sind insbesondere folgende Regelungen anzupassen bzw. zu ergänzen.

6.2.4.1 Stillsetzungsverfahren

Das Stillsetzungsverfahren regelt die Abwicklung von Stillsetzungsmaßnahmen im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren. Es beinhaltet alle Tätigkeiten zur irreversiblen, rückwirkungsfreien, physikalischen Trennung von Anlagenteilen vom Restbetrieb sowie die entsprechende Kennzeichnung und Dokumentation der stillgesetzten Anlagenteile inkl. der resultierenden Anpassung der Betriebsunterlagen. Stillsetzungen von Systemen oder Komponenten werden im Rahmen einzelner, system- oder komponentenbezogener Stillsetzungsmaßnahmen abgewickelt.

6.2.4.2 Abbaumaßnahmeverfahren

Das Abbaumaßnahmeverfahren ist das Verfahren zur Erlaubnis von Abbaumaßnahmen im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren. Für die einzelnen Abbaumaßnahmen werden Abbauanzeigen ausgearbeitet. Diese beschreiben auch die jeweils erforderlichen Informationen zur abbaubegleitenden Kontrolle durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde. Sie enthalten hierzu die Beschreibung der geplanten Abbauarbeiten und weitere Informationen wie z.B. eine Massenabschätzung, die geplanten Entsorgungsziele und ggf. erforderliche Maßnahmen zum Arbeits-, Brand- und Strahlenschutz.

6.2.4.3 Änderungsverfahren

Das Änderungsverfahren regelt die Vorgehensweise im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren bei nicht wesentlichen Änderungen und Instandhaltungen an atomrechtlich genehmigten Anlagenteilen und den zugehörigen Betriebs- oder Genehmigungsunterlagen. Das für den Leistungsbetrieb bewährte und in der Unterlage „Beschreibung des Verfahrens bei Änderungs- und Instandhaltungsmaßnahmen“ beschriebene Verfahren wird weiterhin angewandt. Entsprechend der sicherheitstechnischen Einstufung der Anlagenteile sind darin Klassifizierung von Änderungsanzeigen und die Einbindung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde und Sachverständigen festgelegt. Die Unterlage wird entsprechend den jeweiligen Anforderungen an Stilllegung und Abbau angepasst.

6.2.5 Sonstige betriebliche Regelungen

Sonstige betriebliche Regelungen beschreiben Verfahren, die unabhängig von atomrechtlichen Erfordernissen sind. Gegenstand sonstiger betrieblicher Regelungen sind insbesondere das Managementhandbuch (MHB) und das Organisationshandbuch (OHB). Das MHB des KKE dient als übergeordnete Beschreibung der betrieblichen Organisation. Hier werden die Festlegungen zur Aufbau- und Ablauforganisation grundsätzlich prozessbezogen beschrieben. Das MHB enthält keine Handlungsvorgaben.

Das OHB stellt die für das KKE relevanten Prozesse (Management-, Kern- und unterstützende Prozesse) dar. Es enthält die Abläufe des KKE in einer prozessorientierten Darstellungsweise und wird ausgehend vom Leistungsbetrieb an die spezifischen Gegebenheiten im Restbetrieb angepasst.

6.3 Dokumentation

Die während der Stilllegung und des Abbaus durchgeführten Maßnahmen werden dokumentiert. Der aktuelle Status der Anlage im Hinblick auf das radioaktive Inventar und seine Verteilung sowie der Zustand der noch vorhandenen Gebäude, Restbetriebssysteme und Komponenten ist ersichtlich und der aufsichtlichen Überprüfung zugänglich. Darüber hinaus wird in regelmäßigen Abständen an die atomrechtliche Aufsichtsbehörde berichtet. Die Dokumentation des aktuellen Status der Anlage erfolgt durch Aktualisierung von z. B. Systemschaltplänen, Systembeschreibungen, Baueingabeplänen, u.s.w..

Weiterhin werden z. B. Daten über den Strahlenschutz des Personals und die Abgabe radioaktiver und nicht radioaktiver Stoffe dokumentiert.

7 Strahlenschutz

Der Strahlenschutz im KKE dient dem Schutz des Menschen und der Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung. Zu den wesentlichen Aufgaben gehören die in §§ 8 und 9 StrlSchG /G4/ formulierten Grundsätze zur Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung sowie zur Dosisbegrenzung für die im KKE tätigen Personen und die Bevölkerung in der Umgebung.

7.1 Strahlenschutzbereiche

In der Anlage KKE werden gemäß § 52 StrlSchV /G12/ folgende Strahlenschutzbereiche unterschieden:

- Überwachungsbereich
- Kontrollbereich
- Sperrbereiche als Teile des Kontrollbereichs

Die folgende Abbildung 7-1 zeigt das Betriebsgelände KKE mit den entsprechenden Strahlenschutzbereichen sowie das BZL und das beantragte TLE.

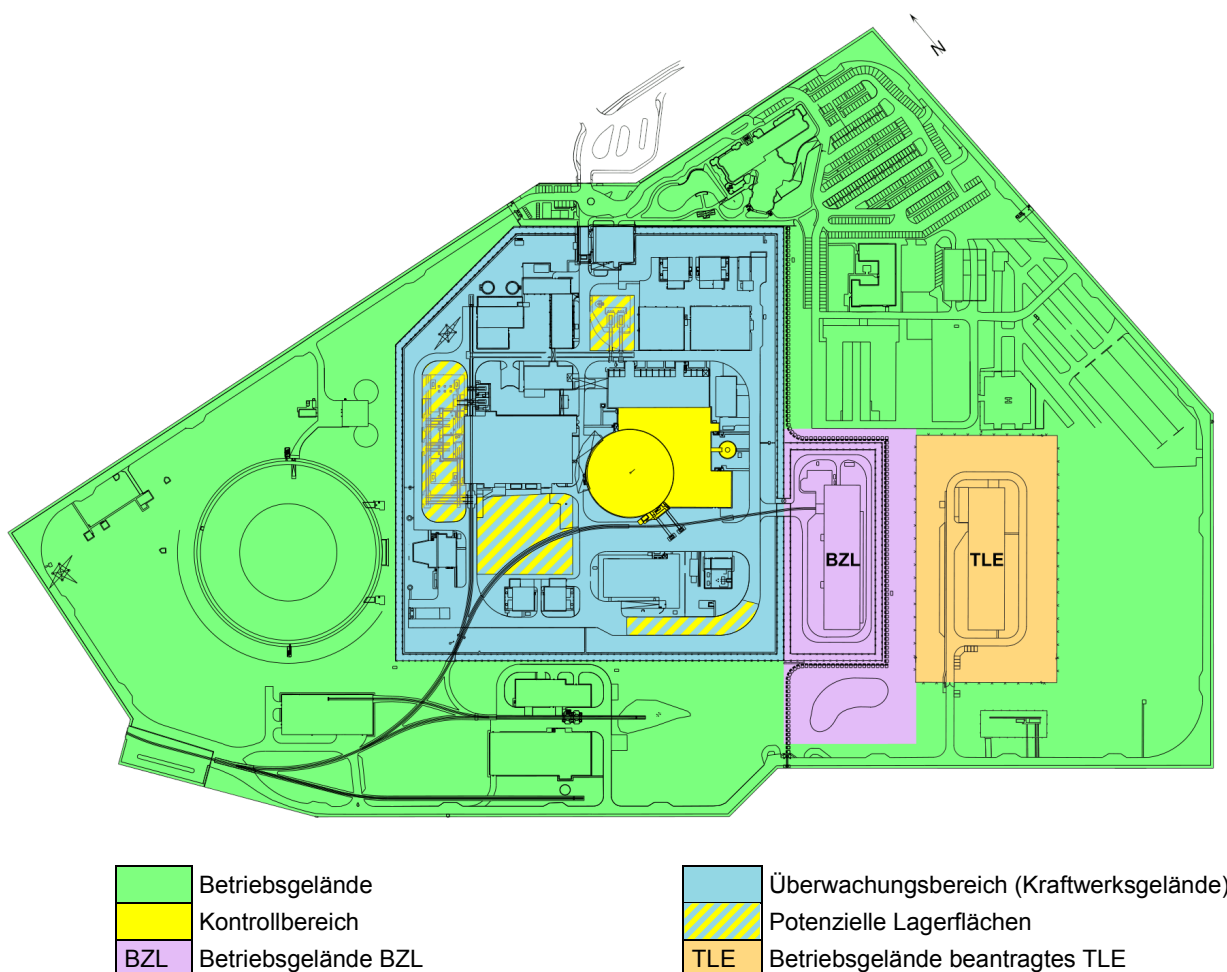


Abbildung 7-1: Betriebsgelände KKE mit den entsprechenden Strahlenschutzbereichen

7.1.1 Überwachungsbereich

Überwachungsbereiche sind gemäß den Festlegungen von § 52 Abs. 2 Nr. 1 StrlSchV /G12/ nicht zum Kontrollbereich gehörende betriebliche Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder eine Organ-Äquivalentdosis von mehr als 50 mSv für die Hände, die Unterarme, die Füße oder Knöchel oder eine lokale Hautdosis von mehr als 50 mSv erhalten können.

Der Überwachungsbereich der Anlage KKE wird durch den Anlagensicherungszaun innerhalb des Betriebsgeländes KKE begrenzt. Die Ortsdosisleistung ist im Überwachungsbereich so niedrig, dass die effektive Dosis dort tätiger Personen im Kalenderjahr 1 mSv nicht überschreitet. Dies wird während Stilllegung und Abbau der Anlage KKE durch technische oder administrative Strahlenschutzmaßnahmen, z. B. durch Begrenzung von Aufenthaltszeiten, weiterhin sichergestellt und messtechnisch überwacht.

7.1.2 Kontrollbereich

Kontrollbereiche sind gemäß den Festlegungen von § 52 Abs. 2 Nr. 2 StrlSchV /G12/ Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder eine Organ-Äquivalentdosis von mehr als 15 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Hände, die Unterarme, die Füße oder Knöchel oder eine lokale Hautdosis von mehr als 150 mSv erhalten können. Der dauerhaft eingerichtete Kontrollbereich der Anlage KKE erstreckt sich auf folgende Gebäude bzw. Gebäudebereiche und ist in Abbildung 7-1 gelb dargestellt:

- Reaktorgebäude
- Reaktorhilfsanlagengebäude
- Teile des Fortluftkamins (ab einer Höhe von +22,30 m).

Die Zugänge zum Kontrollbereich sind deutlich sichtbar und dauerhaft mit Strahlenzeichen gemäß § 53 in Verbindung mit § 91 StrlSchV /G12/ gekennzeichnet und zusätzlich mit dem Hinweis „KONTROLLBEREICH“ versehen. Der Kontrollbereich ist durch bauliche oder andere Maßnahmen gegenüber dem Überwachungsbereich abgegrenzt. Ein unbeabsichtigtes Betreten ist nicht möglich.

Temporäre Kontrollbereiche werden bei Bedarf eingerichtet, deutlich sichtbar gekennzeichnet und gegen unbeabsichtigtes Betreten gesichert.

Die Überprüfung und Abgrenzung der Kontrollbereiche erfolgt durch die Mitarbeiter des Strahlenschutzes auf Anweisung des Strahlenschutzbeauftragten.

7.1.3 Sperrbereich

Sperrbereiche sind gemäß den Festlegungen von § 52 Abs. 2 Nr. 3 StrlSchV /G12/ Bereiche des Kontrollbereichs, in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h sein kann. Sperrbereiche werden mit dem Strahlenzeichen und mit dem Zusatz "SPERRBEREICH – KEIN ZUTRITT" gekennzeichnet und abgegrenzt. Sperrbereiche sind so abgesichert, dass Personen nicht unkontrolliert hineingelangen können.

7.2 Strahlenschutzüberwachung

Im Folgenden wird die Strahlenschutzüberwachung während Stilllegung und Abbau der Anlage erläutert. Im Einzelnen wird auf die folgenden Schwerpunkte eingegangen:

- Überwachung der Strahlenschutzbereiche
- Strahlenschutzmaßnahmen bei der Durchführung von Arbeiten
- Personenüberwachung (Direktstrahlung, Kontamination und Inkorporation)
- Radiologische Messungen
- Strahlungsmessgeräte

7.2.1 Überwachung der Strahlenschutzbereiche

Die Strahlenschutzbereiche werden gemäß § 56 StrlSchV /G12/ messtechnisch überwacht.

Hierzu erfolgen insbesondere folgende radiologische Messungen:

- Routinemäßig und bei Bedarf
 - Kontaminationsmessungen zur Sicherstellung der Einhaltung der Werte für Oberflächenkontamination gemäß § 57 StrlSchV /G12/ innerhalb des Kontrollbereichs und im Überwachungsbereich, sowie ggf. vor der Überquerung von Bereichsgrenzen, wobei im Überwachungsbereich die Einhaltung der Werte gemäß § 57 Abs. 2 Nr. 3 StrlSchV /G12/ für Oberflächenkontamination außerhalb von Strahlenschutzbereichen angestrebt wird,
 - Messungen der Ortsdosisleistung im Kontrollbereich sowie der Ortsdosisleistung und der Ortsdosis im Überwachungsbereich zum Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte gemäß § 52 und § 71 Abs. 1 Nr. 2 StrlSchV /G12/,
 - Messungen der Luftaktivitätskonzentration im Kontrollbereich, soweit luftgetragene Aktivitäten von radiologischer Relevanz nicht ausgeschlossen werden können.
- Messungen an allen Personen gemäß § 58 Abs. 1 StrlSchV /G12/ beim Verlassen des Kontrollbereichs durch Kontaminationsmessungen zur Sicherstellung der Einhaltung der Werte gemäß § 57 Abs. 2 Nr. 3 StrlSchV /G12/ für Oberflächenkontamination außerhalb von Strahlenschutzbereichen.

- Beim Herausbringen von beweglichen Gegenständen aus dem Kontrollbereich zum Zweck der Handhabung, der Nutzung oder einer sonstigen Verwendung mit dem Ziel einer Wiederverwendung oder Reparatur außerhalb eines Strahlenschutzbereiches werden diese daraufhin geprüft, ob sie aktiviert oder kontaminiert sind und die Werte gemäß § 58 Abs. 2 Nr. 1 und 2 StrlSchV eingehalten werden.

7.2.2 Strahlenschutzmaßnahmen bei der Durchführung von Arbeiten

Festlegungen zur Strahlenschutzüberwachung für die Durchführung von Arbeiten erfolgen im Rahmen des Stillsetzungs- und Abbaumaßnahmeverfahrens bzw. des bestehenden Arbeitserlaubnisverfahrens. Im Einzelnen werden dabei die erforderlichen radiologischen Messungen und ggf. erforderliche anlagen- und personenbezogene Strahlenschutzmaßnahmen festgelegt. Aufgrund von Ergebnissen radiologischer Messungen können weitere spezifische Festlegungen getroffen werden. Die Ergebnisse radiologischer Messungen werden dokumentiert. Im Folgenden sind mögliche Festlegungen exemplarisch dargestellt:

- Strahlenschutzüberwachung (einmal vor Arbeitsbeginn, zyklisch, ständig oder nicht erforderlich)
- Radiologische Messungen, z. B.:
 - Ortsdosisleistungsmessungen mit tragbaren Dosisleistungsmessgeräten
 - Kontaminationsmessungen durch Entnahme und Auswertung von Wischtestproben oder durch Direktmessung mit tragbaren Kontaminationsmonitoren
 - Messungen von an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen mit mobilen Probesammlern und anschließender Auswertung oder als kontinuierliche Monitormessung
- Anlagenbezogene Strahlenschutzmaßnahmen, z. B.:
 - Einrichtung von Schuhwechsellzonen
 - Einhausung mit gefilterter Absaugung
 - Dekontamination
 - Abschirmung
- Personenbezogene Strahlenschutzmaßnahmen, zusätzlich zur Kontrollbereichskleidung, z.B.:
 - Zusätzlicher Overall / Schutzanzug
 - Überschuhe
 - Gummihandschuhe
 - Atemschutz
 - Fernbedientes bzw. fernhantiertes Arbeiten

7.2.3 Personenüberwachung

Alle Personen, die Kontrollbereiche betreten, werden in die Personenüberwachung einbezogen. Zur Ermittlung der Körperdosis gemäß § 64 - 66 StrlSchV /G12/ erfolgt bei allen tätigen Personen, die den Kontrollbereich betreten, eine Messung der Personendosis mit zwei voneinander unabhängigen Verfahren:

- betriebliches Dosimeter (Auswertung innerbetrieblich, direkt ablesbar)
- amtliches Dosimeter (Auswertung gemäß § 66 StrlSchV /G12/ regelmäßig durch eine behördlich bestimmte Messstelle)

Ergänzend wird bei allen Personen, die im Kontrollbereich tätig werden, zu Beginn und nach Abschluss der Tätigkeiten (beim Ein- und Auschecken sowie bei längeren Aufenthalten in regelmäßigen Abständen), eine Messung der Körperaktivität durchgeführt. Diese Messungen sind Bestandteil des Konzepts zum Nachweis, dass die Erfordernisschwelle gemäß /R18/ unterschritten wird. Bei dosisrelevantem Inkorporationsverdacht erfolgt eine Ermittlung der Körperdosis durch innere Exposition bei einer amtlichen Messstelle.

Die Ergebnisse und Ermittlungen der Personenüberwachung werden gemäß § 167 StrlSchG /G4/ aufgezeichnet und aufbewahrt.

Im Überwachungsbereich soll unter Einhaltung des § 64 (1) StrlSchV /G12/ auf die Ermittlung der Körperdosis verzichtet werden.

Beim Verlassen des Kontrollbereichs werden alle Personen auf Kontamination überprüft. Dies gilt grundsätzlich auch bei temporär eingerichteten Kontrollbereichen. Für temporäre Kontrollbereiche kann dies entfallen, wenn sowohl Kontamination als auch eine Freisetzung radioaktiver Stoffe ausgeschlossen werden kann oder radiologisch nicht relevant ist.

7.2.4 Radiologische Messungen

Radiologische Messungen erfolgen insbesondere:

- zur Überwachung von Strahlenschutzbereichen
- zur Arbeitsplatzüberwachung
- im Rahmen der Emissions- und Immissionsüberwachung (siehe Abschnitte 7.4.2 und 7.4.3)
- an abzubauenen Anlagenteilen im Rahmen einer radiologischen Charakterisierung
- im Rahmen des Freigabeverfahrens gemäß §§ 31 - 42 StrlSchV /G12/
- im Rahmen des Herausgabeverfahrens
- im Rahmen des Verfahrens zum Herausbringen
- bei Abgabe oder Beförderung radioaktiver Stoffe gemäß § 94 StrlSchV /G12/
- an radioaktiven Reststoffen:

- zur Sicherstellung der Festlegungen zu Buchführung und Mitteilung radioaktiver Stoffe gemäß §§ 85 - 86 StrlSchV /G12/
- zur Planung des Anfalls und Verbleibs radioaktiver Abfälle gemäß § 1 AtEV /G7/
- zur Erfassung radioaktiver Abfälle gemäß § 2 AtEV /G7/
- während der Behandlung und Verpackung radioaktiver Abfälle gemäß § 3 AtEV /G7/
- zur Erfüllung der Pflichten bei der Abgabe radioaktiver Abfälle gemäß § 4 AtEV /G7/

7.2.5 Strahlungsmessgeräte

Für die Durchführung von Messungen zur Gewährleistung des Strahlenschutzes werden Strahlungsmessgeräte insbesondere für folgende Messzwecke vorgehalten:

- Messung der Personendosis und Messungen im Rahmen der Inkorporationsüberwachung
- Messung der Ortsdosis und Ortsdosisleistung
- Messung der Oberflächenkontamination
- Messung der spezifischen Aktivität an Anlagenteilen sowie an radioaktiven Reststoffen
- Messung der Konzentration von an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen in der Luft
- Messung der Konzentration von Edelgasen in der Luft mindestens bis zum Erreichen der Kernbrennstofffreiheit
- Messung der Konzentration von Iod in der Luft bis drei Monate nach Beendigung des Leistungsbetriebs
- Messungen im Rahmen der Emissionsüberwachung
- Messungen im Rahmen der Freigabe- und Herausgabeverfahren und zum Herausbringen

Die Strahlungsmessgeräte erfüllen die Anforderungen gemäß § 90 StrlSchV /G12/ und des untergesetzlichen Regelwerkes (KTA, DIN sowie einschlägige SSK-Empfehlungen). Der Bestand an Messgeräten aus dem Leistungsbetrieb wird weiterverwendet. Die Art und Anzahl der Strahlungsmessgeräte werden entsprechend den Anforderungen aus Stilllegung und Abbau der Anlage angepasst. Zu jedem Zeitpunkt wird gewährleistet, dass Strahlungsmessgeräte in ausreichender Anzahl vorhanden sind. Sie werden regelmäßig gewartet und auf ihre Funktionstüchtigkeit im Rahmen von wiederkehrenden Prüfungen überprüft.

7.3 Strahlenschutzplanung bei Arbeiten im Kontrollbereich

Gemäß den Festlegungen der IWRS II-Richtlinie /R8/ unterliegen alle Arbeiten im Kontrollbereich dem Verfahren zur Festlegung von Strahlenschutzmaßnahmen. Die dabei getroffenen Strahlenschutzmaßnahmen sind nachzuweisen. Die Arbeitsplanung erfolgt darüber hinaus unter Einhaltung

des § 8 StrlSchG /G4/ unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit sowie technischer Gesichtspunkte.

Bezüglich des Strahlenschutzes werden bei der Arbeitsplanung die folgenden Grundsätze berücksichtigt:

- Minimierung der Kollektiv- und Individualdosen durch
 - Reduzierung der Ortsdosisleistung in den Arbeitsbereichen durch frühzeitiges Entfernen von Strahlenquellen aus dem Arbeitsbereich,
 - Abschirmen von Strahlenquellen im Arbeitsbereich und
 - Reduzierung der Aufenthaltszeit in Bereichen mit erhöhter Ortsdosisleistung.
- Verhinderung der Freisetzung und Verschleppung von Kontamination aus Arbeitsbereichen durch die Festlegung anlagenbezogener Strahlenschutzmaßnahmen wie z. B. Schuhwechsellinien, Einhausungen oder örtliche Absaugung mit mobilen Umluft-Filteranlagen
- Verhinderung von Inkorporationen durch Festlegung von personenbezogenen Strahlenschutzmaßnahmen wie z. B. Vollmaske mit Filter oder Fremdbelüftung
- Berücksichtigung von Erfahrungen vorangegangener Arbeiten z. B. Auswahl geeigneter Abbaustrategien, Zerlege- und Behandlungsverfahren oder Nutzung betriebsbewährter administrativer Prozesse

Die Planungsbasis bilden dabei insbesondere die im Rahmen der radiologischen Charakterisierung ermittelten bzw. noch zu ermittelnden Daten.

Die detaillierte Festlegung von personen- und anlagenspezifischen Strahlenschutzmaßnahmen erfolgen im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens (siehe Abschnitt 7.2.2).

7.4 Radioaktive Emissionen

Bei den Arbeiten zur Stilllegung und Abbau der Anlage werden Vorkehrungen und Maßnahmen getroffen, die eine Freisetzung radioaktiver Stoffe sicher erkennen und minimieren. Hierzu gehören insbesondere:

- Überwachung der Kontrollbereichsausgänge auf Kontaminationsverschleppung
- Betrieb Lüftungstechnischer Anlagen zur Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung in den Kontrollbereich, Filterung des Fortluftvolumenstroms und Emissionsüberwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft
- Bei einem Ausfall der Lüftungsanlage im Kontrollbereich wird der Lüftungsabschluss für den Kontrollbereich hergestellt. Die Arbeiten, insbesondere Abbaumaßnahmen, die zu einem Austrag von radioaktiven Aerosolen in die Raumluft führen könnten, werden dann so lange eingestellt, bis eine gerichtete Luftströmung in den Kontrollbereich wieder hergestellt ist,

eine repräsentative Fortluftüberwachung wieder sichergestellt ist und die radiologischen Parameter der Anlage überprüft sind.

- Ergreifen von anlagenbezogenen Strahlenschutzmaßnahmen zur Eingrenzung möglicher Kontamination auf die Arbeitsbereiche
- Betrieb eines Abwassersammel- und Aufbereitungssystems zum Sammeln und Aufbereiten der im Kontrollbereich anfallenden Wässer und zur Emissionsüberwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser

7.4.1 Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe

Fortluft

Die Inanspruchnahme der beantragten Genehmigung zu Stilllegung und Abbau des KKE wird frühestens drei Monate nach Einstellen des Leistungsbetriebs erfolgen. Bis dahin sollen die Genehmigungswerte aus dem Leistungsbetrieb für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft zunächst unverändert fortgelten.

Tabelle 7-1: **Aktuell geltende Genehmigungswerte zulässiger Ableitungen radioaktiver Stoffe / Fortluft**

Radioaktive Gase (inkl. Tritium und Kohlenstoff-14):		
	im Kalenderjahr	1,00 E+15 Bq
	in 180 aufeinanderfolgenden Tagen*	5,00 E+14 Bq
	am Tag*	1,00 E+13 Bq
*Die messtechnische Überwachung der Ableitungen von H-3 und C-14 erfolgt durch quartalsweise Bilanzierung.		

An Schwebstoffen gebundene radioaktive Stoffe*:		
	im Kalenderjahr**	1,00 E+10 Bq
	in 180 aufeinanderfolgenden Tagen	5,00 E+09 Bq
	am Tag	1,00 E+08 Bq
*mit Halbwertszeiten von mehr als 8 Tagen **Der Anteil von Sr-90 und von Alpha-Strahlern darf 1% bzw. 0,01% nicht überschreiten.		

Radioaktives Iod (I-131):		
	im Kalenderjahr*	5,00 E+09 Bq
	in 180 aufeinanderfolgenden Tagen	3,00 E+09 Bq
	am Tag	5,00 E+07 Bq
*davon max. 4,0 E+08 Bq über das Maschinenhausdach und über Abblaseventile, bzw. max. 7,5 E+07 Bq in der Weideperiode vom 15. April bis 15. Oktober.		

Für den Zeitpunkt drei Monate nach Einstellen des Leistungsbetriebs werden folgende Genehmigungswerte für zulässige Ableitungen mit der Fortluft beantragt:

Tabelle 7-2: Beantragte Werte zulässiger Ableitungen radioaktiver Stoffe / Fortluft

Radioaktive Gase (inkl. Tritium und Kohlenstoff-14):		
	im Kalenderjahr	2,00 E+13 Bq
	in 180 aufeinanderfolgenden Tagen*	1,00 E+13 Bq
	am Tag*	2,00 E+11 Bq
*Die messtechnische Überwachung der Ableitungen von H-3 und C-14 erfolgt durch quartalsweise Bilanzierung.		

An Schwebstoffen gebundene radioaktive Stoffe:		
	im Kalenderjahr	1,00 E+10 Bq
	in 180 aufeinanderfolgenden Tagen	5,00 E+09 Bq
	am Tag	1,00 E+08 Bq

Die in Tabelle 7-2 dargestellten, reduzierten Werte für radioaktive Gase liegen deutlich unter den für den Leistungsbetrieb der Anlage KKE festgelegten Genehmigungswerten. Die Werte für an Schwebstoffen gebundene radioaktive Stoffe (ehemals Aerosole) sollen in unveränderter Höhe fortgelten. Die nach Beendigung des Leistungsbetriebs vorhandene Aktivität der Iod-Isotope in den Brennelementen durch radioaktiven Zerfall geht innerhalb weniger Wochen stark zurück. Eine Neubildung von radioaktivem Iod erfolgt nur noch in sehr geringem Maße. Somit werden keine Genehmigungswerte mehr für die Ableitung von Iod-Isotopen mit der Fortluft beantragt.

Abwasser

Die Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser betragen während des Leistungsbetriebs der Anlage:

Tabelle 7-3: Genehmigungswerte zulässiger Ableitungen radioaktiver Stoffe / Abwasser

Gesamtaktivität (ohne Tritium):		
	im Kalenderjahr	3,70 E+10 Bq
	in 180 aufeinanderfolgenden Tagen	1,85 E+10 Bq

Tritium:		
	im Kalenderjahr	3,50 E+13 Bq
	in 180 aufeinanderfolgenden Tagen	2,30 E+13 Bq

Mit dem Antrag auf Stilllegung und Abbau der Anlage sollen diese Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser in unveränderter Höhe fortgelten.

7.4.2 Emissionsüberwachung

Fortluft

Die Emissionsüberwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft erfolgt gemäß § 103 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchV /G12/ beim Abbau der Anlage KKE insbesondere unter Berücksichtigung der folgenden Regelwerke:

- KTA 1503.1 „Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe, Teil 1: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßem Betrieb“ /R13/ (schutzzielorientiert angepasste bzw. teilweise Anwendung unter Berücksichtigung des veränderten Gefährdungspotenzials und der im Vergleich zu Errichtung und Betrieb veränderten und in vieler Hinsicht verringerten Anforderungen gemäß Stilllegungsleitfaden /R2/)
- BMU-Richtlinie zur Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen /R7/
- Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /R6/

Alle hierfür erforderlichen Einrichtungen sind vorhanden.

Im Einzelnen erfolgt die Emissionsüberwachung der Fortluft wie folgt:

- Kontinuierliche Messung von an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen
- Sammlung von an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen durch Abscheidung auf Schwebstofffiltern und anschließender Auswertung
- Sammlung von Tritium durch Abscheidung in einem Probensammler und anschließender Auswertung
- Sammlung von Kohlenstoff-14 durch Abscheidung in einem Probensammler und anschließender Auswertung
- Messung der nuklidspezifischen Edelgaszusammensetzung und Edelgaskonzentration mindestens bis zum Erreichen der Kernbrennstofffreiheit
- Kontinuierliche Messung der Iodkonzentration bis drei Monate nach Beendigung des Leistungsbetriebs,
- Sammlung von radioaktivem Iod und anschließender Auswertung bis drei Monate nach Beendigung des Leistungsbetriebs,

Abwasser

Die Emissionsüberwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser nach § 103 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchV /G12/ erfolgt bei Stilllegung und Abbau der Anlage unter Berücksichtigung der folgenden Regelwerke:

- KTA 1504 „Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser“ /R14/
- BMU-Richtlinie zur Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen /R7/
- Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /R6/

Alle hierfür erforderlichen Einrichtungen sind vorhanden.

Im Einzelnen erfolgt die Emissionsüberwachung bei der Abwasserabgabe wie folgt:

- Messung an einer repräsentativen Probe des Abwassers zum Nachweis der Einhaltung der Genehmigungswerte
- Kontinuierliche Überwachung der Abwassermenge und -aktivität in der Abgabelleitung durch festinstallierte Messgeräte während der Ableitung
- Kontinuierliche Überwachung der Gesamt-Gamma-Aktivität im Abwasser
- Repräsentative nuklidspezifische Messungen zur Bilanzierung der mit dem Abwasser abgeleiteten Aktivität

Die Messstellen zur Emissionsüberwachung für Fortluft und Abwasser werden entsprechend den Anforderungen während Stilllegung und Abbau der Anlage angepasst. Nicht mehr erforderliche Messstellen werden nach Zustimmung der zuständigen Behörde stillgesetzt und abgebaut.

Die Messergebnisse für Fortluft und Abwasser werden bilanziert und dokumentiert. Die Berichterstattung nach § 103 Abs. 1 Nr. 2 StrlSchV /G12/ erfolgt unter Berücksichtigung der KTA 1503.1 /R13/ und KTA 1504 /R14/.

7.4.3 Immissionsüberwachung

Bei der Immissionsüberwachung nach § 103 Abs. 2 StrlSchV /G12/ während Stilllegung und Abbau der Anlage wird die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /R6/ berücksichtigt.

Die Immissionsüberwachung erfolgt weiterhin im Rahmen der Umgebungsüberwachung. Dabei werden

- die Direktstrahlung der Anlage,
- die Luft und der Niederschlag,
- das Grundwasser,
- das Oberflächenwasser,
- Boden und Bewuchs

überwacht. Ergänzend werden die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen bestimmt.

Die Messung der Ortsdosis erfolgt auf dem Betriebsgelände vor der Grenze zum allgemeinen Staatsgebiet durch ganzjährige Exposition von Festkörperdosimetern und anschließender Auswertung durch eine externe Messstelle.

Die Überwachung wird auch während Stilllegung und Abbau der Anlage weiter aufrechterhalten und unter Berücksichtigung der REI /R6/ bedarfsgerecht angepasst.

7.4.4 Umsetzung der KFÜ-Rahmenempfehlung

Im Rahmen der Umsetzung der Rahmenempfehlung für die Fernüberwachung von Kernkraftwerken (KFÜ) /R16/ wird durch die zuständige atomrechtliche Aufsichtsbehörde die Anlage KKE auf Basis eigener Messinstrumentierungen überwacht. Zu den Schwerpunkten der Überwachung zählen:

- Emissionsüberwachung
- Überwachung von Betriebsparametern

Die Überwachung wird in Erfüllung des § 19 AtG /G1/ auch während Stilllegung und Abbau der Anlage weiter aufrechterhalten und bedarfsgerecht angepasst.

7.4.5 Exposition in der Umgebung

Die Exposition in der Umgebung der Anlage KKE setzt sich zusammen aus der Exposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser sowie der Direktstrahlung, sowie aus möglichen radiologischen Vorbelastungen durch andere kerntechnische Anlagen, sonstige Einrichtungen und aus Belastungen durch frühere Tätigkeiten am Standort.

Die Berechnungen der potenziellen Exposition durch die Ableitung von radioaktiven Stoffen mit der Fortluft und dem Abwasser in der Umgebung erfolgen auf der Grundlage

- der Festlegungen des § 80 StrlSchG /G4/ und der §§ 99 – 102 in Verbindung mit § 193 StrlSchV /G12/,
- der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 StrlSchV-2001 (vom 28.08.2012) /R1/,
- standortspezifischer Gegebenheiten,
- der beantragten Genehmigungswerte für die jährliche Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser sowie
- möglicher radiologischer Vorbelastungen durch Ableitungen anderer Anlagen oder Einrichtungen, oder aus Belastung durch frühere Tätigkeiten am Standort.

Eine relevante radiologische Belastung am Standort KKE aus früheren Tätigkeiten am Standort kann aufgrund der Ergebnisse der betriebsbegleitenden Immissionsüberwachung des KKE ausgeschlossen werden. Dies gilt gleichlautend für die radiologische Belastung durch mögliche Emittenten in

Nachbarstaaten, welche ansonsten nach den Regelungen der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 StrlSchV-2001 /R1/ nicht weiter zu berücksichtigen sind.

Die potenzielle Exposition wird für die ungünstigsten Einwirkstellen berechnet. Bei der Berechnung wurden konservative Annahmen für die Nuklidzusammensetzung des KKE und gemäß Vorgaben der AVV zu § 47 StrlSchV-2001 (in der bis zum 31.12.2018 geltenden Fassung) /G14/ die vollständige Ausschöpfung der in Abschnitt 7.4.1, Tabelle 7-2 und Tabelle 7-3, genannten Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft bzw. dem Abwasser zugrunde gelegt.

Die Berechnungen erfolgen für die jeweils ungünstigsten Einwirkstellen, bei der auf Grund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umwelt unter Berücksichtigung konservativ abdeckender Nutzungsmöglichkeiten durch Aufenthalt und durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Exposition der Referenzperson zu erwarten ist. Gemäß den Vorschriften der AVV /R1/ werden die hieraus resultierenden effektiven Dosen summiert. Die durchgeführten Betrachtungen zur Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft sind abdeckend sowohl für den Fall des Erhalts des Kühlturbauwerks als auch für den Fall von dessen Abriss.

Die Grenzwerte der effektiven Dosis der durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser jeweils bedingten Expositionen für Einzelpersonen der Bevölkerung betragen gemäß § 193 der StrlSchV /G12/ in Verbindung mit § 47 der StrlSchV-2001 (in der bis zum 31.12.2018 geltenden Fassung) /G14/ je 0,3 mSv im Kalenderjahr. Der Grenzwert für die Summe der Expositionen aus Ableitungen und Direktstrahlung beträgt gemäß § 80 StrlSchG /G4/ 1 mSv im Kalenderjahr.

Zusätzlich wurde geprüft, ob bei einer ggf. später erfolgenden Verkleinerung des Betriebsgeländes auf den Bereich des Überwachungsbereiches die o.g. Grenzwerte ebenfalls unterschritten werden.

Fortluft

Die ungünstigsten Aufpunkte für die Ableitung radioaktiver Stoffe über den Fortluftkamin (Höhe 160 m) ergeben sich unmittelbar am Zaun des Betriebsgeländes in Richtung Ost-Nordost (ungünstigster Aufpunkt für den Aufenthalt) bzw. in Richtung Ost-Südost (für die Erzeugung von Lebensmitteln) in ca. 350 m Entfernung vom Fortluftkamin.

Für die durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft verursachte potenzielle Exposition ergibt sich bei der Berechnung, unter Berücksichtigung der radiologischen Vorbelastung, ein Maximalwert der effektiven Dosis im Kalenderjahr von 0,024 mSv für Kleinkinder mit einem Alter von 1 bis 2 Jahren als die am stärksten exponierte Altersgruppe. Das potentiell am höchsten belastete Organ ist für alle Altersgruppen das rote Knochenmark. Die höchste Belastung innerhalb der Altersgruppen wird dabei für Säuglinge mit einem Alter von bis zu einem Jahr mit 0,027 mSv im Kalenderjahr erreicht.

Für KWL und ANF wurde die effektive Dosis aufgrund der radiologischen Vorbelastung durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft mit $< 0,0004$ mSv im Kalenderjahr berechnet.

Für die jeweiligen Altersgruppen wurden folgende jährliche effektive Dosen für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft berechnet (siehe Tabelle 7-4)

Tabelle 7-4: Expositionen durch Ableitungen mit der Fortluft nach Altersgruppen

Altersgruppe	Jährliche Effektivdosis [mSv]
Säuglinge (< 1 a)	0,023
Kleinkinder (1 bis 2 a)	0,024
Kindergartenkinder (2 bis 7 a)	0,023
Schulkinder (7 bis 12 a)	0,022
Jugendliche (12 bis 17 a)	0,020
Erwachsene (> 17 a)	0,018

Für das beantragte Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE) ergibt sich nach Inbetriebnahme eine zusätzlich zu berücksichtigende effektive Dosis aufgrund der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft von $0,010$ mSv im Kalenderjahr.

Bei einer ggf. später erfolgenden Verkleinerung des Betriebsgeländes auf den Bereich des Überwachungsbereiches wird der Grenzwert von $0,3$ mSv ebenfalls unterschritten. Für die Ableitung radioaktiver Stoffe über den Fortluftkamin (Höhe 160 m) ergeben sich die ungünstigsten Aufpunkte am Zaun des Überwachungsbereiches ost-südöstlich des Fortluftkamins in ca. 40 m Entfernung. Durch den veränderten Aufpunkt für die ungünstigste Einwirkstelle ergab die Berechnung, unter Berücksichtigung der radiologischen Vorbelastung durch KWL und ANF, einen Maximalwert der effektiven Dosis im Kalenderjahr von $0,210$ mSv für Kleinkinder mit einem Alter von 1 bis 2 Jahren als die am stärksten exponierte Altersgruppe. Das potentiell am höchsten belastete Organ ist für alle Altersgruppen das rote Knochenmark. Die höchste Belastung innerhalb der Altersgruppen wird dabei für Säuglinge mit einem Alter von bis zu einem Jahr mit $0,23$ mSv im Kalenderjahr erreicht.

Für die jeweiligen Altersgruppen wurden folgende jährliche effektive Dosen für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft bei einer Verkleinerung des Betriebsgeländes auf den Bereich des Überwachungsbereiches berechnet (siehe Tabelle 7-5).

Tabelle 7-5: Expositionen durch Ableitungen mit der Fortluft bei verkleinertem Betriebsgelände nach Altersgruppen

Altersgruppe	Jährliche Effektivdosis [mSv]
Säuglinge (< 1 a)	0,200
Kleinkinder (1 bis 2 a)	0,210
Kindergartenkinder (2 bis 7 a)	0,196
Schulkinder (7 bis 12 a)	0,188
Jugendliche (12 bis 17 a)	0,170
Erwachsene (> 17 a)	0,154

Für das beantragte Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE) ergibt sich nach Inbetriebnahme eine zusätzlich zu berücksichtigende effektive Dosis aufgrund der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft von 0,010 mSv im Kalenderjahr.

Im weiteren Verlauf von Stilllegung und Abbau kann es erforderlich sein, den Fortluftkamin durch einen Kamin mit reduzierter Höhe (z. B. 50 m) an einem anderen Ort (z. B. auf dem Dach des Reaktorhilfsanlagengebäudes) zu ersetzen. Sollte diese Maßnahme erforderlich sein, wird der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde vorher nachgewiesen, dass sich die effektive Dosis durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft nicht über den errechneten Maximalwert von 0,220 mSv (inkl. Vorbelastung durch KWL, ANF und TLE) bei gleichzeitiger Verkleinerung des Betriebsgeländes auf den Bereich des Überwachungsbereiches erhöht.

Abwasser

Bei der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser ist die ungünstigste Einwirkstelle der Einleitbereich. Bei der Berechnung ergibt sich - unter Berücksichtigung einer radiologischen Vorbelastung des Standorts KKE durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser durch KWL und ANF sowie durch Patientenausscheidungen - ein potenzieller Maximalwert der effektiven Dosis im Kalenderjahr von ca. 0,132 mSv im Einleitbereich, ca. 0,070 mSv im Nahbereich (außerhalb Einleitbereich) und ca. 0,121 mSv im Fernbereich, jeweils für die Altersgruppe „Säuglinge mit einem Alter von bis zu einem Jahr mit Muttermilch“, als die am stärksten exponierte Altersgruppe. Die höchsten Organbelastungen im Kalenderjahr betragen dabei im Einleitbereich ca. 0,158 mSv für das rote Knochenmark bei Säuglingen mit einem Alter von bis zu einem Jahr (ohne Muttermilch), im Nahbereich (außerhalb Einleitbereich) ca. 0,340 mSv sowie im Fernbereich ca. 0,377 mSv jeweils für die Schilddrüse bei Säuglingen mit einem Alter von bis zu einem Jahr (mit Muttermilch).

Der Nahbereich und der Fernbereich sind in der Abbildung 7-2 dargestellt. Der Einleitbereich des KKE als Teil des Nahbereiches erstreckt sich von der Einleitstelle des KKE bis 1.500 m flussabwärts und ist in der Abbildung auf Grund des verwendeten Maßstabes nicht dargestellt.

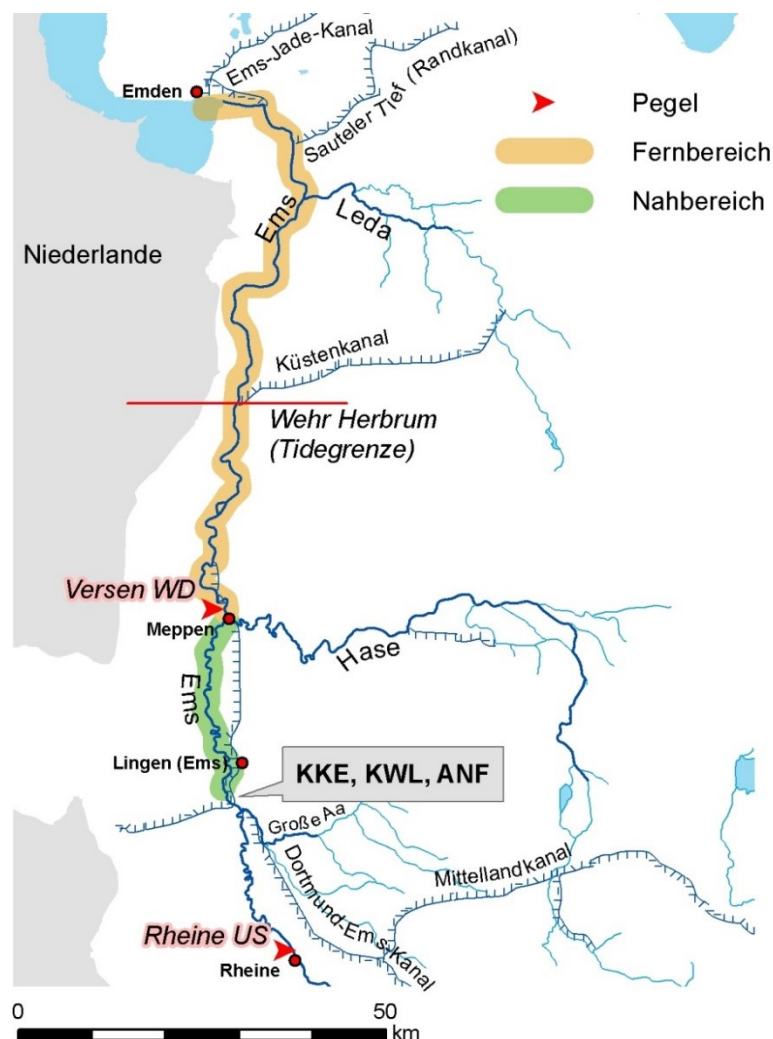


Abbildung 7-2: Schematische Darstellung der betrachteten Entfernungsbereiche des KKE und der berücksichtigten Pegel der Ems

Die Ermittlung der Vorbelastung der Ems durch Patientenausscheidungen erfolgt unter Zugrundelegung des Gesamteinzugsgebiets der Ems. Die effektive Dosis auf Grund der radiologischen Vorbelastung des Standorts KKE durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser durch KWL und ANF sowie durch Patientenausscheidungen wurde mit ca. 0,010 mSv im Einleitbereich sowie 0,016 mSv im Nahbereich (außerhalb Einleitbereich) und im Fernbereich im Kalenderjahr, jeweils für die Altersgruppe „Säuglinge mit einem Alter von bis zu einem Jahr mit Muttermilch“, als die am stärksten exponierte Altersgruppe berechnet.

Für den Einleitbereich, Nahbereich (außerhalb Einleitbereich) und Fernbereich wurden für die jeweiligen Altersgruppen folgende jährliche effektive Dosen - unter Berücksichtigung einer radiologischen Vorbelastung des Standorts KKE durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser durch KWL und ANF sowie durch Patientenausscheidungen - für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser berechnet (siehe Tabelle 7-6).

Tabelle 7-6: Expositionen durch Ableitungen mit dem Wasser nach Altersgruppen (inkl. Vorbelastung)

Altersgruppe	Jährliche Effektivdosis (mSv)		
	Einleitbereich	Nahbereich (außerhalb Einleitbereich)	Fernbereich
Säuglinge (< 1 a)	0,132	0,070	0,121
Kleinkinder (1 bis 2 a)	0,101	0,052	0,102
Kindergartenkinder (2 bis 7 a)	0,084	0,044	0,089
Schulkinder (7 bis 12 a)	0,088	0,044	0,085
Jugendliche (12 bis 17 a)	0,101	0,047	0,085
Erwachsene (> 17 a)	0,112	0,050	0,081

Für das beantragte Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE) ergibt sich nach Inbetriebnahme eine zusätzlich zu berücksichtigende effektive Dosis aufgrund der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser von 0,010 mSv im Kalenderjahr.

Direktstrahlung

Für die am Betriebsgelände des KKE vorhandenen potenziellen Direktstrahlungsquellen KKE und BZL wurde bereits in den entsprechenden atomrechtlichen Genehmigungsverfahren nachgewiesen, dass die Exposition in der Umgebung der Anlagen aus Direktstrahlung aufgrund der Abschirmwirkung der Gebäude praktisch vernachlässigbar ist.

Da die Gebäude während der Stilllegung und des Abbaus des KKE in ihrer Abschirmwirkung uneinträchtig bleiben und die Abbauprozesse keine Strahlenquellen generieren, die in ihrer Quellstärke über denen aus Vorgängen während des Leistungsbetriebs liegen, sind für die Stilllegung und den Abbau des KKE keine höheren Expositionen aus Direktstrahlung an den ungünstigsten Aufpunkten zu besorgen.

Im Rahmen der Stilllegung und des Abbaus werden darüber hinaus radioaktive Stoffe auf dem Kraftwerksgelände gelagert, die zu einer zusätzlichen Direktstrahlungskomponente führen.

Für diese Lagerung gilt:

- Die Lagerung erfolgt unter Verwendung geeigneter Verpackungen bzw. Behälter, die die radioaktiven Stoffe einschließen.
- Lagerflächen außerhalb von Gebäuden werden in entsprechendem Abstand zur Grenze des Überwachungsbereichs eingerichtet und deren radiologische Auswirkungen routinemäßig durch den Strahlenschutz kontrolliert.
- Zur Minimierung der Exposition im Sinne des § 8 StrlSchG /G4/ werden geeignete Maßnahmen, wie z. B. die Nutzung von Abschirmungen, die Einhaltung von Abständen oder die optimierte Aufstellung der Gebinde und Behälter, auf den Lagerflächen durchgeführt.

Die durch die Lagerung von radioaktiven Stoffen ausgehende Direktstrahlung wird durch die beschriebene Weise so begrenzt, dass im allgemeinen Staatsgebiet eine effektive Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr (Grenzwert gemäß § 80 StrlSchG /G4/) unter Berücksichtigung der Vorbelastung und von Ableitungen über Fortluft und Abwasser im Kalenderjahr eingehalten wird. Die Einhaltung wird im Rahmen des Umgebungsüberwachungsprogramms (siehe Abschnitt 7.4.3) u. a. mittels Dosimeter überwacht.

Die Ermittlung der Direktstrahlung erfolgt für die jeweils ungünstigsten Aufpunkte direkt am Zaun des Kraftwerksgeländes bei Ausnutzung der gesamten Lagerkapazität sowohl im TLE als auch für die Lagerflächen sowie des Standortzwischenlagers BZL. Die effektive Dosis durch Direktstrahlung für eine Person der Bevölkerung wurde mit 0,53 mSv im Kalenderjahr berechnet. Höhere Werte sind zulässig, wenn in der Summe der Grenzwert von 1 mSv/a unter Berücksichtigung von Vorbelastung und Ableitungen eingehalten ist.

Die vorliegenden Betrachtungen zur Direktstrahlung gelten für alle genannten Abbauvarianten inkl. der Verkleinerung des Betriebsgeländes. Auch sind die im Rahmen des Restbetriebs und des Abbaus weiter verwendeten sowie geplanten Einrichtungen und Maßnahmen zur Überwachung radioaktiver Stoffe hierfür ausreichend.

7.4.6 Zusammenfassung und Bewertung der Exposition

Die Ergebnisse der Berechnungen der potenziellen Exposition über den Fortluftpfad, den Abwasserpfad und durch Direktstrahlung bei Stilllegung und Abbau der Anlage sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 7-7: Zusammenstellung der Expositionen durch Ableitungen mit der Fortluft, mit dem Abwasser und durch Direktstrahlung

Expositions-pfad	Jährliche Exposition in mSv
Exposition Fortluft (Bestrahlung, Inhalation, Ingestion) <ul style="list-style-type: none"> - KKE (inkl. KWL, ANF) <ul style="list-style-type: none"> o Informativ: verkleinertes Betriebsgelände - Beantragtes TLE - Standortzwischenlager BZL 	0,024 0,210 0,010 --
Exposition Abwasser (Bestrahlung, Ingestion) <ul style="list-style-type: none"> - KKE (inkl. KWL, ANF, Patientenausscheidung) <ul style="list-style-type: none"> o Informativ: Einleitbereich o Informativ: Nahbereich (außerhalb Einleitbereich) o Informativ: Fernbereich - Beantragtes TLE - Standortzwischenlager BZL 	0,132 0,132 0,070 0,121 0,010 --
Exposition Direktstrahlung (inkl. TLE und BZL)	0,53
Summe Expositionen <ul style="list-style-type: none"> o Informativ: verkleinertes Betriebsgelände 	0,706 0,892
Grenzwert gemäß § 80 StrlSchG /G4/	1,00

Die Exposition durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und mit dem Abwasser im Kalenderjahr sind deutlich kleiner als der jeweilige Grenzwert von 0,3 mSv für die effektive Dosis im Kalenderjahr nach § 193 der StrlSchV /G12/ in Verbindung mit § 47 der StrlSchV-2001 (in der bis zum 31.12.2018 geltenden Fassung) /G14/. Die Grenzwerte für die Organdosis gemäß § 80 Abs. 2 StrlSchG /G4/ werden ebenfalls deutlich unterschritten. Da allen Berechnungen konservative Annahmen zu Grunde liegen, ist die tatsächliche Exposition geringer.

Die Direktstrahlung wird durch die Immissionsüberwachung sowie das bestehende Messprogramm zur Umgebungsüberwachung kontinuierlich ermittelt. Aus den Messergebnissen geht hervor, dass bisher die von der Anlage KKE ausgehende Direktstrahlung an der äußeren Grenze des Betriebsgeländes KKE (Grenze zum allgemeinen Staatsgebiet) heute im Schwankungsbereich der natürlichen Exposition liegt.

Insgesamt wird damit der Grenzwert für die effektive Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr als Summe der Expositionen aus Ableitungen und Direktstrahlung gemäß § 80 StrlSchG unterschritten.

Die Einhaltung der oben genannten Grenzwerte wird durch technische oder administrative Strahlenschutzmaßnahmen sichergestellt und anhand der messtechnischen Überwachung nachgewiesen.

8 Radioaktive Reststoffe

Im Rahmen des Abbaus der Anlage KKE fallen radioaktive Reststoffe an, die einerseits nach den Vorschriften des Atomgesetzes (AtG) /G1/, des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) /G4/, der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /G12/ und der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) /G7/ und andererseits nach erfolgreicher Freigabe gemäß StrlSchV /G12/ auch nach den Vorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) /G3/ zu entsorgen sind. Die Entsorgung erfolgt gemeinsam mit den während des Leistungsbetriebs angefallenen bzw. noch anfallenden Betriebsabfällen. Auch wenn das KrWG /G3/ den Begriff des Reststoffes nicht verwendet und stattdessen zwischen „Abfällen zur Verwertung“ und „Abfällen zur Beseitigung“ unterscheidet, verfolgen die Rechtsgrundlagen die gleichen Prinzipien der geordneten Beseitigung von Abfällen sowie der Abfallvermeidung bzw. Abfallverminderung.

Diese Prinzipien finden bei der Entsorgung aller Reststoffe aus dem Abbau der Anlage KKE und den aus dem vorausgegangenen Leistungsbetrieb vorhandenen bzw. noch anfallenden Betriebsabfällen besondere Beachtung. Grundsätzlich wird eine schadlose Verwertung der Reststoffe angestrebt.

Im Rahmen des Abbaus der Anlage KKE fallen radioaktive Reststoffe und nicht radioaktive Stoffe an. Für diese Reststoffe existieren grundsätzlich verschiedene Wege, um von der Anlage KKE entfernt werden zu können. Für den Großteil der radioaktiven Reststoffe nach erfolgter Freigabe und nicht radioaktiven Stoffe wird eine konventionelle Verwertung zur Rückführung in den Wertstoffkreislauf möglich sein. Ein anderer Teil der radioaktiven Reststoffe kann durch andere Genehmigungsinhaber wieder- oder weiterverwendet werden. Die radioaktiven Reststoffe, die nach den vorgenannten Wegen nicht verwertet werden können, werden als Abfallgebinde fachgerecht verpackt, um sie als radioaktiver Abfall in einem Endlager des Bundes endzulagern. Die fachgerecht verpackten Abfallgebinde werden, ggf. nach vorheriger Zwischenlagerung in einer dafür genehmigten Einrichtung, an einen vom Bund mit der Wahrnehmung der Zwischenlagerung beauftragten Dritten abgegeben.

Als „radioaktive Abfälle“ werden in dieser Unterlage „radioaktive Reststoffe“ bezeichnet, die nach § 9a Abs. 1 AtG /G1/ geordnet zu beseitigen sind.

Alle vorhandenen und bei Stilllegung und Abbau anfallenden radioaktiven Reststoffe werden mit einer eindeutigen Kennzeichnung versehen und mittels einer Datenbank registriert und verwaltet. Dabei werden die relevanten Merkmale der angefallenen radioaktiven Reststoffe sowie ihr weiterer Verbleib bis zur Verwertung oder Endlagerung entsprechend der BMU-Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle /R9/ erfasst.

Mit Inkrafttreten des Gesetzes zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung (VkeNOG) /G6/ können fachgerecht verpackte Abfallgebinde mit dem Ziel der späteren Einlagerung in ein Endlager des Bundes an einen vom Bund mit der Wahrnehmung der Zwischenlagerung beauftragten Dritten abgegeben werden. Diese Abfallgebinde werden bis zur Ablieferung an ein Endlager des Bundes (Schacht Konrad) /L3/ am Standort KKE, insbesondere in dem hierfür vorgesehenen Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE), oder in externen Zwischenlagern des Bundes aufbewahrt.

8.1 Beschreibung der radioaktiven Reststoffe

Im Folgenden werden die bei Stilllegung und Abbau der Anlage anfallenden Massen inklusive des Radioaktivitätsinventars abgeschätzt.

8.1.1 Massenübersicht

Die zu betrachtende Gesamtmasse des Kontrollbereichs wurde abgeschätzt und beträgt insgesamt ca. 320.000 Mg. Bei einem Großteil dieser Massen (ca. 282.000 Mg) handelt es sich um Gebäudestrukturen mit geringem Kontaminations- und/oder Aktivierungsniveau, die durch Freigabe aus dem Regelungsbereich des AtG /G1/ entlassen und, soweit keine Wieder-/Weiterverwendung erfolgt, im Rahmen der Regelungen des konventionellen Baurechts abgebrochen werden.

Die reine Demontagemasse des Kontrollbereichs beträgt ca. 38.000 Mg und setzt sich aus inneren Gebäudestrukturen (konservativ ca. 20.000 Mg) und Anlagenteilen (ca. 18.000 Mg) zusammen. Der Großteil (ca. 34.200 Mg) ist nicht oder nur gering aktiviert oder kontaminiert. In der Regel genügt eine einfache Dekontamination als Bearbeitungsmaßnahme. Ebenso wie die aufwendiger zu bearbeitenden radioaktiven Reststoffe können sie anschließend der Freigabe gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV /G12/ zugeführt.

Voraussichtlich können ca. 500 Mg an andere Genehmigungsinhaber zur Weiterverwendung oder im Falle von Metallschrott zur kontrollierten Verwertung im kerntechnischen Bereich gemäß § 94 StrlSchV /G12/ abgegeben werden.

Ca. 4.250 Mg können voraussichtlich nicht freigegeben werden und sind als radioaktiver Abfall geordnet zu beseitigen (z. B. RDB-Einbauten, Teile des RDB und Biologischer Schild). Dies entspricht einem Anteil von ca. 1 % der Gesamtmasse des Kontrollbereichs. Darin enthalten sind ca. 450 Mg radioaktive Abfälle, sogenannte Sekundärabfälle, die beim Restbetrieb anfallen oder bei Stilllegung und Abbau durch zusätzlich in die Anlage KKE eingebrachte Materialien bzw. bei der Bearbeitung von radioaktiven Reststoffen oder bei der Behandlung von radioaktiven Abfällen entstehen.

Dies sind z. B. Ionentauscherharze, Verdampferkonzentrate, Filter, Overalls, Werkzeuge, Strahlmittel, usw. Die folgende Abbildung 8-1 visualisiert die beschriebenen Zusammenhänge zur Massenübersicht und zeigt die wesentlichen Reststoffpfade auf.

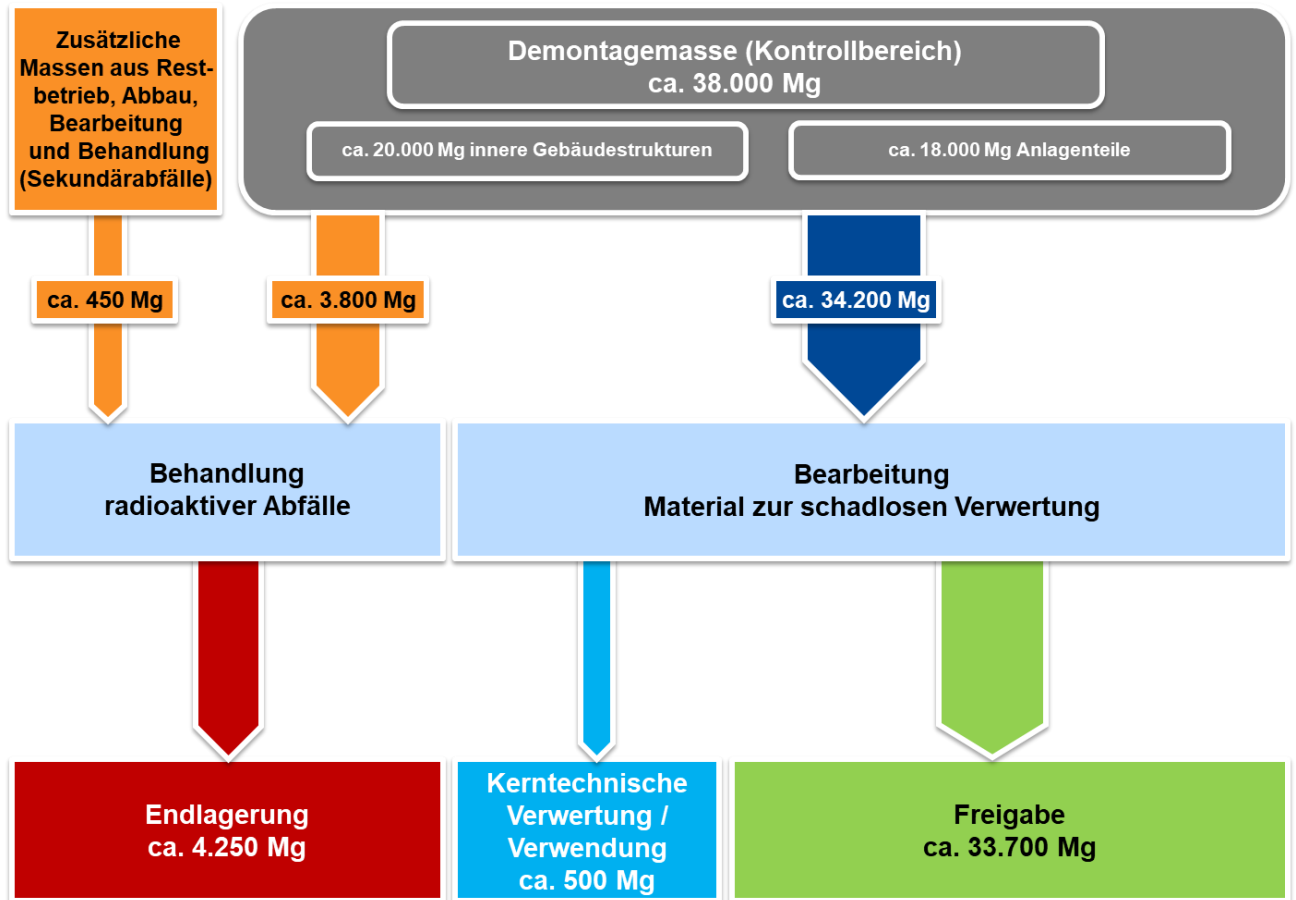


Abbildung 8-1: Massenübersicht Kontrollbereich und wesentliche Reststoffpfade der Anlage KKE

8.2 Entsorgungsziele

Basierend auf der radiologischen Charakterisierung der zum Abbau vorgesehenen Bauteile aus dem Kontrollbereich, werden die radioaktiven Reststoffe einem geplanten Entsorgungsziel zugeordnet. Dies basiert im Wesentlichen auf der Grundlage von Materialart, Geometrie und dem radiologischen Zustand der Anlagenteile.

Die verschiedenen Entsorgungsziele sind nachfolgend, unter Berücksichtigung der Regelungen der StrlSchV /G12/, aufgelistet und in Abbildung 8-2 zusätzlich grafisch dargestellt.

Uneingeschränkte Freigabe gemäß § 35 StrlSchV /G12/:

Entsorgungsziel **U**: Uneingeschränkte Freigabe

Spezifische Freigabe gemäß § 36 StrlSchV /G12/:

Entsorgungsziel **B**: Freigabe von **B**odenflächen

Entsorgungsziel **D**: Freigabe zur Beseitigung auf **D**eponien

Entsorgungsziel **G**: Freigabe von **G**ebäuden zur Wieder- oder Weiterverwendung bzw. zum Abriss

Entsorgungsziel **R**: Freigabe von Metallschrott zum **R**ecycling

Entsorgungsziel **S**: Freigabe von Bau**S**chutt von mehr als 1.000 Mg/a

Entsorgungsziel **V**: Freigabe zur Beseitigung in **V**erbrennungsanlagen

Nutzung radioaktiver Stoffe gemäß § 94 StrlSchV /G12/:

Entsorgungsziel **M**: Kontrollierte Verwertung von **M**etallschrott im kerntechnischen Bereich. Abgabe an eine Anlage mit entsprechender Genehmigung

Entsorgungsziel **W**: Abgabe an andere Genehmigungsinhaber zur **W**eiterverwendung

Abklinglagerung:

Entsorgungsziel **L**: Abkling- Lagerung mit

- Index **F**, um eine Freigabe nach den Entsorgungszielen **U**, **D**, **V**, **G**, **S**, **B** oder **R** zu erreichen
- Index **E**, um eine geordnete Beseitigung nach dem Entsorgungsziel **E** zu erreichen.

Entsorgung / geordnete Beseitigung von radioaktivem Abfall:

Entsorgungsziel **E**: Beseitigung als radioaktiver Abfall in einem **E**ndlager des Bundes

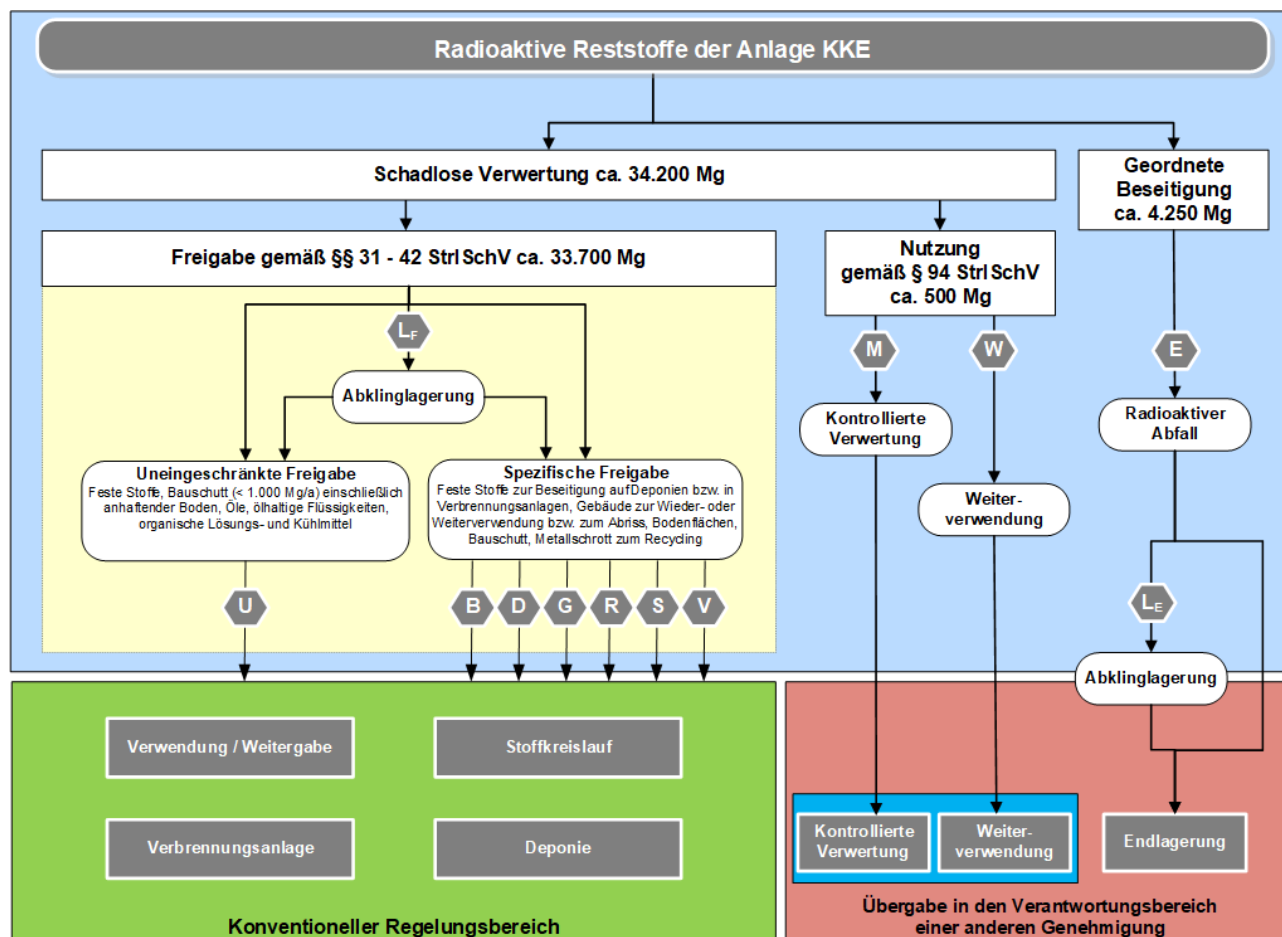


Abbildung 8-2: Übersicht der geplanten Entsorgungsziele

8.3 Reststofffluss und Reststoffbearbeitung

Bei Stilllegung und Abbau der Anlage und der anschließenden Entsorgung der radioaktiven Reststoffe wird nach einer festgelegten Vorgehensweise verfahren.

Es wird grundsätzlich unterschieden zwischen:

- der „Bearbeitung von Material zur schadlosen Verwertung“ mit dem Ziel der Freigabe nach §§ 31 - 42 StrlSchV /G12/ oder Nutzung gemäß § 94 StrlSchV /G12/
- der „Behandlung von radioaktiven Abfällen“ mit dem Ziel der Herstellung von fachgerecht verpackten Abfallgebinden zur geordneten Beseitigung als radioaktiver Abfall (siehe Abschnitt 8.6)

Eine Bearbeitung von Material zur schadlosen Verwertung wird bevorzugt innerhalb der Anlage KKE durchgeführt, jedoch bei Bedarf auch in externen Einrichtungen. Für eine externe Bearbeitung sind Einrichtungen im In- und Ausland vorhanden, die über entsprechende Genehmigungen verfügen. Die Verantwortung für die Materialien verbleibt hierbei bei KLE, sofern kein Eigentumsübertrag erfolgt. Die Abgabe radioaktiver Stoffe erfolgt an andere Genehmigungsinhaber nach den Vorgaben

des § 94 StrlSchV /G12/. Die Verantwortung zur geordneten Beseitigung für die bei der Bearbeitung entstehenden radioaktiven Abfälle verbleibt in jedem Fall bei KLE.

Im Vordergrund steht bei der Bearbeitung die Dekontamination, um eine Freigabe nach §§ 31 - 42 StrlSchV /G12/ zu ermöglichen. Für die Gewährleistung einer optimalen Dekontamination ist in vielen Fällen eine Nachzerlegung der Komponenten erforderlich.

Alternativ zu dem entsprechenden Vorgehen im KKE kann eine Freigabe der bei Stilllegung und Abbau anfallenden Reststoffe auch bei anderen Genehmigungsinhabern inner- oder außerhalb des Bundesgebietes erfolgen, wenn die entsprechenden Genehmigungen für den Genehmigungsinhaber zur Freigabe unter Berücksichtigung des 10 µSv-Konzeptes vorliegen.

8.3.1 Zuordnung zu einem Entsorgungsziel

Im Rahmen der radiologischen Charakterisierung werden die Aktivität (Kontamination bzw. Aktivierung) sowie deren räumliche Verteilung und nuklidspezifische Zusammensetzung zur Bestimmung des Aktivitätsinventars bestimmt. Dabei werden Kenntnisse aus dem Leistungsbetrieb, vorhandene oder neue Messungen sowie Probenahmen berücksichtigt. Die Ergebnisse der radiologischen Charakterisierung ermöglichen neben anderen technischen Aspekten auch eine vorläufige Zuordnung zu einem der verschiedenen Entsorgungsziele. Die Ergebnisse der radiologischen Charakterisierung bilden gleichzeitig die Grundlage zur Planung von Art und Umfang der im weiteren Verlauf durchzuführenden Bearbeitung.

8.3.2 Zerlegung / Nachzerlegung und Sortierung

Nach dem Abbau der Anlagenteile werden diese sortiert und in geeigneten Behältern (z. B. Stapelboxen, Presstrommeln oder Fässern) gesammelt. Die anfallenden radioaktiven Reststoffe werden dabei nach deren radiologischen Eigenschaften und Stoffarten sortiert.

Neben der allgemeinen Zerlegung beim Abbau kann es erforderlich sein, die Anlagenteile für die Herstellung transport- und handhabungsgerechter Gebinde weiter zu zerlegen. Darüber hinaus können durch die Zerlegung Teile eines radioaktiven Reststoffes entfernt werden, die den vorgesehenen weiteren Entsorgungsweg nicht zulassen würden. Die Nachzerlegung kann auch eine effektive Dekontamination (Zugänglichkeit aller zu dekontaminierenden Oberflächen) ermöglichen.

Die Bearbeitung erfolgt im Kontrollbereich des KKE. Hierzu werden zu Beginn des Abbaus geeignete Bereiche freigeräumt und die entsprechenden Bearbeitungsanlagen eingerichtet. Alternativ ist die Bearbeitung in externen Einrichtungen, die über entsprechende Genehmigungen verfügen, möglich.

8.3.3 Reststoffflussverfolgung / Lagerung / Verpackung

Sämtliche beim Abbau der Anlage KKE anfallenden radioaktiven Reststoffe müssen in Form von Transporten, Lagerungen und Bearbeitungen bzw. Behandlungen gehandhabt werden. Zur Nachverfolgung und Dokumentation werden sie mit einer eindeutigen Kennzeichnung (z. B. Begleitkarte) versehen. Zudem wird ein Datenbanksystem zur Reststoffverfolgung eingesetzt. In diesem wird der Reststofffluss dokumentiert.

Die Erfassung und Verfolgung der Reststoffdaten erfolgt gemäß der Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle /R9/.

Die Daten der Stoffe und Gegenstände, für die der Nachweis der Übereinstimmung mit dem Inhalt des Freigabebescheids festgestellt wurde (Freigabe gemäß §§ 31 - 42 StrlSchV /G12/), werden gemäß § 86 StrlSchV /G12/ dokumentiert. Die Verfolgung und Dokumentation der konventionellen Abfälle erfolgt gemäß KrWG /G3/.

Für die Bereitstellung zur Bearbeitung im Kontrollbereich des KKE oder in externen Einrichtungen sowie zur anschließenden Entsorgung werden ausreichend Lagerkapazitäten, z. B. im Kontroll- oder Überwachungsbereich bzw. im vorgesehenen Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE), vorgehalten.

Radioaktive Reststoffe, die in externen Einrichtungen bearbeitet oder behandelt werden sollen, werden den Anforderungen entsprechend verpackt. Bei innerbetrieblichen Transporten sowie bei Transporten zwischen KKE und TLE von kontaminierten oder aktivierten Stoffen wird durch geeignete Maßnahmen sichergestellt, dass eine Kontamination der Umgebung vermieden und die Exposition des Personals minimiert wird. Bei außerbetrieblichen Transporten (über allgemeines Staatsgebiet) werden die Bestimmungen der GGVSEB /G9/, GGVSee /G10/, ADR /R17/ usw. sowie die Annahmebedingungen der externen Einrichtungen eingehalten.

8.4 Freigabeverfahren

Radioaktive Stoffe sowie bewegliche Gegenstände, Bodenflächen oder Anlagenteile, die aus Tätigkeiten nach § 4 StrlSchG /G4/ stammen und durch diese Tätigkeiten kontaminiert sind oder aktiviert wurden, dürfen nur nach Freigabe als nicht radioaktive Stoffe verwendet, verwertet, beseitigt, innegehabt oder an einen Dritten weitergegeben werden (§ 31 (1) StrlSchV /G12/). Die Freigabe stellt hiermit den Verwaltungsakt der Entlassung von radioaktiven Reststoffen gemäß § 31 StrlSchV /G12/ aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung dar.

Die Freigabe wird durch die zuständige Behörde schriftlich in einem Freigabebescheid erteilt (§ 33 (1) und (2) StrlSchV /G12/). Der für die Freigabe zuständige Strahlenschutzbeauftragte bestätigt

schriftlich für jede Masse oder Teilmasse, die freigegeben werden soll, zuvor die Übereinstimmung mit dem Inhalt des Freigabebescheides (§ 42 (1) StrlSchV /G12/ „Wirksame Feststellung“).

Das Freigabeverfahren stellt sicher, dass das Dosiskriterium für die Freigabe eingehalten wird, d. h. für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von 0,01 mSv pro Kalenderjahr auftreten kann (sog. 10 µSv-Konzept). Dieses Konzept ist international anerkannt und stellt sicher, dass die durch die freigegebenen Stoffe verursachte zusätzliche Exposition auch im ungünstigsten Fall unerheblich für Einzelpersonen der Bevölkerung ist. Zum Vergleich beträgt die natürliche Exposition einer Einzelperson in Deutschland durchschnittlich 2,1 mSv im Kalenderjahr.

Die Entlassung von beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen als nicht radioaktive Stoffe aus dem Geltungsbereich des Atom- und Strahlenschutzgesetzes entsprechend den Regelungen der Strahlenschutzverordnung zur Freigabe (§§ 31 – 42 StrlSchV) wird bereits im Leistungsbetrieb durchgeführt und soll, wie im Antrag auf Stilllegung und Abbau der Anlage /A1/ beschrieben, in einer an die Erfordernisse von Stilllegung und Abbau angepassten Weise fortgeführt werden.

Das Freigabeverfahren für radioaktive Stoffe und Gegenstände der Anlage KKE wird im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV /G12/ auf Basis gültiger Freigabebescheide geführt und ist im Betriebshandbuch (BHB) und untergeordneten Vorschriften geregelt. Es ist nicht Teil des beantragten Genehmigungsgegenstandes. Anpassungen des Freigabeverfahrens an die Erfordernisse von Stilllegung und Abbau sind im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren möglich.

Die wesentlichen Verfahrensschritte sind:

- Radiologische Charakterisierung in der Freigabe
- Messungen zum Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte gemäß StrlSchV /G12/
- Zusammenstellung der Freigabedokumentation
- Nachweis der Übereinstimmung mit dem Inhalt des Freigabebescheids

Die Bearbeitung (Zerlegung/Dekontamination) des freizugebenden Materials erfolgt bedarfsweise vor den Messungen zum Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte wie in Abschnitt 8.3 und 5.1.3 beschreiben.

Radiologische Charakterisierung in der Freigabe

Für die radiologische Charakterisierung in der Freigabe, deren Ziel insbesondere die Festlegung des Nuklidvektors, der durchzuführenden Messungen zum Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte gemäß Strahlenschutzverordnung /G12/ sowie der Planung des vorläufigen Entsorgungsziels ist, werden je nach Bedarf gammaspektrometrische Auswertungen von Materialprobenahmen, Auswer-

tungen von Wischtestprobenahmen zur Bestimmung der Oberflächenkontamination, Direktmessungen, Dosisleistungsmessungen und Sondernuklidanalysen durchgeführt. Hierbei wird auch auf ggf. vorhandene Proben aus der radiologischen Charakterisierung der Anlage (siehe auch Abschnitt 3.4.1) oder aus vorherigen Abbaumaßnahmen zurückgegriffen sowie die Betriebshistorie und die Plausibilität der Messergebnisse betrachtet.

Messungen zum Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte gemäß StrlSchV

Der Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte wird anhand der notwendigen Messungen gem. Anlage 8 und Anlage 4 Tabelle 1 StrlSchV /G12/ durchgeführt. Diese Messungen beinhalten je nach Bedarf den Nachweis der Unterschreitung des massenspezifischen und bzw. oder bei einer vorhandenen festen Oberfläche, an der eine Messung möglich ist, die Unterschreitung des oberflächenspezifischen Freigabewertes (§§ 35 – 36 StrlSchV /G12/). Für alle notwendigen Messungen zum Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte kommen ausschließlich qualifizierte Messwerkzeuge zum Einsatz.

Zusammenstellung der Freigabedokumentation

Gemäß § 86 Absatz 1 Nr. 1 StrlSchV /G12/ wird über die Materialien eine Freigabedokumentation erstellt, die unter anderem den Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte enthält.

Nachweis der Übereinstimmung mit dem Inhalt des Freigabebescheids

Der vom Strahlenschutzverantwortlichen beauftragte Strahlenschutzbeauftragte prüft die Dokumentation und stellt gemäß § 42 Absatz 1 StrlSchV /G12/ die Übereinstimmung mit den Anforderungen der StrlSchV /G12/ und den Inhalten des Freigabebescheids fest. Die Prüfung der Freigabe durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde ist in einem gültigen Freigabebescheid geregelt.

8.5 Herausgabeverfahren

Im Überwachungsbereich des KKE fallen nicht radioaktive Stoffe an (z.B. Anlagenteile, Materialien und Bodenflächen), die aus dem genehmigungspflichtigen Umgang (Tätigkeit im Sinne des § 4 Abs. 1 StrlSchG /G4/) stammen und für die kein Erfordernis für eine Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /G12/ oder ein Herausbringen nach § 58 StrlSchV /G12/ besteht.

Für die Entfernung dieser Materialien aus dem Überwachungsbereich des KKE ist das Verfahren der Herausgabe als formelle Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung vorgesehen, wie es im KKE im Leistungsbetrieb durchgeführt wird. In diesem Verfahren werden Plausibilitätsbetrachtungen unter Berücksichtigung der Betriebshistorie sowie ggf. Beweissicherungsmessungen durchgeführt. Die Ergebnisse von durchgeführten Beweissicherungsmessungen werden dokumentiert.

Die Vorgehensweise ist im Betriebshandbuch beschrieben und beinhaltet eine Bewertung durch den Strahlenschutzbeauftragten.

8.6 Abfallfluss und Abfallbehandlung

Radioaktive Reststoffe, für die eine Dekontamination oder Abklinglagerung nicht zielführend ist, um sie der Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /G12/ zuführen zu können, müssen als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden. Hierfür wird der radioaktive Abfall behandelt und dabei derart konditioniert bzw. verpackt, dass fachgerecht verpackte Abfallgebinde entstehen (siehe Abbildung 8-3:). Die Behandlung der radioaktiven Abfälle kann entweder innerhalb des Kontrollbereichs KKE oder in externen Einrichtungen durchgeführt werden. Bei externer Behandlung verbleibt die Verantwortung für die resultierenden radioaktiven Abfälle zur geordneten Beseitigung bei der KLE GmbH.

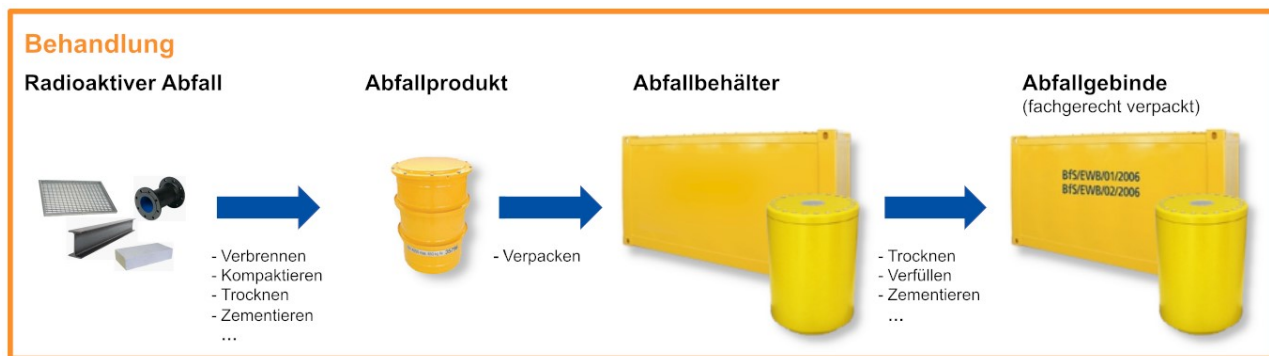


Abbildung 8-3: Schema zu Ablauf der geordneten Beseitigung von radioaktiven Abfällen

Im Vordergrund stehen bei der Behandlung der radioaktiven Abfälle die Abfallminimierung bzw. die Volumenreduzierung der Abfälle und bei der Konditionierung die Herstellung fachgerecht verpackter Abfallgebinde mit dem Ziel der Einlagerung in ein Endlager des Bundes, ggf. nach vorheriger Zwischenlagerung in einer dafür genehmigten Einrichtung.

Die Behandlung der radioaktiven Abfälle erfolgt gemäß § 3 Abs. 2 AtEV /G7/ nach geprüften und von der BGE zugestimmten Ablaufplänen (ALP) sowie nach Zustimmung zu den Kampagnen durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde.

Bei außerbetrieblichen Transporten werden sofern zutreffend die Bestimmungen der GGvSEB /G9/, GGvSee /G10/, ADR /R17/ usw. eingehalten.

8.6.1 Behandlungsverfahren

Für die Behandlung von radioaktiven Abfällen werden in der Regel folgende Verfahren eingesetzt:

- Verbrennung
- Formstabile Kompaktierung

- Trocknung
- Verfestigung flüssiger Abfälle / Zementierung

Verbrennung

Brennbare radioaktive Abfälle wie z. B. Folien, Filter usw. können in externen Verbrennungsanlagen, die über entsprechende Genehmigungen verfügen, verbrannt werden. Ziel der Verbrennung ist die Herstellung von qualifizierten Abfallprodukten sowie eine Volumenreduzierung des endzulagernden radioaktiven Abfalls und damit eine Minimierung des insgesamt endzulagernden Abfallvolumens. Die Verbrennungsrückstände werden in Fässer verpackt und ggf. der Kompaktierung zugeführt. Die entstehenden Presslinge werden zu Abfallgebinden verpackt.

Formstabile Kompaktierung

Pressbare radioaktive Abfälle werden mittels einer Hochdruckpresse formstabil kompaktiert. Ziel der formstabilen Kompaktierung ist die Herstellung von qualifizierten Abfallprodukten sowie eine Volumenreduzierung des endzulagernden radioaktiven Abfalls und damit eine Minimierung des insgesamt endzulagernden Abfallvolumens. Die entstehenden Presslinge werden zu Abfallgebinden verpackt.

Trocknung

Die endzulagernden Abfälle dürfen entsprechend der derzeitigen Endlagerungsbedingungen für das Endlager des Bundes (Schacht Konrad) /L3/ einen maximalen Gehalt frei beweglicher Flüssigkeit nicht überschreiten. Darüber hinaus ist die Restfeuchte zu reduzieren, damit sich in den Abfallgebinden keine Zersetzungsgase (Faulen, Gären) oder Radiolysegase (Wasserstoff) bilden können und innere Korrosion der Behälter unterbunden wird. Feuchte Abfälle werden in geeigneten Trocknungsanlagen z. B. im Vakuum soweit getrocknet, dass der maximal zulässige Gehalt frei beweglicher Flüssigkeit unterschritten wird und ein qualifiziertes zwischenlagerungs- und endlagerfähiges Abfallprodukt entsteht.

Verfestigung flüssiger Abfälle / Zementierung

Da die derzeitigen Endlagerungsbedingungen für das Endlager des Bundes (Schacht Konrad) /L3/ nur feste Abfallprodukte zulassen, müssen flüssige Rohabfälle in eine feste Form überführt werden. Hierzu können flüssige radioaktive Abfälle eingedampft werden, so dass nur noch der Feststoffanteil zurückbleibt. Eine weitere Möglichkeit ist die Einbindung der flüssigen radioaktiven Abfälle in eine Betonmatrix.

8.6.2 Konditionierung

Die Konditionierung ist die Behandlung von ggf. vorbehandelten radioaktiven Abfällen zu qualifizierten Abfallprodukten und deren Verpackung in Abfallbehälter und die Durchführung von abschließenden Maßnahmen zur Herstellung von fachgerecht verpackten Abfallgebinden. Die Herstellung der Abfallprodukte erfolgt gemäß § 3 Abs. 2 AtEV /G7/ nach geprüften und von der BGE zugestimmten Ablaufplänen sowie nach Zustimmung zu den Kampagnen durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde. Eine Kampagne könnte z. B. die Behandlung des beim Abbau des RDB anfallenden Stahls in Verbindung mit dem Beton aus dem Biologischen Schild sein. Für die Verpackung der radioaktiven Abfälle, die beim Abbau der Anlage KKE anfallen, werden Behälter eingesetzt, deren Verwendung im Rahmen der Kampagnen zugestimmt wurde.

8.6.3 Radiologische und stoffliche Abfalldeklaration

Um fachgerecht verpackte Abfallgebinde herstellen und mit dem Ziel der Einlagerung in ein Endlager des Bundes an die BGZ abgeben zu können, müssen die radioaktiven Abfälle u. a. radiologisch und stofflich deklariert werden.

Bei der radiologischen Charakterisierung von radioaktiven Abfällen werden die Belange des Zwischen- und des Endlagerverfahrens berücksichtigt. Im Rahmen der radiologischen Charakterisierung werden die Aktivität sowie deren räumliche Verteilung und nuklidspezifische Zusammensetzung an den abzubauenen Anlagenteilen bestimmt. Weitere radiologische Messungen und Probenahmen erfolgen an den Abfallprodukten bzw. Abfallgebinden. Art und Umfang der Messungen und Probenahmen werden dabei mit der BGE abgestimmt. Anschließend liegt eine fundierte radiologische Datenbasis für die radiologische Abfalldeklaration vor.

Die stoffliche Charakterisierung erfolgt nach den Endlagerungsbedingungen für das Endlager des Bundes (Schacht Konrad) /L3/.

8.6.4 Abschätzung der Abfallmasse und Art der fachgerecht verpackten Abfallgebinde

Die Gesamtmasse an radioaktiven Abfällen aus dem Abbau der Anlage KKE wird mit ca. 4.250 Mg abgeschätzt.

Die radioaktiven Abfälle werden abhängig von ihren radiologischen und stofflichen Eigenschaften entsprechend den Endlagerungsbedingungen für das Endlager des Bundes (Schacht Konrad) /L3/ in geeignete Abfallbehälter verpackt. Bei diesen Abfallbehältern handelt es sich um Behältergrundtypen gemäß den Endlagerungsbedingungen, wie z.B.

- Gussbehälter Typ II (MOSAİK)
- Betonbehälter Typ II

- Konrad-Container (Stahlblechcontainer) Typ II
- Konrad-Container (Stahlblechcontainer) Typ III
- Konrad-Container (Stahlblechcontainer) Typ IV
- Konrad-Container (Stahlblechcontainer) Typ V
- Konrad-Container (Stahlblechcontainer) Typ VI

Die aus dem Betrieb sowie aus Stilllegung und Abbau der Anlage resultierenden Abfallgebinde werden bis zur Ablieferung an ein Endlager des Bundes (Schacht Konrad) /L3/ am Standort KKE, insbesondere in dem hierfür vorgesehenen Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE), oder in externen Zwischenlagern des Bundes aufbewahrt. Abfallgebinde, für die eine Abklinglagerung entsprechend Abbildung 8-2 vorgesehen ist, werden am Standort KKE, insbesondere in dem hierfür vorgesehenen Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE), aufbewahrt. Abfallgebinde bei denen die „fachgerechte Verpackung“ durch die BGE festgestellt wurde, werden an die BGZ abgegeben.

8.6.5 Abfallflussverfolgung

Jeder angefallene radioaktive Abfall wird gemäß Anlage Teil A und Teil B AtEV /G7/ mit einer eindeutigen Kennzeichnung versehen und erfasst. Die Erfassung wird bei Änderungen / Ergänzungen fortgeschrieben. Es erfolgt eine mengenmäßige Bilanzierung und messtechnische Charakterisierung. Alle relevanten Daten werden aufgenommen und in ein bundeseinheitliches Dokumentationssystem zur Abfallflussverfolgung und Produktkontrolle für radioaktive Abfälle (AVK) eingebucht.

Im Rahmen der Abgabe „fachgerecht verpackter“ Abfallgebinde werden alle für die spätere Abgabe an ein Endlager des Bundes benötigten Abfallerzeugerdaten sowie die vollständigen Gebindedokumentationen an die BGZ übergeben. Die Dokumentation wird zusätzlich in Papierform erstellt.

Nach der Abgabe der „fachgerecht verpackten“ Abfallgebinde an die BGZ werden die Daten im AVK-System noch mindestens ein Jahr vorgehalten (§ 2 Abs. 3 AtEV /G7/).

9 Ereignisanalyse

9.1 Einleitung

Zum Nachweis der erforderlichen Vorsorge gegen Schäden wird zum Antrag auf Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerkes Emsland (KKE) vom 22.12.2016 /A1/ in diesem Abschnitt gezeigt, dass bei den zu unterstellenden Ereignissen die Planungswerte des § 104 Abs. 3 und Abs. 6 StrlSchV /G12/ in Verbindung mit § 194 StrlSchV /G12/ nicht überschritten werden. Es werden die Ereignisse, die zu einer Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung führen können, identifiziert. Zusätzlich wird differenziert, in welchen Anlagenzuständen die jeweiligen Ereignisse potenziell möglich sind.

Für auslegungsüberschreitende Ereignisse wird gezeigt, dass die radiologischen Auswirkungen einschneidende Maßnahmen des Katastrophenschutzes nicht erforderlich machen /R3/ und dass die radiologischen Kriterien für die Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden und für eine Evakuierung gemäß §§ 2 und 4 der Notfall-Dosiswerte-Verordnung (NDWV) /G11/ sicher unterschritten werden.

Die Auswahl der Ereignisse erfolgt unter Berücksichtigung des Leitfadens zur Stilllegung /R2/, der ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen /R3/, der ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung /R4/, der ESK-Leitlinien für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung /R5/ sowie durch die schutzzielorientiert angepasste bzw. teilweise Anwendung der Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /L1/. Außerdem wurde geprüft, ob weitere Ereignisse anlagenspezifisch zu unterstellen sind.

Für die ausgewählten Ereignisse wird analysiert, welche Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung erfolgen könnte. Dabei werden die vorhandenen Vorsorgemaßnahmen berücksichtigt. Abschließend werden die abdeckenden Ereignisse radiologisch bewertet.

9.2 Gefährdungspotenzial

Beim Abbau der Anlage wird mit einem Aktivitätsinventar umgegangen, das insbesondere nach Abtransport der bestrahlten Brennelemente deutlich unter dem Aktivitätsinventar liegt, für das die Anlage einmal ausgelegt wurde. Außerdem sind im Primär- und Sekundärkreislauf sowie den anschließenden Systemen keine hohen Drücke und Temperaturen mehr vorhanden. Die wesentlichen für den Abbau verbleibenden radioaktiven Stoffe bestehen aus Spalt- und Aktivierungsprodukten, die im Material gebunden sind oder als abwischbare oder festhaftende Kontamination auf Oberflächen haften. Diese können nicht ohne weiteres freigesetzt werden. Für die Bewertung möglicher Risiken des Abbaus ist zusätzlich die Aktivität von radioaktiven Betriebsabfällen, die sich bereits in der Anlage KKE befinden und auch beim Abbau zukünftig noch anfallen, zu berücksichtigen.

Das Aktivitätsinventar des KKE, das zu ca. 99 % im bestrahlten Kernbrennstoff enthalten ist, wird zum Zeitpunkt der Abschaltung auf ca. 8,54 E+20 Bq abgeschätzt (Anlagenzustand 1).

Nach Beladung und Abtransport des Kernbrennstoffs in Transport- und Lagerbehältern sowie durch Abklingen der Aktivität nach der Abschaltung reduziert sich das Aktivitätsinventar auf ca. 2,98 E+17 Bq (Anlagenzustand 2).

9.3 Vorgehen bei der Ereignisanalyse

Gemäß § 104 Abs. 3 StrlSchV /G12/ sind bei der Planung der Stilllegung und des Abbaus des KKE bauliche oder technische Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des potenziellen Schadensausmaßes zu treffen, um die Exposition bei Ereignissen während des Abbaus durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu begrenzen. Im Rahmen einer Analyse sind dazu potenziell vorkommende Ereignisse zu untersuchen.

Die erforderliche Vorsorge gegen Schäden nach Stand von Wissenschaft und Technik (§ 7 Abs. 3 Satz 2 AtG /G1/ in Verbindung mit § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG /G1/) wird nachgewiesen, indem für alle zu berücksichtigenden Ereignisse gezeigt wird, dass die maximal zu erwartende Exposition unterhalb der gesetzlichen Vorgaben bleibt. Grundlage der Analyse sind bestehende Untersuchungen zum Leistungsbetrieb sowie der Antrag auf Stilllegung und Abbau des KKE /A1/ und hierbei im Wesentlichen der Sachstand zum Restbetrieb der Anlage KKE in Abschnitt 4.

Aufgrund des deutlich reduzierten Gefährdungspotenzials gegenüber dem Leistungsbetrieb, insbesondere nach Entfernung der Brennelemente und der sich ständig vergrößernden Karenzzeit im Anlagenzustand 1 ist zu erwarten, dass einzelne Ereignisse später ggf. nicht mehr auftreten können bzw. zu unterstellen sind oder durch den fortschreitenden Rückbau anders bewertet werden können. Darüber hinaus sind allerdings zusätzlich Ereignisse zu betrachten, die erst durch die stilllegungsbedingten Arbeiten im KKE auftreten können.

Bei der Analyse wurde folgendermaßen vorgegangen:

- Festlegung der Randbedingungen
- Zusammenstellung des Ereignisspektrums
- Einstufung und Bewertung der Ereignisse
- Radiologische Berechnung und Bewertung der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben

Im Zuge einer Einstufung und Bewertung wird jedes Ereignis kurz beschrieben und überprüft, ob es im Anlagenzustand 1 und/oder 2 zu unterstellen ist. Ereignisse, die in keinem der beiden Anlagenzustände relevant sind, werden von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

Zur Nachweisführung auf Einhaltung der jeweiligen radiologischen Sicherheitsziele erfolgt, in Abhängigkeit der Eintrittshäufigkeit, eine Unterscheidung zwischen Ereignissen, gegen die die Anlage

KKE ausgelegt ist, und auslegungsüberschreitenden Ereignissen. Im Anschluss wird für die Ereignisse, gegen die die Anlage KKE ausgelegt ist, die Einhaltung der Planungswerte des § 104 Abs. 3 und Abs. 6 StrlSchV /G12/ in Verbindung mit § 194 StrlSchV /G12/ und für auslegungsüberschreitende Ereignisse die Unterschreitung der radiologischen Kriterien von 10 mSv und 100 mSv gemäß § 2 und § 4 NDWV /G11/ für die Angemessenheit einer Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden oder einer Evakuierung nachgewiesen.

9.4 Zu betrachtende Ereignisse

Die Grundlage für die im Restbetrieb noch zu unterstellenden Ereignisse bilden die Auflistungen im Leitfaden zur Stilllegung /R2/, in den ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen /R3/, in den ESK-Leitlinien zur Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle /R4/, in den ESK-Leitlinien zur Konditionierung von radioaktiven Abfällen /R5/ sowie die schutzzielorientiert angepasste bzw. teilweise Anwendung der Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /L1/. Darüber hinausgehende anlagenspezifische Ereignisse sind nicht zu unterstellen.

Die betrachteten Ereignisabläufe für die Stilllegung und den Abbau sind unterteilt nach folgenden Ereignisgruppen:

Ereignisse durch Einwirkungen von innen (EVI):

- Anlageninterne Brände
- Anlageninterne Leckagen
- Anlageninterne Überflutung
- Komponentenversagen mit potenziellen Auswirkungen auf sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen
- Ereignisse bei der Handhabung von Lasten
- Ereignisse bei Transportvorgängen
- Anlageninterne Explosionen
- Chemische Einwirkungen
- Ausfälle und Störungen von Hilfs- und Versorgungseinrichtungen
- Ereignisse bei der Brennelement-Handhabung und -Lagerung

Ereignisse durch Einwirkungen von außen (EVA):

- Naturbedingte Einwirkungen:
 - Extreme meteorologische Bedingungen (Sturm einschließlich Tornado, Regen (auch Starkregen), Schneefall, Schneelasten, Frost, Hagel, Blitzschlag, außergewöhnliche Hitzeperioden, hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit)
 - Überflutung (Hochwasser)
 - Biologische Einwirkungen
 - Waldbrände
 - Erdbeben
 - Erdrutsch
- Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen:
 - Flugzeugabsturz
 - anlagenexterne Explosionen
 - anlagenexterne Brände
 - Eindringen gefährlicher Stoffe
 - Elektromagnetische Einwirkungen
 - gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Anlagen am Standort
 - Treibgut, Staustufenversagen und Schiffsunfälle

9.5 Ereignisse durch Einwirkungen von Innen

9.5.1 Anlageninterne Brände

Anlageninterne Brände sind für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten.

Bei dieser Ereignisgruppe wird ein Brand in einem Anlagenbereich unterstellt, in dem sich sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen oder radioaktive Materialien befinden. Die Sicherheitseinrichtungen können dadurch beschädigt bzw. in ihrer Funktion beeinträchtigt werden oder es könnte zu einer brandbedingten Aktivitätsfreisetzung kommen.

Die aus dem Leistungsbetrieb vorhandenen Brandschutzeinrichtungen bleiben weiterhin in Betrieb oder werden den Erfordernissen des Abbaus und der jeweiligen Abbaumaßnahme angepasst. Bau-liche, anlagentechnische, betriebliche und abwehrende Maßnahmen zur Brandverhinderung, zur

frühzeitigen Branderkennung, zur Abtrennung von Bereichen und für geeignete Löschmaßnahmen sowie zur Personenrettung werden auch im Restbetrieb ergriffen.

Aufgrund der vorhandenen Systeme und Maßnahmen zur Ereignisbeherrschung sind für den Restbetrieb nur solche Brandereignisse zu bewerten, die bisher nicht oder unter günstigeren Randbedingungen betrachtet wurden.

Nachfolgend werden deshalb folgende Brandszenarien betrachtet:

- Brand auf dem Anlagengelände
- Brand im Kontrollbereich

9.5.1.1 Brand auf dem Anlagengelände

Für die Lagerung von brennbaren radioaktiven Reststoffen werden folgende Randbedingungen gemäß „ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ /R4/ eingehalten, so dass die Reststoffe als nicht brennbar einzustufen sind:

- Die radioaktiven Abfälle befinden sich in verschlossenen Abfallbehältern, wie z. B. in Stahlblechbehältern.
- In den radioaktiven Abfallgebinden befinden sich keine selbstentzündlichen oder explosiven Stoffe.
- Im Lagerbereich sind keine Materialien vorhanden, die eine entsprechende Wärmemenge freisetzen können, welche die Schutzfunktion der gelagerten Abfallbehälter beeinträchtigen kann.

Die Einhaltung der letztgenannten Bedingung wird durch betriebliche Regelungen sichergestellt. Demnach sind Brandlasten im Nahbereich der geplanten Lagerflächen, die die Schutzfunktion der Abfallbehälter beeinträchtigen könnten, nicht zugelassen. Außerdem wird die Aufenthaltszeit von Fahrzeugen auf ein Minimum reduziert. Gegen einen potenziellen Fahrzeugbrand werden administrative und technische Vorsorgemaßnahmen getroffen, so dass es zu keiner Freisetzung radioaktiver Stoffe kommt.

Insgesamt wird dieses Ereignis damit aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

9.5.1.2 Brand im Kontrollbereich

Grundsätzlich können Brände während der Durchführung der Abbaumaßnahmen nicht ausgeschlossen werden. Es werden z. B. zusätzliche Brandlasten u.a. durch thermische Trennverfahren in den Kontrollbereich eingebracht. Da die noch notwendigen sicherheitstechnisch wichtigen Systeme nicht

von Abbautätigkeiten betroffen sind, sind hier die Auswirkungen von Bränden durch die Betrachtungen im Rahmen des Leistungsbetriebes abgedeckt. Es gelten hierbei die aus dem Leistungsbetrieb etablierten Maßnahmen zur Brandvermeidung bzw. Brandbekämpfung.

Containerbrand in der LKW-Schleuse:

Radiologisch abdeckend für Brandszenarien im Kontrollbereich ist ein Brand von brennbaren Mischabfällen in einem 20'-Container in der LKW-Schleuse im Reaktorhilfsanlagengebäude. Hierbei ist zu beachten, dass sich bei einem geöffneten Container nicht gleichzeitig ein Transportfahrzeug in der Schleuse befindet.

Bei diesem Ereignis wird unterstellt, dass es beim Beladen eines Containers mit brennbaren Mischabfällen in der LKW-Schleuse zu einem Brand kommt. Während des Beladevorgangs des Containers ist die äußere Schleusentür verschlossen.

Für die radiologische Analyse werden eine frühe Brandbekämpfung, das Zuschalten der Bedarfsmfilteranlage bzw. Abschalten der Lüftung und das alarmierende Auslösen des Brandabschnitts nicht kreditiert, so dass die Rauchgase konservativ für eine max. Branddauer von 30 min ungefiltert mit der Fortluft abgegeben werden.

Die potenziell am höchsten belastete Altersgruppe ist die Gruppe der Säuglinge (≤ 1 Jahr). Es ergibt sich eine potenzielle Effektivdosis von 2,3 mSv.

Die Aufenthaltszeit von Fahrzeugen in der LKW-Schleuse wird auf ein Minimum reduziert. Gegen einen potenziellen Fahrzeugbrand sind administrative und technische Vorsorgemaßnahmen getroffen, so dass es zu keiner Freisetzung radioaktiver Stoffe kommt. Die Integrität der 20'-Container und deren Inhalte in der Nähe des Transportfahrzeuges werden nicht verletzt.

Filterbrände:

Filterbrände sind bereits im Rahmen des Leistungsbetriebes untersucht worden. Diese Untersuchungen haben gezeigt, dass Filterbrände mit relevanten Aktivitätsfreisetzungen durch ausreichende Vorsorgemaßnahmen ausgeschlossen sind. Die getroffenen Vorsorgemaßnahmen umfassen insbesondere automatisch schließende Brandschutzklappen in den Lüftungskanälen, die Reduzierung von Brandlasten und die Vermeidung von Zündquellen in räumlicher Nähe zu Filtern.

Bei Stilllegung und Abbau sollen mobile Filteranlagen eingesetzt werden. Brände dieser mobilen Filteranlagen können aufgrund des vor Ort tätigen Personals und der vorhandenen Brandschutzmaßnahmen vermieden, frühzeitig erkannt und bekämpft werden.

Daher sind Auswirkungen dieses Ereignisses radiologisch nicht relevant.

Brand im Bereich der Reststoffbearbeitung und Abfallbehandlung:

Anfallende brennbare radioaktive Reststoffe werden im Kontrollbereich gesammelt, sortiert, bearbeitet und behandelt. Die erforderlichen Einrichtungen werden in bestehenden Räumlichkeiten (mit vorhandener Infrastruktur) sowie in den entsprechend freigeräumten Bereichen des Kontrollbereiches eingerichtet. Planung und Errichtung dieser Einrichtungen erfolgen in Anlehnung an die brandschutztechnischen Anforderungen des kerntechnischen Regelwerkes, so dass die Entstehungswahrscheinlichkeit von lokalen Zufallsbränden gering ist.

Die für den Leistungsbetrieb ausgelegten und installierten, aktiven und passiven Brandschutzeinrichtungen werden auch bei Raumnutzungsänderung soweit erforderlich weiter genutzt bzw. den neuen Anforderungen angepasst.

Durch die vorhandenen Brandschutzeinrichtungen und -maßnahmen werden Brandereignisse im Bereich der Reststoffbearbeitung und Abfallbehandlung beherrscht, so dass radiologische Auswirkungen vermieden werden.

Daher sind Auswirkungen dieses Ereignisses radiologisch nicht relevant.

9.5.2 Anlageninterne Leckagen

Anlageninterne Leckagen sind für die Anlagenzustände 1 und 2 bis zur Entleerung der jeweiligen Systeme zu betrachten.

In dieser Ereignisgruppe sind Leckagen von Behältern mit aktivitätsführenden Medien bzw. Leckagen von Behältern oder Systemen zu analysieren. Es ist dabei der Behälter mit dem größten radioaktiven Gefährdungspotenzial zu identifizieren. Leckagen am BE-Becken werden unter Abschnitt 9.5.10.2 betrachtet.

Die Ereignisgruppe anlageninterne Leckagen wird mit folgenden Szenarien konkretisiert:

- Leck eines Behälters mit aktivem Medium
- Leck im Volumenregelsystem außerhalb des Sicherheitsbehälters
- Leck in einer Primärkühlmittel führenden Messleitung im Ringraum
- Leck/Bruch in einer Rohrleitung oder Bruch eines Filters des Abgas- oder Gasaufbereitungssystems
- Leck im Reaktor-, Abstellraum und BE-Becken nach Kernbrennstofffreiheit

Alle aktivitätsführenden Systeme sind im Kontrollbereich untergebracht. Die aus dem Leistungsbetrieb vorhandenen Einrichtungen und Maßnahmen zur Verhinderung und frühzeitigen Erkennung von Leckagen bleiben im erforderlichen Umfang während des Abbaus weiterhin in Betrieb bzw. werden dem Abbaufortschritt angepasst. Gleiches gilt für die zur Ereignisbeherrschung vorhandenen Systeme, Auslegungsmerkmale und Vorsorgemaßnahmen.

9.5.2.1 Leck eines Behälters mit aktivem Medium

Bei diesem Ereignis wird eine Leckage an einem Behälter mit aktivitätsführendem Medium unterstellt, wodurch Aktivität in flüssiger oder gasförmiger Form freigesetzt wird.

Die Exposition der Leckage eines Abwasserverdampfers wurde sowohl mit Freisetzung über Kamin als auch über Gebäudeundichtigkeiten als radiologisch repräsentatives Ereignis auf Basis der Vorgaben der Störfallberechnungsgrundlagen (SBG) /L2/ bestimmt.

Leckage eines Abwasserverdampfers mit Freisetzung über Fortluftkamin

Bei diesem Szenario erfolgt die Freisetzung über den Fortluftkamin. Zur Aktivitätsminimierung kann dabei von Hand die Bedarfsfilteranlage zugeschaltet, bzw. bei deren Unverfügbarkeit die Lüftung abgeschaltet werden. Dies wird konservativ bei der radiologischen Analyse nicht kreditiert.

Eine Freisetzung in den Untergrund wird durch ein Barrierensystem verhindert. Diesbezüglich sind sämtliche Räume der Behälter als Wannen mit dekontaminierbarer Beschichtung und absperrbaren Bodenabläufen ausgebildet. Das gesamte Volumen kann in den Räumen aufgenommen werden.

Die potenziell am höchsten belastete Altersgruppe ist die Gruppe der Säuglinge (≤ 1 Jahr). Es ergibt sich eine potenzielle Effektivdosis von 0,0036 mSv.

Leckage eines Abwasserverdampfers mit Freisetzung über Gebäudeundichtigkeiten

Bei diesem Szenario wird eine erdbebenbedingte Leckage an einem Abwasserverdampfer im Reaktorhilfsanlagengebäude unterstellt, so dass das im Verdampfersumpf befindliche flüssige Verdampferkonzentrat ausläuft.

Es wird unterstellt, dass gleichzeitig das Reaktorhilfsanlagengebäude durch das Erdbeben Risse bekommen hat und die Freisetzung auch bodennah über Gebäudeundichtigkeiten erfolgt.

Die potenziell am höchsten belastete Altersgruppe ist die Gruppe der Säuglinge (≤ 1 Jahr). Es ergibt sich eine potenzielle Effektivdosis von 0,0068 mSv.

9.5.2.2 Leck im Volumenregelsystem außerhalb des Sicherheitsbehälters

Nach der Kernentladung und Setzen des Dichtschützes ist das Volumenregelsystem temperatur- und drucklos. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind durch die Betrachtungen im Leistungsbetrieb abgedeckt und aufgrund der Auslegung und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen. Daher ist das Ereignis bei Stilllegung und Abbau nicht weiter zu betrachten.

9.5.2.3 Leck in einer Primärkühlmittel führenden Messleitung im Ringraum

Im Gegensatz zum Leistungsbetrieb ist im Restbetrieb der Primärkühlkreis kalt drucklos und angrenzende Systeme wie Volumenregelsystem und Nachkühlsysteme sind nach der RDB-Kernentladung nicht mehr in Betrieb. Somit sind aus radiologischer Sicht vergleichbare Leckagen wie im Leistungsbetrieb hier nicht mehr zu unterstellen.

9.5.2.4 Leck/Bruch in einer Rohrleitung oder Bruch eines Filters des Abgas- oder Gasaufbereitungssystems

Das Szenario Leck in einer Rohrleitung der Abgasanlage mit einem unterstellten vollständigen Austreten der enthaltenen Aktivitätsmenge wurde für den Leistungsbetrieb KKE für Störungen in Hilfs- und Nebenanlagen mit Freisetzung von Aktivitätsinventar untersucht und als radiologisch repräsentatives Ereignis für alle Leckagen weiter analysiert. Das Ereignis wird zusätzlich zu den systemeigenen Messungen durch einen Aktivitätsanstieg in der Raumlufüberwachung und in der Fortluft erkannt.

Zur Minimierung der Aktivitätsfreisetzung kann die Bedarfsfilteranlage betrieblich zugeschaltet bzw. bei Unverfügbarkeit der Bedarfsfilteranlage die Lüftung abgeschaltet werden. Der radiologischen Analyse liegt die konservative Annahme zugrunde, dass die gesamte Aktivitätsmenge ungefiltert über den Fortluftkamin abgegeben wird.

Als Ergebnis wurde dabei festgestellt, dass die berechneten Dosiswerte mit $< 0,05$ mSv um mehr als 3 Größenordnungen unter den Grenzwerten des § 104 Abs. 1 StrlSchV /G12/ liegen. Daher ist das Ereignis nicht weiter zu betrachten.

9.5.2.5 Leck im Reaktor-, Abstellraum und BE-Becken nach Kernbrennstofffreiheit

Im Reaktor-, Abstellraum und nach Kernbrennstofffreiheit im BE-Becken sind Abbauarbeiten vorgesehen. Dabei sind Beschädigungen der Beckenauskleidungen nicht gänzlich auszuschließen. Aufgrund der konstruktiven Ausführung der Becken sowie weiterer Vorsorgemaßnahmen (z. B. Beckenbodenschutz) kann es nur zu geringfügigen Leckagen kommen. Eventuelle geringfügige Leckagen werden erkannt und die Schadstelle kann repariert werden, so dass derartige Ereignisse keine relevanten radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung haben. Daher ist das Ereignis bei Stilllegung und Abbau nicht weiter zu betrachten.

9.5.3 Anlageninterne Überflutung

Das Ereignis ist für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten.

In dieser Ereignisgruppe wird ein Leck bzw. der Bruch einer wasserführenden Rohrleitung in einem Gebäude mit sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen unterstellt. Die dabei anfallenden Leckagemengen können zur Überflutung von Gebäuden oder Gebäudeteilen führen und die dort vorhandenen Sicherheitseinrichtungen schädigen.

Im Rahmen der Betriebsgenehmigung für das KKE wurden die Auswirkungen anlageninterner Überflutungen innerhalb der sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude untersucht.

Im Ergebnis wurde festgestellt, dass Überflutungen hinsichtlich radiologischer Aspekte nicht relevant sind, da durch eine Überflutung grundsätzlich keine Komponenten beschädigt werden, die Aktivitätsinventare enthalten. Im Hinblick auf Auswirkungen auf sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen wurde festgestellt, dass eine unzulässige Wasserhöhe nicht erreicht wird, da entweder die Ausflussmenge begrenzt ist oder genügend große Karenzzeiten zur Absperrung defekter Rohrleitungen bestehen.

Da im Restbetrieb der Einbau zusätzlicher wasserführender Systeme oder Einrichtungen mit relevantem Überflutungspotenzial nicht vorgesehen ist, sind die Ergebnisse übertragbar. Abbautätigkeiten finden nur an restentleerten Systemen statt. Dies wird durch die bei Abbauarbeiten getroffenen technischen und administrativen Vorsorgemaßnahmen sichergestellt. Versehentliche Fehlschnitte an einem wassergefüllten Restbetriebssystem sind aufgrund der Vorsorgemaßnahmen bei Abbauarbeiten extrem unwahrscheinlich. Fehlschnitte werden unmittelbar erkannt und führen nur zu einer begrenzten Leckagemenge. Sollten dennoch trotz aller getroffenen Maßnahmen in vereinzelt Fällen kleinere Mengen austreten, so werden diese über die Gebäudeentwässerung in den Gebäudesümpfen gesammelt und dann im Abwassersammelsystem gesammelt. Auswirkungen auf sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen sind damit nicht zu besorgen. Damit ist für das Ereignis Anlageninterne Überflutung die Einhaltung der Schutzziele in beiden Anlagenzuständen gewährleistet. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind aufgrund der Auslegung und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen.

9.5.4 Komponentenversagen mit potenziellen Auswirkungen auf sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen

Das Ereignis ist für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten.

In dieser Ereignisgruppe wird das Versagen hochenergetischer Komponenten unterstellt, wodurch Belastungen durch Berstdruckwellen, Druckaufbau, Strahl-, Reaktions- und Geschoßkräfte auf umgebende Bauteile entstehen. Dabei besteht die Gefahr, dass sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen der Anlage beschädigt oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.

Im Rahmen der Betriebsgenehmigung für das KKE wurden hierzu folgende Ereignisse bzw. die ursächlich daran beteiligten Komponenten betrachtet:

- Turbinenversagen
- Überdrehzahlversagen einer Hauptkühlmittelpumpe beim Kühlmittelverluststörfall
- Versagen hochenergetischer Behälter innerhalb und außerhalb RSB

Ein Turbinenversagen und ein Überdrehzahlversagen von Hauptkühlmittelpumpen ist nach Beendigung des Leistungsbetriebs KKE nicht mehr zu betrachten.

Die Anzahl hochenergetischer Behälter reduziert sich durch die Außerbetriebnahme von Systemen nach Beendigung des Leistungsbetriebes. Für die noch verbleibenden hochenergetischen Behälter wurde für den Leistungsbetrieb ausreichend Vorsorge getroffen, dass ein spontanes Versagen durch die Qualität der jeweiligen Komponenten ausgeschlossen werden kann.

Da im Restbetrieb der Einbau entsprechender neuer Systeme oder Einrichtungen nicht vorgesehen ist, gelten diese Aussagen auch in den Anlagenzuständen 1 und 2 des Restbetriebes fort.

Damit ist in der Ereignisgruppe Komponentenversagen die Einhaltung der Schutzziele in allen Anlagenzuständen gewährleistet. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind durch die Betrachtungen im Leistungsbetrieb abgedeckt und aufgrund der Auslegung und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen.

9.5.5 Ereignisse bei der Handhabung von Lasten

Die Ereignisse sind für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten.

Bei dieser Ereignisgruppe wird untersucht, ob es im Zusammenhang mit den Abbau- und Transporttätigkeiten zum Absturz einer Last kommen kann mit der Folge, dass sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen gefährdet werden oder dass Aktivität freigesetzt wird.

Im Rahmen der Betriebsgenehmigung für das KKE wurden Lastabstürze umfangreich analysiert. Als Ergebnis ergaben sich keine relevanten Ereignisse hinsichtlich radiologischer Auswirkungen. Die Hebezeuge für den Transport schwerer Lasten (Reaktorgebäudekran und Halbportalkran außerhalb des Reaktorgebäudes) genügen den erhöhten Anforderungen nach KTA 3902 /R19/. Das gilt abhängig von den zu unterstellenden Auswirkungen eines Lastabsturzes ebenfalls für die Lastaufnahmemittel und die Anschlagpunkte an den schweren Lasten.

Mit Stilllegung und Abbau des KKE ist auch der Abbau von Großkomponenten mit Massen von z. T. mehr als 200 Mg innerhalb des Reaktorgebäudes verbunden, wie z. B. Dampferzeuger (DE) und Reaktordruckbehälter (RDB). Eine zerlegungsfreie Handhabung von Großkomponenten wie z. B.

den Dampferzeugern im Ganzen erfolgt erst nach BE-Freiheit, um eine potenzielle Gefährdung sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen, insbesondere zur Kühlung der BE im BE-Becken, und damit eine Aktivitätsfreisetzung auszuschließen. Nach der BE-Freiheit ist das Potenzial für eine Aktivitätsfreisetzung durch das Zerstören anderer Komponenten durch Aufprall einer solchen Last geringer. Die am stärksten kontaminierten Anlagenteile sind die Dampferzeuger (DE). Entsprechend der Kriterien (Aktivität, Absturzhöhe, ungefilterte Freisetzung) ist der potenzielle „Absturz eines Dampferzeugers am Hubgerüst“ außerhalb des Reaktorgebäudes der radiologisch abdeckende Fall für die Betrachtung eines Absturzes von Großkomponenten. Daher wird dieses Ereignis als radiologisch repräsentatives Ereignis betrachtet.

Ein Ausbau von Teilen dieser Großkomponenten mit einer vorhergehenden Teilerlegung am Einbauort ist zulässig, wenn eine Rückwirkung auf sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen ausgeschlossen werden kann. Dies erfolgt mit Hilfe von administrativen Regelungen und technischen Maßnahmen (z. B. Fahrbereichsverriegelungen des Hebezeuges).

Mögliche Aktivitätsfreisetzungen infolge des Herabstürzens von Lasten auf Behälter im Kontrollbereich sind durch das nachfolgend beschriebene Ereignis „Absturz von Abfallgebinden im internen Abfalllager“ abgedeckt. Im internen Abfalllager des KKE werden 200-l-Fässer in bis zu drei Lagen übereinandergestapelt. Für die Betrachtung eines potenziellen Absturzes von Abfallgebinden wird angesetzt, dass drei 200-l-Fässer einer oberen Reihe abstürzen. Es wird unterstellt, dass es zu einer Beschädigung der drei Fässer und infolge dessen zu einer Freisetzung von Aktivität in das Reaktorhilfsanlagengebäude kommt. Der „Absturz von Abfallgebinden im internen Abfalllager“ wird als radiologisch repräsentatives Ereignis betrachtet.

Im Rahmen der Stilllegung und Abbau ist geplant, radioaktive Stoffe in 20'-Container auf Lagerflächen im Überwachungsbereich in maximal 3 Lagen übereinander zu stapeln. Es wird unterstellt, dass es im Rahmen der Handhabung dieser Container zu einem Absturz kommt. Daher wird der „Absturz eines 20'-Containers bei der Handhabung“ als radiologisch repräsentatives Ereignis betrachtet.

9.5.5.1 Absturz eines Dampferzeugers am Hubgerüst

Das unterstellte Szenario ist der Absturz eines Dampferzeugers vom Hubgerüst. Dabei wird der Dampferzeuger beschädigt und ein Teil der nicht fest anhaftenden Kontamination wird bodennah freigesetzt. Konservativ wurde die Analyse ohne Berücksichtigung der geplanten Dekontamination der Dampferzeuger durchgeführt.

Die potenziell am höchsten belastete Altersgruppe ist die Gruppe der Säuglinge (≤ 1 Jahr). Es ergibt sich eine potenzielle Effektivdosis von 7,8 mSv.

9.5.5.2 Absturz von Abfallgebinden im internen Abfalllager

Bei diesem Ereignis wird unterstellt, dass 3 Fässer aus der oberen dritten Lage des Abfalllagers abstürzen. Für dieses Szenario erfolgt die Freisetzung innerhalb von 30 min über den Fortluftkamin. Zur Aktivitätsminimierung kann dabei von Hand die Bedarfsfilteranlage zugeschaltet, bzw. bei deren Unverfügbarkeit die Lüftung abgeschaltet werden. Dies wird konservativ bei der radiologischen Analyse nicht kreditiert.

Die potenziell am höchsten belastete Altersgruppe ist die Gruppe der Säuglinge (≤ 1 Jahr). Es ergibt sich eine potenzielle Effektivdosis von 0,028 mSv.

9.5.5.3 Absturz eines 20'-Containers bei Handhabungen

Das unterstellte Szenario ist der Absturz eines 20'-Containers vom Hubgerüst mit einem abdeckenden Aktivitätsinventar. Dabei wird der 20'-Container beschädigt und ein Teil der enthaltenen Kontamination wird bodennah freigesetzt.

Auf den Lagerflächen im Überwachungsbereich ist vorgesehen, 20'-Container in maximal 3 Lagen übereinander zu stapeln. Dadurch ergeben sich deutlich geringere mögliche Fallhöhen gegenüber einem unterstellten Absturz vom Hubgerüst. Daher werden diese Ereignisse durch die Betrachtungen zum Absturz des Containers vom Hubgerüst abgedeckt.

Die potenziell am höchsten belastete Altersgruppe ist die Gruppe der Säuglinge (≤ 1 Jahr). Es ergibt sich eine potenzielle Effektivdosis von 2,0 mSv.

9.5.6 Ereignisse bei Transportvorgängen

Die Ereignisse sind für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten.

Bei dieser Ereignisgruppe wird unterstellt, dass es bei Transportvorgängen zu Kollisionen oder Abstürzen kommt, wodurch Aktivität freigesetzt wird oder sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen beschädigt werden. Hinsichtlich der Schadenswirkung wird unterschieden zwischen der Kollision bzw. dem Absturz radioaktiver Transportgüter und der Kollision von Transportmitteln oder -gütern mit aktivitätsführenden oder sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen.

Durch den Übergang in den Restbetrieb reduziert sich die Anzahl der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen erheblich. Diese verbleibenden sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen werden durch eine räumliche Trennung zu den Transportwegen geschützt.

Mögliche Aktivitätsfreisetzungen durch Ereignisse bei Transportvorgängen im Kontrollbereich sind durch den Absturz von Abfallgebinden im internen Abfalllager in Abschnitt 9.5.5.2 abgedeckt.

Bei Transporten radioaktiver Materialien auf dem Betriebsgelände werden aufgrund getroffener Vorsorgemaßnahmen keine relevanten radiologischen Auswirkungen unterstellt. Auf dem Betriebsgelände gilt eine allgemeine Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h außerhalb des Überwachungsbereiches und 10 km/h innerhalb des Überwachungsbereiches. Bei Schwerlasttransporten mit radiologischem Erfordernis wird der Transportweg zudem abgesperrt.

Mögliche Aktivitätsfreisetzungen durch Ereignisse bei Transporten radioaktiver Materialien auf dem Betriebsgelände sind durch den Absturz eines 20`-Containers bei Handhabungen in Abschnitt 9.5.5.3 abgedeckt.

Daher sind Auswirkungen dieser Ereignisse radiologisch nicht relevant.

Verlassen radioaktive Reststoffe oder radioaktive Abfälle das umzäunte Betriebsgelände, werden die Anforderungen des Transportrechts (z. B. GGVSEB /G9/) eingehalten. Transportvorgänge außerhalb des umzäunten Betriebsgeländes gehören nicht zum Betrachtungsumfang der beantragten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG /G1/.

9.5.7 Anlageninterne Explosionen

Die Ereignisse sind für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten.

Bei dieser Ereignisgruppe wird die Explosion brennbarer fester, flüssiger, gasförmiger oder staubförmiger Stoffe innerhalb der Anlage unterstellt. Die Schädigungsmechanismen ergeben sich aus den möglichen Belastungen durch Berstdruckwellen, Druckaufbau, Strahl-, Reaktions- und Geschosßkräfte sowie Radiolysegas- und Zirkon-Wasser-Reaktionen auf umgebende Bauteile.

Es werden folgende Ereignisuntergruppen betrachtet:

- Anlageninterne Explosionen durch permanent vorhandene Einrichtungen
- Anlageninterne Explosionen durch temporär eingebrachte Einrichtungen

Anlageninterne Explosionen wurden im Rahmen der Betriebsgenehmigung des KKE untersucht. Es wurden Brände und Explosionen in allen sicherheitstechnisch bzw. für den Aktivitätseinschluss wichtigen Raumbereichen betrachtet.

Für die Betrachtung von permanent vorhandenen Einrichtungen sind die Analysen aus dem Leistungsbetrieb übertragbar. Darüber hinaus werden nach Beendigung des Leistungsbetriebs alle explosiven Stoffe aus den dann nicht mehr benötigten Systemen entfernt sowie die Vorhaltung in der Gasversorgungszentrale reduziert und das Gefährdungspotential gegenüber dem Leistungsbetrieb reduziert.

Mögliche Auswirkungen auf die Lagerflächen im Überwachungsbereich aufgrund einer Zerstörung der Gasversorgungszentrale mit nachfolgender Explosion von in der Gasversorgungszentrale gelagerten Gasen sind als sehr seltenes Ereignis einzustufen und werden durch das Ereignis Flugzeugabsturz auf die Lagerflächen (siehe Abschnitt 9.6.2.1) abgedeckt.

Eine Radiolysegasreaktion ist nicht mehr zu unterstellen, da keine Kernspaltung mehr stattfindet und damit kein Radiolysegas mehr gebildet wird. Eine Wasserstoffansammlung durch Zirkon-Wasser-Reaktion wird durch die Kühlung der Brennelemente im BE-Becken verhindert. Zur Verfügbarkeit von Beckenkühlsträngen im Restbetrieb wird auf Abschnitt 9.5.9 verwiesen.

Für temporär eingebrachte Einrichtungen ist festzustellen, dass insbesondere zur Zerlegung von Bauteilen mittels thermischer Trennverfahren Gasflaschen in die Anlage eingebracht werden. Die Vorgaben für den Umgang und die Lagerung solcher Stoffe aus dem Leistungsbetrieb haben auch im Restbetrieb weiterhin Bestand.

In der Ereignisgruppe Anlageninterne Explosionen ist die Einhaltung der Schutzziele in beiden Anlagenzuständen gewährleistet. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind aufgrund der Auslegung und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen.

9.5.8 Chemische Einwirkungen

Die Ereignisse sind für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten.

Bei dieser Ereignisgruppe wird eine unkontrollierte Freisetzung chemisch reaktiver Substanzen unterstellt. Aufgrund der dadurch ausgelösten chemischen Reaktionen können angrenzende Systeme beschädigt oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.

Es werden folgende Ereignisuntergruppen betrachtet:

- Freisetzung chemisch reaktiver Substanzen aus betrieblichen Systemen/Einrichtungen
- Freisetzung chemisch reaktiver Substanzen bei der chemischen Dekontamination

Nach Beendigung des Leistungsbetriebs wird das vorhandene Inventar an chemisch reaktiven Substanzen sukzessive reduziert. Die Handhabung und Lagerung der im Restbetrieb noch benötigten Substanzen erfolgt nach den dafür bestehenden Regularien aus dem Leistungsbetrieb und ist somit für den Restbetrieb abgedeckt.

Zur Reduzierung der Exposition des mit dem Abbau beauftragten Personals kann je nach Bedarf eine Vor-Ort-Dekontamination verschiedener Systeme und Einzelkomponenten mittels chemischer Verfahren durchgeführt werden. Dazu werden chemische Substanzen in die Anlage bzw. in die zu dekontaminierenden Systeme eingebracht.

Die mit einer chemischen Dekontamination verbundene gezielte Einwirkung chemischer Substanzen wird durch das ausführende Personal kontrolliert. Kurzzeitige chemische Einwirkungen von ausge- laufener Dekontaminationslösung auf angrenzende Anlagenteile oder Systeme werden somit mini- miert und stellen kein Sicherheitsrisiko dar. Relevante Aktivitätsfreisetzungen in die Umgebung sind in der Ereignisuntergruppe "Freisetzung chemisch reaktiver Substanzen bei der chemischen Dekon- tamination" nicht zu unterstellen. Diese werden durch die Leckage eines Abwasserverdampfers in Abschnitt 9.5.2.1 abgedeckt.

Damit ist in der Ereignisgruppe "Chemische Einwirkungen" die Einhaltung der Schutzziele in beiden Anlagenzuständen gewährleistet. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung sind aufgrund der Auslegung und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen.

9.5.9 Ausfälle und Störungen von Hilfs- und Versorgungseinrichtungen

Die Ereignisse sind für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten.

Bei dieser Ereignisgruppe werden folgende Ereignisse betrachtet:

- Ausfälle und Störungen von Versorgungseinrichtungen
- Ausfälle und Störungen von leittechnischen und Überwachungs- Einrichtungen
- Ausfälle und Störungen von Brandschutzeinrichtungen
- Ausfälle und Störungen von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioakti- ver Stoffe

Generell gilt, dass sich mit Beendigung des Leistungsbetriebs die Anzahl der benötigten Einrichtun- gen kontinuierlich reduziert. Damit verringert sich der Betrachtungsumfang im Restbetrieb erheblich.

9.5.9.1 Ausfälle und Störungen von Versorgungseinrichtungen

Die maßgeblichen Versorgungsfunktionen während Stilllegung und Abbau sind eine gesicherte Kühlwasserversorgung, solange noch eine BE-Beckenkühlung erforderlich ist, sowie eine anforde- rungsgerechte Stromversorgung für die noch benötigten Einrichtungen.

Die BE-Beckenkühlung wird über die vorhandenen Kühlsysteme gemäß den Anforderungen der RSK /R20/, /R21/ sichergestellt. Demnach gelten bei einer Karenzzeit kleiner 24 h bis zum Erreichen einer Wassertemperatur von 80 °C im BE-Becken, nach unterstelltem Komplettausfall der BE-Be- ckenkühlung, die Regelungen aus dem Leistungsbetrieb unverändert fort. Die BE-Beckenkühlung kann zusätzlich durch eine unabhängige Notstromversorgung aus Dieselgeneratoren mit Strom ver- sorgt werden, wenn die Stromversorgung aus dem Verbundnetz ausgefallen sein sollte. Beträgt die Karenzzeit größer 24 h, sind bis zur Erreichung der BE-Freiheit drei notstromgesicherte Beckenkühl- stränge vorhanden. Somit ist eine zuverlässige Kühlung der BE gewährleistet.

Ein Stromausfall im Verbundnetz führt zu einer Zuschaltung der Notstromanlagen, die die Versorgung der erforderlichen Einrichtungen sicherstellen. Aufgrund der o. g. Karenzzeiten steht für diese Zuschaltung ausreichend Zeit zur Verfügung. Sobald das Verbundnetz wieder zur Verfügung steht, wird wieder auf diese betriebliche Versorgungsmöglichkeit geschaltet.

Die Einrichtungen, bei denen selbst die kurzfristige Unterbrechung der Stromversorgung nicht zulässig ist, wie z. B. Einrichtungen der Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung, Sicherheitsbeleuchtung, Brandmeldeanlage und Alarmierungseinrichtungen, bleiben unverändert an eine batteriegestützte Stromversorgung angeschlossen, so dass eine unterbrechungslose Funktion sichergestellt ist.

Bei Stromausfall im Verbundnetz wird der Lüftungsabschluss des Kontrollbereiches hergestellt. Da hierdurch der Fortluftvolumenstrom über den Kamin unterbunden wird, ist eine Fortluftüberwachung nicht mehr erforderlich. Alle laufenden Arbeiten, d. h. auch die, die zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Raumluft führen können, werden bei einem Stromausfall unverzüglich eingestellt und das Personal verlässt geordnet den Kontrollbereich, bis die Energieversorgung wiederhergestellt und die gerichtete Luftströmung wieder gewährleistet ist. Damit sind Ereignisse im Zusammenhang mit einem Ausfall der Stromversorgung radiologisch nicht relevant.

9.5.9.2 Ausfälle und Störungen von leittechnischen und Überwachungs- Einrichtungen

Gegenüber dem Leistungsbetrieb verringert sich der Umfang der vorhandenen Leittechnik zur Steuerung und Überwachung von Systemen durch die insgesamt geplanten Stillsetzungen im Restbetrieb deutlich.

Für die weiterhin in Betrieb befindlichen Systeme und Überwachungseinrichtungen (radiologisch, wasserrechtlich etc.) gelten die Vorgaben aus dem Leistungsbetrieb fort bzw. sie werden den Erfordernissen des Restbetriebs angepasst.

Leittechnische Systemstörungen z. B. in der Abwasseraufbereitung haben eine Unterbrechung betrieblicher Tätigkeiten zur Folge. Die Tätigkeiten können nach Beendigung der Reparaturmaßnahmen wieder aufgenommen werden. Für die Behebung von Störungen im BE-Beckenkühlsystem stehen im Vergleich zum Leistungsbetrieb größere Karenzzeiten zur Verfügung.

Ein Ausfall des Abwassersystems oder andere Störungen seines Betriebes führen nicht zu einer Abgabe radioaktiver Stoffe in die Umgebung, da eine störungsbedingte Abgabe über den Wasserpfad durch Vorsorgemaßnahmen ausgeschlossen ist. Eine Abgabe radioaktiver Stoffe über den Wasserpfad erfolgt diskontinuierlich nach qualifizierten Abgabemessungen mit zusätzlicher Überwachung zur automatischen Unterbrechung der Abgabe. Die Abgabe unterliegt den vorgeschriebe-

nen administrativen Prozeduren. Die Einrichtungen der Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung gewährleisten die Überwachung mit u. a. fest installierten Strahlungs- und Aktivitätsmessstellen sowie mobilen Dosimetern und betreffen im Einzelnen die Raum-, Personen- und Umgebungsüberwachung sowie die System- und Aktivitätsabgabeüberwachung.

Ein unbemerkter Ausfall der betreffenden (batteriegepufferten) leittechnischen Anlagen ist durch den hohen Grad der Selbstüberwachung sowie redundante Messungen durch den Strahlenschutz äußerst unwahrscheinlich. Insbesondere das zeitgleiche Eintreten von unbemerktem Ausfall und Anlagenzuständen mit erhöhter Strahlung im betroffenen Bereich kann ausgeschlossen werden. Dem Ausfall von Teilen der Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung wird durch temporäre Messungen (Strahlenschutz, Chemie) in den betreffenden Bereichen begegnet. Das Erfordernis von Ersatzmessungen ist administrativ geregelt.

Bei Ausfall der Lüftungstechnischen Anlagen des Kontrollbereiches wird der Lüftungsabschluss des Kontrollbereiches hergestellt. Da hierdurch der Fortluftvolumenstrom über den Kamin unterbunden wird, ist eine Fortluftüberwachung nicht mehr erforderlich.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass leittechnische Ausfälle und Störungen im Restbetrieb durch Betrachtungen zum Leistungsbetrieb abgedeckt sind. Wie beschrieben sind Auswirkungen dieser Ereignisse radiologisch nicht relevant.

9.5.9.3 Ausfälle und Störungen von Brandschutzeinrichtungen

Selbstmeldende Brandschutzeinrichtungen (z. B. Brandmelder) signalisieren Störungen oder Ausfälle unmittelbar, an anderen Brandschutzeinrichtungen können Störungen oder Ausfälle im Rahmen regelmäßiger Prüfungs- und Wartungsmaßnahmen festgestellt werden. Allein eine Störung oder ein Ausfall einer Brandschutzeinrichtung zieht keine sicherheitstechnisch relevanten Folgen nach sich, insbesondere keine radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung des KKE.

Sollte eine Brandschutzeinrichtung ausfallen, so können bis zur Wiederherstellung der Funktion Ersatzmaßnahmen getroffen werden. Diese können je nach Art der Brandschutzeinrichtung z. B. das Aufstellen einer Brandwache oder die Bereitstellung zusätzlicher mobiler Löschmittel sein. Alternativ können Tätigkeiten mit erhöhter Brandgefahr bis zur Wiederherstellung der Funktion der Brandschutzeinrichtung eingestellt werden.

Radiologisch relevante Auswirkungen auf die Umgebung des KKE durch den Ausfall von Brandschutzeinrichtungen sind ausgeschlossen.

9.5.9.4 Ausfälle und Störungen von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe

Bei einem Ausfall der Lüftungsanlage im Kontrollbereich wird der Lüftungsabschluss für den Kontrollbereich hergestellt. Die Arbeiten, insbesondere Abbaumaßnahmen, die zu einem Austrag von radioaktiven Aerosolen in die Raumluft führen könnten, werden dann so lange eingestellt, bis eine gerichtete Luftströmung in den Kontrollbereich wieder hergestellt ist, eine repräsentative Fortluftüberwachung wieder sichergestellt ist und die radiologischen Parameter der Anlage überprüft sind.

Bei der Demontage und Zerlegung kontaminierter und aktivierter Anlagenteile im Kontrollbereich, in deren Folge mit einer verstärkten Mobilisierung von radioaktiven Stoffen in Form von Aerosolen gerechnet werden muss, werden zusätzliche mobile Einrichtungen zur lüftungstechnischen Trennung mit Luftabsaugung und Luftfilterung eingesetzt. Auch bei einem Ausfall dieser lüftungstechnischen Anlagen im Kontrollbereich werden die betroffenen Arbeiten eingestellt. Bei Ausfall der gerichteten Luftströmung oder von benötigten Filtereinrichtungen wird ein Lüftungsabschluss hergestellt. Da hierdurch der Fortluftvolumenstrom über den Kamin unterbunden wird, ist eine Fortluftüberwachung nicht mehr erforderlich.

Radiologisch relevante Auswirkungen auf die Umgebung des KKE durch den Ausfall der lüftungstechnischen Anlagen sind ausgeschlossen.

9.5.10 Ereignisse bei der Brennelement-Handhabung und -Lagerung

Die Ereignisse sind nur im Anlagenzustand 1 relevant, da im Anlagenzustand 2 die Anlage brennstofffrei ist.

Bei dieser Ereignisgruppe wird unterstellt, dass es bei der Handhabung und Lagerung von Brennelementen zu Ereignissen kommt, die Auswirkungen auf die Kühlung der Brennelemente haben oder zu einer Aktivitätsfreisetzung führen. Hinsichtlich der Verfügbarkeit von Beckenkühlsträngen einschließlich ihrer zugehörigen Energieversorgung wird auf die Ausführungen in Abschnitt 9.5.9.1 verwiesen.

Diese Ereignisse werden folgenden Ereignisuntergruppen zugeordnet:

- Verringerte Wärmeabfuhr aus dem BE-Becken
- Kühlmittelverlust aus dem BE-Becken
- Reaktivitätsänderungen im BE-Becken/Kritikalitätsstörfall
- Brennelementbeschädigung bei der Handhabung
- Lastabstürze bei der Lagerung und Handhabung von Brennelementen

9.5.10.1 Verringerte Wärmeabfuhr aus dem BE-Becken

Entsprechend der Anforderungen aus dem Regelwerk sind für die verringerte Wärmeabfuhr aus dem BE-Becken die nachfolgend aufgeführten zwei Szenarien aus den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /L1/ zu betrachten:

- Ausfall eines in Betrieb befindlichen Stranges oder ungeplante kurzzeitige (max. 30 min) Unterbrechung der gesamten Wärmeabfuhr sowie
- Längerfristiger Ausfall (> 30 min) zweier Stränge der Brennelement-Beckenkühlung

Der längerfristige Ausfall zweier Stränge ist hierzu anforderungsbestimmend. Derartige Ausfälle werden durch die Zuschaltung eines weiteren in Bereitschaft stehenden, redundanten Beckenkühlstranges bzw. durch die Instandsetzung eines Stranges innerhalb der Karenzzeit kompensiert. Zur Verfügbarkeit dieser Stränge wird auf Abschnitt 9.5.9.1 verwiesen.

Damit sind radiologisch relevante Auswirkungen auf die Umgebung KKE durch Ausfälle in der BE-Beckenkühlung nicht zu unterstellen.

9.5.10.2 Kühlmittelverlust aus dem BE-Becken

Entsprechend den Anforderungen aus dem Regelwerk sind für einen unterstellten Kühlmittelverlust im BE-Becken die nachfolgend aufgeführten vier Szenarien aus den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /L1/ zu betrachten:

- Leckage aus dem Brennelement-Becken oder Wasserverlust über Anschlussleitungen (maximal einer Querschnittsfläche von DN25 entsprechend)
- Kühlmittelverlust aus dem Brennelement-Becken durch Lecks mit einer Querschnittsfläche > DN25 bis zur größten Anschlussleitung
- Leck am Flutraum oder Absetzbecken bei geöffnetem Beckenschütz
- Internes Leck in Kühlmittel führenden Wärmetauschern des BE-Beckens

Ein Leck im Reaktor- bzw. Abstellraum ist im Restbetrieb nicht weiter zu analysieren, da nach Kernvollausschaltung des RDB das Dichtschütz gesetzt ist.

Es gelten die aus dem Leistungsbetrieb bestehenden Betrachtungen und Nachweise zum Kühlmittelverlust aus dem BE-Becken im Restbetrieb uneingeschränkt fort.

Damit sind relevante Auswirkungen auf die Beckenkühlung durch Wasserverlust im Restbetrieb nicht zu unterstellen.

9.5.10.3 Reaktivitätsänderungen im BE-Becken/Kritikalitätsstörfall

Entsprechend der Anforderungen aus dem Regelwerk sind für unterstellte Reaktivitätsänderungen die nachfolgend aufgeführten 7 Szenarien aus den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /L1/ zu betrachten:

- Störungen in der Borkonzentration
- Borverdünnung im BE-Becken
- Ungünstigste Fehlbelegung des BE-Beckens oder des Transport- und Lagerbehälters mit dem reaktivsten Brennelement
- Fehlbelegung des BE-Beckens oder des Transport- und Lagerbehälters mit mehr als einem Brennelement
- Wasser-/Dampfeinbruch im BE-Trockenlager
- Geometrieänderungen durch Einwirkungen von außen (BE-Becken, BE-Trockenlager)
- Absturz eines Brennelements in das BE-Becken

Sämtliche Ereignisse sind im Rahmen des Leistungsbetriebs bereits analysiert worden. Die Nachweise gelten für den Restbetrieb uneingeschränkt fort. Damit sind weitere Betrachtungen zu Ereignissen mit Reaktivitätsänderungen im BE-Becken im Restbetrieb nicht notwendig.

9.5.10.4 Brennelementbeschädigung bei der Handhabung

Bei diesem Szenario wird unterstellt, dass bei der Handhabung ein Brennelement (BE) beschädigt werden kann, z. B. durch Verhaken oder Verklemmen und dass sämtliche 18 Brennstäbe einer äußeren Kante des beschädigten BE defekt werden.

Der Austritt von Radionukliden (Edelgase und Jod) aus dem BE-Beckenwasser in die Atmosphäre des RSB führt zur Ableitung dieser luftgetragenen Aktivität mit der Abluft über den Fortluftkamin in die Umgebung.

Es wird abdeckend angenommen, dass sich die nukleare Lüftung des RSB im Spülluftbetrieb, ohne Betrieb der Bedarfsfilteranlage, befindet. Nach Erkennung des Handhabungsfehlers durch z. B. Ansprechen der vorhandenen Ortsdosisleistungsmessstelle bzw. Überwachung der BE-Handhabung durch das Personal, wird konservativ unterstellt, dass der Lüftungsabschluss des RSB erst 24 Stunden nach Ereigniseintritt durchgeführt wird.

Die potenziell am höchsten belastete Altersgruppe ist die Gruppe der Kinder (bis 12 Jahre). Es ergibt sich eine potenzielle Effektivdosis von 0,00011 mSv.

9.5.10.5 Lastabstürze bei der Lagerung und Handhabung von Brennelementen

In diesem Szenario werden mögliche Lastabstürze mit ihren potenziellen Auswirkungen auf das BE-Becken untersucht. Betrachtet werden:

- Absturz eines Brennelements in das BE-Becken
- Absturz schwerer Lasten auf das BE-Becken
- Absturz des Brennelementtransportbehälters
- Entsorgung von Steuerelementen in Mosaikbehälter

Sämtliche Ereignisse, mit Ausnahme der Entsorgung von Steuerelementen in Mosaikbehälter, sind im Rahmen des Leistungsbetriebs bereits analysiert worden. Die Nachweise gelten für den Restbetrieb uneingeschränkt fort.

Bei der Entsorgung von Steuerelementen in Mosaikbehälter wird die Beladung der Mosaikbehälter im BE-Transportbehälterbecken unterstellt. Abstürze von Steuerelementen sind aufgrund der geringeren Masse durch Betrachtungen zum BE-Absturz abgedeckt. Da für die Handhabung dieser Mosaikbehälter – sowohl innerhalb des Reaktorgebäudes als auch mit dem Halbportalkran - die gesamte Lastkette nach KTA 3902, Abschn. 4.3 ausgelegt wird, ist ein Absturz analog zu den Betrachtungen beim BE-Transportbehälter nicht zu unterstellen.

Damit sind weitere Betrachtungen zu Lastabstürzen im Bereich des BE-Beckens für den Restbetrieb nicht notwendig.

9.6 Ereignisse durch Einwirkungen von außen

9.6.1 Naturbedingte Einwirkungen

Die Ereignisse sind für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten. Bei den Einwirkungen von außen (EVA) wird in der Ereignisgruppe "Naturbedingte Einwirkungen" entsprechend dem BMU-Leitfaden zur Stilllegung /R2/ unterschieden zwischen:

- Extremen meteorologischen Bedingungen
- Überflutung (Hochwasser)
- Biologischen Einwirkungen
- Waldbränden
- Erdbeben
- Erdrutsch

9.6.1.1 Extreme meteorologische Bedingungen

Bei diesem Ereignis wird das Auftreten extremer meteorologischer Bedingungen unterstellt, die Auswirkungen auf die Funktion von Sicherheitseinrichtungen (insbesondere Strom- und Kühlwasserversorgung) haben können:

- Sturm (einschließlich Tornado)
- Regen (auch Starkregenereignisse)
- Schneefall, Schneelasten
- Frost
- Hagel
- Blitzschlag
- außergewöhnliche Hitzeperioden
- hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit

Extreme meteorologische Bedingungen wurden im Rahmen der Auslegung der Anlage berücksichtigt und die Nachweise fortlaufend an sich ändernde Regelwerksanforderungen angepasst.

In Ergänzung zu Betrachtungen des Leistungsbetriebs sind für den Restbetrieb auch Einwirkungen auf die Lagerflächen zu betrachten.

Die im Überwachungsbereich gelagerten Container verfügen über eine Transportzulassung, sind bei Sturm standsicher und gegen Witterungseinflüsse ausgelegt. Es ist nachgewiesen, dass korrekt gesicherte, 3-lagig gestapelte Container auch bei Sturm standsicher sind. Die Auswirkungen eines Tornados sind durch den Flugzeugabsturz auf die Lagerflächen (siehe Abschnitt 9.6.2.1) abgedeckt. Auch Regen, Schneefall, Schneelasten, Frost, Hagel, Blitzschlag, außergewöhnliche Hitzeperioden, hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit haben keinen Einfluss auf die sichere Lagerung. Die Container werden regelmäßig auf ihren ordnungsgemäßen Zustand hin kontrolliert.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind aufgrund der Auslegungsmerkmale nicht zu besorgen, bzw. durch die Betrachtung unter Abschnitt 9.5.5 radiologisch abgedeckt.

9.6.1.2 Überflutung (Hochwasser)

Bei diesem Ereignis wird ein Hochwasser unterstellt, infolgedessen es zu einer großflächigen Überflutung der an die Kraftwerksanlage angrenzenden Gebiete kommt. Der wesentliche Gefährdungsmechanismus besteht im potenziellen Eindringen von Wasser in Anlagenbereiche. Zusätzlich sind im Restbetrieb Auswirkungen auf Lagerflächen zu betrachten.

Für das KKE wurden im Rahmen der Betriebsgenehmigung mehrfach Untersuchungen zum Hochwasserstand vorgenommen und begutachtet. Demnach kann ein Wasserstand von 24,87 m über Normalnull (NN) für das zehntausend-jährliche Hochwasser erreicht werden. Das Anlagengelände

einschließlich der Bereiche möglicher Lagerflächen sind mit einer Kraftwerksnullkote von +31,15 m über NN absolut hochwassersicher. Einzige Ausnahmen hiervon ergeben sich an den Nebenkühlwasserbauwerken außerhalb des Betriebsgeländes des KKE. Als temporäre Hochwasserschutzmaßnahme wurden dort bereits zum Leistungsbetrieb des KKE Spundwände nachgerüstet, so dass diese Bauwerke ebenso gegen das zehntausend-jährliche Hochwasser geschützt sind.

Die o.g. Aussagen gelten unverändert für den Restbetrieb fort. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind aufgrund der standortspezifischen Gegebenheiten und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen.

9.6.1.3 Biologische Einwirkungen

Bei diesen Ereignissen sind mögliche Schädigungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen (insbesondere Kühlwasser- und Lüftungssysteme) bzw. deren Funktion durch biologische Organismen zu untersuchen.

Die bestehenden Maßnahmen zur Begrenzung der Folgen biologischer Einwirkungen an sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen werden auch nach Beendigung des Leistungsbetriebs fortgeführt. Sie werden erst reduziert, wenn diese Einrichtungen ihre sicherheitstechnische Bedeutung verlieren.

Bei der Lagerung von Gebinden werden regelmäßig Sichtprüfungen und Inspektionen an den Gebinden durchgeführt. Biologische Einwirkungen auf Gebinde werden frühzeitig erkannt und führen nicht zu einer Einschränkung der Sicherheit der aufbewahrten Gebinde.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind aufgrund der Auslegungsmerkmale und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen.

9.6.1.4 Waldbrände

Bei diesem Ereignis sind mögliche Schädigungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen durch einen Waldbrand außerhalb des Anlagengeländes zu betrachten. Brände auf dem Anlagengelände wurden bereits im Abschnitt 9.5.1 untersucht. Die Aussagen zu vorhandenen Brandschutzeinrichtungen sind auch hier zutreffend. Das Eindringen gefährlicher Stoffe wird unter Abschnitt 9.6.2.4 explizit betrachtet.

Äußere Einwirkungen können grundsätzlich nicht durch anlagentechnische Maßnahmen ausgeschlossen werden. Eine dabei unterstellte Störung des Netzanschlusses ist durch die Betrachtungen zum Notstromfall im Abschnitt 9.5.9 abgedeckt. Einem Übergreifen von äußeren Bränden auf das Kraftwerksgelände wird durch ausreichenden Abstand zum Sicherheitszaun vorgebeugt.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind aufgrund der standortspezifischen Gegebenheiten und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen.

9.6.1.5 Erdbeben

Erdbeben ist eine Einwirkung von außen, die als großflächiges Ereignis systemübergreifend auf den Standort KKE wirkt. Die seismischen Verhältnisse am Standort wurden in Abschnitt 2.10 dargestellt.

Entsprechend KTA 2201.1 /R15/ ist standortspezifisch ein Bemessungserdbeben für die Auslegung gegen seismische Einwirkungen zu bestimmen und bei der Auslegung der Anlage zu berücksichtigen. Neben der Auslegung von Systemen und Gebäuden sind im Restbetrieb insbesondere die Auswirkungen auf Lagerflächen zu betrachten.

Das KKE verfügt für den Leistungsbetrieb über eine Auslegung gegen Erdbebeneinwirkungen, die alle bestehenden Regelwerksanforderungen erfüllt. Soweit für die Gewährleistung der Schutzziele erforderlich, wird diese Auslegung auch nach Beendigung des Leistungsbetriebs aufrechterhalten.

Für den Leistungsbetrieb wurden im Reaktorhilfsanlagegebäude Undichtigkeiten an Rohrleitungen als Erdbebenfolge unterstellt. Abdeckend für derartige Leckagen wurde das vollständige Auslaufen eines Abwasserverdampfers identifiziert.

Da im Restbetrieb kein Einbau zusätzlicher Systeme oder Einrichtungen mit einem ähnlich hohen Aktivitätsinventar wie der Abwasserverdampfer vorgesehen ist, ist das Ereignis „Leckage eines Abwasserverdampfers“ aus Abschnitt 9.5.2 als radiologisch repräsentatives Ereignis abdeckend für erdbebenbedingte Folgeschäden. Für dieses Ereignis wurde im Abschnitt 9.5.2 eine potenzielle Effektivdosis von 0,0068 mSv für die Gruppe der Säuglinge (≤ 1 Jahr) ermittelt.

Im Restbetrieb sind Lagerflächen für radioaktive Reststoffe und Abfälle vorgesehen. Die Container sollen 3-lagig gestapelt werden. Aufgrund der vorgesehenen technischen Mittel (z. B. genormte Stapelhilfen zur Arretierung) sind die Containerstapel standsicher. Damit ist keine erdbebenbedingte Aktivitätsfreisetzung auf den Lagerflächen zu unterstellen.

9.6.1.6 Erdbeben

Ein Erdbeben ist aufgrund der geografischen Lage des Standortes KKE nicht zu unterstellen.

9.6.2 Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen

Die Ereignisse sind für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten.

Bei den Einwirkungen von außen (EVA) wird in der Ereignisgruppe "Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen" unterschieden zwischen:

- Flugzeugabsturz
- Anlagenexterne Explosionen
- Anlagenexterne Brände
- Eindringen gefährlicher Stoffe
- Elektromagnetische Einwirkungen
- Gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Anlagen am Standort
- Treibgut, Staustufenversagen und Schiffsunfälle

9.6.2.1 Flugzeugabsturz

Bei diesem Ereignis wird unterstellt, dass der Absturz einer schnellfliegenden Militärmaschine gemäß RSK-Leitlinie /R23/ auf dem Anlagengelände sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen beschädigt oder der Absturz zu Aktivitätsfreisetzungen führt.

Es werden folgende Szenarien betrachtet:

- Flugzeugabsturz auf sicherheitstechnisch wichtige Gebäude
- Flugzeugabsturz auf Lagerflächen

Das Szenario Flugzeugabsturz auf sicherheitstechnisch wichtige Gebäude wurde bereits im Rahmen der Betriebsgenehmigung betrachtet. Das Schutzkonzept besteht dabei im Wesentlichen in der Auslegung der Gebäude und relevanten Systeme sowie einer räumlichen Trennung.

Die Aussagen zu den Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes im Leistungsbetrieb auf sicherheitstechnisch wichtige Gebäude gelten auch im Restbetrieb fort. Relevante Aktivitätsfreisetzungen in die Umgebung sind nicht zu unterstellen.

Für das Szenario Flugzeugabsturz auf Lagerflächen wird ein Flugzeugabsturz auf Gebinde, die sich auf einer Lagerfläche im Freigelände befinden, betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass dabei ein vorgesehener Stellplatz jeweils mit der maximal möglichen Containeranzahl und einem abdeckenden Aktivitätsinventar belegt ist.

Die potenziellen Aktivitätsfreisetzungen werden für die Szenarien Flugzeugabsturz ohne und mit Brand sowohl für Orte mit Wohnbebauung als auch für Orte mit Arbeitsstätten außerhalb des umzäunten Betriebsgeländes ermittelt. Die potenziell am höchsten belastete Altersgruppe ist die Gruppe der Erwachsenen (größer 17 Jahre). Es ergibt sich eine maximale potenzielle 7-Tage-Folgedosis von 0,24 mSv an Arbeitsstätten außerhalb des umzäunten Betriebsgeländes. Dieser Wert ist auch für die nächstgelegene Wohnbebauung abdeckend.

Die sich für das Szenario „Absturz eines Zivilflugzeuges“ mit nachfolgendem Brand ergebenden Dosiswerte unterschreiten die radiologischen Kriterien von 10 mSv und 100 mSv gemäß § 2 und § 4

der Notfall-Dosiswerte-Verordnung (NDWV) /G11/ für die Angemessenheit einer Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden oder einer Evakuierung. Es sind keine weiteren Maßnahmen zu ergreifen.

9.6.2.2 Anlagenexterne Explosionen

Bei diesem Ereignis wird eine Explosion im Umfeld des KKE unterstellt. Infolge der damit verbundenen Druckwelle können sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen beschädigt oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Anlageninterne Explosionen werden in Abschnitt 9.5.7 behandelt.

Zivilisatorisch bedingte Druckwellen infolge anlagenexterner Explosionen sind hinsichtlich Ereignisablauf und erforderlichem Systemumfang zur Ereignisfolgenminimierung, für Gebäude bzw. Bauwerke, die gegen eine Explosionsdruckwelle ausgelegt bzw. durch räumliche Trennung geschützt sind, über die Betriebsgenehmigung abgedeckt. Die dabei getroffenen Lastannahmen sind weiterhin abdeckend.

Im Restbetrieb ist die Lagerung von radioaktiven Stoffen im Überwachungsbereich vorgesehen. Im Ereignisfall können Auswirkungen auf dort gelagerte Container nicht ausgeschlossen werden.

Die radiologischen Auswirkungen einer anlagenexternen Explosion auf die Umgebung der Anlage sind durch das Szenario "Flugzeugabsturz auf Lagerflächen" 9.6.2.1 abgedeckt.

9.6.2.3 Anlagenexterne Brände

Gemäß BMU-Leitfaden zu Stilllegung /R2/ sind anlagenexterne Brände sowohl unter naturbedingten als auch unter zivilisatorisch bedingten Einwirkungen aufgeführt. Die Aussagen aus Abschnitt 9.6.1.4 „Waldbrände“ gelten hier fort.

Daher sind Auswirkungen dieser Ereignisse radiologisch nicht relevant.

9.6.2.4 Eindringen gefährlicher Stoffe

Bei diesen Ereignissen wird unterstellt, dass es im Umfeld des Kraftwerks zu einer unkontrollierten Freisetzung gefährlicher Stoffe (z. B. explosionsgefährliche oder giftige Gase) kommt, die luftgetragen auf das Kraftwerksgelände gelangen und dort Sicherheitseinrichtungen und/oder die erforderliche Handlungsfähigkeit des Personals gefährden. Das Ansaugen gefährlicher Stoffe über die Zuluftanlage wird durch entsprechende Detektions- und Schaltmaßnahmen verhindert.

Die Einwirkung ist hinsichtlich der zu betrachtenden Stoffe, der Ereignisabläufe und dem erforderlichen Systemumfang zur Ereignisfolgenminimierung durch die Betriebsgenehmigung abgedeckt.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind aufgrund der Auslegungsmerkmale und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen.

9.6.2.5 Elektromagnetische Einwirkungen

Die Ereignisse sind für die Anlagenzustände 1 und 2 zu betrachten.

Bei dieser Ereignisgruppe wird unterstellt, dass es aufgrund unkontrollierter elektromagnetischer Einwirkungen zur Schädigung oder zur Fehlfunktion elektrischer oder leitechnischer Einrichtungen kommt, wodurch Ereignisse ausgelöst werden können oder es zu Fehlfunktionen von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen kommen kann.

Für den Leistungsbetrieb wurde ein Reglement zum Schutz gegen derartige Einwirkungen geschaffen. So erfolgt z. B. bei Neuinstallationen bzw. Neugeräten eine Einzelbetrachtung zum Thema Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Diese Regelungen werden für den Restbetrieb übernommen.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind aufgrund der Auslegungsmerkmale und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen.

9.6.2.6 Gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Anlagen am Standort

In dieser Ereignisgruppe sind sicherheitstechnisch relevante Auswirkungen bei Mehrblockanlagen und benachbarter Anlagen im Restbetrieb des KKE zu betrachten.

KKE ist eine Einzelblockanlage. Damit entfällt der Punkt Mehrblockanlagen.

Entsprechend den ESK Leitlinien zur Stilllegung /R3/ werden die möglichen Einwirkungen konkretisiert in:

- Umstürzen baulicher Einrichtungen
- Versagen von Behältern und Anlagenteilen mit hohem Energieinhalt
- Störungen und Ausfall gemeinsam genutzter Einrichtungen
- Rückwirkungen aus temporär vorhandenen Einrichtungen

Alle Ereignisse sind in den Anlagenzuständen 1 und 2 zu unterstellen.

Mögliche Auswirkungen auf das KKE durch Störungen in benachbarten Industrieanlagen wurden für den Leistungsbetrieb bewertet. Demnach ist eine Gefährdung des KKE durch derartige Störungen auszuschließen. Diese Aussagen gelten für den Restbetrieb uneingeschränkt fort.

In unmittelbarer Umgebung des KKE befindet sich das Brennelemente-Zwischenlager Lingen (BZL). Darüber hinaus ist die Errichtung und der Betrieb des Technologie- und Logistikgebäudes Emsland (TLE) vorgesehen. Eine gegenseitige Beeinflussung dieser Anlagen mit dem KKE ist durch die vorhandenen baulichen Umschließungen und dem damit verbundenen Einschluss radioaktiver Stoffe ausgeschlossen. Aufgrund der Abstände zwischen den einzelnen Gebäuden bleiben unterstellte

Gebäudeschäden auf die jeweilige Anlage beschränkt. Da ein gleichzeitiger Leistungsbetrieb des KKE und ein Betrieb des TLE nicht gegeben sind, sind auch Einwirkungen aus dem Betrieb des KKE auf das TLE nicht zu unterstellen. Insgesamt sind somit keine Wechselwirkungen zwischen dem KKE und dem BZL bzw. dem TLE zu besorgen.

Die sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude des KKE verfügen aufgrund ihrer Auslegung gegen Einwirkungen von außen über einen sehr hohen Grundschutz. Darüber hinaus wird im Vorfeld des Einsatzes von temporären Einrichtungen (z. B. Einsatz von Kränen) ein mögliches Gefährdungspotenzial geprüft und ggf. vorbeugende Maßnahmen getroffen.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung der Anlage sind aufgrund der Auslegungsmerkmale und der getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu besorgen.

9.6.2.7 Treibgut, Staustufenversagen und Schiffsunfälle

Bei dieser Ereignisuntergruppe wird unterstellt, dass es an einem angrenzenden Gewässer oder Fluss zu einem erhöhten Treibgutaufkommen, zum Versagen von Staustufen oder zu Schiffsunfällen kommt.

Da nach Beendigung des Leistungsbetriebs kein Ergänzungswasser für das Hauptkühlwassersystem mehr benötigt wird, ist die Wasserentnahme aus der Ems/ dem Dortmund-Ems-Kanal im Restbetrieb deutlich reduziert.

Als Folgeereignis eines Hochwasserereignisses können größere Mengen an Treibgut nicht ausgeschlossen werden. Treibgut, welches sich auf der Wasseroberfläche befindet, kann aufgrund der Ansaugausführung in den Nebenkühlwasserbauwerken nicht in den Bereich der Rechenanlagen vordringen. Treibgut, welches sich entsprechend weit unterhalb der Wasseroberfläche befindet, kann über die installierten Rechenanlagen abgeführt werden. Unterstellt man dennoch die Verstopfung beider örtlich voneinander getrennt angeordneter Nebenkühlwasserbauwerke durch Treibgut, besteht aufgrund des Wasservolumens in den Zellenkühltürmen ausreichend Zeit für das Ergreifen von Ersatzmaßnahmen zur Ergänzung der Verdunstungsverluste des Kühlwassers.

Auch bei einem unterstellten Staustufenversagen besteht aufgrund des vorhandenen Wasservolumens in den Zellenkühltürmen ausreichend Zeit für das Ergreifen vorbereiteter Maßnahmen zur Sicherstellung der Kühlwasserversorgung.

Aufgrund der räumlichen Trennung der Nebenkühlwasserbauwerke ist bei einer unterstellten Schiffskollision nur eine Entnahmestelle betroffen. Darüber hinaus können auch hier die angesprochenen Ersatzmaßnahmen zur Ergänzung der Verdunstungsverluste der Zellenkühltürme durchgeführt werden.

Bei den Szenarien Treibgut, Staustufenversagen und Schiffsunfälle gelten zunächst die Vorsorge- maßnahmen und Aussagen aus dem Leistungsbetrieb fort und es ist die Einhaltung der Schutzziele in allen Betriebs- bzw. Anlagenzuständen gewährleistet. Radiologische Auswirkungen auf die Um- gebung der Anlage sind aufgrund der Auslegungsmerkmale und der getroffenen Vorsorgemaßnah- men nicht zu besorgen.

Daher sind Auswirkungen dieser Ereignisse radiologisch nicht relevant.

9.7 Zusammenfassung der Ereignisanalyse

Die Betrachtung zeigt, dass bei den zu unterstellenden Ereignissen während des Restbetriebs und des Abbaus des KKE die erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist.

Für radiologisch repräsentative Ereignisse wurden die radiologischen Auswirkungen berechnet und bewertet. Die Ereignisanalyse ergibt als radiologisch abdeckendes Ereignis das Szenario "Absturz eines Dampferzeugers am Hubgerüst". Hierfür wird eine potenzielle Effektivdosis von 7,8 mSv für die am höchsten exponierte Altersgruppe der Säuglinge (≤ 1 Jahr) berechnet. Dies bedeutet dass der Planungswert gemäß § 104 StrlSchV /G12/ in Verbindung mit § 194 StrlSchV /G12/ zur Begren- zung der maximalen effektiven Dosis in der Umgebung der Anlage auf < 50 mSV durch Störfälle deutlich unterschritten wird.

Für das Ereignis des zufälligen Absturzes einer schnellfliegenden Militärmaschine auf die im Außen- gelände gelagerten Container mit radioaktiven Reststoffen beträgt die ermittelte maximale potenzi- elle 7-Tage-Folgedosis 0,24 mSv an Arbeitsstätten außerhalb des umzäunten Betriebsgeländes für die am höchsten belastete Altersgruppe der Erwachsenen (> 17 Jahre). Der Wert liegt damit deutlich unterhalb der radiologischen Kriterien von 10 mSv und 100 mSv gemäß § 2 und § 4 NDVV /G11/ für die Angemessenheit einer Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden oder einer Evakuierung.

Somit ist für die Stilllegung und den Abbau der Anlage KKE gezeigt, dass die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden gemäß § 7 AtG /G1/ getroffen ist.

Die repräsentativen Ereignisse und die errechnete effektive Dosis sind in der Tabelle 9-1 zusam- mengestellt.

Tabelle 9-1: Exposition in der Umgebung bei repräsentativen Ereignissen

Ereignis	max. effektive Dosis in der Umgebung in mSv
Brand eines 20'-Containers in der LKW-Schleuse	2,3
Leckage Abwasserverdampfer mit Freisetzung über Fortluftkamin	0,0036
Leckage Abwasserverdampfer mit Freisetzung über Gebäudeundichtigkeiten	0,0068
Leck in einer Rohrleitung der Abgasanlage	0,05
Absturz eines Dampferzeugers am Hubgerüst	7,8
Absturz eines 20'-Containers bei Handhabungen	2,0
Absturz von Abfallgebinden im internen Abfalllager	0,028
Brennelementbeschädigung bei der Handhabung	0,00011
Absturz einer schnellfliegenden Militärmaschine (7-Tage Folgedosis)	0,24

Ergänzend wurde bewertet, wie sich eine ggf. vorgesehene Verkleinerung des Betriebsgeländes auf den Bereich des Überwachungsbereiches radiologisch auswirkt. Für das radiologisch abdeckende Ereignis „Absturz eines Dampferzeugers am Hubgerüst“ ergibt sich eine potenzielle Effektivdosis von 10,8 mSv, wobei die potenziell am höchsten belastete Altersgruppe die Gruppe der Säuglinge (≤ 1 Jahr) ist. Für das Ereignis des zufälligen Absturzes einer schnellfliegenden Militärmaschine auf die im Außengelände gelagerten Container mit radioaktiven Reststoffen ergibt sich eine resultierende maximale potenzielle 7-Tage-Folgedosis von 1,38 mSv für die am höchsten belastete Altersgruppe der Erwachsenen (> 17 Jahre).

Damit werden auch bei den ergänzend bewerteten Szenarien die jeweils maßgeblichen radiologischen Kriterien deutlich unterschritten.

10 Auswirkungen auf die Schutzgüter eines UVP-pflichtigen Vorhabens

Für Stilllegung und Abbau der Anlage KKE besteht eine UVP-Pflicht nach § 6 UVPG i. V. m. der Liste der UVP-pflichtigen Vorhaben in Anlage 1 zum UVPG /G5/. Die UVP umfasst nach § 1a der AtVfV /G8/ die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der für die Prüfung der Zulassungsvoraussetzungen bedeutsamen Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter gem. § 2 Abs. 1 UVPG /G5/. Im Wortlaut des § 1 Abs. 3 UVPG /G5/ sind dies die erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen.

Die Schutzgüter im Sinne dieses Gesetzes sind

- Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit,
- Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt,
- Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
- kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter sowie
- die Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern.

Die von § 3 Abs. 1 Nr. 1f AtVfV /G8/ geforderte Beschreibung der Auswirkungen der dargestellten Direktstrahlung und Abgabe radioaktiver Stoffe auf die vorgenannten Schutzgüter erfolgt gemäß der Empfehlung der Strahlenschutzkommission (SSK) abdeckend durch die Betrachtung hinsichtlich der potenziellen Expositionen auf den Menschen in den entsprechenden Abschnitten.

Mit dem UVP-Bericht /A3/ wird aufgezeigt, dass die Stilllegung und der Abbau der Anlage keine bedeutsamen Auswirkungen auf die Schutzgüter gem. § 2 Abs. 1 UVPG /G5/ aus allen zu betrachtenden Merkmalen bzw. Wirkungen, Wirkungspfaden und Wechselwirkungen hervorrufen bzw. solche durch Kompensations- oder Vermeidungsmaßnahmen und im Falle von unvermeidlichen Eingriffen in die Natur und Landschaft im Sinne des § 14 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) diese durch Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen kompensiert werden können.

Des Weiteren wird mit dem UVP-Bericht /A3/ aufgezeigt, dass auch der konventionelle Abriss von Gebäuden und Einrichtungen keine bedeutsamen Auswirkungen auf die Schutzgüter gem. § 2 Abs. 1 UVPG /G5/ hervorruft.

11 Begriffsbestimmungen

Begriffe	Erklärung
Abfall, konventionell	Nicht radioaktive Stoffe, die nach den Regelungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes einer Verwertung oder Beseitigung zugeführt werden.
Abfall, radioaktiv	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 AtG, die nach § 9a AtG geordnet beseitigt werden müssen, ausgenommen Ableitungen im Sinne des § 99 Strahlenschutzverordnung.
Abfallbehälter	Betonbehälter, Gussbehälter und (Konrad-)Container (KC Typ I bis Typ VI) im Sinne der „Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle – Endlager Konrad“ zur Aufnahme eines Abfallproduktes.
Abfallbehandlung	Verarbeitung von radioaktiven Abfällen zu Abfallprodukten (z.B. durch Kompaktieren, Zementieren, Trocknen und das Konditionieren bzw. Verpacken der Abfallprodukte)
Abfallgebinde	Einheit aus Abfallprodukt und Abfallbehälter im Sinne der „Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle – Endlager Konrad“ unabhängig vom Stand der Dokumentation.
Abfallprodukt	Verarbeiteter radioaktiver Abfall ohne Verpackung.
Ableitung	Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe auf den hierfür vorgesehenen Wegen.
Ablieferung	Prozess bei dem ein Gebinde oder eine Leerverpackung den Zustand der Aufbewahrung verlässt und an einen Empfänger versendet wird.
Abluft	Aus einem Raum abgeführte Luft.
Abwasser, (radioaktiv)	Aus einem Kontrollbereich auf dem dafür vorgesehenen Weg abgegebenes Wasser.
Aerosol, (radioaktiv)	Aerosole sind in der Luft oder einem Gas suspendierte feste oder flüssige Partikel. Wenn diese Partikel radioaktiv sind, spricht man von an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen
Aktivität	Zahl der je Sekunde in einer radioaktiven Substanz zerfallenden Atomkerne. Die Maßeinheit ist das Becquerel (Bq).
Aktivität, spezifische	Verhältnis der Aktivität eines Radionuklids zur Masse des Materials, in dem das Radionuklid verteilt ist. Aktivität pro Masseneinheit (Bq/g)
Aktivitätskonzentration	Aktivität pro Volumeneinheit (Bq/m ³)
Anlagengelände	<p>Fläche des Kernkraftwerks Emsland (KKE) (Grundstück), das durch die Einfriedung und Toranlage (Sicherungszaun) abgegrenzt wird sowie außerhalb des Sicherungszauns liegenden Nebenkühlwasserentnahme- und -pumpenbauwerken (abgegrenzt durch zugehörige Zaunanlagen), dem Wiedereinleitungsbauwerk als auch dem Informationsgebäude mit zugehörigem Parkplatz. Für das KKE der Bereich, der die Anlage umschließt, durch eine Grenze genau bezeichnet ist und unter wirksamer Kontrolle der Werks- bzw. Betriebsleitung steht.</p> <p>Ausgenommen hiervon ist das vom Anlagengelände KKE umschlossene, jedoch eigenständige Betriebsgelände des Brennelemente-Zwischenlagers Lingen (BZL), für das die Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) als Betreibergesellschaft verantwortlich ist.</p> <p>Mit dem Begriff «Standortgelände» gleichbedeutender Begriff.</p> <p>Nicht gleichzusetzen mit dem Begriff «Betriebsgelände».</p>

Begriffe	Erklärung
Anlagenteile	<p>Maschinen-, verfahrens-, elektro- und leittechnische sowie sonstige technische Teile (Komponenten, Instrumentierungen, Systeme, Systembereiche, Hilfseinrichtungen) und Gebäude/-strukturen. Hierzu gehören auch Überwachungs- und Versorgungseinrichtungen, Kabel, Kabeltrassen, Halterungen, Anker- und Dübelplatten, Rohr- und Kabeldurchführungen, fest installierte Montage- und Bedienhilfen sowie weitere Teile, insbesondere:</p> <p>a) mechanische Komponenten wie Behälter, Pumpen, Absperrarmaturen, Wärmetauscher, Rohrleitungen, Abstützungen, Aufhängungen, Schwingungsdämpfer, Stoßbremsen, Ausschlagsicherungen etc.</p> <p>b) elektrische sowie elektronische Geräteeinheiten oder Baugruppen wie z. B. Elektromotoren, Schalter, Messwertumformer, Stellantriebe, Durchführungen, Wechselrichter, Ladegeräte, Batterien, Elektroschränke, -tafeln und -pulte, Installationsmaterial etc.</p> <p>bautechnische Strukturen und Elemente, die mittelbar der Funktion der Anlage dienen wie Maschinenfundamente, Arbeitsbühnen, Wand- und Deckendurchdringungen (mit oder ohne Brandschutzanforderungen), Unterkonstruktionen etc.</p>
Äquivalentdosis	<p>Produkt aus der absorbierten Energiedosis im Weichteilgewebe und einem Qualitätsfaktor gemäß der Veröffentlichung Nr.51 der International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). Beim Vorliegen mehrerer Strahlungsarten und -energien ist die gesamte Äquivalentdosis die Summe ihrer ermittelten Einzelbeiträge</p>
Becquerel	<p>Einheit der Aktivität eines Radionuklids; die Aktivität beträgt 1 Becquerel (Bq), wenn von der vorliegenden Menge eines Radionuklids 1 Atomkern pro Sekunde zerfällt.</p>
Behältertyp/ Behältergrundtyp	<p>Behältergrundtyp im Sinne der „Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle – Endlager Konrad“, der über festgelegte Außenabmessungen, Bruttovolumen, Zeichnungen und Behälterwerkstoff standardisiert wird. Hierzu zählen Betonbehälter Typ I und Typ II, Gussbehälter Typ I bis Typ III und Container (KC) Typ I bis Typ VI. Des Weiteren werden für das TLE 6'-, 10'- und 20'-Container als Behältertyp aufgenommen.</p>
Betriebsabfälle, radioaktiv	<p>Radioaktive Abfälle, die beim Betrieb und Nachbetrieb des Kernkraftwerkes bzw. Restbetrieb der Anlage angefallen sind bzw. anfallen.</p>
Betriebsgelände	<p>Grundstück, auf dem sich kerntechnische Anlagen, Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung und Anlagen im Sinne des § 9a Absatz 3 Satz 1 zweiter Satzteil des Atomgesetzes oder Einrichtungen befinden und zu dem der Strahlenschutzverantwortliche den Zugang oder auf dem der Strahlenschutzverantwortliche die Aufenthaltsdauer von Personen beschränken kann, § 1 Absatz 3 Strahlenschutzverordnung.</p>
Brennbar	<p>Die Brennbarkeit von radioaktiven Abfällen, radioaktiven Reststoffen oder Komponenten wird als gegeben angesehen, falls der Bestandteil organischer Stoffe 1 % übersteigt und falls die Brennbarkeit nicht anderweitig ausgeschlossen werden kann, z. B. durch einen Ofentest bei 750 °C.</p>
Betriebshandbuch	<p>Regelungen/Anweisungen für das Personal für Stilllegung und Abbau einschließlich der Betriebsordnungen.</p>
Brandabschnitt	<p>Bereich von Gebäuden, dessen Umfassungsbauteile (Wände, Decken, Abschlüsse von Öffnungen, Abschottungen von Durchbrüchen, Fugen) so widerstandsfähig sind, dass eine Brandausbreitung auf andere Gebäude oder Gebäudeteile verhindert wird.</p>
Container	<p>Großraum-Behälter aus Stahlblech zur Lagerung und zum Transport von Gütern. Gebräuchliche Containertypen sind 6'-, 10'- und 20'-Container (Standard-Container).</p>
Deionat	<p>Deionisiertes, vollentsalztes Wasser.</p>
Dekontamination	<p>Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.</p>
Demontage	<p>Abbau von Anlagenteilen.</p>
Direktstrahlung	<p>Anteil der aus einer Strahlenquelle emittierten Strahlung, die auf dem kürzesten Wege oder als Beitrag einer Streustrahlung zum betrachteten Aufpunkt gelangt.</p>

Begriffe	Erklärung
Dosimeter	Strahlungsmessgerät zur Bestimmung der Dosis und / oder Dosisleistung (Messung der Energie- oder Äquivalentdosis oder der Energie- oder Äquivalentdosisleistung)
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 Exposition. Die Maßeinheit ist das Sievert (Sv).
Dosisleistung	In einem bestimmten Zeitintervall erzeugte Dosis, geteilt durch die Länge des Zeitintervalls. Einheit Sievert / Sekunde (Sv/s).
Einhausung	Völlige oder weitgehende Umbauung von störenden Emissionsquellen oder gegen Gefahren im Umgang mit radioaktiven Stoffen. Diese können sich auf stationäre Maschinen, Abbau von Anlagenteilen oder zur Behandlung sowie Bearbeitung radioaktiver Stoffe beziehen. Einhausungen dienen dem Gesundheitsschutz der Mitarbeiter, indem Materialien räumlich eingegrenzt im Prozess gehalten und radioaktive Schwebstoffe gezielt zurückgehalten und geordnet entsorgt werden.
Einleitbereich	Der Einleitbereich des KKE ist Teil des Nahbereiches und erstreckt sich von der Einleitstelle des KKE bis 1.500 m flussabwärts.
Emission	Von einer Anlage ausgehende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen. Diese führen umweltseitig zu Immissionen.
Endlager	Anlage des Bundes, in der radioaktive Abfälle wartungsfrei, zeitlich unbefristet und sicher geordnet beseitigt werden sollen.
Endlagerung	Wartungsfreie, zeitliche unbefristete und sichere Lagerung von radioaktivem Abfall.
Endlagerbehälter, standardisiert	Synonym verwendeter Begriff für Abfallbehälter. Bezeichnung für standardisierte zur Endlagerung vorgesehene Behältergrundtypen gemäß AtEV.
Entsorgung	Schadlose Verwertung eines radioaktiven Reststoffes oder seine geordnete Beseitigung als radioaktiver Abfall.
Ereignis	Geschehen, welches den normalen Ablauf bzw. Situation dynamisch verändert. Ein Ereignis ist nicht zwangsläufig ein Störfall.
Exposition	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper.
Fernbereich	Gemäß AVV zu § 47 StrlSchV-2001 wird für den Fernbereich eine Anlagerungszeit an Schwebstoffe von ≥ 5 Tagen (Gleichgewicht) definiert. Im Fernbereich liegt eine vollständige Durchmischung der Abwasserfahne mit dem Vorfluter vor. Der Fernbereich umfasst den gesamten an den Nahbereich anschließenden Flussabschnitt der Ems von Einmündung der Hase über die durch das Wehr in Herbrum bei Papenburg festgelegte Tidegrenze hinausgehend bis zum Dollart, in den die Ems bei Emden mündet.
Fortluft	In das Freie abgeführte Abluft.
Freigabe	Verwaltungsakt gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV, der die Entlassung radioaktiver Stoffe und beweglicher Gegenstände, von Anlagenteilen und Bodenflächen, die aktiviert oder mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind und die aus Tätigkeiten nach § 4 StrlSchG stammen, aus dem Regelungsbereich <ul style="list-style-type: none"> • des Atom- und Strahlenschutzgesetzes • darauf beruhender Rechtsverordnungen sowie verwaltungsbehördlicher Bewilligungen zur Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehabung oder zu deren Weitergabe an Dritte als nicht radioaktive Stoffe bewirkt.

Begriffe	Erklärung
Freigabebescheid	Die zuständige Aufsichtsbehörde erteilt auf Antrag in Form eines Freigabebescheids die Freigabe. In diesem Bescheid kann die zuständige Aufsichtsbehörde Festlegungen zum Verfahren zur Erfüllung der Anforderungen für den Nachweis für eine uneingeschränkte Freigabe, für eine spezifische Freigabe oder für eine Freigabe im Einzelfall treffen.
Freigabewerte	Wert der massen- oder flächenspezifischen Aktivität gemäß Anlage 4 Tabelle 1 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV), bei deren Unterschreitung die zuständige Behörde davon ausgehen kann, dass das Dosiskriterium für die Freigabe eingehalten wird und eine Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV zulässig ist.
Freisetzung	Entweichen radioaktiver Stoffe aus den vorgesehenen Umschließungen in die Anlage oder in die Umgebung.
Gammastrahler	Radioaktiver Stoff, der aufgrund eines radioaktiven Zerfalls elektromagnetische Wellenstrahlung emittiert.
Gebinde	Verpackungseinheit zur Handhabung in der Logistik. Das Gebinde bezeichnet dabei Behälter mit radioaktiven Abfällen oder Reststoffen sowie Komponenten. Dies schließt auch Abfallgebinde mit ein.
Herausbringen	Bei dem Herausbringen handelt es sich um den in § 58 Abs. 2 StrlSchV geregelten Fall, dass bewegliche Gegenstände, die mit dem Ziel der Wiederverwendung oder Reparatur außerhalb eines Strahlenschutzbereichs aus einem Kontrollbereich herausgebracht werden, daraufhin geprüft werden, ob diese aktiviert oder kontaminiert sind und die in § 58 Abs. 2 StrlSchV festgelegten Voraussetzungen für das Herausbringen erfüllen.
Herausgabe	Verfahren zur Entlassung von nicht kontaminierten und nicht aktivierten Anlagenteilen, Materialien und Bodenflächen des Überwachungsbereiches aus der atomrechtlichen Überwachung.
Immission	Einwirkung von Lärm, Schmutz, Strahlung und weiterer Emissionen auf die Umwelt.
Ingestion	Aufnahme von radioaktiven Stoffen durch Nahrungsmittel und Trinkwasser.
Inhalation	Aufnahme von radioaktiven Stoffen durch Einatmen.
Inkorporation	Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Körper (z. B. über Ingestion, Inhalation, transdermale Aufnahme oder Wundeintrag).
Karenzzeit	Zeitraum zwischen Eintritt einer Bedingung bzw. Ereignisses und einer daraus resultierenden Maßnahme.
Kollektivdosis	Summe der Zahlenwerte der effektiven Dosen, welche die an einer Tätigkeit beteiligten Personen während der Durchführung dieser Tätigkeit akkumulieren.
Kompaktierung	Formstabiles Zusammenpressen von festem (pressbaren) radioaktivem Abfall zu Presslingen.
Konditionierung	Behandlung von ggf. vorbehandelten radioaktiven Abfällen zu qualifizierten Abfallprodukten und deren Verpackung in Behälter mit dem Ziel der Zwischen- bzw. Endlagerung. Die Konditionierung kann in mehr als einer Stufe und zeitlich versetzt über Zwischenprodukte und in verschiedenen Konditionierungsanlagen erfolgen. Die Konditionierung erfolgt mittels Verfahren, deren Anwendung gemäß § 3 Abs. 2 der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) zugestimmt wurde.
Konrad	Das Endlager Konrad in Salzgitter in Niedersachsen ist geplant für die Annahme von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen. Es werden nur Behältnisse angenommen, die den dortigen Annahmebedingungen entsprechen.
Konrad-Container (KC)	Standardisierter Container gemäß Endlagerungsbedingungen Konrad (Typ I bis Typ VI). Eine Prüfzeugnis für das Endlager Konrad muss für diese Zuordnung nicht vorliegen.
Kontamination	Verunreinigung von Oberflächen mit radioaktiven Stoffen.

Begriffe	Erklärung
Kontrollbereich	Zutrittsbeschränkter Strahlenschutzbereich nach § 52 Absatz 2 Satz 1 Nr. 2 Strahlenschutzverordnung, der von Personen nur betreten werden darf, wenn sie zur Durchführung oder Aufrechterhaltung der darin vorgesehenen Betriebsvorgänge tätig werden müssen. Auszuweisen, wenn Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv erhalten können.
Kontrollbereich, temporär	Bereich innerhalb des Überwachungsbereichs, in dem die Kriterien zur Einrichtung von Kontrollbereichen - nicht ständig, sondern nur bei Bedarf - auf Grund erhöhter Dosisleistung gegeben sind.
Kraftwerksgelände	Zum KKE gehörende, entsprechend begrenzte Fläche. Abgegrenzt durch Zaunanlage äußerer Sicherungsbereich (Objektschutz). Identisch mit dem Überwachungsbereich des KKE (Strahlenschutz).
Kritikalität	Anordnung spaltbarer Stoffe, in der eine sich selbst erhaltende Kettenreaktion abläuft (Gegenteil ist Unterkritikalität).
Nachbetrieb	Zeitraum zwischen der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebes zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität bis zur Inanspruchnahme der ersten vollziehbaren Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG.
Nachzerfallswärme	Durch den Zerfall radioaktiver Spaltprodukte in einem Brennelement nach Abschalten des Reaktors weiterhin entstehende Wärme.
Nahbereich	Gemäß AVV zu § 47 StrlSchV-2001 beträgt für den Nahbereich die maximale Anlagerungszeit an Schwebstoffe ≤ 10 Stunden. Der Nahbereich des KKE erstreckt sich über den Emsabschnitt von der Einleitstelle des KKE bis zur Einmündung der Hase in die Ems bei Meppen.
Nuklid	Ein Nuklid bezeichnet eine bestimmte Variante eines Atomkerns.
Nuklidvektor	Relative Anteile einzelner Radionuklide an der Gesamtaktivität eines Stoffes.
Ortsdosis	Äquivalentdosis, gemessen mit angegebenen Messgrößen an einem bestimmten Ort.
Ortsdosisleistung	Dosisleistung an einem bestimmten Ort.
Patientenausscheidung	Sonstige radioaktive Stoffe, die nach ihrer Anwendung in der Nuklearmedizin durch den Patienten ausgeschieden werden.
Personendosis	Äquivalentdosis, gemessen mit den nach StrlSchV angegebenen Messgrößen an einer für die Exposition repräsentativen Stelle der Körperoberfläche.
Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden. Sofern die Stoffe (Radionuklide) in der Natur vorkommen, spricht man von natürlicher Radioaktivität; sind sie ein Produkt von Kernumwandlungen in Kernreaktoren oder Beschleunigern, so spricht man von künstlicher Radioaktivität.
Radioaktivitätsinventar	Summe der gesamten Radioaktivität, die sich in einer definierten Menge befindet. In einem Kernkraftwerk setzt sich das Aktivitätsinventar im Wesentlichen zusammen aus Aktivierungsprodukten und Spaltprodukten.
Radioaktive Stoffe (Stoffe, radioaktiv)	Alle Stoffe die ein oder mehrere Radionuklide enthalten und nach § 2 AtG bzw. § 3 StrlSchG deren Aktivität oder spezifische Aktivität nicht außer Acht gelassen werden kann.
Radionuklid	Instabiles Nuklid, das spontan ohne äußere Einwirkung unter Strahlungsemission zerfällt.

Begriffe	Erklärung
Reststoff, radioaktiv	Radioaktive Reststoffe sind Stoffe, die ein Radionuklid oder mehrere Radionuklide enthalten und deren Aktivität im Zusammenhang mit der Kernenergie oder dem Strahlenschutz nach den Regelungen des Atomgesetzes, dem Strahlenschutzgesetz oder einer auf Grund des Atomgesetzes erlassenen Rechtsverordnung nicht außer Acht gelassen werden kann. Stoffe aus Kontrollbereichen werden ungeachtet ihres tatsächlichen radiologischen Zustands zunächst als radioaktive Reststoffe betrachtet. Für den Umgang mit radioaktiven Reststoffen wird zwischen schadlos verwertbaren radioaktiven Reststoffen und geordnet zu beseitigendem radioaktiven Abfall unterschieden. .
Reststoffbearbeitung	Zerlegung, Sortierung, Sammlung und Dekontamination von radioaktiven Reststoffen
Recycling	Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden
Referenzperson	Hypothetische, idealisierte Personen der sechs Altersgruppen der Anlage 11 Teil B Tabelle 1 StrlSchV, denen für dosimetrische Zwecke standardisierte Eigenschaften zugeschrieben werden. Die Organdosen der Referenzperson sind die Mittelwerte der entsprechenden Dosiswerte des männlichen und weiblichen Referenzmenschen. Die effektive Dosis der Referenzperson ist die Summe der Organdosen der Referenzperson, die mit den entsprechenden Gewebe Wichtungsfaktoren gewichtet werden.
Restbetrieb	Als Restbetrieb wird der Betrieb aller für die Stilllegung notwendigen Versorgungs-, Sicherheits- und Hilfsysteme sowie der Betrieb der für den Abbau von Komponenten, Systemen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen nach Erteilung der Stilllegungsgenehmigung bezeichnet.
Schwebstoff,	Schwebstoffe sind in der Luft oder in einem Gas suspendierte feste oder flüssige Partikel. Wenn diese Partikel radioaktiv sind spricht man von an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen (früher als Aerosole bezeichnet).
Sekundärabfälle	Abfälle, die nicht aus der Anlage selbst stammen, sondern z. B. durch Dekontaminations- oder Zerlegungsverfahren zusätzlich zu den Primärabfällen entstehen, z. B. Dekontaminationsflüssigkeiten, Kühl- oder Schneidmittel, Werkzeuge.
Sievert	Maßeinheit der effektiven Dosis ionisierender Strahlung in J/kg.
Sonderbrennstab	Brennstab, der z.B. aufgrund eines festgestellten Befundes aus einem Brennelement entnommen wurde.
Sperrbereich	Dieser Bereich ist auszuweisen, wenn die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv pro Stunde sein kann. Der Sperrbereich ist Teil des Kontrollbereichs.
Stillsetzung	Prozess zur irreversiblen Entkopplung betroffener Systeme bzw. Anlagenteile vom noch betriebenen Teil der Anlage. Ein stillgesetztes System bzw. Anlagenteil ist am Ende des Stillsetzungsprozess endgültig außer Betrieb gesetzt, d.h. entleert und drucklos (mechanisch und verfahrenstechnisch rückwirkungsfrei aufgetrennt) sowie strom- und spannungslos (alle elektrischen Verbindungen rückwirkungsfrei aufgetrennt).
Störfall	Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der kerntechnischen Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden können und für den die kerntechnische Anlage (KKE) auszulegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.
Störfallplanungswert	Höchstzulässiger Wert für die effektive Dosis in der Umgebung der Anlage durch Freisetzung radioaktiver Stoffe nach einem Störfall gem. § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV.
Strahlenschutzbereiche	Betriebliche Bereiche gemäß § 52 StrlSchV: Überwachungsbereich, Kontrollbereich und Sperrbereich, letzterer als Teil des Kontrollbereichs.
Strahlung	Elektromagnetische Wellen- oder Teilchenstrahlung. Es wird unterschieden zwischen Gamma- und Teilchenstrahlung, wie z. B. Alpha-, Beta- oder Neutronenstrahlung.

Begriffe	Erklärung
Überwachungsbereich	Zutrittsbeschränkter Strahlenschutzbereich nach § 52 Absatz 2 S. 1 Nr. 1 StrlSchV, der von Personen nur betreten werden darf, wenn sie darin eine dem Betrieb dienende Aufgabe wahrnehmen oder Besucher sind.
Umgebungsüberwachung	Messungen in der Umgebung der Anlage zur Beurteilung der aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser resultierenden Exposition sowie zur Kontrolle der Einhaltung maximal zulässiger Ableitungen und Dosisgrenzwerte.
Unterkritikalität	Zustand, in dem durch Kernspaltung weniger Neutronen erzeugt werden, als durch Absorption und Leckage verschwinden, d. h. die Anzahl der Kernspaltungen sinkt kontinuierlich.
Verpackung, fachgerecht	Konditionierung radioaktiver Abfälle welche die Voraussetzungen für die Abgabe an den Bund gemäß § 2 Absatz 1 Entsorgungsübergangsgesetz erfüllen, sind fachgerecht verpackt. Die fach-gerechte Verpackung liefert die Vorstufe zur abschließenden Endlagerfähigkeit. Eine fachgerechte Verpackung liegt auch dann vor, wenn die Endlagerfähigkeit noch Maßnahmen erfordert, die erst zum Zeitpunkt der Anlieferung an ein Endlager durchgeführt werden können (dies betrifft die Herstellung der Drucklosigkeit, die Entfernung freier Flüssigkeit und die Prüfung der Funktionsfähigkeit der Behälterdichtung).
Verwertung, kontrollierte	Verwertung von radioaktiven Reststoffen nach Abgabe an einen anderen Genehmigungsinhaber im Geltungsbereich des AtG bzw. des StrlSchG z. B. als Rohstoff für die Herstellung von Behältern für radioaktive Abfälle.
Wiederkehrende Prüfung	Prüfungen, die aufgrund von Rechtsvorschriften, Auflagen der zuständigen Behörden oder aufgrund anderweitiger Festlegungen in festgelegten Zeitabständen oder aufgrund bestimmter Ereignisse durchgeführt werden.
Wiederverwendung	Wiederverwendung von ausgebauten Anlagenteilen wie Armaturen, Pumpen, Motoren etc. im kerntechnischen Bereich im In- und Ausland.
Zwischenlagerung	Lagerung von Abfallgebinden mit dem Ziel der Verbringung in ein Endlager oder Logistikzentrum des Bundes. Eine längerfristige Zwischenlagerung beginnt ab 5 Jahren und kann auch über eine Dauer von 20 Jahren hinaus stattfinden (vgl. ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung).
Zwischenprodukt	teilkonditionierter radioaktiver Abfall

12 Abkürzungsverzeichnis

ANF	Advanced Nuclear Fuels GmbH
AtEV	Atomrechtliche Entsorgungsverordnung
AtG	Atomgesetz
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
AVK	Abfallflussverfolgungs- und Produktkontrollsystem für radioaktive Abfälle
BE	Brennelement
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
BGZ	Gesellschaft für Zwischenlagerung
BHG	Betriebshandbuch
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
Bq	Bequerel
BZL	Brennelement-Zwischenlager Lingen
CASTOR®	Cask for Storage and Transport of Radioactive Material (Behälter zur Aufbewahrung und zum Transport radioaktiven Materials)
DE	Dampferzeuger
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
ESK	Entsorgungskommission
EVA	Einwirkung von außen
EVI	Einwirkungen von innen
GGVSEB	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn, und Binnenschifffahrt
GGVSee	Gefahrgutverordnung See
GWh	Gigawattstunde
HD	Hochdruck
KEM	Kraftwerk Emsland
KFÜ	Rahmenempfehlung für die Fernüberwachung von Kernkraftwerken
KLE	Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
KWL	Kernkraftwerk Lingen
KWU	Kraftwerk Union
LGLN	Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen
LSG	Landesschutzgebiet
MHB	Managementhandbuch
MOSAIK®	Mobiler Sammelbehälter im Kernkraftwerk
mSv	Millisievert
MW _{el}	Megawatt elektrisch
MW _{th.}	Megawatt thermisch
NbauO	Niedersächsische Bauordnung
NDWV	Notfall-Dosiswerte-Verordnung
NHB	Notfallhandbuch
NN	Normal Null
ODL	Ortsdosisleistung
OHB	Organisationshandbuch

PHB	Prüfhandbuch
RDB	Reaktordruckbehälter
REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen
RSB	Reaktorsicherheitsbehälter
RSK	Reaktorsicherheit
SBG	Störfallberechnungsgrundlagen
SSK	Strahlenschutzkommission
StrISchV	Strahlenschutzverordnung
SZL	Standort-Zwischenlager
TLE	Technologie- und Logistikgebäude Emsland
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, Umweltverträglichkeitsprüfgesetz
WKP	Wiederkehrende Prüfung

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Überblick über die Anlagenzustände.....	13
Abbildung 2-1: Standort KKE und nähere Umgebung.....	16
Abbildung 2-2: Betriebsgelände KKE 10-km-Kreis (Topografische Karte Niedersachsen – LGLN).....	18
Abbildung 2-3: Auszug aus Verkehrsmengenkarte Niedersachsen 2017.....	22
Abbildung 2-4: Repräsentative Windrichtungshäufigkeit und Niederschlagsmenge aus Richtung der Sektoren am Standort KKE (365 Tage).....	24
Abbildung 2-5: Karte der deutschen Erdbebenzonen nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01	27
Abbildung 3-1: Funktionsprinzip eines Kernkraftwerkes mit Druckwasserreaktor.....	31
Abbildung 3-2: Schematische Darstellung Reaktorkühl- und Druckhaltesystem (Primärkreis)	32
Abbildung 3-3: Anlagengelände KKE.....	33
Abbildung 3-4: Ausschnitt Lageplan der Anlage KKE	34
Abbildung 3-5: Schnitt Reaktorgebäude der Anlage KKE	35
Abbildung 5-1: Reaktorgebäude-Innenraum mit Anlagenteilen des Primärkreises.....	63
Abbildung 5-2: Schematische Darstellung der RDB-Einbauten.....	65
Abbildung 5-3: Aufbau Reaktordruckbehälter (RDB).....	67
Abbildung 5-4: Zerlegung des RDB und mögliches Verpackungskonzept.....	68
Abbildung 5-5: Schematische Darstellung Biologischer Schild.....	69
Abbildung 5-6: Schematische Darstellung Dampferzeuger	71
Abbildung 5-7: Schematische Darstellung Druckhalter	73
Abbildung 5-8: Schematische Darstellung Hauptkühlmittelpumpe	74
Abbildung 7-1: Betriebsgelände KKE mit den entsprechenden Strahlenschutzbereichen	85
Abbildung 7-2: Schematische Darstellung der betrachteten Entfernungsbereiche des KKE und der be-rücksichtigten Pegel der Ems.....	100
Abbildung 8-1: Massenübersicht Kontrollbereich und wesentliche Reststoffpfade der Anlage KKE	106
Abbildung 8-2: Übersicht der geplanten Entsorgungsziele.....	108
Abbildung 8-3: Schema zu Ablauf der geordneten Beseitigung von radioaktiven Abfällen	113

14 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1	Einwohnerzahlen im 10-km-Umkreis.....	19
Tabelle 2-2	Nutzung der Bodenflächen im Landkreis Emsland	20
Tabelle 3-1:	Aktivitätsinventar der aktivierten Anlagenteile, Referenz 31.12.2022	42
Tabelle 7-1:	Aktuell geltende Genehmigungswerte zulässiger Ableitungen radioaktiver Stoffe / Fortluft	91
Tabelle 7-2:	Beantragte Werte zulässiger Ableitungen radioaktiver Stoffe / Fortluft.....	92
Tabelle 7-3:	Genehmigungswerte zulässiger Ableitungen radioaktiver Stoffe / Abwasser	92
Tabelle 7-4:	Expositionen durch Ableitungen mit der Fortluft nach Altersgruppen	98
Tabelle 7-5:	Expositionen durch Ableitungen mit der Fortluft bei verkleinertem Betriebsgelände nach Altersgruppen	98
Tabelle 7-6:	Expositionen durch Ableitungen mit dem Wasser nach Altersgruppen (inkl. Vorbelastung)	101
Tabelle 7-7:	Zusammenstellung der Expositionen durch Ableitungen mit der Fortluft, mit dem Abwasser und durch Direktstrahlung.....	103
Tabelle 9-1:	Exposition in der Umgebung bei repräsentativen Ereignissen.....	147

15 Literaturverzeichnis**A Antragsunterlagen**

- /A1/ KLE Schreiben, Kernkraftwerk Emsland (KKE) Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Stilllegung und Abbau der Anlage, 49811 Lingen (Ems) vom 22.12.2016
- /A2/ Kurzbeschreibung Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerkes Emsland
- /A3/ UVP-Bericht Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerkes Emsland

G Gesetze und Verordnungen

- /G1/ AtG, Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) vom 23.12.1959 (BGBl. I S. 814) i. d. F. der Bekanntmachung vom 15.07.1985 (BGBl. I S. 1565) zuletzt geändert durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 14)
- /G2/ BImSchG, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) i. d. F. der Bekanntmachung vom 17.05.2013 (BGBl. I S. 1274 zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021 (BGBl. I S. 4458)
- /G3/ KrWG, Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24.02.2012 (BGBl. I 2012, S.212), zuletzt geändert durch Artikel 20 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436)
- /G4/ StrlSchG, Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) i. d. F. vom 27.06.2017 (BGBl. I S. 1966) zuletzt geändert durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 15)
- /G5/ UVPG, Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. IS. 540), zuletzt geändert durch Artikel 14 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147)
- /G6/ VkENOG, Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung vom 27.01.2017 (BGBl. I S. 114, 1222), zuletzt geändert durch Artikel 244 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328)
- /G7/ AtEV, Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung - AtEV) vom 29.11.2018 (BGBl. I S. 2034, 2172)
- /G8/ AtVfV, Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensordnung – AtVfV) vom 18.02.1977 (BGBl. I S. 280) i. d. F. vom 3.02.1995 (BGBl. I S. 180) zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 11. November 2020 (BGBl. I S. 2428)
- /G9/ GGVSEB, Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt - GGVSEB) vom 11. März 2019 (BGBl. I S. 258), zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 5 des Gesetzes vom 2. Juni 2021 (BGBl. I S. 1295)

- /G10/ GGVSee, Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (Gefahrgutverordnung See - GGVSee) vom 21. Oktober 2019 (BGBl. I S. 1475), zuletzt geändert durch Artikel 16 des Gesetzes vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2510)
- /G11/ NDWV, Verordnung zur Festlegung von Dosiswerten für frühe Notfallschutzmaßnahmen (Notfall-Dosiswerte-Verordnung - NDWV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2172)
- /G12/ StrlSchV, Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 29.11.2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 08. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4645)
- /G13/ 12. BImSchV, Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, (Störfall-Verordnung – 12. BImSchV), Störfall-Verordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. März 2017 (BGBl. I S. 483), die zuletzt durch Artikel 107 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.
- /G14/ StrlSchV-2001, Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714, 2002 I S. 1459), außer Kraft am 31. Dezember 2018 durch Artikel 20 Absatz 1 Satz 2 der Verordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2021 I S. 5261)

R Allgemeine Vorschriften, Richtlinien und Normen

- /R1/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung (Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen) vom 28. August 2012 (BANz AT 05.09.2012 B1)
- /R2/ Leitfaden zur Stilllegung, zum Sicherem Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes (Stilllegungsleitfaden) Bekanntmachung des BMU vom 16. September 2021 (BANz AT 23.11.2021 B2)
- /R3/ Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Empfehlung der Entsorgungskommission (ESK) vom 05.11.2020
- /R4/ Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Empfehlung der Entsorgungskommission (ESK) vom 09.12.2021
- /R5/ Leitlinien für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Empfehlung der Entsorgungskommission (ESK) vom 10.12.2020
- /R6/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI), Rundschr. d. BMU v. 07.12.2005 RS II 5 15603/5 (GMBI. 2006, Nr. 14-17, S. 254)
- /R7/ Richtlinie zur Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken, BMU, 05.02.1996, RS II 5 – 15603/4 (GMBI. 1996, Nr. 9/10)
- /R8/ Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen Teil 2: Die Strahlenschutzmaßnahmen während des Betriebs und der Stilllegung einer Anlage oder Einrichtung (IWRS II) vom 17. Januar 2005 (GMBI. 2005, Nr. 13, S. 258).

- /R9/ Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle vom 19. November 2008 (BAnz. 2008, Nr. 197, S. 4777), RdSchr. d. BMU v. 19.11.2008 - RS III 3 - 17031-4/1
- /R10/ DIN EN 1998-1/NA:2011-01 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau
- /R11/ DIN 25 440, Klassifikation der Räume des Kontrollbereichs in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen nach Ortsdosisleistungen, Juni 2021
- /R12/ KTA 1201, Anforderungen an das Betriebshandbuch, Fassung 2015-11
- /R13/ KTA 1503.1, Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe, Teil 1: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßigem Betrieb, Fassung 2016-11
- /R14/ KTA 1504, Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser, Fassung 2017-11
- /R15/ KTA 2201.1, Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen Teil 1: Grundsätze, Fassung 2011-11
- /R16/ Rahmenempfehlung für die Fernüberwachung von Kernkraftwerken vom 12. August 2005 (GMBl. 2005, Nr. 51, S. 1049 - RdSchr. d. BMU v. 12.8.2005 - RS II 5 - 17031 - 3/4 –
- /R17/ ADR, Europäisches Übereinkommen vom 30.09.1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, Anlagen A und B: Allgemeine Vorschriften und Vorschriften für gefährliche Stoffe und Gegenstände, vom 14. Oktober 2020 (BGBl. 2020 II S. 757)
- /R18/ Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen Teil 2: „Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung) (§§ 40, 41 und 42 StrlSchV)“ - RdSchr. d. BMU v. 12. 1. 2007 – RS II 3 – 15530/1
- /R19/ KTA 3902 Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken, Fassung 2020-12
- /R20/ RSK-Stellungnahme „Anforderungen an die Kühlung der Brennelemente im Lagerbecken im Restbetrieb“, 518. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 21.10.2020
- /R21/ RSK-Stellungnahme „Anforderungen bei einer passiven Kühlung der Brennelemente im Lagerbecken“, 509. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) am 27.03.2019
- /R22/ Information für Nachbarn und Öffentlichkeit gemäß Störfallverordnung, Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Osnabrück, 5. Auflage März 2017,
- /R23/ RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren, Ursprungsfassung (3. Ausgabe vom 14. Oktober 1981) mit Änderungen vom 15.11.1996

L Sonstige Unterlagen

- /L1/ Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. März 2015 (BAntz AT 30.03.2015 B2) und die Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen vom 29. November 2013 (BAntz AT 10.12.2013 B4), zuletzt geändert durch Bekanntmachung vom 3. März 2015 (BAntz AT 30.03.2015 B3)
- /L2/ Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV, Neufassung des Abschnitts 4: Berechnung der Strahlenexposition (Verabschiedet in der 186. Sitzung der Strahlenschutzkommission SSK am 11.09.2003)
- /L3/ Endlager Konrad Fachbereich - Sicherheit nuklearer Entsorgung: Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen), vom 18. Dezember 2014 (Hinweis: Endlagerungsbedingungen, Revision 03, Stand: Februar 2017) wurden am 19.05.2017 zurückgezogen)
- /L4/ Natura 2000 – Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen sowie Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten