



**Sicherheitsbericht für Restbetrieb und Abbau
des Kernkraftwerkes Isar 1**

Stand: Februar 2014

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	9
1 Das Vorhaben im Überblick	10
2 Standort	20
2.1 Zusammenfassende Beschreibung der Einordnung des Standortes in die Raumordnung und Landesplanung	20
2.2 Geographische Lage	21
2.3 Besiedlung	24
2.3.1 Besiedlung im 10-km-Bereich	24
2.4 Boden und Wassernutzung	25
2.4.1 Land- und Forstwirtschaft	25
2.4.1.1 Bodennutzung	25
2.4.1.2 Wassernutzung	25
2.4.1.3 Natur-, Vogel-, Wasserschutzgebiete und FFH-Gebiete	25
2.4.2 Entwicklungstendenzen	26
2.5 Gewerbe- und Industriebetriebe, militärische Anlagen, Mineralöl- und Gasfernleitungen	28
2.5.1 Gewerbe- und Industriebetriebe	28
2.5.2 Militärische Anlagen	28
2.5.3 Mineralöl- und Gasfernleitungen	28
2.5.4 Entwicklungstendenzen	30
2.6 Verkehrswege	30
2.6.1 Straßen	30
2.6.2 Eisenbahn	30
2.6.3 Wasserstraßen	30
2.6.4 Luftstraßen und Flugplätze	31
2.6.4.1 Luftverkehrsstraßen	31
2.6.4.2 Tieffluggebiete	31
2.6.4.3 Flugplätze/Flugbewegungen	31
2.6.4.4 Kontrollzonen und Luftraumbeschränkungsgebiete	31
2.6.5 Entwicklungstendenzen	31
2.7 Meteorologische Verhältnisse	32
2.8 Geologische Verhältnisse	33
2.8.1 Geologische und tektonische Verhältnisse am Standort	33
2.9 Hydrologische Verhältnisse	34
2.9.1 Oberflächengewässer	34
2.9.2 Grundwasser	35

2.10	Seismische Verhältnisse	35
2.11	Radiologische Vorbelastung	36
3	Das KKI 1	37
3.1	Allgemeine Beschreibung	37
3.1.1	Reaktorgebäude ZA	41
3.1.2	Maschinenhaus ZF	45
3.1.3	Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager ZC	46
3.1.4	Teile des Werkstatt- und Lagergebäudes ZL0	47
3.1.5	Fortluftkamin	48
3.1.6	Transportbereitstellungshalle	49
3.2	Weiterbetriebene Systeme und Einrichtungen während des Restbetriebes	49
3.2.1	Einrichtungen zur Lagerung und Kühlung der bestrahlten Brennelemente (zu Beginn der Phase 1, zeitlich begrenzt)	50
3.2.2	Einrichtungen zur Abwasserbehandlung	52
3.2.3	Einrichtungen zur Behandlung fester radioaktiver Reststoffe	53
3.2.4	Lüftungsanlagen	54
3.2.5	Stromversorgung / Elektrotechnische und Leittechnische Einrichtungen	55
3.2.6	Weitere Versorgungsanlagen	56
3.2.7	Aktivitätsüberwachung	57
3.2.8	Brandschutzsysteme	57
3.2.9	Anlagensicherung	58
3.2.10	Kommunikationseinrichtungen	58
3.2.11	Sonstige Einrichtungen im Kontrollbereich	58
3.2.12	Fest installierte neue und mobile Restbetriebssysteme	59
3.3	Radiologischer Zustand der Anlage zu Beginn des Restbetriebes	59
3.4	Radiologische Datenaufnahme	64
3.4.1	Vorgehen	64
3.4.2	Beprobungsmethoden	65
4	Arbeitsbereiche, Verfahren, Abbaueinrichtungen	67
4.1	Arbeitsbereiche	67
4.1.1	Allgemeines	67
4.1.2	Bereiche für die Zerlegung einschließlich Zerlegeplätze	68
4.1.3	Pufferlagerflächen	71
4.1.4	Bereiche zur Dekontamination	71
4.1.5	Bereiche zur Konditionierung	71
4.1.6	Bereiche für Radioaktivitätsmessungen	72
4.1.7	Transportwege	72
4.1.8	Demontagebereiche	72
4.1.9	Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen (ZEBRA)	73
4.1.10	Ausbau von Großkomponenten	79
4.2	Zerlege-, Dekontaminations- und Konditionierungsverfahren	79
4.2.1	Allgemeines	79
4.2.2	Zerlegeverfahren	80
4.2.3	Dekontaminationsverfahren	81

4.2.4	Konditionierungsverfahren	82
4.3	Abbaueinrichtungen	84
5	Der Abbau des KKI 1	87
5.1	Allgemeines	87
5.2	Abbau Phase 1	90
5.2.1	Schutzziele in der Phase 1	91
5.2.2	Abbauumfang in Phase 1	94
5.2.3	Weitere Abbauarbeiten und Tätigkeiten	97
5.3	Abbau Phase 2	100
5.3.1	Schutzziele in der Phase 2	100
5.3.2	Abbauumfang der Phase 2	100
5.3.3	Abbau des Reaktordruckbehälters	100
5.3.4	Abbau Sicherheitsbehälter einschließlich Einbauten	101
5.3.5	Abbau Brennelementlagerbecken und Bereich des Flutraum - Absetzbeckens	102
5.3.6	Weitere Abbauarbeiten und Tätigkeiten	102
5.4	Rückzug aus den Gebäuden	103
6	Reststoffmanagement	104
6.1	Stoffströme	104
6.2	Freigabe	106
7	Nachnutzung von Einrichtungen und Gebäuden für den Abbau des KKI 2	108
8	Strahlenschutz	109
8.1	Grundsätzliche Regelungen	109
8.2	Strahlenschutzmaßnahmen und Überwachung	111
8.2.1	Arbeitsplatzüberwachung	111
8.2.2	Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung	111
8.2.3	Personenschutzmaßnahmen	112
8.2.4	Personenüberwachung	113
8.3	Aktivitätsrückhaltung	113
8.4	Ableitung radioaktiver Stoffe	114
8.4.1	Ableitungen mit der Fortluft	114
8.4.2	Ableitungen mit dem Abwasser	115
8.4.3	Emissionsüberwachung	116
8.4.4	Immissionsüberwachung	117
8.5	Strahlenexposition in der Umgebung	117
8.5.1	Grundsätzliches	117
8.5.2	Exposition aus Direkt- und Streustrahlung	118
8.5.3	Exposition aus Ableitungen mit der Fortluft	119
8.5.4	Abwasser	121

9	Organisation und Restbetrieb	126
9.1	Allgemeines	126
9.2	Aufbauorganisation für den Restbetrieb	126
9.3	Regelungen zum Restbetrieb	128
9.4	Dokumentation	129
9.5	Sicherheits- und Qualitätsmanagement	129
9.6	Qualifikation und Fachkunde des Personals	130
9.7	Interner und externer Erfahrungsrückfluss	131
10	Ereignisanalyse	132
10.1	Allgemeines	132
10.2	Aktivitätsinventar der abzubauenen Anlage	132
10.3	Zu betrachtende Ereignisse	133
10.4	Ereignisse durch Einwirkung von innen	135
10.4.1	Lagerung und Handhabung bestrahlter Brennelemente	135
10.4.2	Mechanische Einwirkungen	136
10.4.3	Anlageninterne Leckagen von Behältern und Überflutung	139
10.4.4	Störungen und Ausfälle von Versorgungseinrichtungen	141
10.4.5	Anlageninterne Brände	142
10.4.6	Chemische Einwirkungen	143
10.5	Ereignisse durch Einwirkung von außen	144
10.5.1	Naturbedingte Einwirkungen	144
10.5.2	Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen	145
10.5.3	Restrisiko für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1	147
10.6	Wechselwirkungen mit anderen Anlagen am Standort	147
10.7	Zusammenfassung	147
11	Begriffsbestimmungen	149
12	Literaturverzeichnis	155

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Bevölkerung in den Gemeinden des 10-km-Bereiches am 31.12.2011 /6/	24
Tabelle 2: Gemeindeflächen nach Nutzungsarten (Flächenangaben in ha), Stand 31.12.2011	27
Tabelle 3: Abgeschätzte Aktivität für Kobalt-60 der relevanten aktivierten Reaktorkomponenten des KKI 1 in Bq	63
Tabelle 4: Voraussichtlicher Nuklidvektor für kontaminierte Reststoffe zu Beginn des Abbaus	64
Tabelle 5: Abschätzung der beim Abbau anfallenden radioaktiven Reststoffe (Primärmassen)	105
Tabelle 6: Beantragte Genehmigungswerte (Höchstwerte) der jährlichen Nuklidabgaben des KKI 1 mit der Fortluft	114
Tabelle 7: Erwartete Anteile am Nuklidgemisch für die jährlichen Ableitungen mit der Fortluft des Kamins vom KKI 1	115
Tabelle 8: Fortgeltende Genehmigungswerte für die jährlichen Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser des KKI 1 (Restbetrieb und Abbau) und des KKI 2 (Leistungsbetrieb)	115
Tabelle 9: Nuklidspezifische Höchstwerte der zukünftigen jährlichen Aktivitätsabgaben während Restbetrieb und Abbau des KKI 1 und Leistungsbetrieb des KKI 2 mit Wasser	116
Tabelle 10: Maximale effektive Dosis in mSv pro Kalenderjahr für Emissionen (genehmigte Höchstwerte) aus dem KKI 1 und KKI 2	120
Tabelle 11: Potenzielle Jahresdosis der Körperbereiche mit maximaler Grenzwertausschöpfung infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser	124
Tabelle 12: Störfallexposition in der Umgebung bei bestimmten Ereignisabläufen während des Restbetriebes des KKI 1 (Werte bezogen auf den 01.01.2016 ermittelt)	148

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Voraussichtlicher Terminplan für das gesamte Vorhaben zum Restbetrieb und zum Abbau des KKI 1	11
Abbildung 2: Standort KKI mit 10-km- und 20-km-Bereich	22
Abbildung 3: Standort KKI mit 5-km-Bereich	23
Abbildung 4: Standort KKI mit Gasfernleitungen im 10-km-Bereich	29
Abbildung 5: Windrichtungshäufigkeit am Standort KKI im Jahr 2011; Messhöhe 130 m über Grund (links: Ganzjahr, rechts: Sommerhalbjahr)	32
Abbildung 6: Häufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen (untergliedert nach Niederschlagsintensitätsklassen) am Standort des KKI im Jahr 2011; Messhöhe: 130 m über Grund (oben: Ganzjahr, unten: Sommerhalbjahr)	33
Abbildung 7: Prinzipielle Darstellung der Arbeitsweise eines Siedewasserreaktors	38
Abbildung 8: Gesamtansicht der Anlage	39
Abbildung 9: Lageplan mit Gebäuden	40
Abbildung 10: Prinzipdarstellung, Schnittbild des Reaktorgebäudes ZA	42
Abbildung 11: Prinzipdarstellung, Schnittbild Sicherheitsbehälter	43
Abbildung 12: Prinzipdarstellung, Schnittdarstellung Maschinenhaus ZF	46
Abbildung 13: Schnittbild Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager ZC	47
Abbildung 14: Schnittbild Teile des Werkstatt- und Lagergebäudes ZL0	48
Abbildung 15: Abwasserschema	53
Abbildung 16: Lüftungsschema	55
Abbildung 17: Reaktordruckbehälter des KKI 1	61
Abbildung 18: Mögliche Nasszerlegebereiche im Bereich des Flutraum - Absetzbeckens und des Brennelementlagerbeckens	69
Abbildung 19: Mögliche Trockenzerlegebereiche im Bereich des Flutraum - Absetzbeckens, des Brennelementlagerbeckens und im Bereich Beckenflur	70
Abbildung 20: ZEBRA, außerhalb Kontrollbereich	74
Abbildung 21: ZEBRA, Ebene ca. + 16 m	75
Abbildung 22: ZEBRA, Ebene ca. + 8 m	76
Abbildung 23: ZEBRA, Ebene + 0,00 m	77
Abbildung 24: ZEBRA, Ebene ca. - 5 m	78
Abbildung 25: Prinzipdarstellung, Schnittbild Reaktorgebäude, Abbauumfang in Phase 1	88
Abbildung 26: Prinzipdarstellung, Schnittbild Reaktordruckbehälter mit Einbauten, geplanter Abbauumfang in Phase 1	96
Abbildung 27: Prinzipdarstellung, Schnittbild Reaktorgebäude, mögliche Arbeitsbereiche für den Abbau der Reaktordruckbehältereinbauten	99
Abbildung 28: Prinzipdarstellung, Ebene 39,40 m, Bereich des Beckenflures, mögliche Arbeitsbereiche für den Abbau der Reaktordruckbehältereinbauten	99
Abbildung 29: Strahlenschutzbereiche des KKI 1	110

Abbildung 30: Prinzipdarstellung, Aufbauorganisation für den Restbetrieb

127

Abkürzungsverzeichnis

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
AtG	Atomgesetz
Bq	Becquerel, Einheit für die Aktivität eines radioaktiven Stoffes
EG	Europäische Gemeinschaft
EKK	E.ON Kernkraft GmbH
EU	Europäische Union
FFH	Flora-Fauna-Habitat
DN	Nenndurchmesser
Ha	Hektar, Maßeinheit der Fläche
KKI	Kernkraftwerke Isar 1 und Isar 2
KKI 1	Kernkraftwerk Isar 1
KKI 2	Kernkraftwerk Isar 2
KKI BELLA	Standort-Zwischenlager in Niederaichbach zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
KWU	Kraftwerk Union
Sv	Sievert, Maßeinheit für die Strahlendosis
m ü. NN	Höhenangabe in Meter über Normal Null
m ³ /h	Maßeinheit für die Physikalische Größe Volumenstrom
NSG	Naturschutzgebiet
PHB	Prüfhandbuch
PN	Pressure Nominal; Nenndruck
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
SODAR-System	SONic Detection And Ranging; Messung für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Turbulenzparameter
ZEBRA	Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen
TBH	Transportbereitstellungshalle

1 Das Vorhaben im Überblick

Das Kernkraftwerk Isar 1 (KKI 1) vom Typ Siedewasserreaktor der Baureihe 69 ging 1979 in Betrieb. In der Betriebszeit, vom 21. Mai 1979 bis zum 6. August 2011, wurden 198,3 Mio. MWh Strom (Netto) produziert. Im Rahmen des Betriebes wurde das Kernkraftwerk 23-mal mit neuen Brennelementen beladen. Über alle Betriebsjahre ergibt sich eine Arbeitsverfügbarkeit der Anlage von 86 %.

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

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

Der Abbau soll nach derzeitigem Planungsstand in zwei Phasen erfolgen, deren atomrechtliche Genehmigungen jeweils gesondert nach § 7 (3) AtG beantragt werden (siehe Abbildung 1). Nach Vorliegen der atomrechtlichen Genehmigungen können dann die Arbeiten in den zwei Phasen auch parallel durchgeführt werden, wenn sie sich nicht gegenseitig beeinträchtigen und die Schutzziele sowie die Belange des Strahlen-, Arbeits- und Brandschutzes eingehalten werden.

Im Sicherheitsbericht sind der Restbetrieb und der gesamte Ablauf des Abbaus beschrieben, so dass das Vorhaben und seine potenziellen Auswirkungen insgesamt eingeschätzt werden können. Der voraussichtliche Ablauf ist in der Abbildung 1 dargestellt.

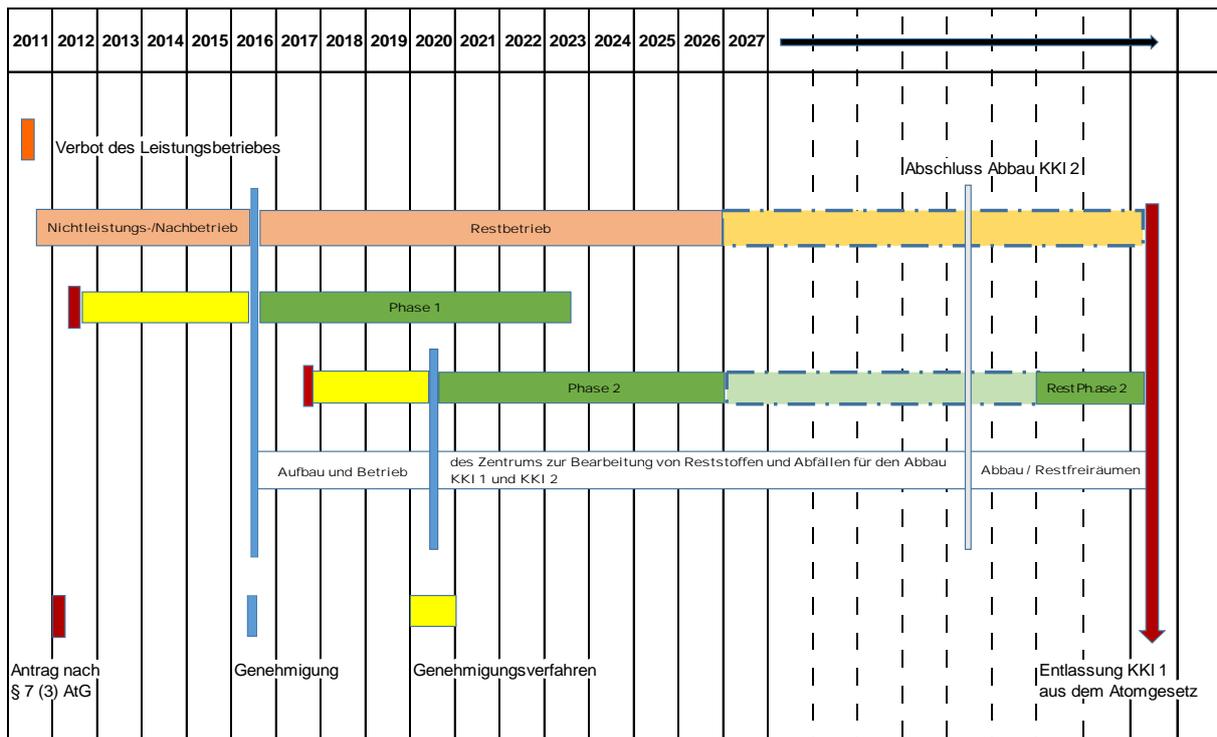


Abbildung 1: Voraussichtlicher Terminplan für das gesamte Vorhaben zum Restbetrieb und zum Abbau des KKI 1

Die Schwerpunkte des Vorhabens werden hier erläutert.

Nichtleistungs- / Nachbetrieb (Nachbetrieb)

Nach Beendigung des Leistungsbetriebes des KKI 1 beginnt der Nichtleistungs- / Nachbetrieb. Die Arbeiten des Nichtleistungs- / Nachbetriebes sind nicht Gegenstand des Antrages auf Stilllegung gemäß § 7 (3) AtG. Sie werden aber hier zum besseren Verständnis des Gesamtprozesses kurz erläutert. Dafür wird anstelle des Begriffes „Nichtleistungs- / Nachbetrieb“ die Bezeichnung „Nachbetrieb“ verwendet.

Durch die Beantragung einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung gemäß § 7 (3) AtG hat die Betreiberin der Anlage mit den Vorbereitungen zu Stilllegung und Abbau des KKI 1 begonnen. Der Nachbetrieb einer nach § 7 (1) AtG genehmigten Anlage beginnt nach deren endgültigen Abschaltung mit dem Ziel der Stilllegung und des Abbaus. Er umfasst alle im Rahmen der noch geltenden Betriebsgenehmigung gestatteten Maßnahmen zur Vorbereitung auf den Restbetrieb und den Abbau (auch Restbetrieb und Abbau) der Anlage. Der Nachbetrieb endet mit der Inanspruchnahme einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (siehe auch Abbildung 1).

Die Schutzziele für den Nachbetrieb sind:

- Kontrolle der Reaktivität
- Kühlung der Brennelemente
- Einschluss der radioaktiven Stoffe
- Begrenzung der Strahlenexposition

Das grundlegende Sicherheitsziel ist der Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädlichen Auswirkungen ionisierender Strahlung. Dieses Ziel gilt für alle Aktivitäten von der Planung über Errichtung und Betrieb bis zum Abbau eines Kernkraftwerks.

Das Betriebshandbuch und das Prüfhandbuch des KKI 1 werden im aufsichtlichen Verfahren nach § 19 AtG angepasst.

Während des Nachbetriebes soll der Abtransport der im Brennelementlagerbecken gelagerten bestrahlten Brennelemente beginnen.

Parallel dazu werden vorbereitende Maßnahmen für den Restbetrieb und den Abbau der Anlage durchgeführt, wie

- Weiterführung betrieblicher Entsorgungsprozesse,
- die Entsorgung von Betriebsstoffen (z. B. Turbinenöl, Filtermaterial),
- die Systemdekontamination,
- die Außerbetriebnahme, Entleerung, Trocknung, Abisolierung von Systemen,
- die Durchführung von Probeentnahmeprogrammen zur Ermittlung der Aktivitätsverteilung,
- der Abbau nicht atomrechtlich genehmigter Anlagenteile sowie
- das Einrichten von Arbeitsplätzen für den Abbau in der Anlage.

Restbetrieb

Der Restbetrieb umfasst den Weiterbetrieb aller für den Abbau notwendigen Versorgungs-, Sicherheits- und Hilfssysteme des KKI 1 sowie den Betrieb der für den Abbau von Anlagenteilen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen.

Der Restbetrieb des KKI 1 beginnt mit der Inanspruchnahme der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (siehe Abbildung 1). Gleichzeitig können die Abbauarbeiten der Phase 1 durchgeführt werden.

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

- Zu Beginn der Phase 1 befindet sich noch Kernbrennstoff (bestrahlte Brennelemente und Defektstäbe) in dem Brennelementlagerbecken der Anlage.
- Die je Defektstab aktuell erzeugte Nachzerfallsleistung ist sehr gering. Aus diesen Gründen ist für die Abfuhr der Nachzerfallswärme von den Defektstäben während Restbetrieb und Abbau kein aktives Kühlsystem mehr erforderlich, nachdem die bestrahlten Brennelemente abtransportiert wurden. Allerdings ist weiterhin eine ausreichende Abschirmung der Defektstäbe erforderlich.
- Die Phase 1 wird in drei Zeitabschnitte (Abschnitt 1 A bis Abschnitt 1 C) unterteilt.
 - Abschnitt 1 A: Es befinden sich noch bestrahlte Brennelemente und einzelne Defektstäbe im Brennelementlagerbecken. Die Brennelementlagerbeckenkühlung wird für die zuverlässige Kühlung der bestrahlten Brennelemente benötigt.
 - Abschnitt 1 B: Einzelne Defektstäbe sind noch vorhanden. Diese befinden sich im Brennelementlagerbecken. Eine ausreichende Abschirmung der Defektstäbe im Brennelementlagerbecken wird sichergestellt.
 - Abschnitt 1 C: Brennstofffreiheit, d. h. es befindet sich kein Brennstoff mehr im Kernkraftwerk Isar 1.
- Die radioaktiv kontaminierten Anlagenteile werden bei Bedarf vor ihrem Abbau dekontaminiert.
- In der Phase 2 ist die Anlage brennstofffrei.
- Das nach Herstellung der Brennstofffreiheit dann noch vorhandene deutlich reduzierte Aktivitätsinventar ist überwiegend in den aktivierten Anlagenstrukturen (Reaktordruckbehälter und biologischer Schild etc.) fest eingebunden und solange nicht mobilisierbar, bis die entsprechenden Bauteile durch die vorgesehenen Verfahren verpackungsgerecht zerlegt werden. Die erforderlichen Vorsorgemaßnahmen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe während dieser Arbeiten werden getroffen.
- Das Reaktorgebäude, das Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager sowie das Maschinenhaus dienen zum Einschluss der radioaktiven Reststoffe und Abfälle bis zum Abbau der letzten radioaktiv kontaminierten Anlagenteile. Das Maschinenhaus sowie weitere Gebäude des Kontrollbereiches werden auch wie bisher für die Handhabung radioaktiver Stoffe aus dem KKI 2 genutzt. Es ist beabsichtigt den Abbau des KKI 1 erst abzuschließen, wenn die Bearbeitung der anfallenden Reststoffe und Abfälle aus dem Abbau des KKI 2 abgeschlossen ist. Der Abbau des KKI 2 und die Behandlung der abgebauten Anlagenteile

aus dem KKI 2 sind nicht Gegenstand des beantragten Genehmigungsumfanges zur Stilllegung und zum Abbau des KKI 1.

Die Schutzziele während des Restbetriebes sind entsprechend des Anlagenzustandes zu Beginn der Phase 1 „die Kontrolle der Reaktivität“, „die Kühlung der Brennelemente“, „der Einschluss der radioaktiven Stoffe“ und „die Begrenzung der Strahlenexposition“. Nach dem Abtransport der letzten bestrahlten Brennelemente und Defektstäbe zur Zwischenlagerung reduzieren sich die Schutzziele zu Beginn des Abschnitts 1 C auf „den Einschluss der radioaktiven Stoffe“ und „die Begrenzung der Strahlenexposition“.

Der Zeitraum des Restbetriebes umfasst sämtliche Arbeiten und betriebliche Abläufe, die bis zur Entlassung der Anlage aus der atomrechtlichen Genehmigung für die Gewährleistung der Schutzziele und die Durchführung des Abbaus der Anlagenteile erforderlich sind. Im Wesentlichen werden folgende Arbeiten in diesem Zeitraum durchgeführt:

- Weiterbetrieb benötigter Systeme (z.B.: Betrieb der Abwasseraufbereitung)
- Anpassen von Systemen und deren Betriebsweise
- Errichten und Betrieb neuer Systeme (z.B.: Konditionierungsanlagen, Dekontaminations-Systeme)
- Einrichten von Zerlegeplätzen
- Erfassung, Sammlung und Konditionierung der bei Restbetrieb und Abbau der Anlage anfallenden Reststoffe
- Nutzungsänderungen von Raumbereichen
- Schaffen einer geeigneten Infrastruktur für die einzelnen Phasen während des Abbaus
- Freigabe von Gebäudestrukturen
- Freigabe von Geländeflächen
- Entlassung von Gebäuden und Anlagenteilen aus der atomrechtlichen Überwachung

Die betrieblichen Systeme werden bei Bedarf durch Ersatzsysteme abgelöst, so dass wenn es erforderlich ist für den Abbau angepasste ggf. mobile Restbetriebssysteme zur Verfügung stehen.

Abbau von Anlagenteilen in der Phase 1

Solange der Abtransport der bestrahlten Brennelemente und Defektstäbe nicht abgeschlossen ist, erfolgt der Abbau rückwirkungsfrei auf die Brennelemente, so dass die Einhaltung der Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ und „Kühlung der Brennelemente“ gewährleistet bleibt.

Der Abbau in der Phase 1 umfasst im Wesentlichen (siehe auch Kapitel 5):

- den Abbau von radioaktiv kontaminierten Anlagenteilen im Kontrollbereich
- die Zerlegung und die Verpackung des Reaktordruckbehälterdeckels
- die Zerlegung und die Verpackung des Sicherheitsbehälterdeckels
- den Ausbau, die Zerlegung und die Verpackung beweglicher und fester Reaktordruckbehältereinbauten
- den Abbau von Anlagenteilen außerhalb des Kontrollbereiches, die der atomrechtlichen Genehmigung unterliegen
- den Abbau von kontaminierten Betonstrukturen und deren Entsorgung
- das Freimessen von Teilen der Gebäudestrukturen
- das Freimessen von Teilen der Geländeflächen

Abbau von Anlagenteilen in der Phase 2

Der Abbau in der Phase 2 umfasst im Wesentlichen (siehe auch Kapitel 5):

- den Abbau des Reaktordruckbehälters ohne Reaktordruckbehälterdeckel
- das Fortsetzen des Freiräumens und der weitere Abbau des Sicherheitsbehälters und Abbau des biologischen Schildes
- den Abbau weiterer radioaktiv kontaminierter Anlagenteile, die der atomrechtlichen Genehmigung unterliegen und nicht für den Abbau des KKI 2 weiter genutzt werden sollen
- das Ausräumen von restlichen Anlagenteilen in den Gebäuden, die der atomrechtlichen Genehmigung unterliegen und die nicht für den Abbau des KKI 2 weiter genutzt werden sollen
- den weiteren Abbau von Anlagenteilen außerhalb des Kontrollbereiches, die der atomrechtlichen Genehmigung unterliegen
- die Dekontamination von kontaminierten Betonstrukturen
- das Freimessen von Teilen der Gebäudestrukturen
- das Freimessen von Teilen der Geländeflächen

Nach Abschluss des Abbaus des KKI 2 erfolgen:

- das Restfreiräumen des KKI 1 (Demontage von Restbetriebssystemen, Demontage ZEBRA)
- die Dekontamination von Gebäudestrukturen
- das Freimessen von Gebäuden
- das Freimessen von Geländeflächen

Die Systeme und Anlagenteile zur Aktivitätsrückhaltung während des Leistungsbetriebes stehen auch während des Abbaus weiterhin unter Beachtung der dann anstehenden reduzierten

Anforderungen zur Verfügung. Ggf. werden sie durch zusätzliche mobile, an den Abbau angepasste Systeme ersetzt, die auch beim Abbau des KKI 2 weitergenutzt werden können. Dies sind im Wesentlichen die Lüftungsanlagen, das Abwassersammelsystem, die Abwasser-aufbereitung und die baulichen Barrieren. Mit diesen Systemen und Anlagenteilen wird sichergestellt, dass die beantragten Grenzwerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe eingehalten werden.

Die Durchführung des betrieblichen Strahlenschutzes stellt die Begrenzung und Minimierung der Strahlenexposition der im KKI 1 beschäftigten Personen gem. § 6 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /2/ sicher. Für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 wird von einer Kollektivdosis (d.h. der Summe der Personendosen aller beim Abbauvorhaben beschäftigten Personen) von ca. 10 Sv ausgegangen.

Das Material, das beim Abbau des KKI 1 anfällt, wird zu mehr als 95 % direkt oder nach Behandlung freigegeben und entsorgt. Die Freigabe von Material erfolgt in einem von der Behörde überwachten und bereits langjährig praktizierten Freigabeverfahren. Die Kriterien für die Freigabe sind durch § 29 StrlSchV vorgegeben.

Errichtung und Betrieb des Zentrums zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen (ZEBRA)

Für die während des Restbetriebes und des Abbaus des KKI 1 anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle ist ein Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen (ZEBRA) erforderlich. Das ZEBRA wird im Maschinenhaus und in weiteren Räumen des Kontrollbereiches des KKI 1 eingerichtet. Es soll auch für die Reststoffbehandlung und Abfallkonditionierung von abgebauten radioaktiv kontaminierten Anlagenteilen und radioaktiven Abfällen beim Abbau des Kernkraftwerkes Isar 2 genutzt werden.

Nutzung des Brennelementbehälterlagers

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

Der Betrieb des KKI BELLA ist ab Beginn des Einlagerungsbetriebes 2007 für einen Zeitraum von 40 Jahren genehmigt. Es ist für 152 Behälter ausgelegt. Die Kapazität ist so bemessen, dass alle bestrahlten Brennelemente von KKI 1 und KKI 2 zwischengelagert werden können, die bis zum Ende der Betriebszeit von KKI 1 und KKI 2 angefallen sind bzw. anfallen werden.

Transportbereitstellung

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

Strahlenexposition in der Umgebung

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

- Direktstrahlung und Streustrahlung, unmittelbar aus dem genehmigten Umgang mit radioaktiven Stoffen (Kernbrennstoff, aktiviertes und kontaminiertes Material) in der Anlage resultierend,
- genehmigte Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser und unter Beachtung der sogenannten radiologischen Vorbelastung des Standorts (Direktstrahlung, Streustrahlung und Ableitungen von anderen kerntechnischen Einrichtungen in der Umgebung der zu betrachtenden Anlage) ermittelt.

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

Die effektive Dosis aus Ableitungen mit der Fortluft wurde für den Standort mit $0,108$ mSv/a für die Säuglinge (Altersgruppe ≤ 1 Jahr) und mit $0,076$ mSv/a für die Erwachsenen (Altersgruppe > 17 Jahre) berechnet. Der Beitrag aus dem Restbetrieb und dem Abbau des KKI 1 beträgt dabei für die Säuglinge (Altersgruppe ≤ 1 Jahr) $0,075$ mSv/a und für die Erwachsenen (Altersgruppe > 17 Jahre) $0,055$ mSv/a. Der entsprechende Grenzwert der Strahlenschutzverordnung beträgt $0,3$ mSv/a.

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

Die berechnete Strahlenexposition gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift und hierzu getroffenen Annahmen in der Umgebung des Standorts KKI infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser wurde auf der Basis der für den Leistungsbetrieb genehmigten und unverändert fortgeltenden Genehmigungswerte für die Ableitungsmengen ermittelt. Dabei wurden die besonderen standort- und anlagenspezifischen Gegebenheiten sowie mögliche Vorbelastungen des Vorfluters Isar durch sonstige relevante Einleiter oder Einleitungen in geeigneter Weise berücksichtigt.

Für den Nahbereich des Standortes KKI (Bereich der Einleitungsstelle der KKI-Wässer in die Isar) ergibt sich rechnerisch infolge zukünftiger radioaktiver Ableitungen der Kernkraftwerke Isar 1 (während Restbetrieb und Abbau) und Isar 2 (im Leistungsbetrieb) unter Einbeziehung möglicher Vorbelastungen, die im Wesentlichen durch medizinische Einleiter bestimmt wird, die maximale Jahresdosis von 0,339 mSv für das Organ Schilddrüse (Jahresdosisgrenzwert 0,9 mSv) für die Säuglinge (Altersgruppe ≤ 1 Jahr) unter Berücksichtigung einer möglichen Aktivitätsaufnahme über Muttermilch.

Für den Fernbereich des Standortes KKI (Bereich vollständiger Durchmischung der vom Standort KKI eingeleiteten Wässer mit den Wässern sonstiger Einleiter) ergibt sich rechnerisch eine maximale Jahresdosis von ca. 0,153 mSv für die effektive Dosis (Jahresdosisgrenzwert 0,3 mSv), ebenfalls für die Säuglinge (Altersgruppe ≤ 1 Jahr) unter Berücksichtigung einer möglichen Aktivitätsaufnahme über Muttermilch.

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

Die vorliegenden Betrachtungen zu den möglichen Ableitungen der radioaktiven Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser gelten für alle zur Option stehenden Verfahren im Restbetrieb und Abbau des KKI 1. Auch die im Rahmen des Restbetriebs und Abbaus weiter verwendeten sowie geplanten Einrichtungen und Maßnahmen zur Rückhaltung und Überwachung radioaktiver Stoffe sind hierfür ausreichend.

Ereignisanalyse

Der Nachweis, dass der Restbetrieb und der Abbau des KKI 1 mit keinerlei Auswirkungen auf die Umgebung in Form erhöhter Strahlenexpositionen und in Form von Freisetzungen radioaktiver Stoffe mit der Luft und dem Wasser durchgeführt werden kann, wurde mit einer Ereignisanalyse (siehe Kapitel 10) erbracht.

Gemäß den Vorgaben der Entsorgungskommission /14/ leiten sich die zu betrachtenden Ereignisse für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 ab. Zusätzlich müssen noch Ereignisse aufgrund der Lagerung und Handhabung bestrahlter Brennelemente im Brennelementlagerbecken zu Beginn von Restbetrieb und Abbau des KKI 1 betrachtet werden.

Das bezüglich radioökologischer Auswirkungen abdeckende Ereignis für Restbetrieb und Abbau des KKI 1 ist die Beschädigung des Abwasserverdampfers nach einem Erdbeben. Dabei würde die Strahlenexposition in der Umgebung einen Wert von ca. 1 mSv betragen. Er liegt damit um mehr als eine Größenordnung unter dem in der StrISchV festgelegten maximalen Wert für die Störfallexposition von 50 mSv.

2 Standort

2.1 Zusammenfassende Beschreibung der Einordnung des Standortes in die Raumordnung und Landesplanung

Das Kernkraftwerk Isar 1 befindet sich auf dem gemeinsamen Betriebsgelände der Kernkraftwerke Isar 1 und Isar 2. Auf diesem Gelände befindet sich weiterhin das Standort-Zwischenlager in Niederaichbach zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen (KKI BELLA) und die Transportbereitstellungshalle.

Im Landesentwicklungsprogramm Bayern 2013 /3/ wird die Gemeinde Essenbach, in der im Wesentlichen der Standort des KKI liegt, zu den Stadt- und Umlandbereichen im ländlichen Raum gezählt. Das Bayerische Staatsministerium des Innern hat die Gemeinde Essenbach im Jahre 1998 zum „Markt“ (Markt Essenbach) erhoben. Die Verleihung dieses Titels dokumentiert die positive Entwicklung der Gemeinde in den letzten Jahrzehnten /4/.

Die in der Nähe des Standortes liegende Stadt Landshut wird zu den Oberzentren gerechnet, die Schwerpunkte der Entwicklung darstellen. Der Standort liegt an der Entwicklungsachse Landshut-Dingolfing, die parallel zur Isar verläuft.

Die kreisfreie Stadt Landshut und die Landkreise Landshut und Dingolfing-Landau liegen in der Region Landshut. Die kreisfreie Stadt Landshut sowie die Landkreise Landshut und Dingolfing-Landau sind als ländlicher Raum ausgewiesen.

Der ländliche Raum soll unter Berücksichtigung seiner naturräumlichen, landwirtschaftlichen, siedlungsstrukturellen und kulturellen Eigenart sowie seiner gewachsenen Struktur durch die weitere Verbesserung der infrastrukturellen, ortsgestalterischen, wirtschaftlichen, ökologischen, sozialen und kulturellen Verhältnisse als eigenständiger Lebensraum bewahrt und weiterentwickelt werden.

Auf der Grundlage des Landesentwicklungsprogramms Bayern wurde von der Bayerischen Staatsregierung im Jahre 1978 im Rahmen des „Energieprogramms für Bayern“ ein Standortsicherungsplan für Wärmekraftwerke /5/ aufgestellt. Der darin aufgeführte Standort (Planungsregion 13, Landkreis Landshut, Gemarkung Ohu) wurde zwischenzeitlich für den Bau und den Betrieb der beiden Kernkraftwerke des KKI genutzt.

2.2 Geographische Lage

Der Standort des KKI liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Essenbach, die zum Landkreis Landshut im Regierungsbezirk Niederbayern gehört. Der Standort weist die Koordinaten $12^{\circ} 17'$ östlicher Länge und $48^{\circ} 36'$ nördlicher Breite auf und liegt am linken Isarufer bei Flusskilometer 61 westlich der Staustufe Niederaichbach. Die mittlere Geländehöhe im aufgeschütteten Bereich beträgt 375,4 m ü. NN. Das Isartal verläuft am Standort in ONO-Richtung. Der ebene Talgrund ist etwa 4 km breit. Der Stausee Niederaichbach mit einer Größe von 140 ha begrenzt das Standortgelände im Süden. Etwa 1,5 km flussaufwärts bis 4 km flussabwärts vom Standort treten bewaldete Höhenzüge dicht bis an das gegenüberliegende rechte Isarufer heran. Sie bilden ein Steilufer, das den Standort teilweise um mehr als 100 m überragt. Die Höhenzüge im Nordwesten des Standortes beginnen dagegen erst in einer Entfernung von 4 km und erreichen nicht die gleiche Höhe wie auf der rechten Isarseite.

Die nächstgelegenen Orte sind:

- Niederaichbach (ca. 1,5 km, in Richtung O)
- Wörth a. d. Isar (ca. 3,7 km, in Richtung ONO)

Zur Gemeinde Essenbach gehörenden Ortsteile:

- Ohu (ca. 5,0 km, in Richtung WSW)
- Unterahrain (ca. 1,0 km, in Richtung W)
- Oberahrain (ca. 2,7 km, in Richtung W)

Etwa 10 km südwestlich des Standortes beginnt die geschlossene Bebauung der Stadt Landshut.

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

Die Großstadt München ist in südwestlicher Richtung ca. 85 km entfernt.

Weitere Details zur Lage des Standortes sind Abbildung 2 und Abbildung 3 zu entnehmen.

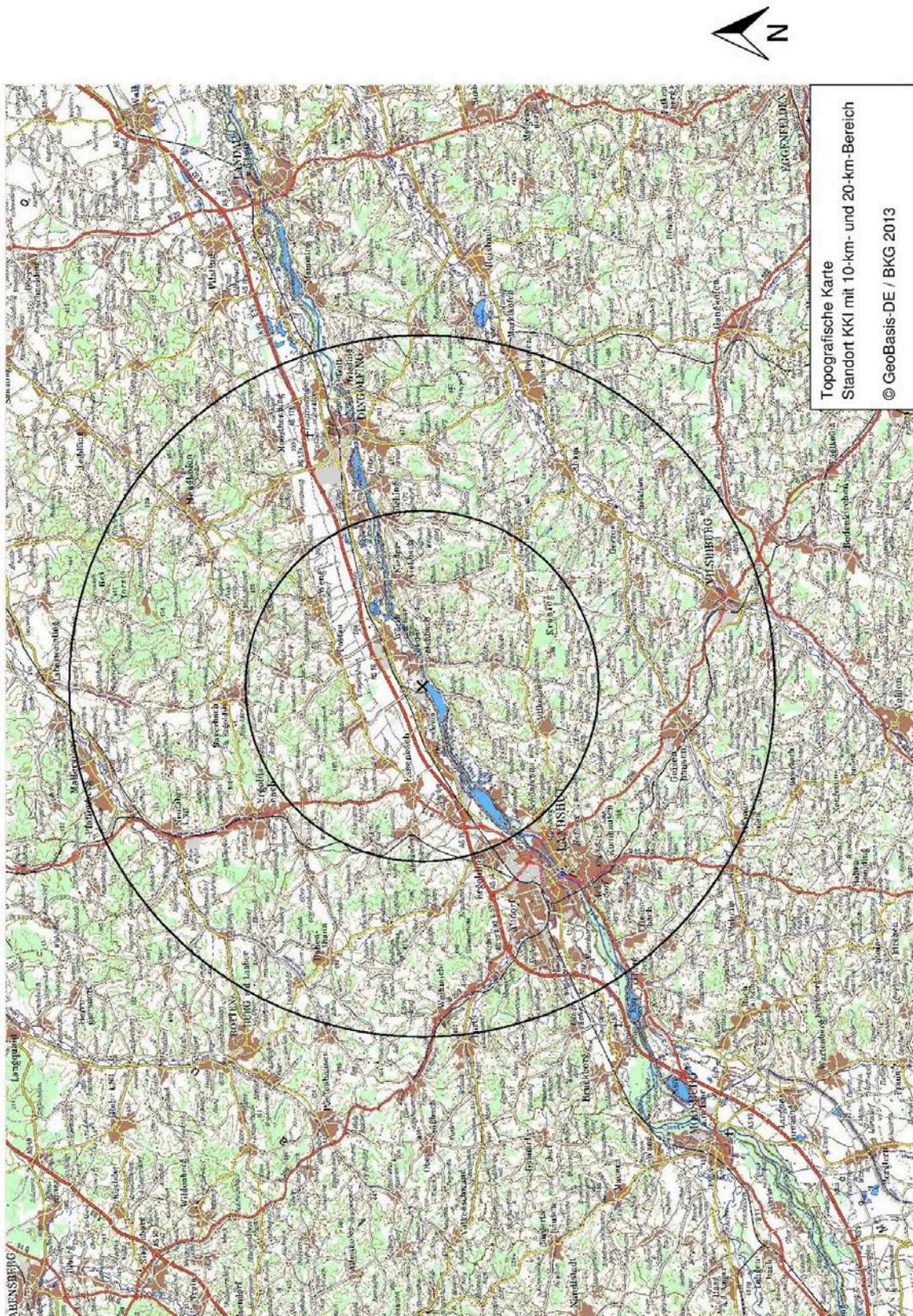


Abbildung 2: Standort KKI mit 10-km- und 20-km-Bereich

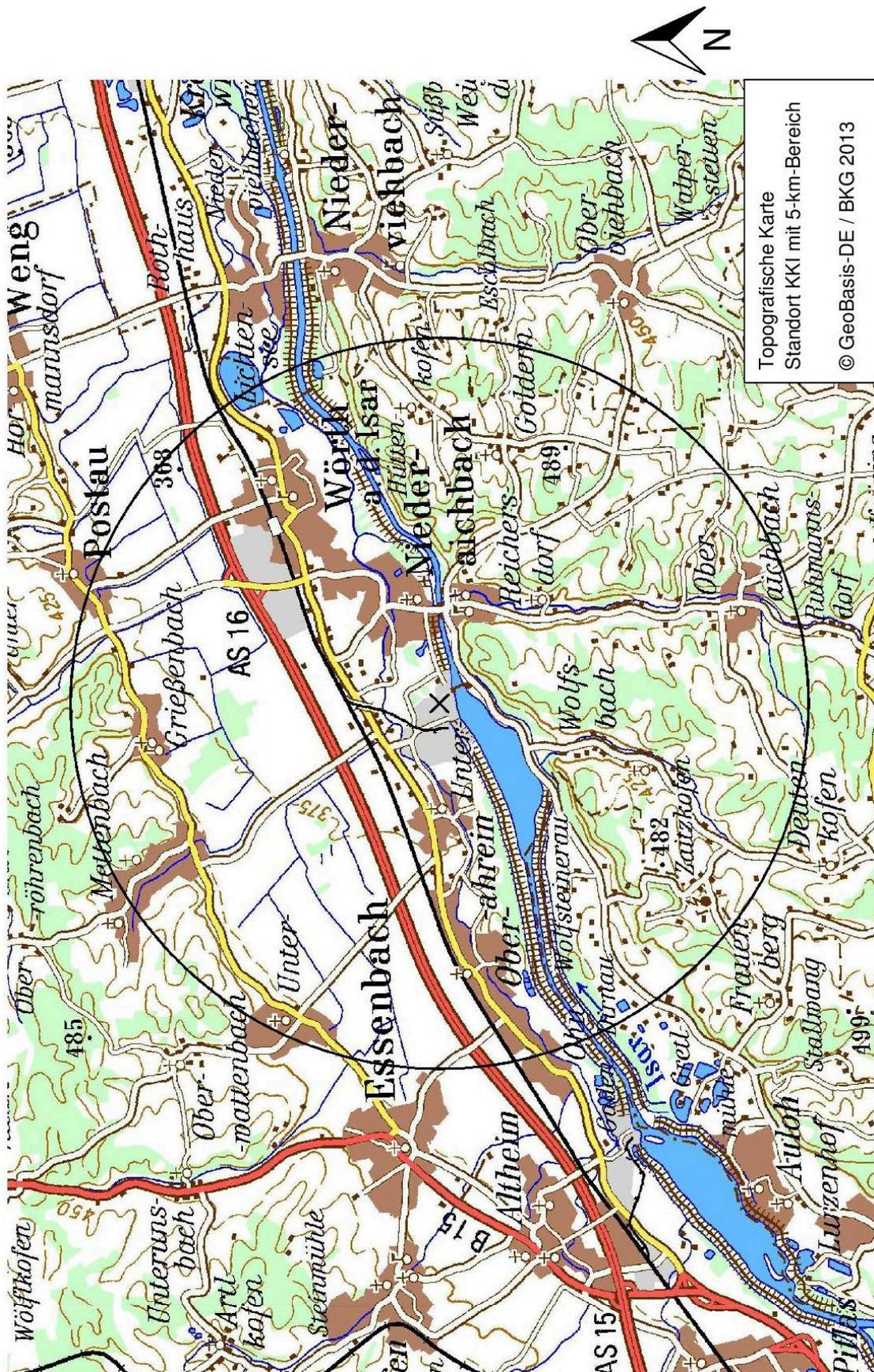


Abbildung 3: Standort KKI mit 5-km-Bereich

2.3 Besiedlung

2.3.1 Besiedlung im 10-km-Bereich

Im 10-km-Bereich um den Standort befinden sich ganz oder teilweise die Gemeinden:

- Bayerbach bei Ergoldsbach
- Postau
- Weng
- Wörth a. d. Isar
- Niederaichbach
- Niederviehbach
- Loiching
- Kröning
- Adlkofen
- Landshut
- Ergolding
- Essenbach
- Ergoldsbach

Die Einwohnerzahlen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Angaben beziehen sich jeweils auf das gesamte Gemeindegebiet, auch wenn Teile davon außerhalb des 10-km-Bereiches liegen.

Tabelle 1: Bevölkerung in den Gemeinden des 10-km-Bereiches am 31.12.2011 /6/

Gemeinde / Stadt	Richtung	Entfernung zum Standort in km	Einwohner
Bayerbach bei Ergoldsbach	N	11,2	1.754
Postau	NNO	5,4	1.643
Weng	NNO	6,7	1.400
Wörth a. d. Isar	ONO	3,7	2.452
Niederaichbach	O	1,5	3.697
Niederviehbach	O	6,7	2.519
Loiching	O	10,3	3.564
Kröning	SSO	7,2	1.917
Landshut (Gesamteinwohnerzahl)	WSW	13,0	64.258
Adlkofen	SSW	6,9	3.847
Ergolding	WSW	9,3	11.905
Essenbach	W	5,5	11.313
Ergoldsbach	NNW	11,6	7.504
Summe			117.773

2.4 Boden und Wassernutzung

2.4.1 Land- und Forstwirtschaft

2.4.1.1 Bodennutzung

Die Flächen der Gemeinden im 10-km-Bereich werden überwiegend land- bzw. forstwirtschaftlich genutzt. So entfallen ca. 60,8 % der Gemeindeflächen auf Landwirtschaftsflächen und ca. 24,1 % auf Waldflächen.

Von der landwirtschaftlich genutzten Fläche entfallen im Mittel ca. 91 % auf Ackerland. Hauptanbauprodukte sind Getreide (angebaut auf ca. 68 % des Ackerlandes) sowie Futterpflanzen (ca. 13 % des Ackerlandes). Die Nutzungsarten der Gemeindeflächen sind in Tabelle 2 enthalten /6/.

2.4.1.2 Wassernutzung

Im 10-km-Bereich befinden sich verschiedene Trinkwassergewinnungsanlagen (siehe auch Kapitel 2.4.1.3). Eine Berufsfischerei existiert nicht, die Gewässer werden z.T. für die Sportfischerei genutzt. Weiterhin wird Wasser aus den Gewässern für das Beregnen von landwirtschaftlich genutzten Flächen verwendet.

2.4.1.3 Natur-, Vogel-, Wasserschutzgebiete und FFH-Gebiete

Im 10-km-Bereich liegen die Naturschutzgebiete
(Angaben mit Gebiets-Nummer und Bezeichnung)

- NSG-00474.01 „Walperstettener Quellmoor“
(ca. 7,8 km südöstlich, Größe ca. 4 ha),
- NSG-00593.01 „Ehemaliger Standortübungsplatz Landshut mit Isarleite“
(ca. 6,5 km südöstlich, Größe ca. 280 ha)

die FFH-Gebiete

(Angaben mit Gebiets-Nummer und Bezeichnung)

- 7537-301 „Isarauen von Unterföhring bis Landshut“
(Gesamtgebiet, Größe ca. 5276 ha),
- 7439-371 „Leiten der Unteren Isar / Isarleiten bei der Gretmühle“
(ca. 0,6 km südöstlich, Größe ca. 642,6 ha),
- 7341-301 „Unteres Isartal zwischen Niederviehbach und Landau“
(ca. 8 km östlich, Größe ca. 276 ha),

- 7442-301 „Niedermoore und Quellsümpfe im Isar-Inn-Hügelland“
(ca. 7,8 km südöstlich, Größe ca. 25 ha),
- 7341-371 „Mettenbacher; Griesenbacher und Königsauer Moor (Unteres Isartal)“
(in Teilstücken ca. 2 bis 3 km nördlich, Größe ca. 220,6 ha),

das Vogelschutzgebiet

(Angaben mit Gebiets-Nummer und Bezeichnung) und

- 7341-471 „Wiesenbrütergebiet im Unteren Isartal“
(ca. 1,7 km nördlich, Größe ca. 1386 ha)

sowie die Wasserschutzgebiete

(Angaben mit Gebiets-Nummer und Bezeichnung)

- 2210743900150 Wasserschutzgebiet Landshut
(ca. 1,5 km südwestlich, Größe ca. 116,2 ha),
- 2210743900151 Wasserschutzgebiet Essenbach (festgesetzt)
(ca. 5 km westlich, Größe ca. 65,1 ha),
- 2210743900222 Wasserschutzgebiet Essenbach (planreif)
(ca. 5 km westlich, Größe ca. 108,8 ha) und
- 220174400029 Wasserschutzgebiet Kröning
(ca. 10,5 km südöstlich, Größe ca. 109,8 ha).

Die Gemeinden des 10-km-Bereiches verfügen darüber hinaus über Erholungsflächen (siehe Tabelle 2).

2.4.2 Entwicklungstendenzen

Für die landwirtschaftlichen Betriebe in der Umgebung des Standortes wird eine Verbesserung der Ertragslage angestrebt. Dabei soll die Bodenfruchtbarkeit und die Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource nachhaltig gesichert und verbessert werden.

Die Pflege und der Erhalt der Wälder sind vorrangige Ziele der Forstwirtschaft in der Umgebung des Standortes des KKI.

Tabelle 2: Gemeindeflächen nach Nutzungsarten (Flächenangaben in ha), Stand 31.12.2011

Gemeinde	Fläche										
	gesamt	Davon								darunter	
		Gebäude- und Freifläche	Betriebs- fläche	Erholungs- fläche	Verkehrs- fläche	Landwirt- schafts- fläche	Wald- fläche	Wasser- fläche	Flächen anderer Nutzung	Siedlungs- und Ver- kehrsfläche	
Bayerbach bei Ergoldsbach	2.542	113	21	5	83	1.742	567	5	6	210	
Postau	3.485	105	6	2	138	2.308	884	32	10	248	
Weng	1.562	75	3	3	69	1.041	354	14	3	150	
Wörth a. d. Isar	484	131	17	31	60	234	3	5	3	238	
Niederaichbach	3.408	196	14	9	132	1.990	947	92	28	350	
Niederviehbach	2.964	152	4	21	128	1.689	841	112	17	302	
Loiching	3.891	223	19	13	198	2.368	1.000	61	9	438	
Kröning	3.960	129	34	6	163	2.379	1.234	15	1	301	
Adlkofen	4.784	227	24	6	198	3.179	1.114	16	19	436	
Landshut	6.581	1.395	53	119	559	2.860	1.059	230	306	2.117	
Ergolding	3.717	385	32	16	261	1.957	985	67	13	679	
Essenbach	8.361	545	58	21	487	5.188	1.641	342	79	1.065	
Ergoldsbach	5.702	324	7	12	253	3.553	1.527	15	12	592	
Summe	51.441	4.000	292	264	2.729	30.488	12.156	1.006	506	7.126	

2.5 Gewerbe- und Industriebetriebe, militärische Anlagen, Mineralöl- und Gasfernleitungen

2.5.1 Gewerbe- und Industriebetriebe

In und um Landshut sind vor allem Betriebe folgender Branchen vertreten /6/:

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

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

2.5.2 Militärische Anlagen

Es befinden sich keine militärischen Anlagen in der Nähe des Standortes. Die etwa 4,5 km südwestlich des Standortes gelegene Schießanlage Dirnau der Bundeswehr wurde aus der Verwendung des Bundes entlassen.

2.5.3 Mineralöl- und Gasfernleitungen

Die Abbildung 4 zeigt den Verlauf der Gasfernleitungen im 10-km-Bereich. Mineralölfernleitungen befinden sich im 10-km-Bereich des Standortes nicht.

In einer Entfernung von ca. 15 km in südwestlicher Richtung verläuft eine Leitung für petrochemische Produkte.

Die kürzeste Entfernung einer Gasleitung zum Standort beträgt ca. 1 km (nördliche Richtung, in Abbildung 4 dargestellt). Diese Gasleitung verläuft durch den 10-km-Bereich in etwa parallel zur Bundesautobahn A 92. In ca. 5 km Entfernung vom Standort (westliche Richtung) zweigt von dieser Gasleitung eine weitere Leitung ab. Diese abzweigende Leitung verläuft in nördliche Richtung und verlässt in NNW-Richtung den 10-km-Bereich.

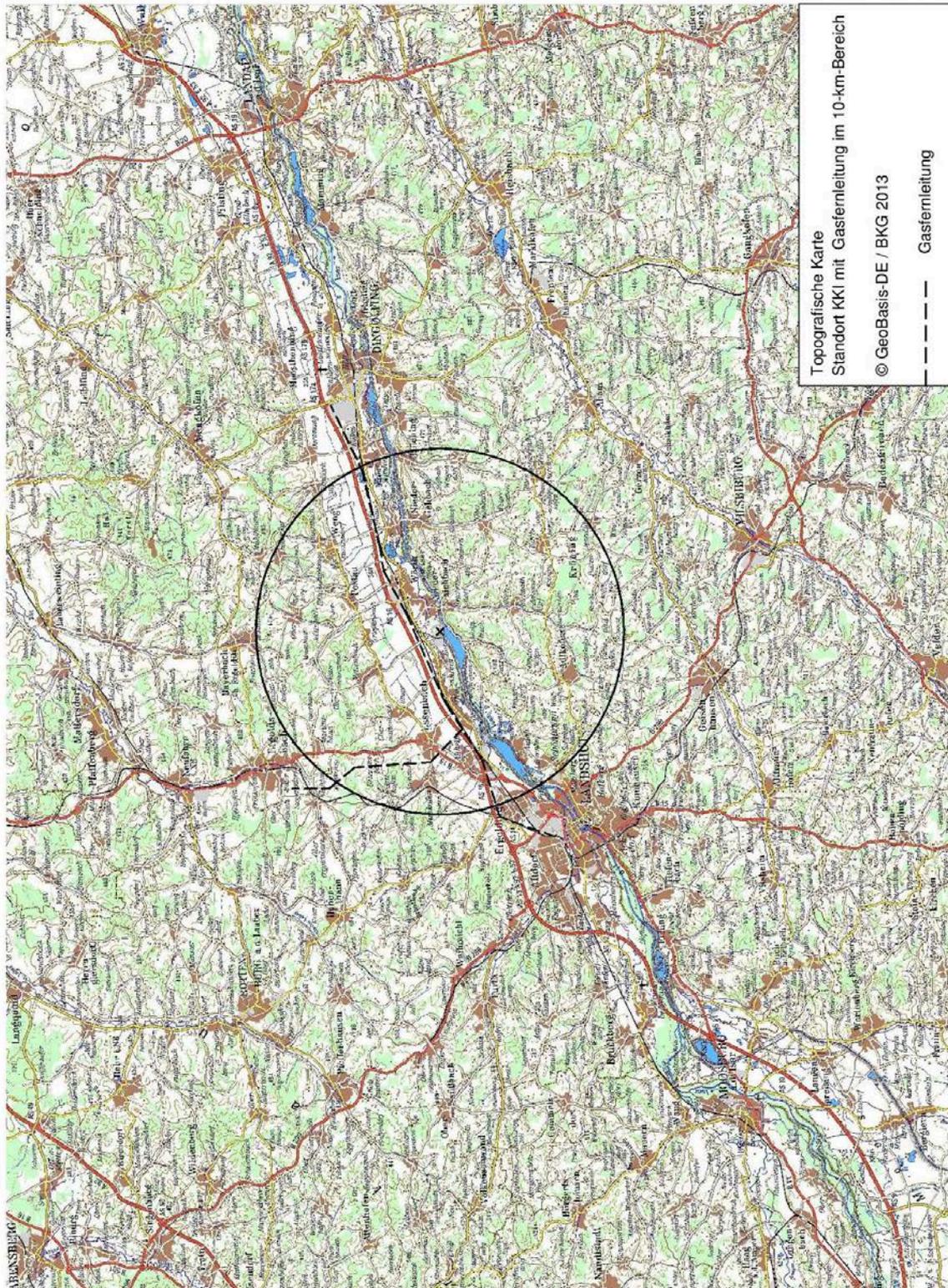


Abbildung 4: Standort KKI mit Gasfernleitungen im 10-km-Bereich

2.5.4 Entwicklungstendenzen

Obleich der Anteil der Industrie am Sozialprodukt in der langfristigen Perspektive gefallen ist, stellt die industrielle Produktion nach wie vor die Basis für die ökonomische Entwicklung in Bayern dar, zumal zahlreiche Dienstleistungsarbeitsplätze unmittelbar von diesem Sektor abhängen. Vor diesem Hintergrund kommt auch zukünftig der weiteren industriellen Entwicklung in der Umgebung des Standortes eine entscheidende Rolle zu. Diese Entwicklung wird auch eine weitere Expansion des Handwerkes begünstigen.

2.6 Verkehrswege

2.6.1 Straßen

Durch den 10-km-Bereich führen die Bundesautobahn A 92 sowie eine Reihe von Bundes-, Staats- und Kreisstraßen. Für den Standort KKI besteht Anschluss an die Kreisstraße zwischen Wörth und Landshut.

2.6.2 Eisenbahn

Durch den 10-km-Bereich führen zwei Eisenbahnstrecken /7/:

- Landshut - Bayerisch Eisenstein
- München - Landshut - Regensburg

Die Bahnstrecke Landshut - Bayerisch Eisenstein passiert den Standort in einer Entfernung von ca. 700 m in Richtung NNW. An dieser Strecke besitzt der Standort KKI einen Gleisanschluss. Die Strecke München - Landshut - Regensburg verläuft in ca. 8 km Entfernung im Westen des Standortes.

Der dem Standort KKI nächst gelegene Bahnhof ist Wörth a. d. Isar (ca. 3 km nordöstlich). Der nächst gelegene Bahnhof mit Rangierbetrieb befindet sich in Landshut.

2.6.3 Wasserstraßen

Im 10-km-Bereich um den Standort liegen keine Wasserstraßen.

2.6.4 Luftstraßen und Flugplätze

2.6.4.1 Luftverkehrsstraßen

Über den Standort KKI verlaufen keine Luftverkehrsstraßen. Die Bestimmungen für den zivilen Luftverkehr enthalten keine konkreten Angaben über Mindestflughöhen über Kernenergieanlagen, sondern führen aus, dass diese Anlagen in einem ausreichenden Abstand zu umfliegen bzw. beim Überflug die Bestimmungen über die generellen Sicherheitsmindesthöhen (gemäß § 6 Luftverkehrsordnung) genauestens zu beachten sind. Der Standort KKI ist als „Flugbeschränkungsgebiet ED-R 27 (Isar)“ ausgewiesen. Für den Luftraum über dem Standort besteht für den militärischen Flugbetrieb ein Überflugverbot in einem Umkreis von 1,5 km und unterhalb von 600 m über Grund.

2.6.4.2 Tieffluggebiete

Im 10-km-Bereich befindet sich eine Nachttiefflugstrecke. Diese Nachttiefflugstrecke durchquert den 10-km-Bereich des Standortes von Nord nach Süd. Die Strecke hat eine Breite von 10 km. Die kürzeste Entfernung dieser Strecke zum Standort beträgt 4 km (Streckenrand) in östlicher Richtung.

2.6.4.3 Flugplätze/Flugbewegungen

Im 10-km-Bereich des Standortes befinden sich keine zivilen und militärischen Flugplätze. In einer Entfernung von ca. 46 km in WSW-Richtung befindet sich der Flughafen München-Franz-Josef-Strauß.

2.6.4.4 Kontrollzonen und Luftraumbeschränkungsgebiete

Der gesamte 10-km-Bereich um den Standort gehört zum Fluginformationsgebiet (Sektor) München.

2.6.5 Entwicklungstendenzen

Der Flughafen München-Franz-Josef-Strauß hat als Drehscheibe und Knotenpunkt für die interkontinentale Luftverkehrsanbindung ganz Bayerns und die nationale und interkontinentale Luftverkehrsanbindung Südbayerns eine weitreichende Bedeutung. Erforderliche Strukturmaßnahmen im Zusammenhang mit diesem Verkehrsflughafen sollen weiterhin bevorzugt verwirklicht werden, insbesondere die Verknüpfung mit dem schienengebundenen Nah- und Fernverkehr sowie eine noch bessere Anbindung an das regionale und überregionale Straßennetz /3/.

2.7 Meteorologische Verhältnisse

Zur Beurteilung der Ausbreitungsverhältnisse am Standort werden folgende meteorologischen Größen beispielhaft aus dem Jahr 2011 genannt:

- Windrichtung in 130 m Höhe, gemessen mit einem SODAR-System
- Windgeschwindigkeit in 130 m Höhe, gemessen mit einem SODAR-System
- Diffusionsklasse aus den Windgeschwindigkeitsfluktuationen in 130 m Höhe

Diese Größen sind als zehnmünütige Mittelwerte mit der kraftwerkseigenen Instrumentierung, die nach der KTA 1508 /8/ ausgelegt ist, gemessen und statistisch ausgewertet worden.

In dem vorliegenden Sicherheitsbericht wurden Stundenwerte der Niederschlagsintensität der Deutschen Wetterdienststation Landshut-Reithof (48,5744° Nord, 12,2589° Ost), welche sich ca. 4 km südwestlich des KKI 1 befindet, verwendet.

Die Auswertungen zeigen, dass es keine standortspezifischen Abweichungen von der süddeutschen Gesamtwetterlage gibt. Es zeigen sich gegenüber vergleichbaren Standorten keine besonderen Auffälligkeiten. Die Hauptwindrichtung ist wie in Süddeutschland allgemein üblich aus Südwest bis West bei mittleren Windgeschwindigkeiten von über 4 m/s (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6).

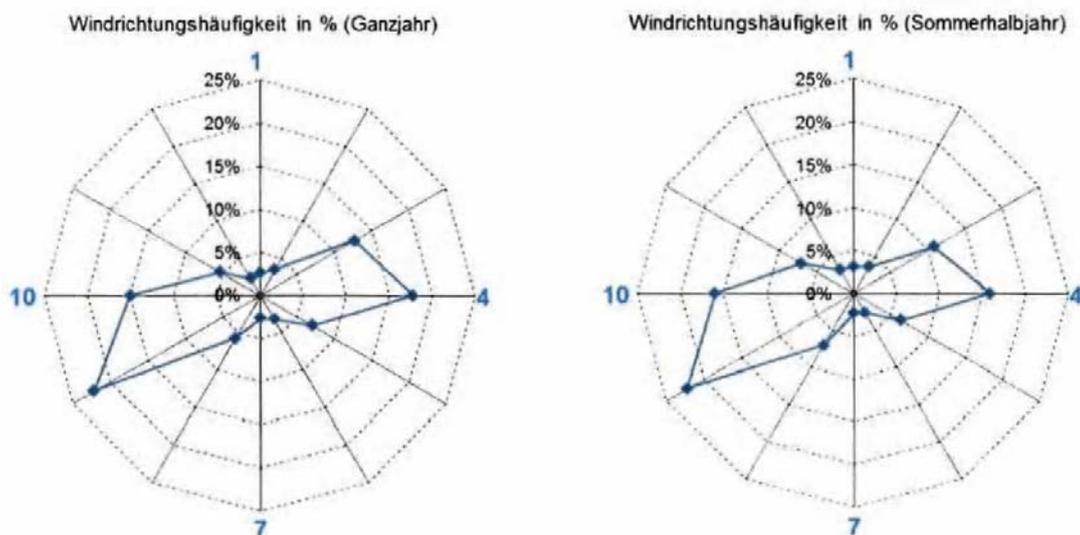


Abbildung 5: Windrichtungshäufigkeit am Standort KKI im Jahr 2011; Messhöhe 130 m über Grund (links: Ganzjahr, rechts: Sommerhalbjahr)

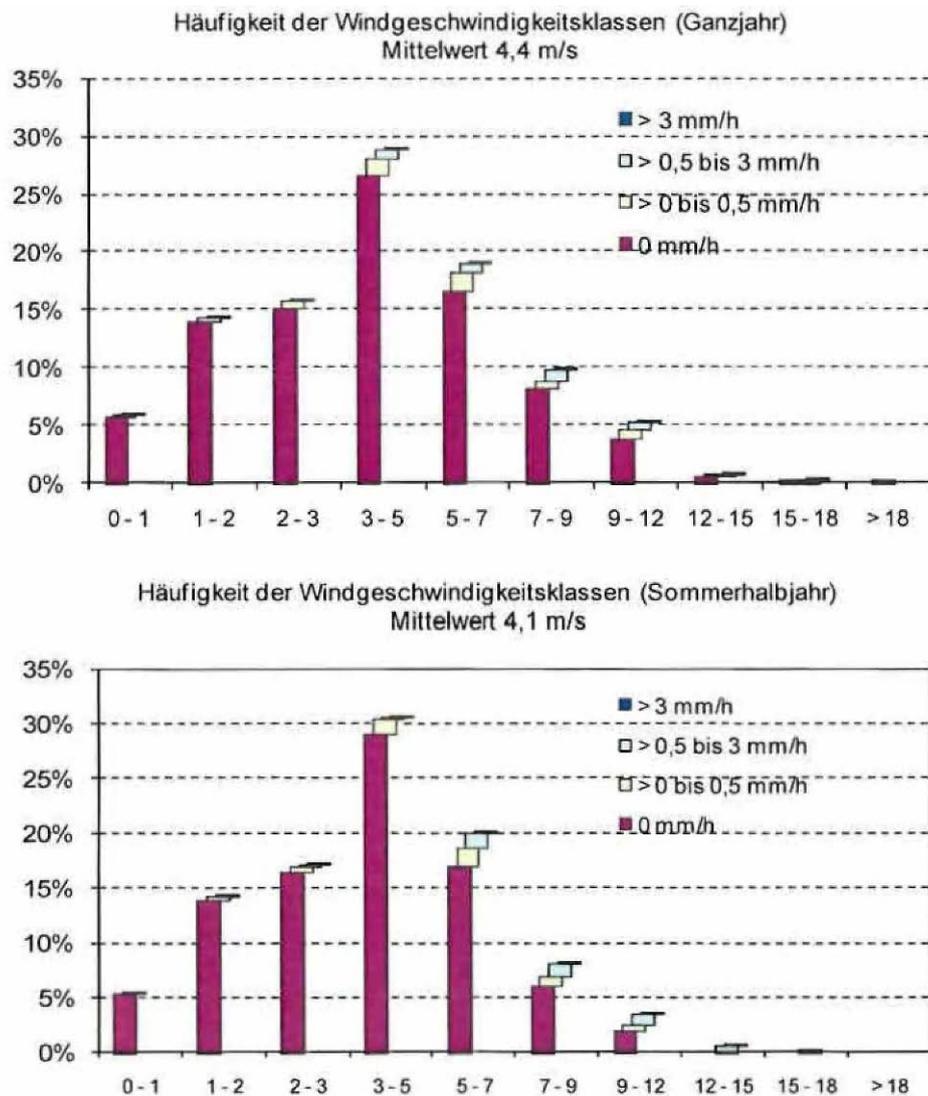


Abbildung 6: Häufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen (untergliedert nach Niederschlagsintensitätsklassen) am Standort des KKI im Jahr 2011; Messhöhe: 130 m über Grund (oben: Ganzjahr, unten: Sommerhalbjahr)

2.8 Geologische Verhältnisse

2.8.1 Geologische und tektonische Verhältnisse am Standort

Der Standort liegt in dem ausgedehnten nördlichen Molassebecken vor dem Alpen-Nordrand, welches sich von der Schweiz bis nach Österreich erstreckt. Die Molasse ist eine mächtige Folge von tonig-schluffigen, sandigen und kiesigen Ablagerungen, die in einer Vorsenke vor den Alpen während der Heraushebung des Gebirgskörpers im Tertiär gebildet wurden.

Die am Standort anstehenden Bodenschichten gehören bis zu einer Tiefe von mindestens 150 m zur oberen Süßwassermolasse. Die gesamte Mächtigkeit der Molasse-Ablagerungen am

Standort kann aufgrund von Bohrungen im südbayerischen Raum auf rund 1.000 m geschätzt werden. In noch größerer Tiefe folgen Mergel und Sandsteine, die aus der Oberkreidezeit stammen.

Am Standort liegt die ungefaltete Molasse vor, die horizontal gelagert ist. Unter einer dünnen Mutterbodendecke stehen bis in eine Tiefe von 4 bis 7 m unter Gelände Sande und Kiese an, die quartäre Ablagerungen der Isar darstellen.

Darunter liegt die mächtige Folge der Oberen Süßwassermolasse, deren Schichtfolge am Standort in zwei Hauptgruppen unterteilt werden kann:

- die obere Schotterfolge und
- das Liegende mit Feinkies bis Mittelsanden, Schluffen und Tonen.

Grundwasser tritt am Standort in zwei getrennten Grundwasserstockwerken auf:

- oberes Grundwasserstockwerk in den quartären Flusskiesen und
- unteres Grundwasserstockwerk im Molasseschotter

Der mittlere Durchlässigkeitsbeiwert beträgt für das obere Stockwerk 1 bis $5 \cdot 10^{-2}$ m/s und für das untere 10^{-3} bis 10^{-4} m/s.

2.9 Hydrologische Verhältnisse

2.9.1 Oberflächengewässer

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

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

Hochwasser

Das KKI 1 befindet sich auf der aufgeschütteten Kraftwerksplanie (Höhe 375,4 m ü. NN). Die Isarseitendämme haben eine Höhe von 377,0 m ü. NN.

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

Bei Hochwasserabflussmengen, die bei einem Hochwasser mit einer Überschreitenswahrscheinlichkeit von $\leq 1 \times 10^{-4}$ /Jahr zu erwarten sind, kann es oberstromig linksseitig zu einem Dambruch kommen, der das Vorland überflutet. Der sich unter diesen Bedingungen einstellende Wasserstand liegt unterhalb des Kraftwerksplanums.

2.9.2 Grundwasser

Der Grundwasserspiegel liegt am Standort in etwa 5 - 6 m Tiefe unter dem natürlichen Gelände. Die quartären Isarschotter und die darunter liegenden jungtertiären Schotter der Molasse sind unterschiedlich stark durchlässig. Die Durchlässigkeitsbeiwerte liegen zwischen 10^{-2} und 10^{-4} m/s. Sie nehmen nach der Tiefe hin ab.

Der talwärts gerichtete quartäre Grundwasserstrom wird von den Niederschlägen im Isartal und dem benachbarten Hügelland gespeist. Die Fließgeschwindigkeiten des quartären Grundwasserstroms betragen bei einem mittleren Gefälle von 1 bis 2 ‰ zwischen Dezimetern und wenigen Metern pro Tag. Die Schwankung des Grundwasserspiegels beträgt an einem Ort im Standortbereich maximal 0,5 m.

Der Grundwasserspiegel hängt im Wesentlichen von dem jeweiligen Unterwasserspiegel des Wasserkraftwerkes Niederaichbach ab. Der höchste Grundwasserspiegel wird üblicherweise bei Auftreten von Hochwasser, der niedrigste gewöhnlich im Herbst und Winter beobachtet.

Für das Standortgelände sind

ein höchster Grundwasserspiegel von ca. 370,7 m ü. NN im Westen
und

ein tiefster Grundwasserspiegel von ca. 369,2 m ü. NN im Osten

anzunehmen.

2.10 Seismische Verhältnisse

Das untere Isartal, zu dem der Standort gehört, liegt in einem geologisch ungestörten Raum und gilt als eine nahezu erdbebenfreie Zone. Alle Bewegungen am sogenannten „Landshut-Neuöttinger Hoch“, auf dem sich der Standort befindet, sind abgeschlossen. Bedeutendere geologische Störungen oder sonstige tektonische Elemente, an die Erdbeben geknüpft sein können, finden sich erst am Alpenrand oder in der Fränkischen Alb wieder.

2.11 Radiologische Vorbelastung

Unter der radiologischen Vorbelastung des Standortes versteht man die Exposition, die aus Direktstrahlung, Streustrahlung und Ableitungen von anderen kerntechnischen Einrichtungen in der Umgebung der zu betrachtenden Anlage resultiert. Einen wesentlichen Beitrag liefern außerdem medizinische Einrichtungen, in denen mit radioaktiven Stoffen im Rahmen einer Genehmigung nach Strahlenschutzverordnung umgegangen wird.

Auf die radiologische Vorbelastung des KKI wird in Kapitel 8.5 (Strahlenexposition in der Umgebung) eingegangen.

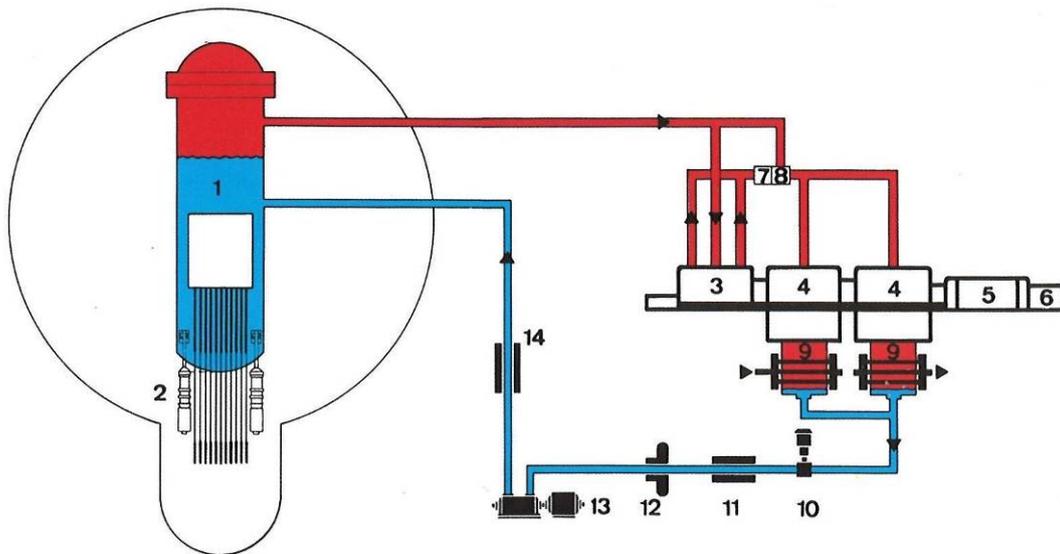
3 Das KKI 1

In Kapitel 3.1 wird das Kernkraftwerk Isar 1 (KKI 1) allgemein beschrieben. Im Kapitel 3.2 werden der technische und im Kapitel 3.3 der radiologische Ausgangszustand der Anlage zu Beginn von Restbetrieb und Abbau der Anlage dargestellt. Im Kapitel 3.4 wird die radiologische Datenaufnahme bzw. das Vorgehen bei der radiologischen Beprobung der Anlage erläutert.

3.1 Allgemeine Beschreibung

Beim KKI 1 handelt es sich um einen Siedewasserreaktor des Herstellers KWU (Kraftwerk Union, jetzt AREVA) der Baulinie 69 mit einem Reaktorkern aus 592 Brennelementen. Die Anlage hat bei einer thermischen Leistung von 2575 MW eine elektrische Bruttoleistung von 912 MW.

Die nukleare Wärmeerzeugungsanlage einer Siedewasserreaktoranlage besitzt nur einen Kreislauf. Im Reaktordruckbehälter wird Wärme durch die Kernspaltung des Uranbrennstoffes im Reaktorkern erzeugt. Dadurch wird das Kühlmittel Wasser auf Siedetemperatur erhitzt, wobei ein Teil verdampft. Dieser Dampf wird getrocknet und verlässt den Reaktor als Sattdampf und wird direkt dem Hochdruckteil der Turbine zugeführt. Nach dem Hochdruckteil strömt der teilweise entspannte Dampf durch Niederdruckteile der Turbine. Der nun völlig entspannte Abdampf wird zu Wasser kondensiert und über den Speisewasserbehälter mittels Pumpen dem Reaktor zur erneuten Dampferzeugung wieder zugeführt. Wasser und Dampf in diesem Kreislauf sind durch den direkten Kontakt mit dem Reaktorkern radioaktiv kontaminiert. In der Abbildung 7 ist die prinzipielle Arbeitsweise eines Siedewasserreaktors dargestellt.



Prinzipschaltung des Kraftwerkes

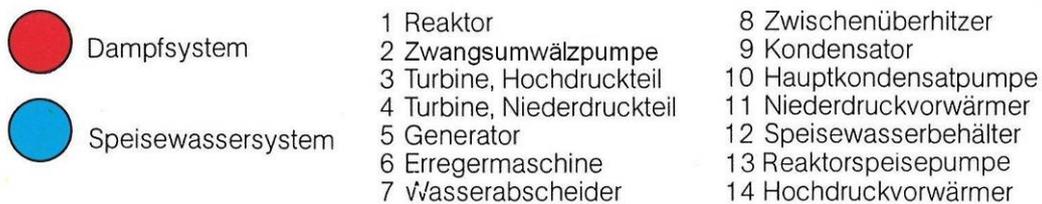


Abbildung 7: Prinzipielle Darstellung der Arbeitsweise eines Siedewasserreaktors

Die dargestellten Systeme und Anlagenteile sind in dem Reaktorgebäude und in dem Maschinenhaus angeordnet.

Darüber hinaus gibt es weitere Systeme und Anlagenteile, die mit radioaktiven Stoffen in Berührung treten oder treten könnten. Diese sind ebenfalls innerhalb des Kontrollbereiches angeordnet.

Zum Kontrollbereich gehören folgende Gebäude:

- Reaktorgebäude ZA
- Maschinenhaus ZF
- Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager ZC
- Teile des Werkstattgebäudes ZL0
- Teile des Betriebs-, Warten- und Schaltanlagegebäudes ZE
- Fortluftkamin
- Bereitstellungshalle ZT

Das KKI 1 wurde innerhalb einer Ringstraße errichtet. Parallel zur nördlichen Seite des Reaktorgebäudes ZA und des Maschinenhauses ZF ist das Warten-, Betriebs- und Schaltanlagegebäude ZE angebaut. An der westlichen Längsseite des Reaktorgebäudes befindet sich das Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager ZC. Die zwei Notstromdieselgebäude ZK0 und ZK1 stehen räumlich getrennt voneinander. Das Dieselgebäude ZK0 ist an der freien Stirnseite des Maschinenhauses angebaut und das Dieselgebäude ZK1 liegt eingebettet zwischen Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager ZC und dem Betriebsmittelgebäude ZV. Das Gas-Flaschenlager befindet sich am Dieselgebäude ZK0.

Das Feuerwehrrätehaus ZY10 befindet sich neben dem Verwaltungs- und Pförtnergebäude. Vom KKI 1 durch die Ringstraße getrennt, befindet sich das Brennelementbehälterlager Isar (KKI BELLA) für beide Kernkraftwerke am Standort.

Im südlichen Bereich befinden sich die Bauwerke ZP zur Kühlwasserbereitstellung, der Kühlwasserablaufkanal, das Kühlwasserrückgabebauwerk, die Kühlturmanlage und die zugehörigen Kanäle. Im nördlichen Bereich, getrennt durch die Ringstraße, liegen die konventionellen Kraftwerkshilfsanlagenbauwerke, die Bereitstellungshalle ZT und das Verwaltungsgebäude ZY0.

3.1.1 Reaktorgebäude ZA

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

Die Außenwände wurden weitgehend luftdicht ausgebildet, damit durch den Betrieb von Be- und Entlüftungsanlagen eine gerichtete Luftströmung im Gebäude aufrechterhalten werden kann und mögliche radioaktive Stoffe in der Raumluft nicht nach außen gelangen.

Die Gebäudelasten werden mittels einer massiven Stahlbeton-Fundamentplatte auf den Baugrund übertragen.

Das Reaktorgebäude besitzt einen rechteckigen Grundriss von ca. 57 m x 31 m und eine Höhe von ca. 57 m. Es gehört vollständig zum Kontrollbereich der Anlage. Die Abbildung 10 zeigt als Übersicht einen Schnitt durch das Reaktorgebäude.

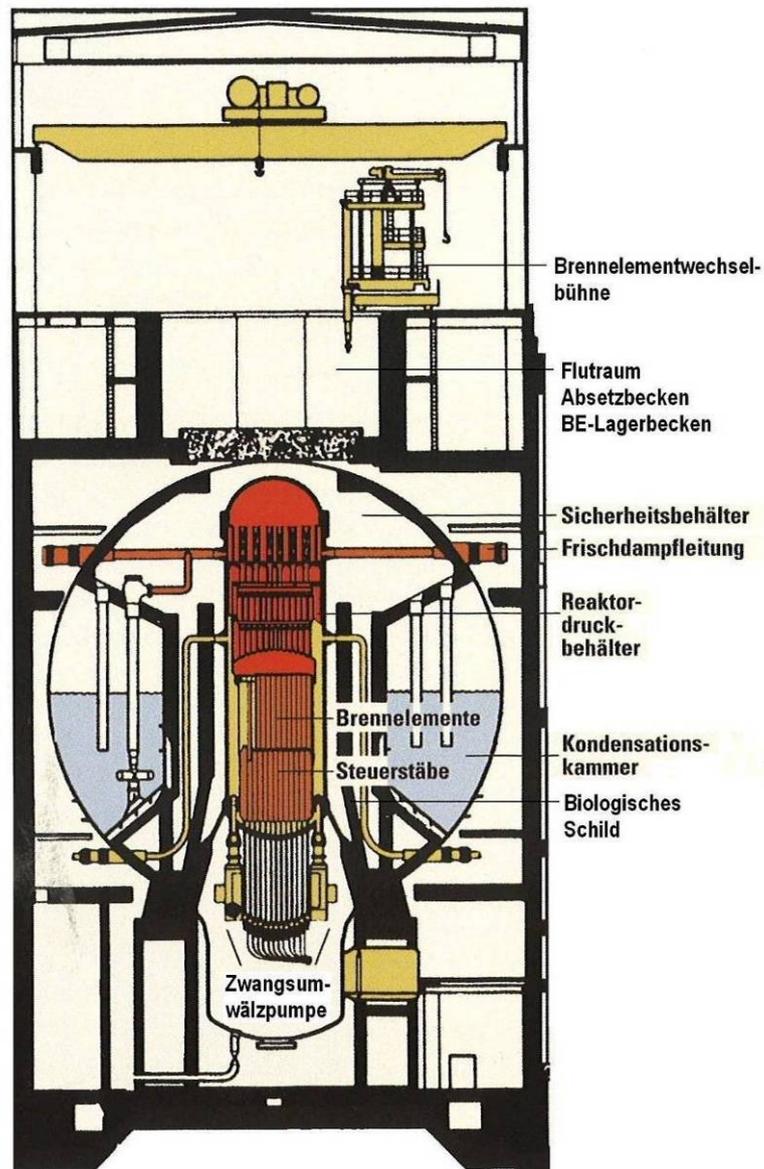


Abbildung 10: Prinzipdarstellung, Schnittbild des Reaktor Gebäudes ZA

Den Kern des Reaktor Gebäudes bildet der stählerne Sicherheitsbehälter, der unter anderem den Reaktor Druckbehälter beinhaltet (siehe Abbildung 11). Der Sicherheitsbehälter besteht aus Stahl mit einer Wandstärke von mindestens 21 mm und maximal 30 mm.

Innerhalb des Sicherheitsbehälters befinden sich die Systeme der nuklearen Wärmeerzeugungsanlage. Im Mittelpunkt befindet sich der Reaktor Druckbehälter. Der Reaktor Druckbehälter stellt die druckführende Umschließung für die nukleare Wärmequelle (Reaktorkern mit den Brennelementen aus Uranbrennstoff) dar.

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

Der Sicherheitsbehälter ist mit einer Personen- und einer Nebenschleuse ausgestattet. Außer den angeführten Schleusen enthält der Sicherheitsbehälter Montageöffnungen, die beim Leistungsbetrieb verschlossen waren.

In der Abbildung 11 wird der Sicherheitsbehälter mit den wesentlichsten Anlagenteile und Einrichtungen dargestellt.

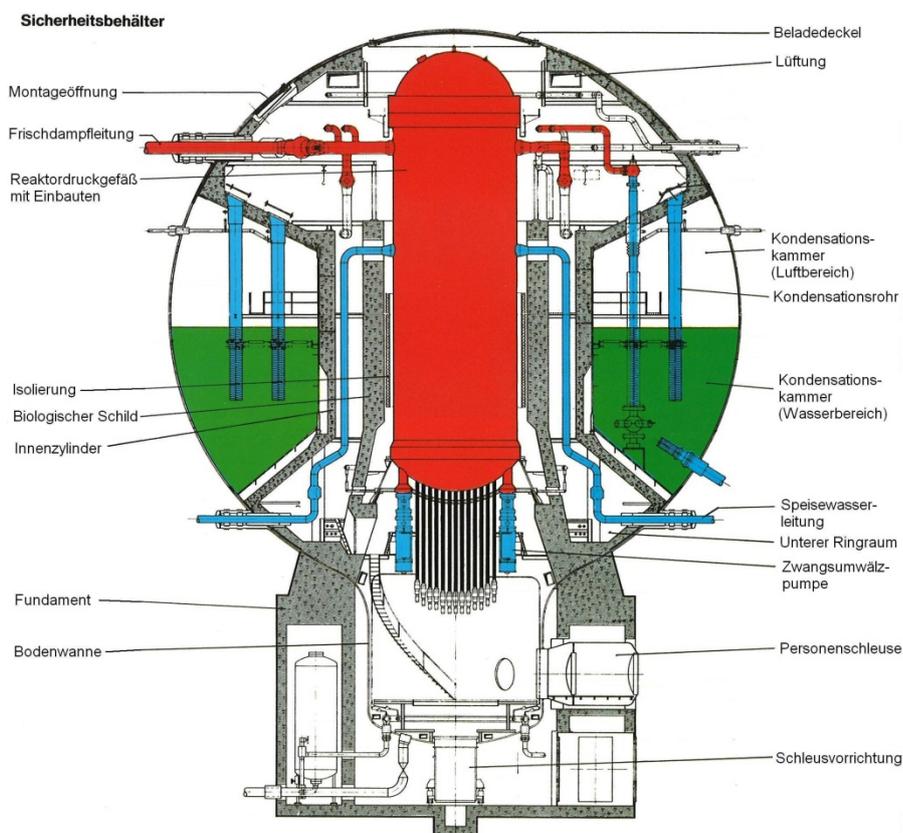


Abbildung 11: Prinzipdarstellung, Schnittbild Sicherheitsbehälter

Außerhalb des Sicherheitsbehälters sind im Reaktorgebäude weitere Anlagenteile und Systeme untergebracht. Im Wesentlichen sind dies die Reaktorhilfssysteme und die nukleare Abwasser- aufbereitungsanlage. Außerdem befinden sich dort das Brennelementlagerbecken für die Lagerung von bestrahlten Brennelementen und Defektstäben und der Bereich des Flutraum - Absetzbeckens. In dem Absetzbecken stehen zwei Abschirmtöpfe für die Lagerung der beiden Anlagenteile Wasserabscheider und Dampftrockner. Diese Anlagenteile wurden während der

Brennelementwechsel und der Revisionsarbeiten zum Schutz vor Strahlung unter Wasser in diese Abschirmtöpfe abgestellt.

Das Brennelementlagerbecken reicht von +27,20 m bis zur Höhe des Reaktorbedienungsflures bei +39,40 m. Es hat eine Grundfläche von 11,20 m x 10,55 m.

Die wesentlichsten Anlagenteile des Reaktorgebäudes (siehe auch Abbildung 10 und Abbildung 11) sind:

Der Sicherheitsbehälter mit:

- Reaktordruckbehälter einschließlich seinen Einbauten
- Kondensationskammer einschließlich darin enthaltenen Sicherheitseinrichtungen
- Frischdampfleitungen / Speisewasserleitungen
- Biologischem Schild
- Kühlmittelumwälzpumpen (Zwangsumwälzpumpen, Axialpumpen)

Weitere Systeme und Anlagenteile, die außerhalb des Sicherheitsbehälters angeordnet sind, verteilen sich im Reaktorgebäude auf die Ebenen z. B.:

Ebene - 6,50 m / -3,30 m:

- Pumpen und Einrichtungen des Zwischen- und Nachkühlsystems, Pumpen der Ölversorgung,
- Pumpen, Behälter und Einrichtungen der nuklearen Abwasseraufbereitung- und Verdampferanlage

Ebene 0,00 m:

- Pumpen und Einrichtungen der Neben- und Zwischenkühlwassersysteme, der nuklearen Abwasser- und Konzentrataufbereitung, des Nachspeise- und des Einspeisesystems
- Personenschleuse, Nebenschleuse, Zugang zum Maschinenhaus, diverse Lastenaufzüge

Ebene + 2,60 m:

- Nachkühler des Nachkühlsystems

Ebene + 5,50 m / + 7,00 m:

- Lagerbeckenpumpe, Lagerbeckenkühler des Lagerbeckenkühl- und -reinigungskreislaufes
- Behälter der Konzentrataufbereitung

Ebene + 13,50 m / 16,00 m:

- Abwasserfilter, Mischbettfilter, Reaktorwasserreinigungsfiler
- Aktivkohlekolonne, Verdampferkonzentratpumpen

Ebene + 21,00 m bis + 26,80 m:

- Abwasserverdampfer, Chemikalienstation

Ebene + 31,15 m/ +32,05 m / +35,50 m:

- Zuluft- und Abluftventilatoren, Fortluft-Filterturm

Ebene zwischen + 27,20 m und + 39,40 m:

- Brennelementlagerbecken, Bereich des Flutraum - Absetzbeckens

Ebene + 39,40 m:

- Brennelementwechselfühne
- Raum unter Kaminmessraum

Ebene + 52,25 m:

- Reaktorgebäudekran
- Überwachung der Fortluft

3.1.2 Maschinenhaus ZF

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

Das Maschinenhaus gehört wie das Reaktorgebäude komplett zum Kontrollbereich der Anlage. In der Abbildung 12 wird eine Übersicht als Schnittdarstellung des Maschinenhauses gezeigt.

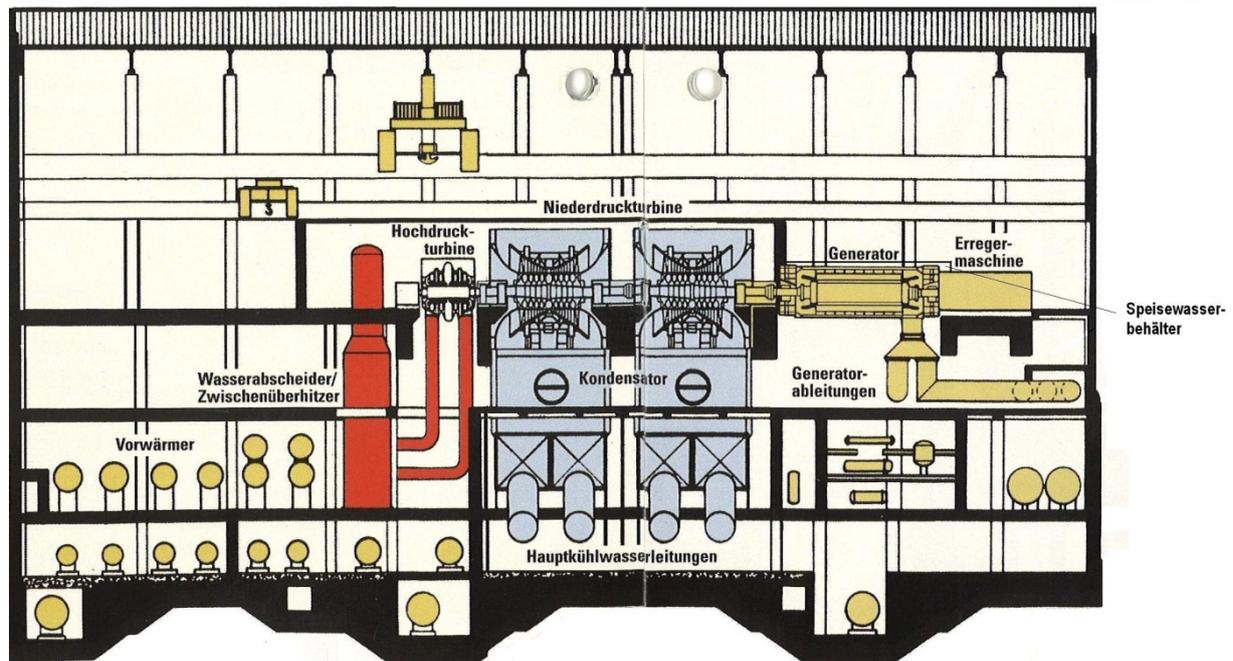


Abbildung 12: Prinzipdarstellung, Schnittdarstellung Maschinenhaus ZF

3.1.3 Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager ZC

Das Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager (siehe Abbildung 13) mit einer Länge von ca. 60 m und einer Breite von ca. 13 m wird für die Dekontaminierung und Reparatur sowie für die Lagerung von aktivierten und radioaktiv kontaminierten Anlagenteilen genutzt. Das Gebäude ist in Stahlbetonskelettbauweise ausgeführt. Es zählt zum Kontrollbereich.

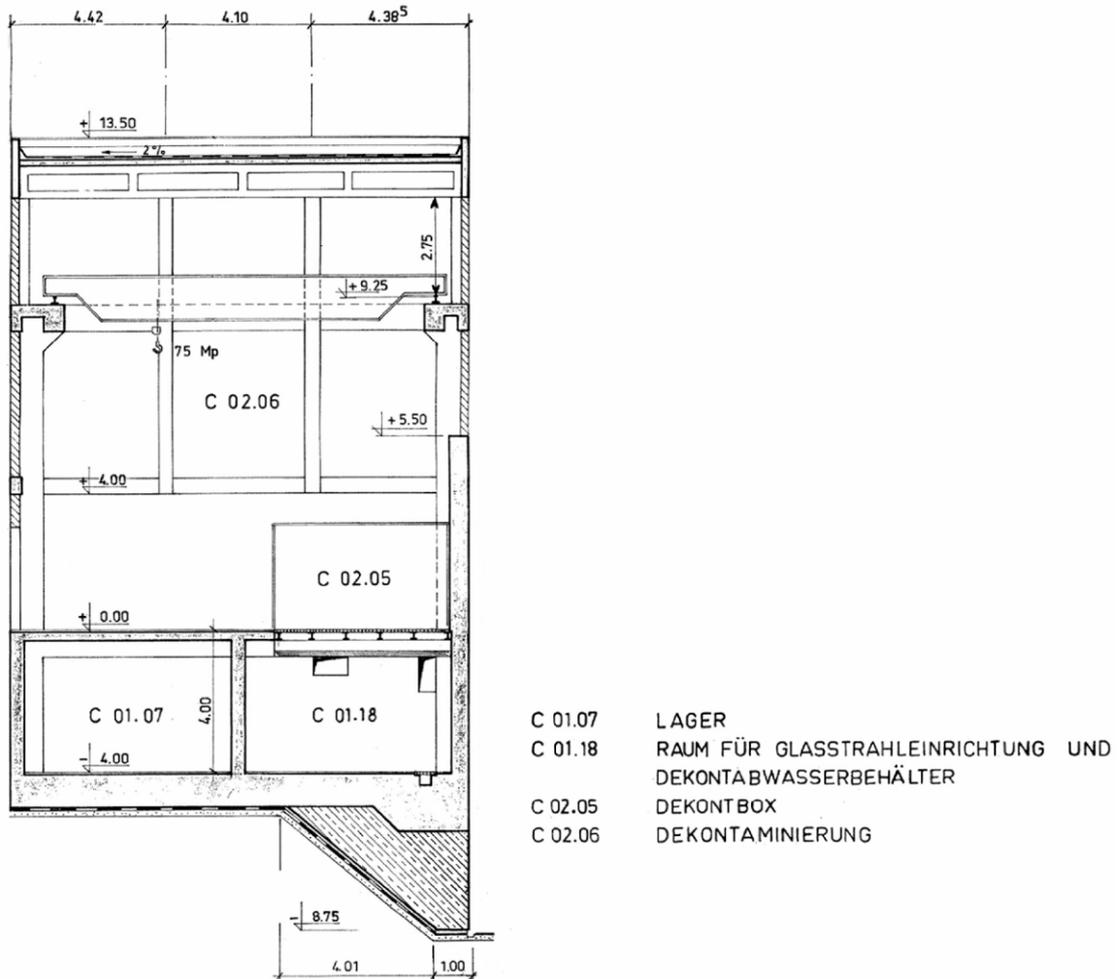


Abbildung 13: Schnittbild Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager ZC

Die wesentlichen Anlagen und wichtige Räume verteilen sich wie folgt:

Ebene - 4,00 m / 0,00 m:

- Lager für Teile
- Sortierbox mit Ballenpresse, Abfallsortierbox
- Einrichtungen der Dekontaminierung / Dekontaminationsanlage
- Trocknungsanlage

3.1.4 Teile des Werkstatt- und Lagergebäudes ZL0

Die Abmessungen des Gebäudes betragen ca. 62 m in der Länge, bis zu ca. 32 m in der Breite und ca. 11 m in der Höhe. Es grenzt an das Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager. Im Gebäude (siehe Abbildung 14) befinden sich die Werkstätten und die Lager. Teile des

Gebäudes sind als Kontrollbereich eingerichtet. Das Gebäude ist in Stahlbetonskelettbauweise ausgeführt.

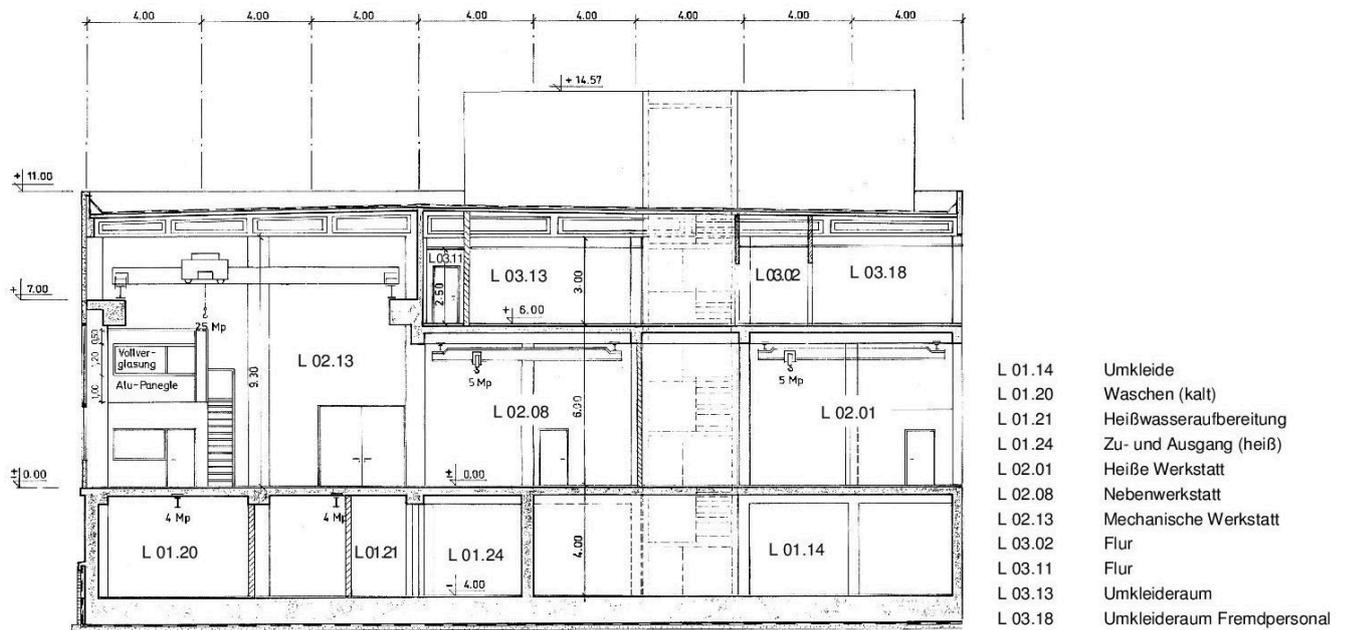


Abbildung 14: Schnittbild Teile des Werkstatt- und Lagergebäudes ZL0

Die wesentlichen Anlagen und die wichtigen Räume des Kontrollbereiches verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Ebenen:

Ebene - 4,00 m:

- Lager für kontaminierte Teile

Ebene \pm 0,00 m:

- Heiße Werkstatt (Die Heiße Werkstatt wird im Nachbetrieb ggf. verlagert.)

Ebene + 6,00 und 8,00 m:

- Heiße Elektro- /Leittechnik Werkstatt (E- /L-Werkstatt)

3.1.5 Fortluftkamin

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

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

3.1.6 Transportbereitstellungshalle

Die Abmessungen der Transportbereitstellungshalle TBH (auch als Bereitstellungshalle ZT bezeichnet) betragen ca. 42 m in der Länge, bis zu ca. 43 m in der Breite und 9,40 m in der Höhe. Die Konstruktion ist in Stahlbeton ausgeführt. Das Gebäude ist im nordöstlichen Bereich des Kraftwerksgeländes angeordnet. In der Transportbereitstellungshalle werden vorrangig Abfallgebinde für den Abtransport in die EVU-Lagerhalle Mitterteich, in weitere Zwischenlager (z.B. Ahaus, Gorleben) oder in das Bundesendlager bereitgestellt. Darüber hinaus dient sie der temporären Zwischenlagerung von Anlagenteilen aus dem Kontrollbereich. Für den Abtransport aus dem Kraftwerk können radioaktive Abfälle in Abfallbehältern in der Transportbereitstellungshalle gelagert werden. Die Transportbereitstellungshalle wird für beide Kernkraftwerke am Standort genutzt. Dafür wurde eine Genehmigung für den Umgang mit radioaktiven Stoffen nach der Strahlenschutzverordnung erteilt.

Das Gebäude ist in einen Lagerbereich für Großkomponenten und in einen Lagerbereich für Kleinkomponenten unterteilt.

3.2 Weiterbetriebene Systeme und Einrichtungen während des Restbetriebes

Um eine optimale Durchführung der Abbauarbeiten und die Einhaltung der Schutzziele zu gewährleisten, bleibt die Funktion ausgewählter Systeme und Einrichtungen der Anlage beim Abbau in erforderlichem Umfang erhalten. Mit fortschreitendem Abbau besteht auch die Möglichkeit, diese Systeme und Einrichtungen durch an den Abbau angepasste Systeme und Einrichtungen zu ersetzen. Hierzu gehören z.B. die Lüftungsanlagen und die Stromversorgung. Sämtliche weiter betriebene Systeme und Einrichtungen können den Erfordernissen des Restbetriebes angepasst werden.

Zu Beginn der Phase 1 ist der Abtransport der bestrahlten Brennelemente und Defektstäbe noch nicht vollständig abgeschlossen. Die Abbauarbeiten in der Phase 1 haben keine Rückwirkungen auf die für die Handhabung und Lagerung der Brennelemente entscheidenden Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ und „Kühlung der Brennelemente“.

Für diesen Zeitraum werden die erforderlichen Systeme und Einrichtungen zur Kühlung, Lagerung und Handhabung der bestrahlten Brennelemente wie im bisherigen Nachbetrieb weiter genutzt. Nach dem Abtransport der letzten bestrahlten Brennelemente in das KKI BELLA

können die dann nicht mehr notwendigen Systeme stillgesetzt und nach entsprechender Vorbereitung abgebaut werden.

In den folgenden Kapiteln werden die wichtigsten Systeme und Einrichtungen beschrieben, die für den Restbetrieb erforderlich sind:

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

3.2.1 Einrichtungen zur Lagerung und Kühlung der bestrahlten Brennelemente (zu Beginn der Phase 1, zeitlich begrenzt)

Solange der Abtransport der bestrahlten Brennelemente und der Defektstäbe nicht abgeschlossen ist, erfolgt der Abbau rückwirkungsfrei auf die bestrahlten Brennelemente und die Defektstäbe, so dass die Einhaltung der Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ und „Kühlung der Brennelemente“ gewährleistet bleibt.

Die Kühlung der bestrahlten Brennelemente und Defektstäbe in dem Brennelementlagerbecken erfolgt wie im Leistungsbetrieb mit dem betrieblichen Beckenkühlsystem. Bei dessen Ausfall erfolgt die Kühlung über einen der zwei verfügbaren bisherigen Stränge des Nachkühlsystems.

Die aus dem Brennelementlagerbecken abgeführte Wärme wird über Zwischenkühlkreise an das Nebenkühlwasser (Flusswasser) abgegeben. Durch die Zwischenkühlkreise wird verhindert, dass bei einem Leck radioaktives Wasser aus dem Brennelementlagerbecken in das Flusswasser gelangen kann. Es können zwei der drei Systeme zur Kühlung und Abführung der Wärme in die Isar ausfallen, ohne dass die Kühlung der Brennelemente beeinträchtigt wird. Zwei der drei Systeme sind mit ihren elektrisch angetriebenen Komponenten an die Ersatzstromversorgung von den zwei in Bereitschaft befindlichen Ersatzstromdieseln

angeschlossen. Damit ist auch bei einem Ausfall der regulär zu Verfügung stehenden Stromversorgung Sorge dafür getragen, dass die Brennelemente zuverlässig gekühlt werden.

Ebenso wie im Leistungsbetrieb werden auch während des Abschnittes 1 A des Abbaus die bestrahlten Brennelemente in Vorbereitung ihres Abtransports chargenweise mit der Brennelementwechselbühne für die Beladung eines Transport- und Lagerbehälters für Brennelemente im Brennelementlagerbecken zusammengestellt und anschließend in den Transport- und Lagerbehälter eingesetzt. Dazu wird der Transport- und Lagerbehälter in das Brennelementlagerbecken abgestellt. Die Beladung erfolgt zur Abschirmung der radioaktiven Strahlung der Brennelemente vollständig unter Wasser.

Folgende Systeme und Einrichtungen müssen für diesen Zeitraum noch zur Verfügung stehen:

Brennelementlagerbecken und Flutraum - Absetzbecken:

Das Brennelementlagerbecken ist über den Bereich des Flutraum - Absetzbeckens mit dem Reaktordruckbehälter verbunden. Der Bereich des Flutraums - Absetzbeckens kann durch die Beckenschleuse zum Brennelementlagerbecken abgetrennt werden.

Im Bereich des Absetzbeckens können der Dampftrockner und der Wasserabscheider in Abschirmtöpfen abgesetzt werden.

Die Becken sind mit korrosionsbeständigem Stahl ausgekleidet. Eine mögliche Beschädigung wird durch ein Lecküberwachungssystem festgestellt. Das Brennelementlagerbecken ist mit Wasser gefüllt und kann nach der Entsorgung der bestrahlten Brennelemente und Defektstäbe zur Zerlegung und Verpackung von aktivierten und radioaktiv kontaminierten Anlagenteilen genutzt werden.

Brennelementwechselbühne (Brennelementwechselmaschine):

Die Brennelementwechselbühne diente im Leistungsbetrieb zur Handhabung und zum Transport von unbestrahlten und bestrahlten Brennelementen sowie Steuerelementen.

Zu den wesentlichen Transport- und Handhabungsfunktionen der Brennelementwechselbühne gehörten z. B.:

- Transporte von unbestrahlten Brennelementen in das Brennelementlagerbecken
- Transporte innerhalb des Brennelementlagerbeckens
- Transporte innerhalb des Reaktordruckbehälters
- Transporte zwischen Brennelementlagerbecken und Reaktordruckbehälter

- Transporte und Handhabungen für Inspektionen von Brennelementen und Steuerelementen
- Ent- und Bekasten von Brennelementen

Die Brennelementwechsellinie bleibt auch im Restbetrieb solange in Betrieb bis die Transporte nicht mehr erforderlich sind.

Beckenwasserreinigung:

Bei der Reinigung des Wassers werden die festen und ional gelösten Verunreinigungen entfernt. Dazu wird das Lagerbeckenwasser über Filteranlagen gefördert.

3.2.2 Einrichtungen zur Abwasserbehandlung

Da während des gesamten Restbetriebes und des Abbaus des KKI 1 durch die Systeme und die Komponentenentleerung im Kontrollbereich (Dekontamination, Zerlegung usw.) Abwasser anfällt, werden die Systeme der Abwassersammlung und der Abwasseraufbereitung mit ihren Nebensystemen bis zur Umstellung auf Ersatzsysteme und / oder Abgabe der Abwässer an einen externen dafür zugelassenen Dienstleister im erforderlichen Umfang betrieben.

Das Abwasser wird in Sammelbehältern aufgefangen. Und mittels Filter oder Verdampferanlage aufbereitet. Nach der Aufbereitung wird das Wasser in die Abgabebehälter gepumpt, überprüft und bei Unterschreitung der genehmigten Abgabewerte für die Abgabe in die Isar abgeleitet.

Das Anlagen- und Gebäudeentwässerungssystem bleibt im erforderlichen Umfang weiterhin in Betrieb.

Das Abwasserschema für den Restbetrieb zu Beginn des Abbaus ist in Abbildung 15 dargestellt. Diese Systeme werden entsprechend dem Abbaufortschritt angepasst.

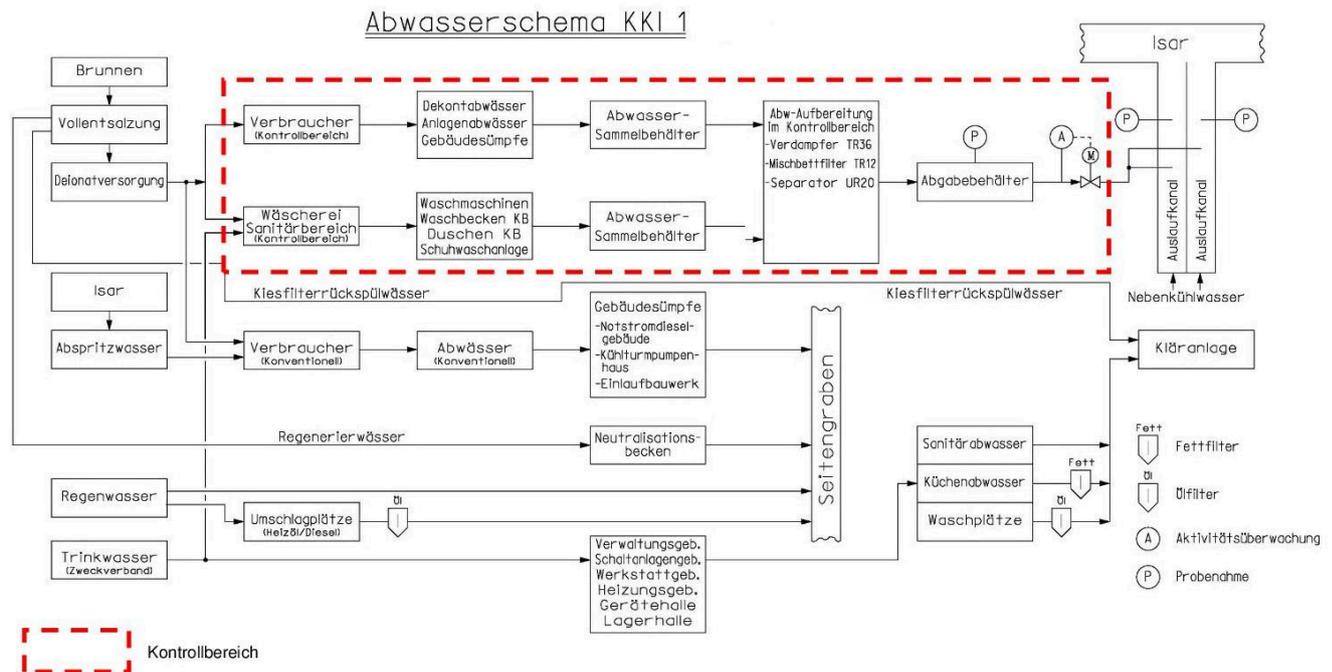


Abbildung 15: Abwasserschema

3.2.3 Einrichtungen zur Behandlung fester radioaktiver Reststoffe

Die Einrichtungen zur Behandlung fester radioaktiver Reststoffe bleiben weiterhin in Betrieb und werden ggf. entsprechend der bestehenden Anforderung angepasst.

Je nach Art des anfallenden Reststoffes und dem Grad der radioaktiven Verunreinigung muss unterschiedlich verfahren werden. Im Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager befinden sich die erforderlichen Einrichtungen, um die anfallenden Stoffe in geeigneter Weise zu behandeln. Es stehen beispielsweise Sortieranlagen, Pressen, Dekontaminationsanlagen zur Verfügung.

Für die während des Restbetriebes und des Abbaus anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle ist ein Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen (ZEBRA) erforderlich. Das ZEBRA wird im Maschinenhaus und in weiteren Räumen des Kontrollbereiches des KKI 1 eingerichtet.

Die radioaktiven Abfälle werden nach vorgegebenen Abfallgruppen getrennt gesammelt und entsprechend konditioniert (siehe Kapitel 6).

Radioaktive Abfälle werden in Lagerbereichen im Kontrollbereich oder in der Transportbereitstellungshalle gepuffert und anschließend abtransportiert. Bis zur Bereitstellung des Bundesendlagers werden die konditionierten Abfälle in der EVU-Lagerhalle Mitterteich und in weitere Zwischenlager eingestellt.

3.2.4 Lüftungsanlagen

Die Lüftungsanlagen bleiben im erforderlichen Umfang im Betrieb. Die für den Restbetrieb benötigten Lüftungsanlagen bestehen im Wesentlichen aus Zu- und Abluftanlagen, Fortluftanlagen, Einrichtungen zur Messung und Überwachung der Luftaktivität und den erforderlichen Hilfssystemen. Die Zuluftanlagen versorgen den gesamten Kontrollbereich mit gefilterter und soweit erforderlich mit temperierter Außenluft. Die Abluftanlagen saugen die eingebrachte Luftmenge kontrolliert ab. Dabei werden die Lüftungsanlagen bedarfsgerecht unter Einhaltung des Grundsatzes einer gerichteten Luftströmung von außen in den Kontrollbereich sowie möglichst auch von Räumen mit geringer zu solchen mit höherer Kontaminationsgefährdung betrieben. Somit wird erreicht, dass mobilisierte radioaktive Stoffe im Kontrollbereich zurückgehalten werden. Die Fortluftanlagen übergeben die über Schwebstofffilter gefilterte Abluft kontrolliert über den Fortluftkamin aus den Lüftungsanlagen ins Freie. Weiterhin bleiben Neben- und Hilfssysteme zur Erwärmung, Kühlung und Befeuchtung der Luft im erforderlichen Umfang in Betrieb.

Die während des Leistungsbetriebes zu gewährleistende Unterdruckstaffelung zwischen den einzelnen Gebäuden sowie zur Atmosphäre kann in den Phasen 1 und 2 des Abbaus KKI 1 im Zuge der Optimierung durch eine gerichtete Luftströmung ersetzt werden.

In Abbildung 16 sind der prinzipielle Aufbau und der Umfang der Lüftungsanlagen während der Phasen 1 und 2 bis zum Einsatz von Ersatzsystemen dargestellt. Die Lüftungsanlagen werden entsprechend dem Abbaufortschritt angepasst.

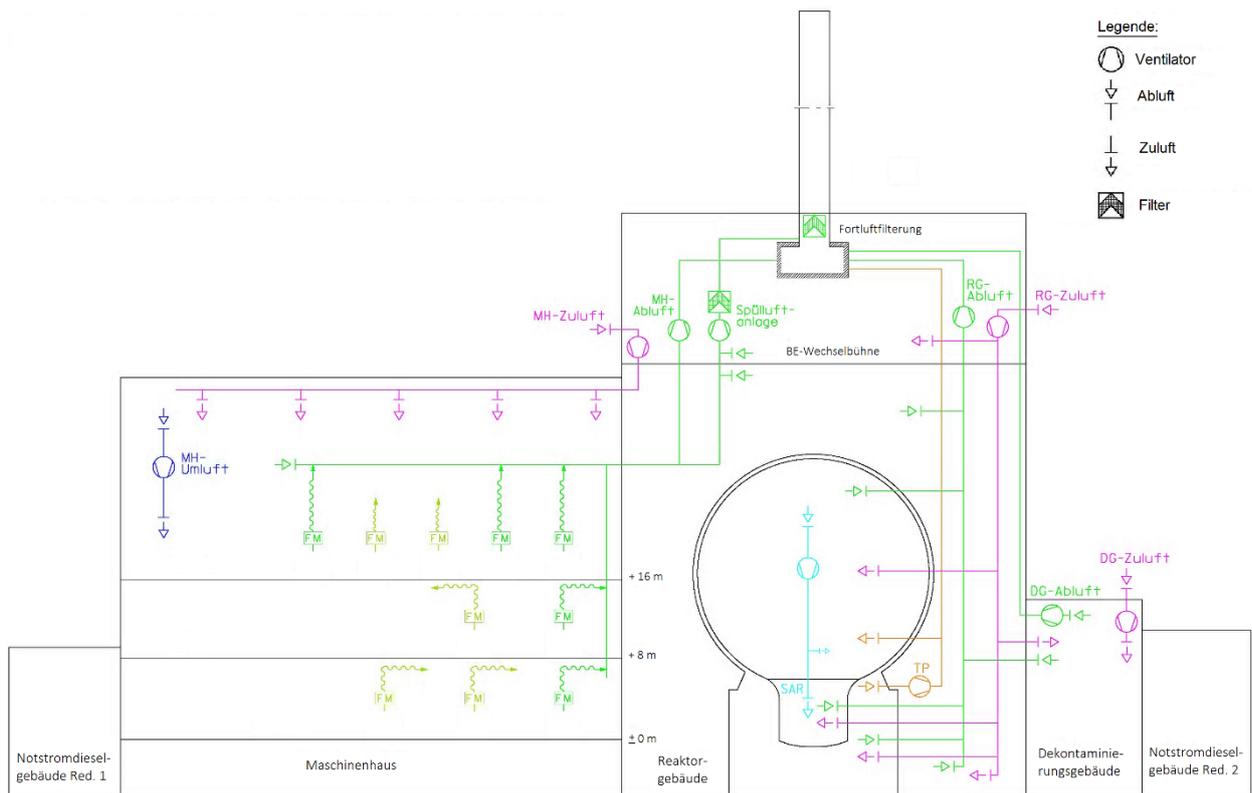


Abbildung 16: Lüftungsschema

Die Lüftungsanlagen werden zu Abbaubeginn mit folgenden Durchsatzmengen für die Gebäude betrieben:

- Reaktorgebäude ZA
 - Zu- und Fortluftmenge: bis zu 60.000 m³/h
- Maschinenhaus ZF
 - Zu- und Fortluftmenge: bis zu 55.000 m³/h
- Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager ZC
 - Zu- und Fortluftmenge: bis zu 33.700 m³/h

3.2.5 Stromversorgung / Elektrotechnische und Leittechnische Einrichtungen

Für die Stromversorgung wird während des Restbetriebes als Regeleinspeisung die bisherige Reserveeinspeisung 110 kV genutzt. Als Reserveeinspeisung stehen die 6 kV-Einspeisung des Wasserkraftwerkes Niederaichbach zur Verfügung. Die Einspeisewege sind voneinander unabhängig, da sie aus unterschiedlichen Übertragungs- und Verteilernetzen gespeist werden.

Die vorhandene elektrotechnische Infrastruktur wird für den Abbau des KKI 1 im erforderlichen Umfang weiter genutzt. Die zur Verfügung stehende Netz-Anschlussleistung ist für den zu erwartenden Leistungsbedarf während des Restbetriebes und Abbaus des KKI 1 mehr als ausreichend.

Solange sich noch bestrahlte Brennelemente im Lagerbecken befinden, bleibt die Ersatzstromversorgung über die zwei bereitstehenden Ersatzstromdiesel für die zur Kühlung der Brennelemente erforderlichen Systeme und Einrichtungen aus dem Leistungsbetrieb bestehen.

Nachdem alle bestrahlten Brennelemente in das KKI BELLA verbracht worden sind, ist eine dieselgestützte Ersatzstromversorgung nicht mehr erforderlich. Die noch vorhandenen Ersatzstromdieselanlagen können deshalb abgebaut werden. Sowohl aus betrieblichen Gründen als auch aus gesetzlichen Vorgaben ergibt sich jedoch für ausgewählte Komponenten und Systeme wie

- Spannungsversorgung von Schaltanlagen,
- Versorgung ausgewählter Leittechnik
- Kommunikationseinrichtungen,
- Rechneranlagen,
- Sicherheitsbeleuchtung,
- Brandmeldeanlagen und
- Bilanzierungseinrichtungen zur Messung der Ableitung radioaktiver Stoffe in die Umgebung

weiterhin ein geringer Bedarf an einer gesicherten Stromversorgung. Sie ist derzeit in Form von zentralen bzw. dezentralen, batteriegestützten Stromversorgern installiert und bleibt bis zum Abbau der zu versorgenden Systeme im erforderlichen Umfang erhalten. Im Zuge des weiteren Abbaus werden verstärkt dezentrale Versorgungen zum Einsatz kommen.

3.2.6 Weitere Versorgungsanlagen

Für die nachfolgenden Medien bleiben weitere Versorgungsanlagen in erforderlichem Umfang noch in Betrieb. Ggf. werden vorhandene Anlagen durch Lösungen ersetzt, die an den veränderten Bedarf und veränderte Anwendungsbedingungen im Abbau angepasst sind

- Deionat

Die Deionatversorgung ist das Verteilersystem für Deionat im Kontrollbereich. Es wird benötigt zum Füllen von Kreisläufen, zum Spülen, als Sperrwasser und zum Dekontaminieren. Das Deionat wird in der Wasseraufbereitungsanlage erzeugt und in Vorratsbehältern gespeichert.

- **Heizdampf**
Das Heizdampfsystem dient als Wärmequelle für einige Wärmetauscher in den Reaktorhilfs- und Versorgungsanlagen. Die Wärme wird durch eine Hilfskesselanlage erzeugt.
- **Wärme, Heizung**
Die Wärmeversorgung im Kontrollbereich erfolgt mit den vorhandenen Lüftungsanlagen. Ggf. sind elektrische Zusatzheizungen installiert.
- **Kälte**
Innerhalb der Lüftungsanlagen werden Kältemaschinen eingesetzt. Diese Anlagen werden entsprechend den Anforderungen während der Abbauphasen betrieben.
- **Druckluft**
Die allgemeine Druckluftversorgung versorgt das Werkdruckluftnetz als größten Verbraucher.
- **Messgas**
Das Messgas wird im Restbetrieb für radiologische Messungen benötigt.

3.2.7 Aktivitätsüberwachung

Die Einrichtungen zur Aktivitätsüberwachung erkennen das Auftreten und die Zunahme radioaktiver Stoffe in den Systemen. Radioaktive Stoffe in der abgegebenen Luft und im Abwasser aus dem Kontrollbereich werden erfasst und bilanziert. Direktstrahlung und radioaktive Stoffe in der Raumluft in den Betriebsräumen werden zum Schutz des Personals überwacht (siehe Kapitel 8).

3.2.8 Brandschutzsysteme

Es gelten auch weiterhin die allgemeinen Forderungen für die Gewährleistung des Brandschutzes bei allen Abbauarbeiten, wie z. B.:

- Branderkennung
- Vermeidung der Entstehung eines Brandes
- Verhinderung der Brandausbreitung
- Gewährleistung einer Brandbekämpfung, die den Anforderungen (z. B. Regelwerk, Standards, Verordnungen) entspricht
- Erhalt und Anpassung von Flucht- und Rettungswegen im Rahmen der Abbauarbeiten
- die Wartung und Instandhaltung bereits vorhandener Flucht- und Rettungswege

Durch Entfernen von Zündquellen und Brandlasten bereits im Nachbetrieb und in der Abbauphase 1 erfolgt eine wesentliche Reduzierung der Brandgefährdung bei einem weiterhin hohen Niveau der Einrichtungen für die Brandbekämpfung.

Das Brandschutzkonzept wird abbaubegleitend angepasst, um die Änderungen im Anlagenstatus zu berücksichtigen. Es umfasst alle erforderlichen Brandschutzmaßnahmen (baulich, betrieblich und anlagentechnisch).

3.2.9 Anlagensicherung

Zur Gewährleistung der Anlagensicherung ist im KKI ein bewährtes Sicherungskonzept vorhanden, in dem die Überwachung des Betriebsgeländes und der Gebäudezugänge wie z. B. der Zugang zu Sicherungsbereichen, Kontrollbereichszugängen, Einrichtungen zur Verwahrung von radioaktiven Stoffen geregelt ist. Dieses Sicherungskonzept wird an den Abbaufortschritt angepasst.

3.2.10 Kommunikationseinrichtungen

Die Kommunikationseinrichtungen, wie z.B. Ruf- und Alarmanlagen bleiben in erforderlichem Umfang in Betrieb, ebenso die allgemeine Telefonanlage.

3.2.11 Sonstige Einrichtungen im Kontrollbereich

Folgende Einrichtungen werden in erforderlichem Umfang weiterbetrieben und ggf. angepasst:

- Reaktorgebäudekran / Hebezeuge / Transportmittel
Der Reaktorgebäudekran, weitere vorhandene Hebezeuge und Transportmittel werden während des Restbetriebs und des Abbaus für erforderliche Transportarbeiten benötigt. Wenn erforderlich werden ggf. weitere und entsprechend angepasste Hebezeuge und Transportmittel für den Abbau eingesetzt.
- Probeentnahmesystem
Mittels des Probeentnahmesystems werden verschiedenen Systemen Proben entnommen.
- Wäscherei
- Atemschutzwerkstatt
- Werkstatteinrichtungen, allgemein
- Dekontaminationswerkstatt
- Laborräume des Strahlenschutzes und der Radiochemie
- Heiße Werkstatt
- Kontrollbereichszugang
- Chemikaliendosierung
- Hygienetrakt
- Hebezeuge/Aufzüge
- Lagereinrichtungen

3.2.12 Fest installierte neue und mobile Restbetriebssysteme

Im Verlauf des Restbetriebes kann es sinnvoll sein, dass die vorhandenen und genutzten Systeme und Einrichtungen durch neue fest installierte oder mobile Einrichtungen ersetzt werden, welche ggf. in Containern außerhalb der Gebäude untergebracht sein können. Diese Einrichtungen übernehmen Funktionen der bisher genutzten vorhandenen Systeme.

Dies können Systeme und Einrichtungen sein, wie

- die Be- und Entlüftung einschließlich Aktivitätsüberwachung,
- die Wasserver- und -entsorgung,
- die Wasserbehandlung,
- die Stromversorgung,
- Dekontaminationsanlagen und
- die Bereitstellung z. B. von Druckluft und Messgasen.

3.3 Radiologischer Zustand der Anlage zu Beginn des Restbetriebes

Der radiologische Zustand des KKI 1 ist folgendermaßen gekennzeichnet:

Phase des Nachbetriebes:

- Nach dem endgültigen Abschalten befindet sich das KKI 1 im Nachbetrieb. In diesem Zeitraum lagern noch bestrahlte Brennelemente und einzelne Defektstäbe im KKI 1.
- Eine Neubildung radioaktiver Stoffe findet nicht mehr statt. Aufgrund des radioaktiven Zerfalls nimmt die Radioaktivität im KKI 1 nach Abschaltung kontinuierlich ab.
- Das konservativ angenommene Aktivitätsinventar im KKI 1 von ca. $1 \cdot 10^{19}$ Bq wird in dieser Phase zu mehr als 99 % durch die Aktivität im Kernbrennstoff bestimmt.
- Mit dem schrittweisen Abtransport der Brennelemente in das KKI BELLA wird das Aktivitätsinventar im KKI 1 um einige Größenordnungen abgebaut.

Phase 1 des Restbetriebes:

- Zu Beginn der Phase 1 befindet sich noch Kernbrennstoff (bestrahlte Brennelemente und Defektstäbe) im Brennelementlagerbecken.
- Das Aktivitätsinventar im KKI 1 wird von der noch vorhandenen Menge an Kernbrennstoff bestimmt und liegt zwischen 10^{19} Bq (Brennelemente im Becken) und 10^{17} Bq (Brennelementlagerbecken ist brennstofffrei).
- Der Brennstoff wird schrittweise bis zur Herstellung der Brennstofffreiheit aus der Anlage entsorgt.
- Vorhandene Betriebsabfälle werden abtransportiert

- Parallel zum Abtransport der bestrahlten Brennelemente erfolgt in der Phase 1 auch der schrittweise Abbau von aktivierten und radioaktiv kontaminierten Anlagenteilen, wodurch sich das Aktivitätsinventar je nach Abbaufortschritt schrittweise weiter verringert (siehe Tabelle 3).

Phase 2 des Restbetriebes:

- Radioaktive Betriebsabfälle (z. B. Harze, Schlämme aus dem Leistungsbetrieb und Nachbetrieb) sind weitgehend abtransportiert.
- Von dem vor Beginn der Abbauarbeiten im KKI 1 vorhandenen Aktivitätsinventar von $< 10^{17}$ Bq (ohne Kernbrennstoff) sind mehr als 99 % als Aktivierung in Materialien von Reaktordruckbehälter und Reaktordruckbehältereinbauten (siehe Abbildung 17) fest eingebunden (im Wesentlichen Kobalt-60, Nickel-63 und Eisen-55) und somit nicht unmittelbar freisetzbar.
- Der überwiegende Anteil der radioaktiven Kontamination (ca. 10^{13} Bq) befindet sich auf den inneren Oberflächen verschiedener Systeme innerhalb des Sicherheitsbehälters und des Wasser-Dampfkreislauf und ist somit nicht unmittelbar freisetzbar.
- Die Kontamination auf äußeren Oberflächen von Komponenten und auf Gebäudestrukturen innerhalb des Kontrollbereiches bewegt sich in der Größenordnung von 10^{12} Bq.

Der radiologische Zustand relevanter Systeme wird jeweils vor Beginn des Abbauschriffs durch Beprobung auf Basis detaillierter Messprogramme präzisiert (siehe Kapitel 3.4).

In Tabelle 3 sind die durch rechnerische Abschätzung erwarteten Aktivitätswerte (Kobalt-60) der aktivierten Werkstoffe des Reaktordruckbehälters und der wesentlichen Reaktordruckbehältereinbauten dargestellt. Die Abbildung 17 zeigt den Reaktordruckbehälter (Prinzipdarstellung) mit seinen wesentlichen Komponenten.

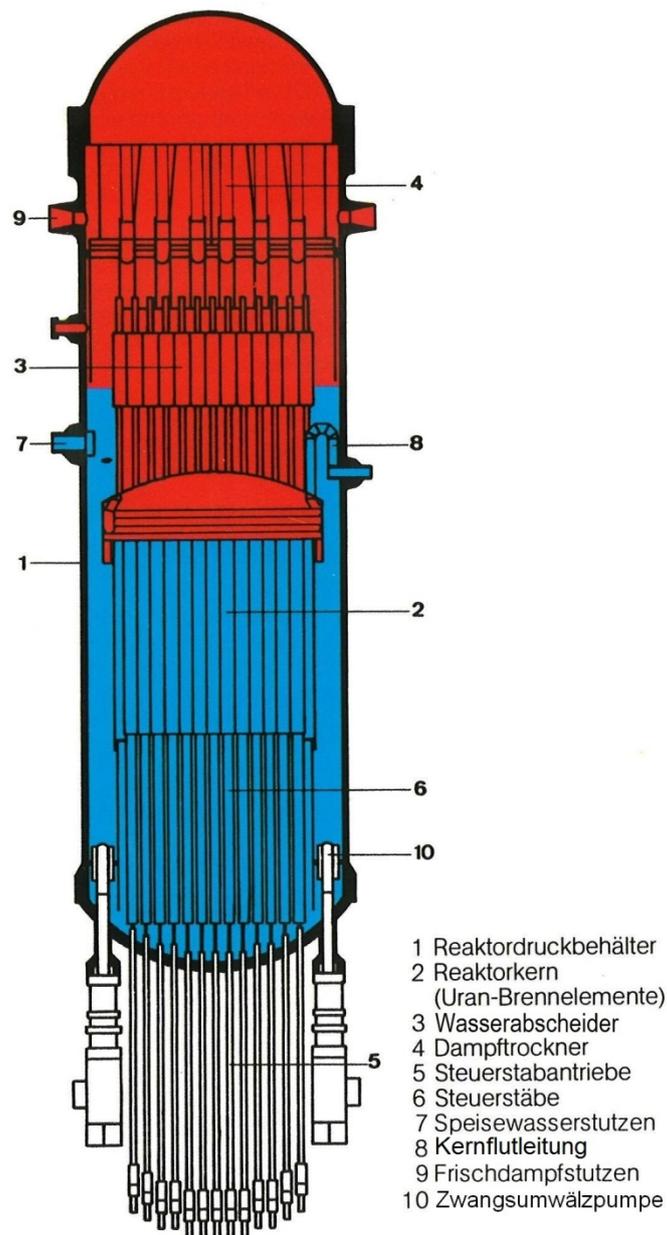


Abbildung 17: Reaktor Druckbehälter des KKI 1

Für den Restbetrieb nicht mehr relevante Radionuklide

Der Zeitpunkt der letzten Kritikalität der Reaktorspaltzone liegt zu Beginn der Phase 1 im Jahre 2016 ca. fünf Jahre zurück. Folgende Radionuklide sind für den Abbau der Anlage deshalb ohne Bedeutung:

- Das Spaltprodukt Jod-131 wird nicht mehr gebildet und ist aufgrund seiner Halbwertszeit von ca. 8 Tagen vollständig abgeklungen.
- Das Spaltprodukt Jod-129 wurde im Vergleich zum Jod-131 nur in unbedeutenden Mengen gebildet. Es hat eine Halbwertszeit von mehr als 15,7 Mio Jahren.

- Das Aktivierungsprodukt Stickstoff-16 wird nicht mehr gebildet und ist aufgrund seiner Halbwertszeit von ca. 7 Sekunden vollständig abgeklungen.
- Kohlenstoff-14 wird im Primärwasser nur im Leistungsbetrieb gebildet und ist zu Beginn des Restbetriebes kaum noch vorhanden.
- Radioaktive Edelgase, die als Spaltprodukte gebildet wurden, werden zum größten Teil in den Brennstäben zurückgehalten. Kleinere Mengen können aus gasundichten Brennstäben freigesetzt werden. Aufgrund ihrer geringen Halbwertszeit sind die radioaktiven Edelgase bis auf Krypton-85 (Halbwertszeit 10,8 a) zerfallen.

Nach Herstellung der Brennstofffreiheit sind im Wesentlichen folgende radioaktive Stoffe in der Anlage vorhanden:

- Die Aktivierungsprodukte Kobalt-60, Eisen-55 und Nickel-63 mit Halbwertszeiten von 5,3, 2,7 bzw. 100 Jahren.
- Die Spaltprodukte Cäsium-137 und Strontium-90 mit Halbwertszeiten von 30,1 Jahren und 28,5 Jahren.
- Tritium ist noch in Wasserkreisläufen sowie in Steuerelementen enthalten (falls noch vorhanden) und besitzt eine Halbwertszeit von 12,3 Jahren.

Für die Strahlenexposition des Personals und der Umgebung sind während des Restbetriebes die Radionuklide Kobalt-60, Cäsium-137 und Strontium-90 zu berücksichtigen. Sämtliche Maßnahmen im Rahmen des Strahlenschutzes werden von diesen Radionukliden abgeleitet.

Aktivierung

Die aktivierten Reaktor- und Anlagenteile aus Stahl weisen zum Zeitpunkt des Beginns des Restbetriebes (Bezugsdatum 5a nach Reaktorabschaltung) eine gesamte Aktivität an Kobalt-60 von ca. $5 \cdot 10^{16}$ Bq (siehe Tabelle 4) auf. Diese Aktivität ist fest im Stahl der Reaktorkomponenten eingebunden. Sie ist auf verschiedene Reaktorkomponenten verteilt, wobei die Höhe der Aktivität im Wesentlichen von der Nähe zur Spaltzone und dem Kobaltgehalt in den Werkstoffen bestimmt ist.

Die folgende Tabelle fasst die für das KKI 1 unter Berücksichtigung von Erfahrungen aus anderen Abbauvorhaben und Modellrechnungen konservativ abgeschätzte Aktivität wesentlicher Reaktorkomponenten zusammen.

Tabelle 3: Abgeschätzte Aktivität für Kobalt-60 der relevanten aktivierten Reaktor-komponenten des KKI 1 in Bq

Komponente	T ₀ = 17.03.2011	T ₀ + 5a	T ₀ +10a
Unteres Kerngitter	< 2 · 10 ¹⁶	< 1 · 10 ¹⁶	< 5 · 10 ¹⁵
Oberes Kerngitter	< 5 · 10 ¹⁵	< 3 · 10 ¹⁵	< 2 · 10 ¹⁵
Kernmantel	< 1 · 10 ¹⁶	< 5 · 10 ¹⁵	< 3 · 10 ¹⁵
Spezielle Komponenten ¹⁾	< 6 · 10 ¹⁶	< 3 · 10 ¹⁶	< 2 · 10 ¹⁶
Reaktordruckbehälter (Plattierung)	< 2 · 10 ¹¹	< 1 · 10 ¹¹	< 5 · 10 ¹⁰
Reaktordruckbehälter (Grundkörper)	< 1 · 10 ¹³	< 5 · 10 ¹²	< 3 · 10 ¹²
Gesamt	< 1 · 10¹⁷	< 5 · 10¹⁶	< 3 · 10¹⁶

¹⁾ Werkstoffe von Plattierungen, Aufpanzerungen, etc. mit erhöhtem Kobaltgehalt

Kontamination

Für die Bewertung des radiologischen Gefährdungspotenzials im Restbetrieb ist zusätzlich die Aktivität zu berücksichtigen, die aus der radioaktiven Kontamination von Anlagenteilen und Baustrukturen resultiert. Die kontaminationsbedingte Aktivität der Oberflächen beträgt zum Zeitpunkt des Beginns des Restbetriebes:

- auf den Innenoberflächen der Systeme (mediengebunden) ca. 1 · 10¹³ Bq
- auf Außenoberflächen (luftgetragen) ca. 1 · 10¹² Bq

Der voraussichtliche Nuklidvektor für kontaminierte Reststoffe zu Beginn des Abbaus des KKI 1 ist in der Tabelle 4 dargestellt (abgeschätzte Werte).

Tabelle 4: Voraussichtlicher Nuklidvektor für kontaminierte Reststoffe zu Beginn des Abbaus

Radionuklid	Angabe in % (ca. – Werte)
Kobalt-60	90
Cäsium-137	8
Mangan-54	< 0,3
Zink-65	< 0,3
Strontium-90	< 0,3

3.4 Radiologische Datenaufnahme

3.4.1 Vorgehen

Die Beprobung von Anlagenteilen, Systemen und Komponenten wird generell rechtzeitig vor Beginn der Abbaumaßnahme durchgeführt.

Anzahl und Art der zu entnehmenden Proben sowie die Probenahmestellen werden während der Systembewertung definiert.

Das für den Abbau des KKI 1 relevante radiologische Inventar kann aus der Gesamtanlagenfahrweise sowie der komponentenspezifischen Verfahrenstechnik und ggf. aus der Betriebshistorie des Anlagenbetriebes abgeleitet werden. In die Betrachtung werden die eingesetzten Werkstoffe der Komponenten einbezogen. Durch die Beachtung aller möglichen Einflussfaktoren auf das radiologische Bild der entsprechenden Komponenten ist eine abdeckende aber dennoch auf das Notwendige beschränkte Beprobung möglich. Anlagenbereiche, die zur Abbauvorbereitung einer Systemdekontamination unterzogen werden, werden erst nach deren Abschluss beprobt.

Die Analyse der Proben erfolgt vorzugsweise im KKI 1 an den entsprechenden Messplätzen. Bei Bedarf werden zusätzliche Analysen in externen Laboratorien beauftragt

Die radiologische Charakterisierung erfolgt für alle abzubauenen Anlagenteile, Systeme und Komponenten. In der dafür erzeugten Dokumentation werden auch die aus Messwerten und Hochrechnungen gewonnenen Nuklidverteilungen verarbeitet.

Weiterhin können in dieser Dokumentation das anzustrebende Entsorgungsziel der jeweiligen Materialien, Angaben zu Strahlenschutzmaßnahmen für den Abbau der betreffenden Systemkomponenten und Demontagevorgaben festgelegt werden.

3.4.2 Beprobungsmethoden

Für die radiologische Charakterisierung der Anlage kommen u. a. folgende Messmethoden zum Einsatz:

- Dosisleistungsmessungen
- Kontaminationsbestimmung mittels Wischtestnahmen oder Direktmessungen
- Auswertung von Materialproben
- Gammaskopimetrische in-Situ-Messungen

Dosisleistungsmessungen

Dosisleistungsmessungen werden u. a. durchgeführt

- in Räumen und
- an Rohrleitungen und sonstigen Komponenten von Systemen.

Die Dosisleistungsmessungen dienen in erster Linie der Bestimmung des raum- und systembezogenen Dosisleistungsniveaus in den Räumen des KKI 1. Hieraus abgeleitete charakteristische Kenngrößen der Räume dienen der Dosisabschätzung und Festlegung strahlenschutztechnischer Maßnahmen, wie z.B. Anbringen von Abschirmungen oder Entfernen von Komponenten zur Verringerung der Ortsdosisleistung.

Kontaminationsbestimmung

Für Kontaminationsproben werden die Höhe, die nuklidspezifische Zusammensetzung, die räumliche Verteilung und das Eindringverhalten der Kontamination bei Oberflächen in Räumen (inkl. der äußeren Oberflächen von Systemen) und bei inneren Oberflächen von Systemen bestimmt.

Wischttests mit anschließender Auswertung der Proben erfolgen in Räumen und an äußeren Oberflächen von Systemen zur Bestimmung der Höhe der nicht festhaftenden Oberflächenkontamination, d.h. von leicht mobilisierbarer Aktivität.

Aus der Höhe der Oberflächenkontamination innerhalb der Systeme der Anlage ergeben sich in Verbindung mit der Nuklidverteilung Daten für die Abbauplanung, die Arbeitssicherheit und den Strahlenschutz. Die Bestimmung der Höhe der Oberflächenkontamination basiert auf der Beprobung der Systeme in Verbindung mit Dosisleistungsmessungen und wird ggf. durch gammaskopimetrische In-Situ-Messungen unterstützt.

Materialproben

Mit Materialproben sind zum einen Proben gemeint, die durch das Heraustrennen z. B. eines Rohrleitungsstücks oder die Entnahme von Bauteilen einer Armatur gewonnen werden. Derartige Proben sind insbesondere dann sinnvoll, wenn die Zugänglichkeit des vorgesehenen Probenahmeortes, z.B. ein kleiner Rohrleitungsquerschnitt, für die anderen Probenentnahmearten erschwert ist. Unabhängig von der Art der Auswertung sind die Masse der Probe und die Fläche anzugeben, die als kontaminiert anzusehen ist (z.B. nur die Innenfläche, wenn die Probe einer Rohrleitung entnommen wurde). Zum anderen sind Materialproben Ablagerungen, die aus z.B. Gullys entnommen werden, Teile einer Beschichtung, Isoliermaterial usw. Ob neben der Masse auch die Fläche in die Bewertung einfließt, wird im Einzelfall entschieden.

Weiter können Kratz-, Fräs- und Stockerproben Materialproben sein.

In-Situ-Messungen

Entsprechend ihrer unterschiedlichen Zielsetzungen erfolgen die gammaspektrometrischen In-Situ-Messungen zum einen raumbezogen und zum anderen systembezogen. Neben der Ermittlung der Oberflächenkontamination bzw. der spezifischen Aktivität besteht das Ziel der Messungen in der Angabe von Aktivitätsverhältnissen in Bezug zu den Schlüsselnukliden. Ferner erfolgen Messungen zur Sicherstellung der Übertragbarkeit von Probenahmeergebnissen auf bestimmte Systemabschnitte zur Optimierung des Probenahmeumfangs.

4 Arbeitsbereiche, Verfahren, Abbaueinrichtungen

4.1 Arbeitsbereiche

4.1.1 Allgemeines

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

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

Um einen effektiven und störungsfreien Materialfluss zu erreichen, werden bei der Planung Transporte aller Materialien berücksichtigt.

Es werden geeignete Transportwege, Transporteinrichtungen und Hebezeuge bereitgestellt und eingesetzt.

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

Bei den durchzuführenden Arbeiten wird darüber hinaus auch auf das Vorhandensein konventioneller Gefahrstoffe geachtet und die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen getroffen.

Für den Abbau der Anlagenteile werden verschiedene Arbeitsbereiche im KKI 1 errichtet.

Wichtige Arbeitsbereiche sind z.B.:

- Bereiche für die Zerlegung einschließlich Zerlegeplätze
- Pufferlagerflächen
- Bereiche zur Dekontamination
- Bereiche zur Konditionierung
- Bereiche für Radioaktivitätsmessungen
- Transportwege
- Demontagebereiche

Die Arbeitsbereiche werden in den Gebäuden im Überwachungsbereich und innerhalb des Kontrollbereiches eingerichtet. Dadurch werden eine zielgerichtete Abbaudurchführung und ein geeigneter gleichmäßiger Materialfluss sichergestellt. Darüber hinaus kann es zweckmäßig erscheinen, dass zur Optimierung der Abbaubläufe oder des Materialflusses große Komponenten ausgebaut werden (siehe Kapitel 4.1.10).

4.1.2 Bereiche für die Zerlegung einschließlich Zerlegeplätze

Die Bereiche für die Zerlegung können aus Zerlegeplätzen, Plätzen für die Nachzerlegung sowie Plätzen für die Verpackung bestehen. Bei Erfordernis werden Anlagenteile innerhalb dieser Flächen zusätzlich integriert, z. B. die Sortieranlagen nach Reststoffarten.

Die Zerlegeplätze verfügen in der Regel über bedarfsgerechte Einrichtungen, wie z.B.:

- Zerlegewerkzeuge, z.B. Bandsäge, Schneidbrenner
- Einhausungen
- Mobile oder systemgebundene Absaugungen
- Hebezeuge nach Erfordernis

Bei der Zerlegung wird unterschieden in Nasszerlegung oder Trockenzerlegung (siehe Kapitel 4.3).

Nasszerlegung

Nasszerlegebereiche oder -plätze sind Arbeitsbereiche, in denen unter Wasser fernhantierte und/oder fernbediente Abbauarbeiten stattfinden. Mögliche Nasszerlegebereiche sind der Reaktordruckbehälter selber, der Bereich des Flutraum - Absetzbeckens sowie das Brennelementlagerbecken. Mögliche Bereiche für eine Nasszerlegung sind in der Abbildung 18 dargestellt.

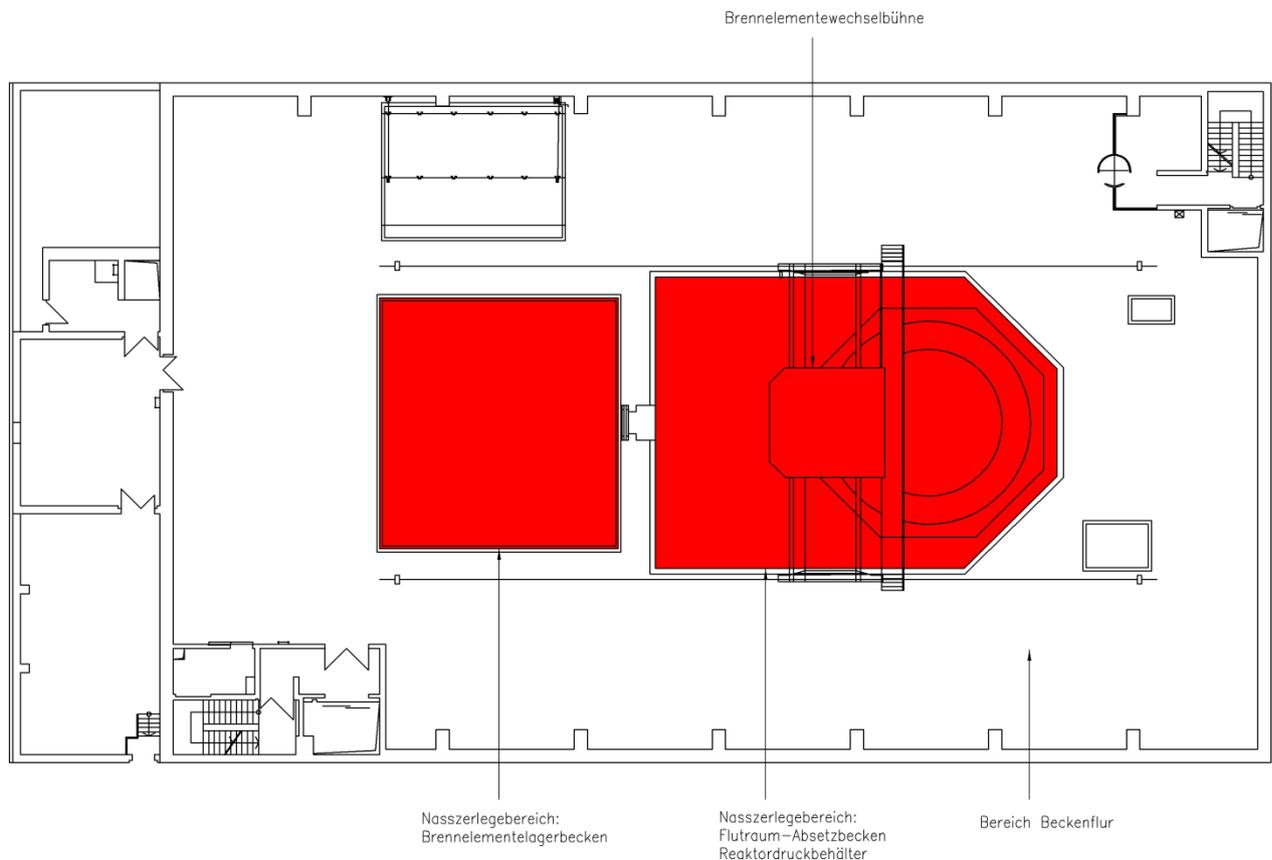


Abbildung 18: Mögliche Nasszerlegebereiche im Bereich des Flutraum - Absetzbeckens und des Brennelementlagerbeckens

Trockenzerlegung

Bei der Trockenzerlegung wird darauf geachtet, dass durch geeignete Maßnahmen die Strahlenexposition des Personals reduziert wird.

Der Bereich, an dem eine Trockenzerlegung durchgeführt wird, kann gegenüber angrenzenden Bereichen abgeschirmt werden (z.B. durch eine Abschirmwand) und lufttechnisch abgetrennt werden.

Mögliche Bereiche auf der Ebene +39,40 m des Reaktorgebäudes für eine Trockenzerlegung sind in der Abbildung 19 dargestellt. Außerhalb dieser Ebene gibt es noch weitere Bereiche, in denen eine Trockenzerlegung durchgeführt wird (z.B. im Maschinenhaus).

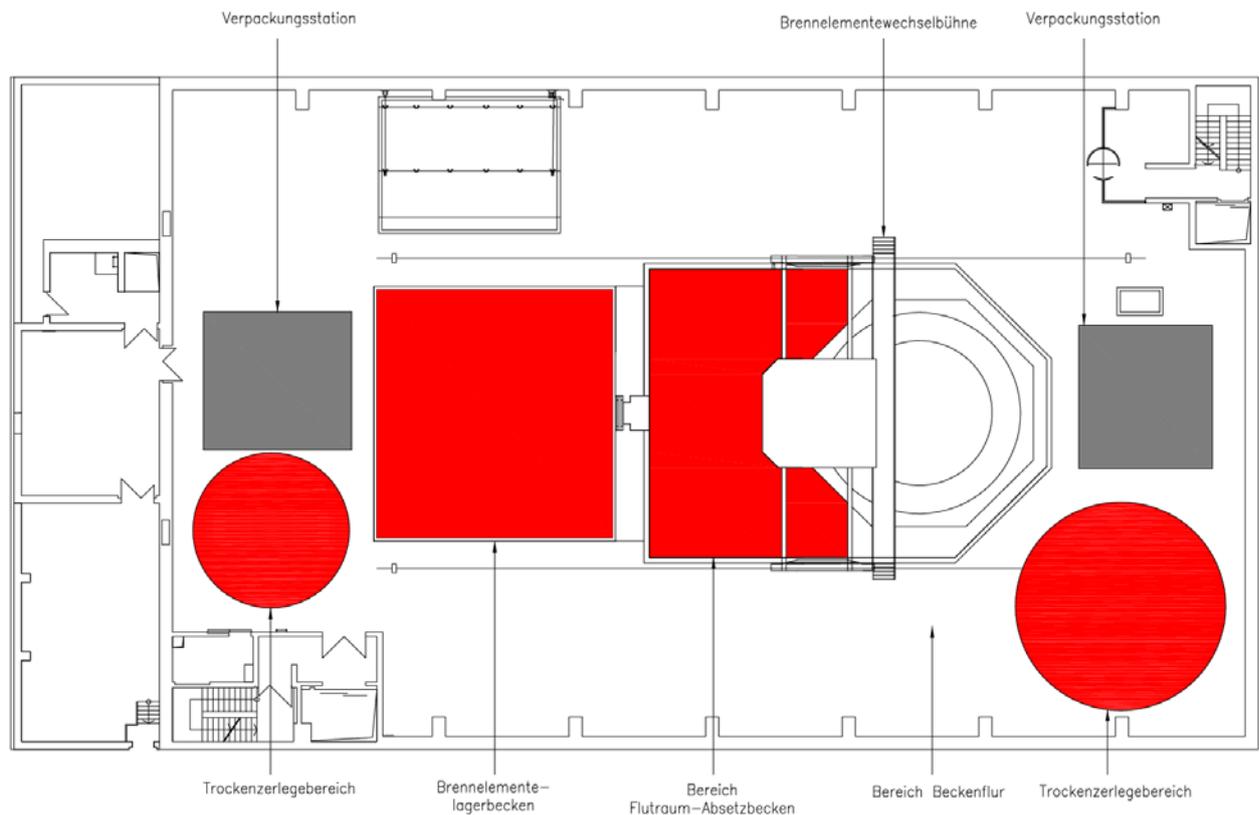


Abbildung 19: Mögliche Trockenzerlegebereiche im Bereich des Flutraum - Absetzbeckens, des Brennelementelagerbeckens und im Bereich Beckenflur

4.1.3 Pufferlagerflächen

Innerhalb und außerhalb des Kontrollbereiches müssen ausreichend geeignete Pufferlagerflächen zur Transportbereitstellung von ausgebauten Anlagenteilen zur Abgabe als radioaktiver Stoff bzw. als freigegebenes Material eingerichtet werden. Abgebautes Material sowie für den Abbau erforderliche Behälter, Gerätetechnik und Zubehör werden zeitlich begrenzt auf diesen Pufferlagerflächen gelagert. Bei Bedarf werden die Pufferlagerflächen auf Freiflächen des Betriebsgeländes eingerichtet.

4.1.4 Bereiche zur Dekontamination

Unterschieden nach den durchzuführenden Aufgaben werden Bereiche für eine Dekontamination (siehe Kapitel 4.2.3) eingerichtet, die nachfolgend aufgezählt sind:

- Bereiche für die begleitende Dekontamination bei den Abbau- bzw. Demontagearbeiten
- Bereiche für die Dekontamination ausgebaute Teile
- Bereiche für die Dekontamination von Gebäudestrukturen
- Bereiche für die Dekontamination von Werkzeugen und Geräten
- Bereiche für die Dekontamination von Transporteinrichtungen und Abfallbehältern

Diese Bereiche sind wesentliche Bereiche des Zentrums für die Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen (siehe Kapitel 4.1.9).

4.1.5 Bereiche zur Konditionierung

Dies umfasst Bereiche, in denen eine Konditionierung von radioaktiven Abfällen (siehe Kapitel 4.2.4) in Abhängigkeit des Abbaufortschrittes durchgeführt werden kann. Konditionierungsmaßnahmen sind z.B. Zerlegen, Trocknen, Verpressen, Zementieren und Verpacken.

Die Konditionierung radioaktiver Abfälle kann sowohl am Standort sowie extern durchgeführt werden. Dafür werden eigene Konditionierungsanlagen oder Anlagen externer Dienstleister genutzt.

Hochaktivierte Reaktordruckbehältereinbauten (als wesentlicher Teil der aktivierten Anlagenteile) werden vorrangig im gefluteten Bereich des Flutraum - Absetzbeckens zerlegt und konditioniert.

Nach der chemischen Dekontamination des Reaktordruckbehälters und der Reaktordruckbehältereinbauten besteht auch die Möglichkeit die Zerlegung oder Nachzerlegung von nicht aktivierten oder schwach aktivierten bzw. schwachkontaminierten Reaktordruckbehälterteilen

oder Reaktordruckbehältereinbauten an geeigneten Zerlegeplätzen im Bereich des Beckenflures (auf Ebene +39,40 m) oder im Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen (ZEBRA) durchzuführen.

Für die Durchführung der Abbauarbeiten z.B. für die Installation und den Betrieb von erforderlichen Zerlege- und Hilfseinrichtungen werden Räume und Raumbereiche des Reaktor- und Dekontaminierungsgebäudes sowie des Maschinenhauses genutzt.

Diese Bereiche sind wesentliche Bereiche des Zentrums für die Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen (siehe Kapitel 4.1.9).

4.1.6 Bereiche für Radioaktivitätsmessungen

Dazu gehören Arbeitsbereiche, in denen notwendige Messungen zur Aktivitäts- bzw. zur Kontaminationsbestimmung durchgeführt werden, z.B. im Rahmen der radiologischen Anlagencharakterisierung (siehe Kapitel 3.4) oder zur Steuerung des Materialflusses. Die Bereiche werden in Bereiche für Kontrollmessungen und in Bereiche für Freigabemessungen unterschieden.

4.1.7 Transportwege

Für den Transport von abgebauten Anlagenteilen, von Abfallbehältern mit radioaktiven Abfällen und radioaktiven Reststoffen innerhalb der Gebäude des KKI 1 werden die vorhandenen Transportwege genutzt, angepasst bzw. es werden neue Transportwege eingerichtet. Die Transporte auf dem Anlagengelände erfolgen auf den vorhandenen Transportwegen und auf befestigten Flächen.

Bevorzugt werden vorhandene Einrichtungen unter Berücksichtigung geänderter Randbedingungen weiter genutzt.

Für die zum Transport auf öffentlichen Straßen vorgesehenen, bereitgestellten radioaktiven Reststoffe und radioaktiven Abfälle werden die geltenden Anforderungen gemäß /10/ eingehalten.

4.1.8 Demontagebereiche

Demontagebereiche sind die Bereiche in der Anlage, in der die Abbau- bzw. Demontagearbeiten von Anlagenteilen durchgeführt werden. Sie werden zeitlich begrenzt eingerichtet und ändern sich in Abhängigkeit vom Abbaufortschritt.

4.1.9 Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen (ZEBRA)

Das Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen wird für den Abbau der Kernkraftwerke Isar 1 und Isar 2 als Reststoffbearbeitungszentrum innerhalb des zurück zu bauenden KKI 1 hauptsächlich im Maschinenhaus, aber auch in

- dem Reaktorgebäude,
- dem Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager,
- dem Werkstattgebäude,
- dem Bereich des Außengeländes des KKI 1 (nur für Pufferlagerung) und
- der Lagerhalle (ZL10)

des KKI 1 eingerichtet.

In Abbildung 20 bis Abbildung 24 werden die möglichen Flächen der Arbeitsbereiche dargestellt.

Es werden verschiedene Arbeitsbereiche für die Behandlung der radioaktiven Reststoffe und Abfälle geschaffen, wie z.B.:

- Bereiche für die Zerlegung von Materialien (z.B. für die mechanische und thermische Zerlegung)
- Pufferlagerflächen
- Bereiche mit Dekontaminationsanlagen (z.B. Strahlanlagen)
- Bereiche mit Konditionierungsanlagen (z.B. Hochdruckverpressung, Trocknungsanlage, Verpackung)
- Bereich für die Durchführung von Radioaktivitätsmessungen
- Bereiche für die Aufstellung von Hilfseinrichtungen (z.B. Wasseraufbereitung, Konzentratbehandlung)

Zwischen den einzelnen Arbeitsbereichen werden die Transportwege angepasst, um einen effektiven Materialfluss zu gewährleisten. Für die Anpassung der vorhandenen Transportwege (einschließlich der Anpassung von Hebezeugen, Aufzügen) bzw. für die Neuerrichtung von Transportwegen werden auch Baumaßnahmen durchgeführt.



Abbildung 24: ZEBRA, Ebene ca. - 5 m

4.1.10 Ausbau von Großkomponenten

Zur Optimierung der Abbaubläufe oder des Materialflusses an den Konditionierungseinrichtungen besteht die Möglichkeit, dass Großkomponenten ausgebaut werden. Für die Weiterverarbeitung dieser Großkomponenten stehen die beiden folgenden Optionen zur Verfügung

- Ausbau der Großkomponenten, Pufferlagerung am Standort, Konditionierung im ZEBRA (zur Optimierung der Abläufe im ZEBRA) oder
- Ausbau der Großkomponenten und Abgabe an andere Genehmigungsinhaber zur weiteren Konditionierung.

4.2 Zerlege-, Dekontaminations- und Konditionierungsverfahren

4.2.1 Allgemeines

Für die Zerlegung, die Dekontamination und die Konditionierung von Anlagenteilen aus kerntechnischen Anlagen werden verschiedene Verfahren eingesetzt. Diese Verfahren sind langjährig bewährt und entsprechen dem Stand der Technik. Für die Auswahl des eingesetzten Verfahrens für die jeweilige Maßnahme müssen Kriterien beachtet werden, wie z.B.:

- Strahlenexposition des Personals
- Freisetzung von Aktivität
- Zuverlässigkeit des Verfahrens
- Zeitbedarf für die Durchführung
- Erzeugung von Sekundärabfall
- Einsatz unter Wasser (Nasszerlegung) oder an der Luft (Trockenzerlegung)
- Kosten
- Personaleinsatz
- Dauer der Arbeiten
- Fernhantierung, Fernbedienung
- Werkzeugverschleiß
- Dekontamination der Werkzeuge
- örtliche Gegebenheiten

Eine konkrete Auswahl der technischen Verfahren und eine detaillierte Planung der anzuwendenden Strahlenschutzmaßnahmen wird nach den Grundsätzen des Strahlenschutzes

und zur Einhaltung des Schutzziels „Begrenzung der Strahlenexposition“ in den dann anzuzeigenden Rückbauschritten gewerkbezogen durchgeführt.

Für die Zerlegung und die Dekontamination abgebauter Anlagenteile sind Verfahren vorgesehen wie z.B.:

- mechanische Zerlegeverfahren
- thermische Zerlegeverfahren
- mechanische Dekontaminationsverfahren
- chemische Dekontaminationsverfahren
- sonstige Dekontaminationsverfahren

4.2.2 Zerlegeverfahren

Mechanische Verfahren

Mechanische Zerlegeverfahren beruhen auf dem mechanischen Trennen des zu zerlegenden Materials. Die beim Trennen entstehenden Partikel (Späne, Stäube) sind mit vertretbarem Aufwand sicher durch Abscheider / Filter aufzufangen bzw. zu sammeln. Der Anwendungsbereich mechanischer Zerlegeverfahren umfasst alle Materialien gleichermaßen, insbesondere Metalle und Baustrukturen. Bestimmte mechanische Trennverfahren können aber bei komplizierten Geometrien oft nicht eingesetzt werden oder erlauben nur eine geringere Schnittgeschwindigkeit im Vergleich zu thermischen Trennverfahren.

Zu den mechanischen Verfahren gehören z.B.:

- Sägeverfahren (Bügel-, Stich-, Kreis-, Bandsägen)
- Diamant-Seilsägen und Diamant-Kettensägen
- Scheibenfräsen und Kreissägen mit Hartmetallschneiden
- Trennschneiden, Trennschleifen
- Trennscheren, Rohrscheren, Nibbeln, Einsatz hydraulischer Zangen
- Wasserabrasivstrahlschneiden
- Einsatz von Presslufthämmern
- Kernbohren

Thermische Zerlegeverfahren:

Beim thermischen Zerlegen wird das zu zerlegende Material an der Trennstelle aufgeschmolzen. Thermische Zerlegeverfahren zeichnen sich durch hohe Schnittgeschwindigkeiten, geringe Rückstellkräfte und eine universelle Anwendbarkeit (auch bei

geringem Raumangebot) aus. Zu den erprobten und gängigen thermischen Verfahren zählen z.B.:

- Autogenbrennschneiden
- Plasmaschmelzschneiden
- Laserschneiden
- Kontakt-Lichtbogen-Metall-Schneiden (CAMC)
- Elektroerodieren (Funkenerodierung, EDM)

4.2.3 Dekontaminationsverfahren

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

Eine Dekontamination ist erforderlich, um das eingesetzte Personal während des Abbaus zu schützen, Kontaminationsverschleppungen zu verhindern oder um abgebaute kontaminierte Materialien freigeben zu können. Die Dekontamination kann in mehreren Arbeitsschritten durchgeführt werden.

Weitere Randbedingungen, die bei der Auswahl des Dekontaminationsverfahrens berücksichtigt werden müssen, sind z.B.:

- Höhe und Art der Kontamination
- Dekontaminationsziel
- Zugänglichkeit der zu reinigenden Oberfläche
- Strahlenschutz bei der Durchführung

Mechanische Dekontamination

Bei der mechanischen Dekontamination erfolgt die Entfernung der Kontamination durch eine direkte Bearbeitung der kontaminierten Oberfläche mit einem geeigneten Werkzeug. Mechanische Dekontaminationsverfahren setzen eine gute Zugänglichkeit der zu dekontaminierenden Oberflächen voraus. Sie sind relativ einfach anwendbar und es fallen in der Regel leicht handhabbare Sekundärabfälle an. Je nach Verfahren entstehen relativ geringe Materialabträge (z.B. Wischen) bis relativ hohe Materialabträge (Strahlverfahren).

Folgende Techniken werden in der Praxis angewendet:

- Wischen
- Saugen

- Bürsten
- Hochdruckreinigung mit Wasser, Dampf oder Trockeneis
- Strahlverfahren mit festen abrasiven Mitteln (Sand oder Stahlkörnern)
- Raspeln, Schmirgeln, Schaben, Fräsen

Chemische Dekontamination

Die chemische Dekontamination kann für Anlagenteile oder geschlossene Systeme eingesetzt werden. Bei der chemischen Dekontamination erfolgt die Entfernung der Kontamination, indem geeignete Chemikalien mit den kontaminierten Oberflächen in Verbindung gebracht werden. Es sind damit Bereiche von Anlagenteilen dekontaminierbar, die mit mechanischen Verfahren nicht ohne weiteres zugänglich sind (z.B. Innenoberflächen von Armaturen). Es können verschiedene Dekontaminationsverfahren eingesetzt werden, wie z.B.:

- elektrochemische Verfahren (z. B. Elektropolieren)
- Tauchbäder mit chemischen Zusätzen, Lösungsmittel, Laugen, Säuren, Komplexbildner
- Dekontamination mit Oxidations- / Reduktionsmitteln

Sonstige Dekontaminationsverfahren

Diese Dekontaminationsverfahren werden weder der mechanischen noch der chemischen Dekontamination zugeordnet:

- Ultraschallreinigung
- Schmelzdekontamination von Eisen und Nichteisenmetallen
- Entfernen von Kabelisolierungen mit Schäl- oder Zerkleinerungsanlagen

4.2.4 Konditionierungsverfahren

Die Konditionierung dient der Behandlung des radioaktiven Abfalls zur Herstellung von geeigneten endlagerfähigen Abfallbehältern. Dies wird dann erforderlich, wenn Materialien aus radiologischen und wirtschaftlichen Gründen nicht der Freigabe zugeführt werden können. Die Arbeiten umfassen einmal die Verarbeitung bzw. Behandlung des radioaktiven Abfalles (z.B. Volumenreduzierung) und die Verpackung in einen Abfallbehälter.

Die Konditionierungskampagnen können am Standort oder bei externen Einrichtungen, die über die notwendigen Genehmigungen zum Umgang mit radioaktiven Stoffen verfügen, durchgeführt werden. Ziel ist es eine Minimierung des Abfallvolumens unter Einhaltung der Bedingungen der Zwischen- bzw. Endlagerung und des öffentlichen Transportes zu erreichen.

Es stehen verschiedene Konditionierungsverfahren zur Verfügung u. a.:

- Verbrennung
- Hochdruckverpressung / Kompaktierung
- Trocknung
- Zementierung
- Einschmelzen von Metallschrotten
- Verpackung

Weitere in der Praxis eingesetzte Verfahren sind z.B. Sortieren, Zerkleinern, Filtrieren und Entwässern.

Verbrennung

Für brennbare radioaktive Abfälle stehen externe zugelassene Verbrennungsanlagen zur Verfügung. Die bei der Verbrennung erzeugten Rückstände (z.B. Aschen) werden in Kartuschen oder Knautschtrommeln verpackt und anschließend unter hohem Druck verpresst. Die Presslinge (Abfallprodukte) werden zu einem Abfallgebilde verpackt und in die EVU-Lagerhalle Mitterteich, in weitere Zwischenlager oder in das Bundesendlager transportiert.

Hochdruckverpressung / Kompaktieren

Mit der Verpressung wird eine Volumenreduzierung erreicht. Feste Abfälle (z.B. Isolierungen, Metallschrotte, Kunststoff) werden in Presstrommeln verfüllt und anschließend verpresst. Die daraus entstehenden Presslinge werden in Abfallbehälter verpackt und in die EVU-Lagerhalle Mitterteich, in weitere Zwischenlager oder in das Bundesendlager transportiert.

Trocknung

Das Trocknungsverfahren wird bei der Behandlung von nichtbrennbaren feuchten radioaktiven Abfällen eingesetzt, um sicherzustellen, dass biologische Prozesse (z.B. Gären) oder Gasbildung (z.B. Wasserstoffbildung) bei einer längeren Lagerung in Abfallbehältern, ggf. auch korrosive Angriffe auf die Innenflächen der verwendeten Behälter weitestgehend ausgeschlossen sind.

Nach einer Konditionierung von festen Abfällen durch Hochdruckverpressen vorliegende noch feuchte Presslinge werden getrocknet.

Flüssige radioaktive Abfälle (wie z.B. Schlämme, Verdampferkonzentrate, Filterkonzentrate, Ionenaustauscher) und feuchte abrasive Mittel (Schleifmittel) werden zur Immobilisierung der radioaktiven Stoffe entwässert und getrocknet. Dies kann in mobilen bzw. fest installierten

Einrichtungen am Standort oder auch extern, in dafür zugelassenen Einrichtungen, durchgeführt werden. Nach der Trocknung werden die Abfälle in die EVU-Lagerhalle Mitterteich, in weitere Zwischenlager oder in das Bundesendlager transportiert.

Zementierung

Das Zementierungsverfahren kann eingesetzt werden, um z.B. Schlämme, Verdampferkonzentrate, Filterkonzentrate und Ionenaustauscherharze zu verfestigen mit dem Ziel ein endlagerfähiges Produkt herzustellen.

Die Zementierung dient ebenfalls zum Fixieren und zur sicheren Einbettung von radioaktivem Abfall in einem Behälter. Hier wird mit speziellen Verfahren der radioaktive Abfall in einem endlagerfähigen Abfallbehälter, mit einer Zement-Matrix (Beton) übergossen (z.B. zur Fixierung der Abfallfässer in endlagerfähigen Behältern).

Einschmelzen

Das kontrollierte Einschmelzen von radioaktiven Metallschrotten wird an einem externen Standort durchgeführt. Die entstehenden Gießlinge werden freigegeben und rezykliert. Die entstehende Schlacke muss in der Regel als radioaktiver Abfall weiterbehandelt werden.

Verpacken

In Bezug auf die Konditionierung von radioaktiven Abfällen wird unter dem Begriff Verpacken die Einlagerung von konditionierten radioaktiven Abfällen in geeignete Abfallbehälter verstanden.

4.3 Abbaueinrichtungen

Es stehen derzeit eine Vielzahl von Verfahren und Gerätetechnik für Abbau, Demontage, Zerlegung und Konditionierung zur Verfügung, welche bereits eine Einsatzzeichnung im Abbau von kerntechnischen Anlagen (andere Projekte) bewiesen haben. Für die jeweilige Aufgabe wird das optimale Verfahren angewendet. Gleichzeitig stehen zahlreiche kompetente Expertenteams der E.ON Kernkraft GmbH sowie interne als auch externe zugelassene Dienstleister für die Durchführung dieser Aufgabe bereit. Der Erfahrungsübertrag aus laufenden oder abgeschlossenen Abbauprojekten mit dem Nachweis der Einsatzzeichnung ist somit Planungsgrundlage für die Auswahl von Abbauverfahren und zugehöriger Gerätetechnik zum Abbau von Anlagenteilen des KKI 1.

Für die Abbauarbeiten im KKI 1 kommen langjährig bewährte Verfahren und Gerätetechnik entsprechend derzeitigem Stand der Technik zum Einsatz. Neuartige und weiterentwickelte

Verfahren und Gerätetechnik werden erst dann eingesetzt, wenn ihre Einsatzeignung bei Einhaltung von Schutzziele vorab nachgewiesen werden konnte.

Je nach den spezifischen Verhältnissen im Arbeitsbereich werden manuelle, fernhantierte oder fernbediente Verfahren und Gerätetechnik eingesetzt.

Manueller Abbau

Manuelle Abbauarbeiten werden mit handgeführten Geräten / Werkzeugen durchgeführt, in der Regel sind dies Standardausrüstungen aus der industriellen Fertigung, wie z.B.:

- Schraubwerkzeuge
- Metallbohrer, -fräser
- Nibbler, Trennscheren, Rohrscheren
- Bügel-, Stich-, Kreis-, Band-, Seilsägen
- Trennschneider, Trennschleifer
- Schneidbrenner
- Presslufthämmer, Nadelhämmer
- Kernbohrer, Betonfräser

Bei der Demontage von Anlagenteilen mit höherer spezifischer Aktivität wird Gerätetechnik soweit realisierbar mit Stangenwerkzeugen modifiziert, so dass eine fernhantierte Bedienung möglich ist. In dem der Abstand zwischen Abbaupersonal und der Abbaufäche bzw. -ort vergrößert wird, verringert sich die Strahlenexposition für das Personal. Fernhantierte Arbeiten erfolgen z.B. manuell oberhalb von Wasseroberflächen von Brücken und Bühnen aus. Hierbei kann bei Erfordernis auch unterwassertaugliche Kamertechnik unterstützend eingesetzt werden. Alternativ erfolgt der Abbau fernbedient.

Fernbedienter Abbau

Bei aktivierten und hochkontaminierten Anlagenteilen kann zur Sicherstellung des Strahlenschutzes ein fernbedienter Abbau durchgeführt werden. Fernbediente Abbauarbeiten (z.B. Nass- oder Trockenzerlegung) und die Gerätetechnik können bei Kamera-Überwachung zentral von einem Leitstand aus gesteuert werden, der sich in einer Entfernung von der jeweiligen Abbaueinrichtung (auch in einem Container außerhalb von Anlagengebäuden) befinden kann.

Nasszerlegung

Speziell für die Zerlegung und die Verpackung von Anlagenteilen mit hoher spezifischer Aktivität, hierunter fallen aktivierte Anlagenteile wie z.B. Reaktordruckbehältereinbauten, ist eine fernbediente / fernhantierte Durchführung der Abbauarbeiten bei Verwendung von Abschirmungen zur Minimierung der Strahlenexposition des Abbaupersonals sinnvoll. Die Abschirmwirkung bei der Nasszerlegung wird dadurch erreicht, dass eine Wasserüberdeckung für den entsprechenden Arbeitsbereich vorgehalten wird.

Neben spezieller, extra für den spezifischen Einsatzzweck konstruierter Gerätetechnik kommt auch Standard-Technik zum Einsatz, die den Anforderungen eines Unter-Wasser-Einsatzes entsprechend angepasst wird.

Bei der Auswahl und der konstruktiven Gestaltung dieser Gerätetechnik, insbesondere der zugehörigen Leittechnik wird sowohl die Unter-Wasser-Tauglichkeit als auch eine gute Dekontaminierbarkeit der Ausführung berücksichtigt.

Spezielle größtenteils mobile Reinigungsanlagen reinigen das Wasser während bzw. nach Abschluss der Nasszerlegearbeiten.

Trockenzerlegung

Für die Zerlegung und die Verpackung von Anlagenteilen mit einer geringen oder niedrigen spezifischen Aktivität ist eine Hantierung bei Nutzung von abschirmenden Wasserüberdeckungen nicht zwingend erforderlich. Sind aus Gründen des Strahlenschutzes (ALARA-Prinzip siehe Kapitel 8) andere Abschirmungen erforderlich, werden diese in Form von z.B. festinstallierten oder mobilen Wänden aus Blei, Stahl oder Beton bereitgestellt. Die Reinigung der Abluft innerhalb dieser Zerlegebereiche kann mit örtlichen Abluftfilteranlagen sichergestellt werden. Dadurch können die Zerlegung und die Verpackung von Anlagenteilen trocken, d.h. auf Trockenzerlegeplätzen bzw.- bereichen durchgeführt werden (siehe Kapitel 4.1.2).

5 Der Abbau des KKI 1

5.1 Allgemeines

Der Abbau des KKI 1 erfolgt innerhalb des Restbetriebes und ist in zwei Phasen unterteilt.

- Die Phase 1

In Phase 1 erfolgt der Abbau der Anlage mit folgenden Schwerpunkten:

- Abbau von Systemen und Anlagenteilen
- Abbau der Reaktordruckbehältereinbauten
- Abbau von Sicherheitsbehältereinbauten und Teile des Sicherheitsbehälters, die nicht benötigt werden

Die Phase 1 wird in drei Abschnitte (Abschnitt 1 A, Abschnitt 1 B, Abschnitt 1 C) unterteilt:

- Abschnitt 1 A: Es befinden sich noch bestrahlte Brennelemente und einzelne Defektstäbe im Brennelementlagerbecken.
- Abschnitt 1 B: Einzelne Defektstäbe sind noch vorhanden. Diese befinden sich im Brennelementlagerbecken.
- Abschnitt 1 C: Brennstofffreiheit, d. h. es befindet sich kein Brennstoff mehr im KKI 1.

Falls die Defektstäbe vor der Phase 1 oder in dem Abschnitt 1 A entsorgt werden können, entfällt der Abschnitt 1 B.

In der Abbildung 25 wird in einer Prinzipdarstellung der Schnitt des Reaktorgebäudes mit wesentlichen Anlagenteilen dargestellt. Die in der Abbildung rot markierten Anlagenteile sollen in der Phase 1 abgebaut werden.

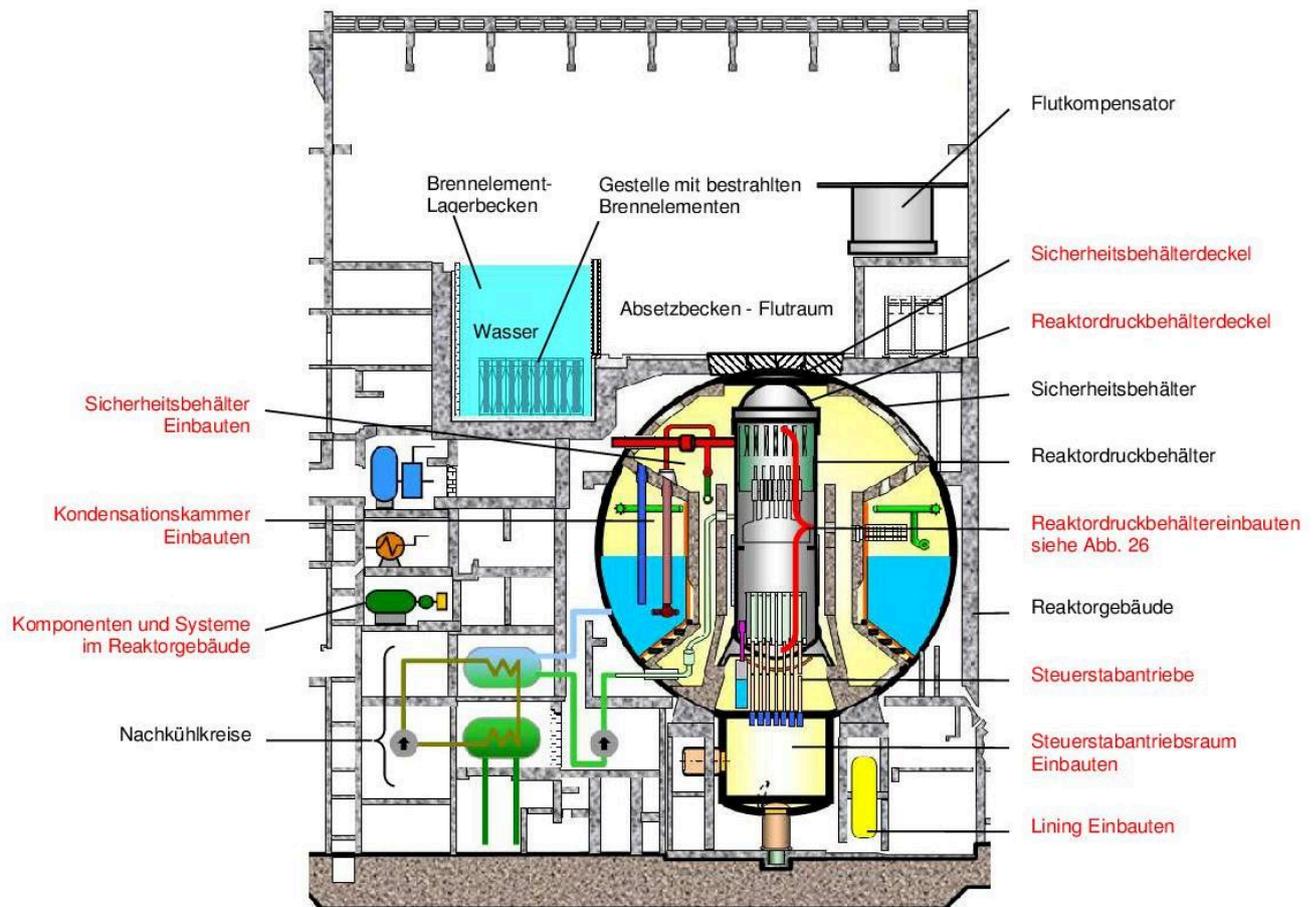


Abbildung 25: Prinzipdarstellung, Schnittbild Reaktorgebäude, Abbauumfang in Phase 1

- Die Phase 2

Die Phase 2 umfasst den Zeitraum von der Brennstofffreiheit bis zur Herstellung des Reaktorgebäudes für die Entlassung aus dem AtG.

Nach Herstellung der Brennstofffreiheit erfolgt in dieser Phase der Abbau von weiteren verbliebenen Anlagenteilen mit folgenden Schwerpunkten:

- Reaktordruckbehälter ohne Reaktordruckbehälterdeckel
- Biologischer Schild
- Abbau der restlichen Strukturen einschließlich der tragenden Strukturen des Sicherheitsbehälters
- Abbau Brennelementlagerbecken, Bereich des Flutraum - Absetzbeckens

Der Abbau von weiteren Einrichtungen und Gebäuden bzw. Gebäudestrukturen wird fortgesetzt.

In der Phase 2 werden die für den Abbau des KKI 2 benötigten Einrichtungen und einzelne Gebäude des KKI 1 weitergenutzt (siehe Abbildung 1).

Die o. g. Phasen 1 und 2 können sich hinsichtlich des zeitlichen Ablaufes des Abbaus überlappen und teilweise gleichzeitig ablaufen.

Der Abbau der Systeme und Anlagenteile erfolgt im Rahmen von Demontageverfahren gemäß dem betrieblichen Regelwerk.

Mit dem Abbaufortschritt erfolgen notwendige systemtechnische Anpassungen und auch die Installation von Ersatzmaßnahmen. Wenn erforderlich werden Restbetriebssysteme durch Ersatzsysteme bzw. mobile Restbetriebssysteme (siehe Kapitel 3.2) ersetzt.

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

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

Die Abbauarbeiten werden unter der Einhaltung des Arbeitsschutzes, des Strahlenschutzes und des Brandschutzes ausgeführt.

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

- bei hoher Direktstrahlung werden Zerlegearbeiten unter Wasser durchgeführt
- fernbedienbare und fernhantierbare Demontage- und Zerlegetechnologien werden angewendet
- es werden Abschirmungen eingesetzt, um die Strahlung zu minimieren
- durch lokale Luftabsaugungen und Filterungen wird eine Freisetzung radioaktiver Stoffe und eine Kontaminationsverschleppung vermieden
- ggf. werden Erprobungen und Kalthandhabungen durchgeführt

Routinemäßig durchgeführte Strahlenschutzmaßnahmen sind (siehe auch Kapitel 8):

- die Überwachung der Ortsdosisleistung und der Kontamination, sowohl im Rahmen des Routinemessprogramms als auch zusätzlich bei Arbeiten vor Ort (arbeitsplatzbezogen)

- die Überwachung der Luftaktivität in den Teilströmen der Abluftanlage, der Raumluft und der Fortluft
- die Überwachung der Personendosis
- die Überwachung der Kontamination an Personen und Gegenständen, die den Kontrollbereich verlassen

Da z. Zt. kein Endlager für radioaktive Abfälle zur Verfügung steht, werden die Abfallbehälter mit den konditionierten radioaktiven Abfällen puffergelagert, bis diese in das Bundesendlager eingelagert werden können. Für das KKI 1 steht dafür die EVU-Lagerhalle Mitterteich und weitere Zwischenlager zur Verfügung.

Am Standort stehen für die Behälter mit radioaktivem Abfall bis zum Abtransport in das Zwischenlager verschiedene Lagerbereiche in verschiedenen Gebäuden zur Verfügung (siehe auch Kapitel 3.2.3).

5.2 Abbau Phase 1

In dieser Phase, in der zu Beginn noch bestrahlte Brennelemente und Defektstäbe in dem Brennelementlagerbecken lagern, erfolgt der Abbau von Systemen und Einrichtungen unter der Maßgabe der Rückwirkungsfreiheit hinsichtlich der einzuhaltenden Schutzziele.

Die Rückwirkungsfreiheit möglicher Abbauarbeiten gegenüber der Lagerung und dem Abtransport von bestrahlten Brennelementen wird durch die getroffenen Absicherungsmaßnahmen gegen den Absturz schwerer Lasten auf das Brennelementlagerbecken und Anlagenteilen zur Kühlung der bestrahlten Brennelemente sichergestellt, wie z.B.:

- durch die Auslegung des Reaktorgebäudekranes, der Brennelement-Wechselbühne und der Lastaufnahmemittel gemäß dem kerntechnischen Regelwerk
- durch die Auslegung neuer Technik gemäß gültigen Regelwerkes
- durch die an diesen Einrichtungen regelmäßig durchgeführten Wiederkehrenden Prüfungen, die garantieren, dass diese sich in dem geforderten auslegungsgemäßen Zustand befinden
- durch technische und administrative Maßnahmen, die ein Überfahren des Brennelementlagerbeckens mit schweren Lasten verhindern, sofern nicht für die Entsorgung der bestrahlten Brennelemente sowie der Defektstäbe erforderlich

Die Schutzziele und die Abbaumaßnahmen in der Phase 1 werden nachfolgend beschrieben.

5.2.1 Schutzziele in der Phase 1

a) Abschnitt 1 A

Während des Abbaus im Abschnitt 1 A befinden sich noch bestrahlte Brennelemente und einzelne Defektstäbe im Brennelementlagerbecken. Die einzelnen Defektstäbe werden in mehreren Lagerköchern gelagert. Die Lagerköcher sind Bauteile, die äußerlich der Kontur eines Brennelementes entsprechen. Im Innern besitzen die Lagerköcher Aufnahmepositionen für die Defektstäbe.

Aufgrund der Lagerung der bestrahlten Brennelemente innerhalb des Brennelementlagerbeckens gelten wie auch im Leistungsbetrieb und im Nachbetrieb die vier Schutzziele:

- „Kontrolle der Reaktivität“
- „Kühlung der Brennelemente“
- „Einschluss der radioaktiven Stoffe“
- „Begrenzung der Strahlenexposition“

Bei der Einhaltung dieser Schutzziele wird dann auch das übergeordnete radiologische Sicherheitsziel

- „Schutz vor ionisierender Strahlung“

erfüllt.

Kontrolle der Reaktivität

Durch die gewählte Anordnung der bestrahlten Brennelemente in den Lagergestellen im Brennelementlagerbecken und in den für die Zwischenlagerung verwendeten Transport- und Lagerbehältern ist die erforderliche Unterkritikalität gewährleistet.

Kühlung der Brennelemente

Die bestrahlten Brennelemente befinden sich im Brennelementlagerbecken, welches mit Wasser gefüllt ist. Die Lagerung der bestrahlten Brennelemente erfordert eine Abführung der Nachzerfallswärme, die durch die bestrahlten Brennelemente an das Wasser des Brennelementlagerbeckens abgegeben wird. Dies wird durch eine aktive Kühlung gewährleistet. Das erwärmte Wasser wird nicht zu den Kühlsystemen abgeführt, sondern im Kreis gefahren. Die Wärme wird über Zwischenkühlkreise abgeführt und über das Nebenkühlwasser an die Isar abgegeben (siehe Kapitel 3.2.1).

Einschluss der radioaktiven Stoffe

Auch während des Abbaus wird Vorsorge gegen Freisetzungen von Radioaktivität im Kontrollbereich getroffen. Die Rückhaltung von radioaktiven Stoffen wird durch die Hülle des Reaktorgebäudes und weiterer Gebäude des Kontrollbereiches sichergestellt.

Die Rückhaltung der Aktivität in der Luft wird durch den Betrieb der Lüftungssysteme erreicht, z.B. durch die Gewährleistung einer gerichteten Luftströmung von außen in den Kontrollbereich und möglichst auch von Räumen mit geringer zu solchen mit höherer Kontaminationsgefährdung. Die Rückhaltung der radioaktiven Stoffe im Wasser wird durch die vorhandene Abwasseraufbereitung, Systemgrenzen sowie die Gebäudehüllen gewährleistet.

Begrenzung der Strahlenexposition

Die Begrenzung der Strahlenexposition sowie die Kontrolle des Aktivitätsinventars in der Anlage werden durch die konsequente Sicherstellung der Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung in der Anlage und in der Umgebung sowie durch den technischen, administrativen und baulichen Strahlenschutz gewährleistet, z.B.:

- eine klare räumliche Trennung zwischen nuklearen und konventionellen Teilen der Anlage, so dass die radioaktiven Stoffe auf definierte Bereiche beschränkt sind
- Abschirmungen zur Minimierung der Strahlenexposition des Personals
- eine Rückhaltung und Minimierung der Abgabe flüssiger und gasförmiger radioaktiver Stoffe an die Umgebung
- Auswahl geeigneter Verfahren
- Erprobung neuer Arbeitsverfahren und Techniken

Alle Systeme und Einrichtungen, die zur Erfüllung der bestehenden Schutzziele (direkt oder indirekt) erforderlich sind (z.B. Kühlung der innerhalb des Brennelementlagerbeckens lagernden bestrahlten Brennelemente), werden in dieser Zeit weder stillgesetzt noch abgebaut. Diese Funktionen dürfen auch nicht in irgendeiner anderen Weise durch die durchgeführten Abbauarbeiten beeinträchtigt bzw. gestört werden.

Während des Abschnittes 1 A werden die Brennelemente aus dem Brennelementlagerbecken entsprechend bestehender Betriebsvorschriften entnommen und in Transport- und Lagerbehälter verpackt. Dies wird in dem Kapitel 5.2.3 beschrieben.

b) Abschnitt 1 B

Nach dem Abtransport der bestrahlten Brennelemente befindet sich noch eine gewisse Anzahl einzelner Defektstäbe im Brennelementlagerbecken.

Der Nachweis zur Einhaltung der vier Schutzziele nach dem Abtransport aller bestrahlten Brennelemente vereinfacht sich.

Mit den vorhandenen Defektstäben ist aufgrund der geringen Kernbrennstoffmasse im Brennelementlagerbecken eine kritische Anordnung nicht mehr möglich.

Die einzelnen Defektstäbe werden in Lagerköcher (gekapselt oder ungekapselt) gelagert. Die Nachzerfallswärme der Defektstäbe wird über das vorhandene Beckenwasser an die Umgebung abgegeben. Eine aktive Kühlung im Brennelementlagerbecken wird infolge der geringen Wärmebildung nicht mehr benötigt. Die noch erforderliche Wärmeabfuhr wird durch die große Wassermenge innerhalb des Brennelementlagerbeckens sichergestellt. Dies wird durch die Kontrolle und die Steuerung des Füllstandes im Brennelementlagerbecken gewährleistet.

Eine ausreichende Abschirmung der Defektstäbe ist für die Einhaltung des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition“ erforderlich.

Die Entnahme, Verpackung und der Abtransport der Defektstäbe wird in Kapitel 5.2.3 beschrieben.

Alle Systeme und Einrichtungen, die zur Erfüllung der hier genannten Aufgabe (Gewährleistung einer ausreichenden Überdeckung mit Beckenwasser - ausreichende Abschirmung - der innerhalb des Brennelementlagerbeckens lagernden Defektstäbe) direkt oder indirekt erforderlich sind, werden in dieser Zeit weder stillgesetzt noch abgebaut. Diese Funktionen dürfen auch nicht in irgendeiner anderen Weise durch die durchgeführten Abbauarbeiten beeinträchtigt bzw. gestört werden.

c) Abschnitt 1 C

Die Brennstofffreiheit wurde durch die Verbringung aller bestrahlten Brennelemente in das Zwischenlager KKI BELLA im Abschnitt 1 A und die Entsorgung der Defektstäbe in dem Abschnitt 1 B hergestellt. Im Abschnitt 1 C befindet sich somit kein Brennstoff mehr in der Anlage.

Es gelten nur noch die Schutzziele „Einschluss der radioaktiven Stoffe“ und „Begrenzung der Strahlenexposition“ sowie das übergeordnete radiologische Sicherheitsziel „Schutz vor ionisierender Strahlung“.

Alle Funktionen, die dazu direkt oder indirekt erforderlich sind, werden erst stillgesetzt bzw. abgebaut, wenn es der Abbaufortschritt erlaubt.

5.2.2 Abbauumfang in Phase 1

In der Phase 1 wird der Abbau von radioaktiv nicht kontaminierten, kontaminierten und aktivierten Anlagenteilen in allen Gebäuden bzw. Gebäudebereichen des KKI 1 durchgeführt. Dabei werden nur Systeme und Anlagenteile mit zugehörigen Versorgungseinrichtungen abgebaut, die nicht mehr für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 benötigt werden.

Es werden folgende Arbeiten im Sicherheitsbehälter durchgeführt, wie z.B.:

- Ausbau von Rohrleitungen und Komponenten im Sicherheitsbehälter wie Speisewasserleitungen, Frischdampfleitungen, Abfahrkühlleitungen, Sicherheits- und Entlastungsventile mit Leitungen, Leitungen des Kernflutsystems
- Herstellung von Arbeitsbühnen und Einrichtungen im Sicherheitsbehälter für die spätere Reaktordruckbehälter-Zerlegung
- Schaffung von Transportöffnungen in der Stahlschale der Kondensationskammer (teilweise Abbau der Stahlschale)
- Ausbau von Einrichtungen und Komponenten in der Kondensationskammer (z.B. Abblaseleitungen, Überströmrohre, Bühnen, Abdampfleitungen des Einspeisesystems)
- Vergrößerung der Beladeöffnung im Sicherheitsbehälter für die spätere Demontage
- Abbau von Einrichtungen im Steuerstabantriebsraum wie z.B. Schnellabschaltsystem, Antriebsgehäuserohre, Abschirmplatte
- Der Flutkompensator wird zerlegt.

Zusätzlich werden Anlagenteile abgebaut, zerlegt und entsorgt oder Änderungen an der Anlage vorgenommen, die keine Rückwirkungen auf die beschriebenen Schutzziele haben.

Hierzu zählen im Wesentlichen die in der Abbildung 26 dargestellten Anlagenteile (Anlagenteile rot markiert):

- Sicherheitsbehälterdeckel
- Reaktordruckbehälterdeckel
- bewegliche und feste Reaktordruckbehältereinbauten wie z.B.:
 - Dampftrockner
 - Wasserabscheider mit Kerndeckel
 - Speisewasserverteilersegmente
 - oberes und unteres Kerngitter
 - Kernmantel

- Zwangsumwälzpumpen
- Rückströmraumabdeckung
- Steuerelementführungsrohre
- Kernflussmessgehäuserohrverband
- Steuerstabantriebe /Steuerelementantriebsgehäuserohre
- Stellantriebe

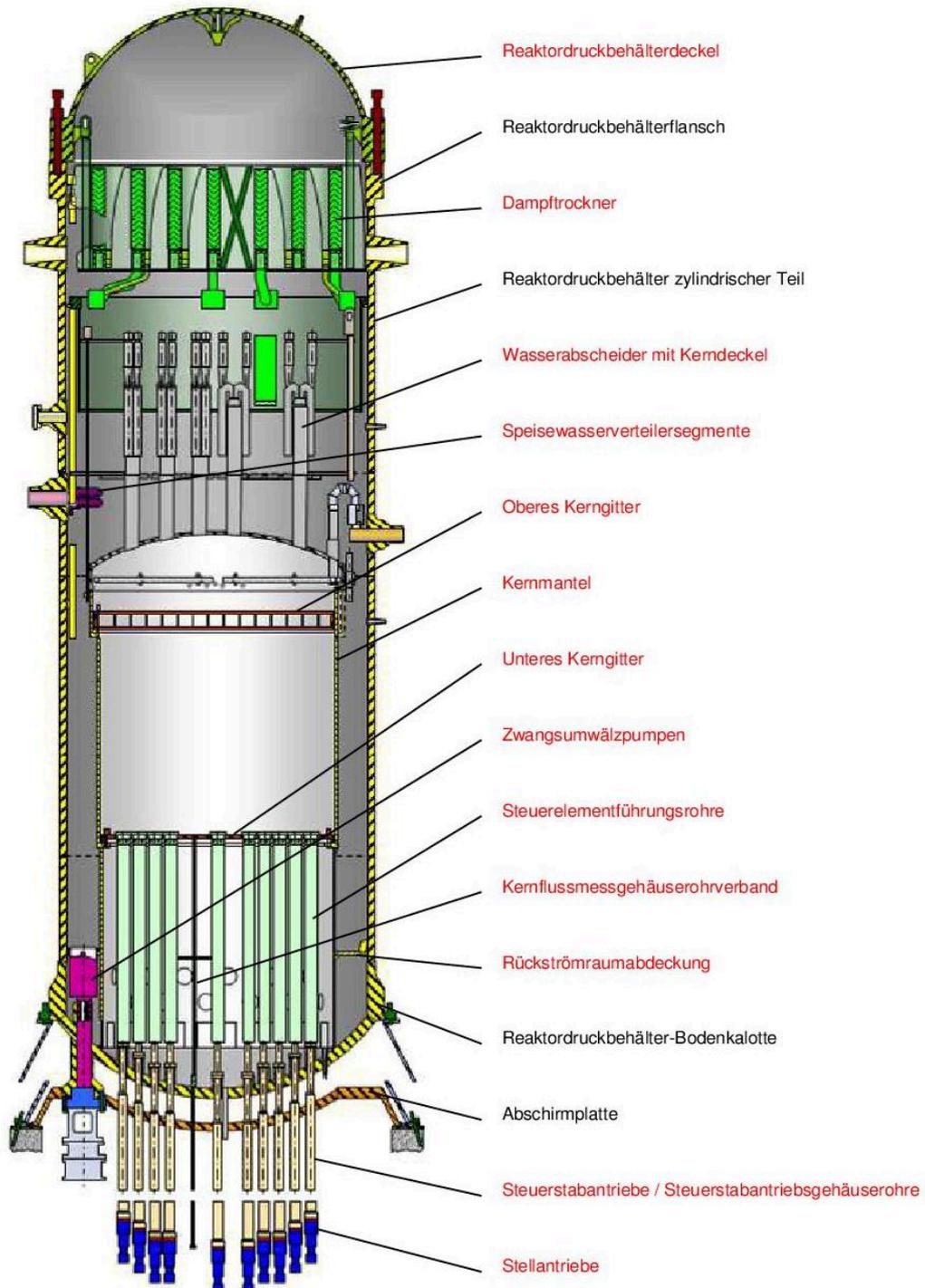


Abbildung 26: Prinzipdarstellung, Schnittbild Reaktor-druckbehälter mit Einbauten, geplanter Abbauumfang in Phase 1

Als mögliche Aufstellorte für die Einrichtungen zur Zerlegung und Verpackung der Reaktordruckbehältereinbauten sind Bereiche im Reaktorgebäude (z.B. Bereich des Flutraum - Absetzbeckens, Brennelementlagerbecken, Beckenflur) vorgesehen. Eine Nachzerlegung kann auch im Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen durchgeführt werden.

Der Bereich des Flutraum - Absetzbeckens ist durch die gesetzte Beckenschleuse zum Brennelementlagerbecken abgetrennt.

5.2.3 Weitere Abbauarbeiten und Tätigkeiten

Im Folgenden werden wichtige Entsorgungsarbeiten und der Abbau von Anlagenteilen näher beschrieben, die innerhalb der Phase 1 durchgeführt werden können.

Entnahme, Verpackung und Abtransport der bestrahlten Brennelemente

Die Entnahme und die Verpackung der bestrahlten Brennelemente in Transport- und Lagerbehälter werden unter Wasser mit den gleichen Handhabungseinrichtungen durchgeführt, wie auch während des Leistungs- und Nachbetriebes. Diese Einrichtungen stehen bis zur Herstellung der Brennstofffreiheit zur Verfügung. Nach der Beladung der Transport- und Lagerbehälter werden die Behälter zum KKI BELLA transportiert und dort zwischengelagert.

Entnahme, Verpackung und Abtransport der Defektstäbe

Für den Abtransport können folgende Varianten zum Einsatz kommen:

Variante I

Die Zwischenlagerung der Defektstäbe wird im KKI BELLA durchgeführt. Es wird ein zugelassener Transport- und Lagerbehälter eingesetzt.

Variante II

Die Defektstäbe werden zuerst temporär in das Brennelementlagerbecken des KKI 2 verbracht. Anschließend werden die Defektstäbe wie in Variante I beschrieben in das KKI BELLA transportiert. Dadurch entstehen Synergien für die Verbringung der Defektstäbe aus dem KKI 2.

Demontage, Zerlegung und Konditionierung Reaktordruckbehältereinbauten

(siehe Abbildung 18 und Abbildung 19)

Der Nasszerlegebereich kann im Flutraum - Absetzbecken an den Abstellpositionen des Dampftrockners und des Wasserabscheiders eingerichtet werden. Die Demontage-, Zerlege- und Konditionierungsarbeiten werden fernhantiert / fernbedient durchgeführt (siehe Kapitel 4.3).

Die abgetrennten, zerlegten Teile werden direkt in Einsatzkörbe verpackt und in dem Bereich puffergelagert. Die beladenen Einsatzkörbe werden in einen Abschirmbehälter eingesetzt und in einer Trocknungsanlage getrocknet. Die beladenen Abschirmbehälter werden am Standort KKI 1 puffergelagert bis sie in ein externes Zwischenlager oder das Bundesendlager transportiert werden können.

Für die Beladung der Abschirmbehälter können zwei Beladevarianten, d.h. Beladestationen zum Einsatz kommen:

Variante I: Unterwasserbeladung eines Abschirmbehälters (MOSAIK-Behälter)

Der Einsatzkorb mit den zerlegten Anlagenteilen wird unter Wasser in einen Abschirmbehälter eingesetzt. Nach der Beladung wird der Abschirmbehälter aus dem Bereich heraustransportiert und in einer Trocknungsanlage getrocknet.

Variante II: Trockene Beladung im Bereich Beckenflur

Ein Abschirmbehälter steht im Bereich des Beckenflurs oder des trockenen Brennelementlagerbeckens für die Beladung bereit. Der Einsatzkorb mit den zerlegten Anlagenteilen wird mit einer Abschirmglocke von dem Zerlegebereich in den Abschirmbehälter transportiert.

Eine Anordnung der möglichen Arbeitsbereiche für den Abbau der Reaktordruckbehältereinbauten wird als Prinzipdarstellungen in Abbildung 27 und Abbildung 28 gezeigt.

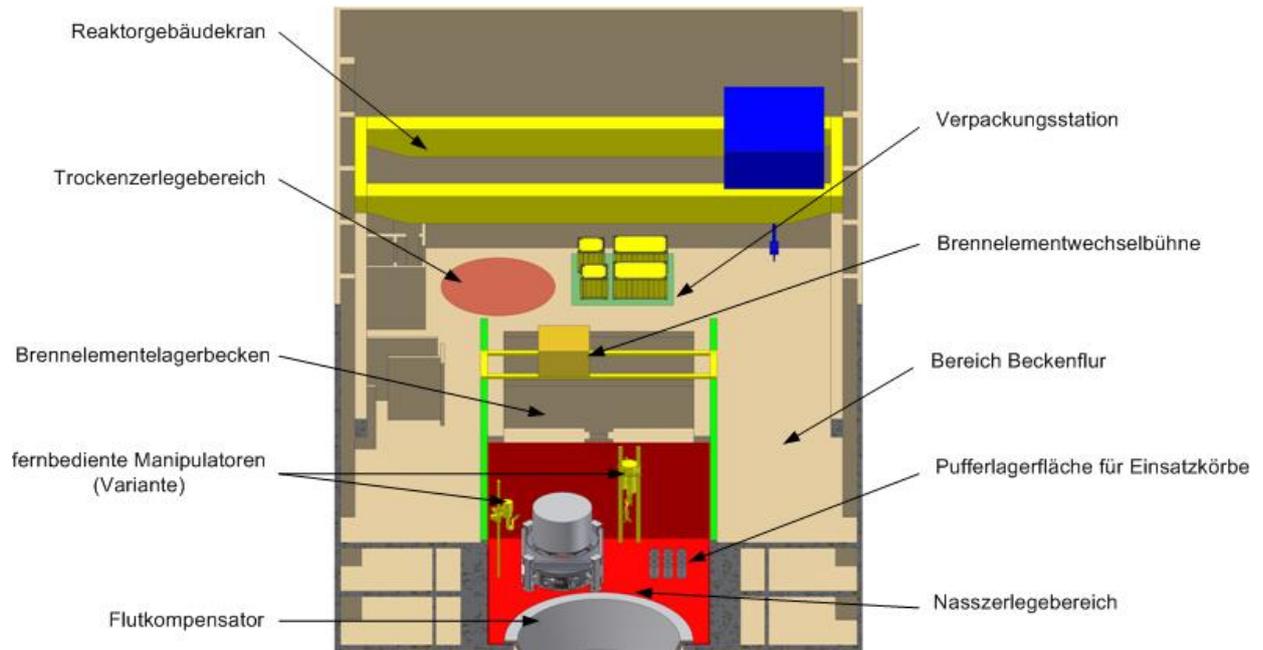


Abbildung 27: Prinzipdarstellung, Schnittbild Reaktorgebäude, mögliche Arbeitsbereiche für den Abbau der Reaktordruckbehältereinbauten

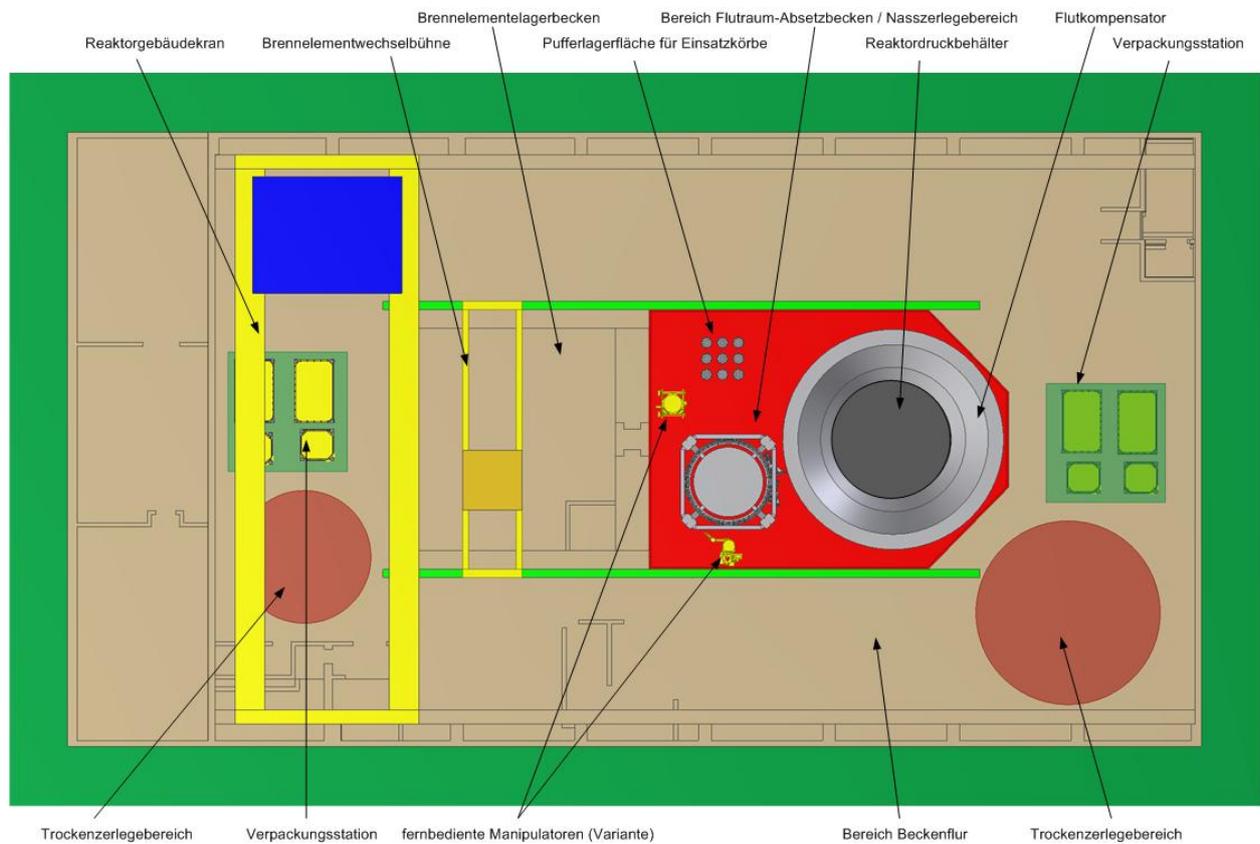


Abbildung 28: Prinzipdarstellung, Ebene 39,40 m, Bereich des Beckenflures, mögliche Arbeitsbereiche für den Abbau der Reaktordruckbehältereinbauten

5.3 Abbau Phase 2

5.3.1 Schutzziele in der Phase 2

Es gelten nur noch die Schutzziele „Einschluss der radioaktiven Stoffe“ und „Begrenzung der Strahlenexposition“ mit dem übergeordneten radiologischen Sicherheitsziel „Schutz vor ionisierender Strahlung“.

5.3.2 Abbauumfang der Phase 2

Die Abbauarbeiten der Phase 1 werden fortgesetzt. Die Phase 2 umfasst z.B.:

- den Abbau des Reaktordruckbehälters ohne Reaktordruckbehälterdeckel
- das weitere Freiräumen und den weiteren Abbau des Sicherheitsbehälters
- den Abbau des biologischen Schildes
- den Abbau weiterer radioaktiv kontaminierter Anlagenteile, die der atomrechtlichen Genehmigung unterliegen und nicht für den Abbau des KKI 2 weiter genutzt werden sollen
- das Ausräumen von restlichen Anlagenteilen, Einrichtungen in den Gebäuden, die der atomrechtlichen Genehmigung unterliegen und die nicht für den Abbau des KKI 2 weiter genutzt werden sollen
- die Dekontamination von kontaminierten Betonstrukturen (Entfernung von kontaminierter Betonstruktur)
- das Freimessen von Teilen der Gebäudestrukturen
- das Freimessen von Teilen der Geländeflächen

Nach Abschluss des Abbaus des KKI 2 erfolgen

- das Restfreiräumen des KKI 1 (Demontage von Restbetriebssystemen, Demontage ZEBRA),
- die Dekontamination der Gebäudestrukturen,
- das Freimessen der Gebäude und
- das Freimessen des Geländes.

Im Folgenden werden die wesentlichen durchzuführenden Abbauarbeiten von Anlagenteilen, die innerhalb der Phase 2 durchgeführt werden können, näher beschrieben.

5.3.3 Abbau des Reaktordruckbehälters

Die Vorzugsvariante für die Zerlegung und die Verpackung des Reaktordruckbehälters ist eine Zerlegung des Reaktordruckbehälters in seiner Einbaulage an der Luft und eine ggf.

anschließende Nachzerlegung der abgetrennten Schüsse und/oder Segmente auf einem Trockenzerlegeplatz, ggf. auch nach Transportvorbereitung und innerbetrieblichem Transport im Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen. Die prinzipielle Vorgehensweise bei der Vorbereitung und Durchführung der Arbeiten umfasst somit folgende Abbauschritte:

- Aufbau der erforderlichen Komponenten des Nachzerlegeplatzes im Brennelement-lagerbecken oder Bereich des Flutraum - Absetzbeckens (können teilweise schon in Phase 1 aufgebaut werden)
- Anpassung Infrastruktur für die Zerlegung
- Abtrennen von Schüssen und/oder Segmenten des zylindrischen Teils des Reaktordruckbehälters
- Nachzerlegung der Schnittteile auf dem Trockenzerlegeplatz im Bereich Beckenflur oder (nach einer Verpackung für den innerbetrieblichen Transport) im Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen
- Dekontamination und / oder Verpackung der demontierten Reaktordruckbehälterteile
- Ausbau der Kalotte mit der Standzarge, Nachzerlegung auf dem Nachzerlegeplatz oder ggf. im Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen

Parallel zu den o.g. Arbeiten kann die Räumung der verbliebenen Komponenten im Steuerstabsantriebsraum durchgeführt werden.

5.3.4 Abbau Sicherheitsbehälter einschließlich Einbauten

Mit dem Abbau des Sicherheitsbehälters wurde bereits in Phase 1 begonnen. Innerhalb des Sicherheitsbehälters werden folgende Arbeiten durchgeführt, wie z.B.:

- Abbau von Restbereichen der Kondensationskammer
- Abbau des biologischen Schildes und des statischen Betons
- Abbau der restlichen Bestandteile des Steuerstabantriebsraumes
- Abbau der tragenden Betonstrukturen im Sicherheitsbehälter
- Abbau der restlichen Bestandteile und Einbauten des Sicherheitsbehälters

Nach der Schaffung der erforderlichen Infrastruktur, wie z.B. Gerüstbau, Montageöffnungen, Transportwege werden die Anlagenteile abgebaut, konditioniert und verpackt.

Da die Einbauten auf verschiedenen Höhenebenen innerhalb des Sicherheitsbehälters installiert wurden, werden sie in einer Reihenfolge demontiert, die alle Anforderungen an den Arbeitsschutz erfüllen.

Wenn erforderlich wird eine Dekontamination der Raumbereiche durchgeführt.

5.3.5 Abbau Brennelementlagerbecken und Bereich des Flutraum - Absetzbeckens

Mit dem Abbau der Anlagenteile, des Stahlbaus und der Betonstrukturen der Raumbereiche (Flutraum - Absetzbecken / Brennelementelagerbecken) kann begonnen werden, sofern diese Bereiche nicht als Nachzerlegebereiche genutzt werden.

5.3.6 Weitere Abbauarbeiten und Tätigkeiten

Dazu gehören z.B.:

- Abbau restlicher Anlagenteile innerhalb des Kontrollbereiches oder Dekontamination und Freigabe
- Ausräumen von restlichen Anlagenteilen aus den Gebäuden, die der atomrechtlichen Genehmigung unterliegen und die nicht für den Abbau des KKI 2 weiter genutzt werden sollen
- Kontrolle und ggf. Dekontamination des Geländebereiches mit samt der verbleibenden Strukturen und Freigabe aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes.

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

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

Es ist geplant die Kernkraftwerke Isar 1 und Isar 2 nach dem Abschluss aller Abbauarbeiten sowie nach Beendigung des Betriebes des Zentrums zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen und des anschließenden Abbaus dieses Zentrums abzureißen. Der Abriss ist Bestandteil eines konventionellen Verfahrens.

Nach dem Abschluss der Abbauarbeiten im KKI 1 werden die Gebäude und Gebäudebereiche, die nicht für eine Nutzung während des Abbaus des KKI 2 erforderlich sind, dekontaminiert und freigemessen. Die freigemessenen Gebäude und Gebäudebereiche werden verschlossen und ggf. versiegelt und gegen eine Rekontamination (Gefahr einer erneuten Kontamination)

gesichert (Zugangsregelungen). Falls notwendig können diese Gebäude auch abgerissen werden. Dazu wird der Nachweis auf Rückwirkungsfreiheit auf verbleibende Strukturen beim Abreißen erbracht.

Die betroffenen Gebäude und Geländebereiche werden dazu hinsichtlich ihres radiologischen Zustandes überprüft. Wenn erforderlich wird ggf. eine Dekontamination durchgeführt. Das Unterschreiten der Freigabewerte gemäß § 29 StrlSchV ist die Grundlage für die Entlassung aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes.

5.4 Rückzug aus den Gebäuden

Unter dem Rückzug aus den Gebäuden versteht man das Verlassen von einzelnen oder mehreren Räumen innerhalb des Kontrollbereiches nach dem Abschluss der Demontage von Anlagenteilen, dem Freiräumen und einer Überprüfung noch vorhandener Kontaminationen an Baustrukturen und deren Beseitigung durch Dekontamination. Die verlassenen Räume stehen für die Freigabe bereit (siehe Kapitel 5.3.6).

Der Rückzug aus dem Reaktorgebäude, dem Maschinenhaus, Dekontaminierungsgebäude, Feststofflager, und dem Lagergebäude erfolgt über neu zu errichtende Wege, z.B.:

- aus dem Maschinenhaus: über die Reaktorgebäude-Gleisdurchfahrt, Ebene 0,00 m
- aus dem Feststofflager und Lagergebäude: über das Dekontaminierungsgebäude

Nach erfolgter Freigabe (siehe Kapitel 6.2) können die Gebäudestrukturen und befestigte Flächen nach dem dann geltenden konventionellen Recht abgerissen werden.

6 Reststoffmanagement

6.1 Stoffströme

Beim Abbau des KKI 1 fallen ca. 224.000 Mg radioaktive Reststoffe aus dem Kontrollbereich und den umgebenden Baustrukturen an. Bei den anfallenden radioaktiven Reststoffen werden bzgl. ihres Verbleibes folgende Entsorgungswege geprüft:

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

Der für die Kernkraftwerke KKI 1 und KKI 2 geltende Freigabebescheid gemäß § 29 StrlSchV gestattet die uneingeschränkte Freigabe fester und flüssiger Stoffe, die Freigabe fester Stoffe zur Beseitigung und flüssiger Stoffe zur Beseitigung in einer Verbrennungsanlage, von Metallschrott zur Wiederverwendung sowie von Gebäuden zum Abriss.

Für das KKI 1 wurden Art und Menge der beim Abbau anfallenden radioaktiven Reststoffe abgeschätzt. Demnach ergeben sich Massen, die in Tabelle 5 aufgelistet sind. Die dargestellten Massen resultieren aus den zu Beginn des Abbaus vorhandenen Anlagenteilen (Primärmassen) und den während des Abbaus anfallenden Materialien (Sekundär- und Zusatzmassen).

Unter **Primärmassen** versteht man die Summe aller der für den Leistungsbetrieb des KKI 1 installierten Anlagenteile einschließlich der Gebäude. Die Primärmassen werden nach Komponentenart (Behälter, Rohrleitungen, Armaturen etc.), nach Gebäudezugehörigkeit und Kontaminationsgrad erfasst. Diese Erfassung erfolgt über die Auswertung von:

- Konstruktions- oder Einbauzeichnungen
- Vor-Ort-Aufnahmen oder
- Plausibilitätsannahmen

Tabelle 5: Abschätzung der beim Abbau anfallenden radioaktiven Reststoffe (Primärmassen)

Entsorgungsweg	Abgeschätzte Masse
Uneingeschränkte Freigabe (einschließlich Beton) ^{*)} gemäß § 29 StrlSchV, Freigabe zur Beseitigung / Rezyklierung (einschließlich Beton) ^{*)} gemäß § 29 StrlSchV, Wiederverwertung im kerntechnischen Bereich	ca. 20.600 Mg
Radioaktiver Abfall zur Endlagerung	ca. 3.400 Mg
Gebäudemassen ^{*)}	ca. 200.000 Mg
Gesamtmasse	ca. 224.000 Mg

^{*)} Der Abbruch der freigegebenen Gebäude ist nicht Gegenstand der atomrechtlichen Genehmigungen für die Phase 1 und Phase 2 des KKI 1.

Unter **Sekundärmassen** versteht man alle Verbrauchsmaterialien, wie z. B. Dekontaminationsflüssigkeiten, Verschleißteile, Folien, Putzmaterialien und die von den Komponenten und Systemen abgetragenen Stoffe (z.B. Staub, Späne, Schlacke, Filter). Der Anfall der Sekundärmassen wird auf der Basis der vorhandenen Primärmassen, des erforderlichen Personalaufwandes für den Abbau und die eingesetzten Techniken abgeschätzt. Dafür werden die Erfahrungen aus den Revisionen sowie den laufenden Abbauprojekten genutzt. Gegenwärtige Schätzungen gehen davon aus, dass durch die Abbautätigkeiten zusätzlich ca. 370 Mg an Sekundärabfall entstehen.

Zusatzmassen werden während der Durchführung der Abbauarbeiten in den Kontrollbereich eingebracht, wie z.B. Zerlege- und Dekontaminationsanlagen, Abschirmmaterial, Stahlbau. Diese Einrichtungen dienen dem Abbau bzw. der Entsorgung der Primär- und Sekundärmassen und können ebenfalls kontaminiert werden. Nach derzeitigen Planungen erreichen diese Zusatzmassen eine Größenordnung von 500 Mg.

Der überwiegende Teil der beim Abbau des KKI 1 aus dem Kontrollbereich anfallenden Materialien ist weder aktiviert noch kontaminiert.

Zur Minimierung des Anfalles radioaktiver Abfälle und damit des Endlagervolumens sind verschiedene Maßnahmen für die Reststoffbehandlung vorgesehen, z.B.:

- Sorgfältiges Sortieren der radioaktiven Reststoffe möglichst im Demontagebereich
- Dekontamination der radioaktiven Reststoffe zur Erreichung der Freigabewerte

- Freigabe gemäß StrlSchV
- Konditionieren (Zerlegen, Sortieren, Verbrennen, Verpressen, Trocknen, Zementieren, Verpacken) des radioaktiven Abfalles
- Verpackung des radioaktiven Abfalles in endlagergerechte Behälter

Bereits vor dem Abbau von Anlagenteilen werden die anfallenden radioaktiven Reststoffe charakterisiert (siehe Kapitel 3.4) und die geplanten Entsorgungsziele festgelegt. Während des Abbaus wird darauf geachtet, dass die verschiedenen Materialgruppen getrennt gesammelt werden. Diejenigen Stellen der abgebauten Anlagenteile, die stärker kontaminiert sind, werden abgetrennt und separat gesammelt. Wenn möglich, werden die Anlagenteile dekontaminiert, um sie gemäß § 29 StrlSchV freigeben zu können. Die damit zusammenhängende Behandlung kann im KKI 1 u. a. in dem dafür einzurichtenden Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen (siehe Kapitel 4.1.9) oder über externe Genehmigungsinhaber z.B. für das Einschmelzen erfolgen.

Müssen die abgebauten Anlagenteile aus radiologischen und wirtschaftlichen Gründen als radioaktiver Abfall entsorgt werden, so werden sie entsprechend der genehmigten Annahmebedingungen des Bundesendlagers konditioniert. Nach erfolgter Konditionierung, Pufferlagerung und Transportbereitstellung werden die dabei anfallenden radioaktiven Abfallgebinde in die EVU-Lagerhalle Mitterteich, in weitere Zwischenlager oder in das Bundesendlager transportiert.

Für den externen Transport der Abfallbehälter mit radioaktiven Stoffen und Materialien sind nationale und soweit zutreffend internationale Sicherheitsbestimmungen maßgebend, die durch das Atomrecht, das Gefahrgutrecht und durch die hierzu ergangenen Rechtsvorschriften festgelegt werden, insbesondere die „Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt“ /10/. Die Sicherheit beim Transport wird in erster Linie durch die Gestaltung des Versandstückes selbst erreicht.

6.2 Freigabe

Unter Freigabe von radioaktiven Reststoffen wird deren Entlassung aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes und der Strahlenschutzverordnung verstanden. Dies ist bei Unterschreiten der in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Freigabewerte möglich oder wenn im Einzelverfahren die Einhaltung des 10 µSv-Konzepts nachgewiesen wird. Sind an diese Entlassung aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes keine Bedingungen gestellt, so spricht man von uneingeschränkter Freigabe.

Das Freigabeverfahren besteht aus mehreren Schritten.

- **Voruntersuchung**

Während der Voruntersuchung wird das zu behandelnde Material radiologisch charakterisiert und die freigabehöfliche Fraktion separiert.

- **Vorbehandlung**

Im Hinblick auf die Freigabefähigkeit werden die Reststoffe ggf. entsprechend vorbehandelt (z. B. Dekontamination).

- **Orientierungsmessung**

Die zur Freigabe vorgesehenen Materialien werden mittels geeigneter Messverfahren auf ihre Freigabefähigkeit geprüft. Dabei ist sichergestellt, dass die Grenzwerte zur Herausgabe aus dem Kontrollbereich in den Überwachungsbereich eingehalten werden, da die Entscheidungsmessung auch außerhalb des Kontrollbereiches stattfinden kann.

- **Entscheidungsmessung**

Die Entscheidungsmessung dient dem Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte. Sie erfolgt mittels geeigneter Messverfahren, deren Auswahl und Anwendung mit der zuständigen Behörde abgestimmt ist.

- **Freigabe**

Aufgrund der Ergebnisse der Entscheidungsmessung stellt der Strahlenschutzbeauftragte die Übereinstimmung mit den Anforderungen gemäß § 29 StrlSchV fest. Messergebnisse und Feststellung werden dokumentiert und chargenweise zu einem Freigabeantrag zusammengefasst. Die zuständige Behörde prüft den Freigabeantrag bzgl. der Übereinstimmung mit den im Freigabebescheid (Strahlenschutzordnung) festgelegten Anforderungen für die Freigabe und bestätigt dies. Nach Vorliegen der behördlichen Bestätigung wird die Freigabe gemäß geltendem Freigabebescheid (Strahlenschutzordnung) durch den Strahlenschutzbeauftragten erteilt.

Das Freigabeverfahren gemäß § 29 StrlSchV wurde bereits im Leistungsbebetrieb erfolgreich praktiziert. Das Vorgehen wurde mit der zuständigen Behörde auf Grundlage der StrlSchV abgestimmt und ist in der Strahlenschutzordnung festgelegt. Der entsprechende Teil der Strahlenschutzordnung entspricht dem Freigabebescheid gemäß § 29 StrlSchV und deckt neben dem Leistungsbebetrieb bereits auch die Belange des Restbetriebs sowie der Stilllegung ab. Die detaillierte Vorgehensweise ist in separaten Unterlagen geregelt, die ebenfalls mit der zuständigen Behörde abgestimmt wurden.

7 Nachnutzung von Einrichtungen und Gebäuden für den Abbau des KKI 2

Am Standort des KKI 1 befindet sich das KKI 2, das sich derzeit im Leistungsbetrieb befindet.

Die Berechtigung zum Leistungsbetrieb des KKI 2 erlischt gemäß der 13. Novelle des AtG, wenn die in Anlage 3 Spalte 2 des AtG für die Anlage aufgeführte Elektrizitätsmenge oder die aufgrund von Übertragungen nach § 7 Absatz 1b AtG sich ergebende Elektrizitätsmenge erzeugt ist, jedoch spätestens mit Ablauf des 31. Dezember 2022.

Nach derzeitigem Planungstand ist vorgesehen, dass nach Beendigung des Leistungsbetriebes das KKI 2 zurückgebaut wird.

Für einen effizienten Abbau des KKI 2 werden frei werdende Flächen, die Reststoffbearbeitungsstationen und die dazu erforderlichen Infrastruktureinrichtungen aus dem Bereich des KKI 1 auch für den Abbau des KKI 2 genutzt.

Dies betrifft insbesondere

- die Transportbereitstellungshalle,
- Pufferlagerflächen,
- das Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen und
- die Freimessanlagen

einschließlich der dazugehörigen Infrastruktureinrichtungen im Bereich des KKI 1.

Mit dem Abschluss der Abbaumaßnahmen im KKI 2 werden dann die noch vorhandenen Einrichtungen im KKI 1 (vor allem das Zentrum zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen) zurückgebaut.

Damit wird eine komplette Entlassung des KKI 1 aus dem Atomgesetz erst nach Abschluss aller Abbauarbeiten im KKI 2 möglich.

8 Strahlenschutz

Das ALARA-Prinzip fordert, beim Umgang mit ionisierender Strahlung die Strahlenbelastung von Menschen, Tieren und Material (auch unterhalb von Grenzwerten) so gering zu halten, wie dies mit vernünftigen Mitteln machbar ist.

8.1 Grundsätzliche Regelungen

Die Organisation und die praktische Umsetzung aller Aspekte des Strahlenschutzes im KKI 1 sind in der Strahlenschutzordnung des KKI 1 und nachgeordneten Dokumenten geregelt.

Hinsichtlich des Strahlenschutzes werden der Restbetrieb und die Abbauarbeiten an die Anforderungen des Abbaus angepasst und administrativ analog zum Leistungsbetrieb bzw. Nachbetrieb gestaltet. Der Strahlenschutz wird frühzeitig in die Planung und Ausführung der Abbauschritte eingebunden.

Nach Abtransport der bestrahlten Brennelemente und der Defektstäbe sind für den Restbetrieb noch folgende Schutzziele relevant:

- Begrenzung der Strahlenexposition und
- Einschluss der radioaktiven Stoffe

Die daraus abgeleiteten Aufgaben des Strahlenschutzpersonals während des Restbetriebes sind u. a.:

- Überwachung des Betretens und Verlassens des Kontrollbereiches
- Mitarbeit bei der Arbeitsvorbereitung und Planung
- Arbeitsplatzfreigabe und Arbeitsplatzüberwachung
- Mitarbeit bei der Einführung und Entwicklung von Arbeitsmethoden zum Abbau und deren Freigabe aus Sicht des Strahlenschutzes
- Ermittlung und Verwaltung der Personendosen und sonstiger strahlenschutzrelevanter Personendaten
- Überwachung des Reststoffmanagements
- Überwachung der Dekontamination
- Organisation und Überwachung der Pufferlagerung und Transportbereitstellung
- Emissions- und Immissionsüberwachung
- Entsorgung von radioaktiven Abfällen und Reststoffen
- Planung, Organisation und Durchführung des Verfahrens zur Freigabe von Reststoffen als nicht radioaktive Stoffe nach § 29 StrlSchV und gemäß Strahlenschutzordnung der Anlage

Je nach Höhe der möglichen Strahlenexposition werden die Bereiche der Anlage in Betriebsgelände, Überwachungsbereiche, Kontrollbereiche und Sperrbereiche unterteilt. Die für den Restbetrieb des KKI 1 ausgewiesenen Strahlenschutzbereiche sind in Abbildung 29 dargestellt (Sperrbereiche sind bei Erfordernis eingerichtete Teile der Kontrollbereiche und werden nicht gesondert dargestellt s. u.).

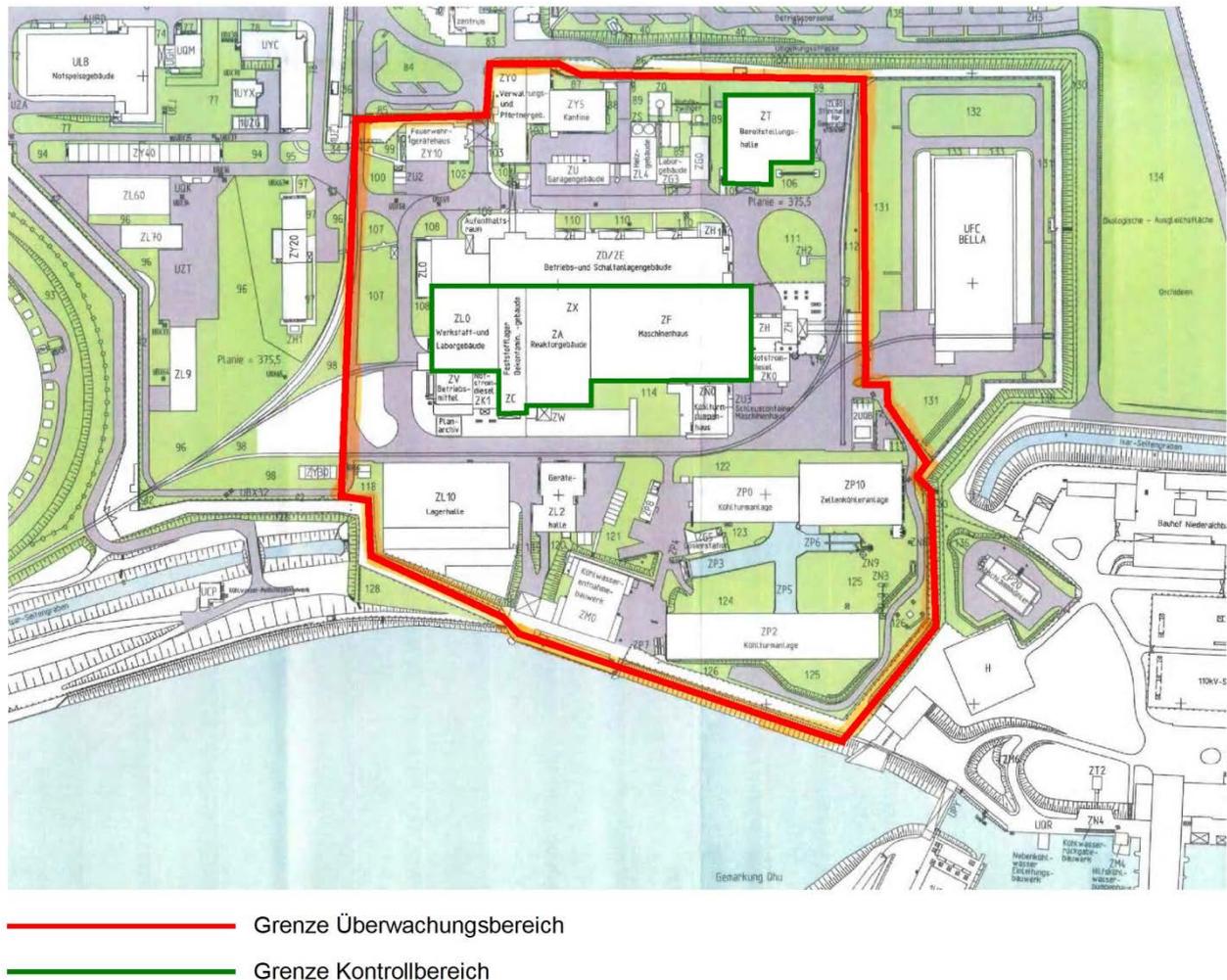


Abbildung 29: Strahlenschutzbereiche des KKI 1

Kontrollbereiche sind bzw. werden eingerichtet:

- im Reaktorgebäude
- im Maschinenhaus (genutzt zur Bearbeitung von Reststoffen und Abfällen)
- im Dekontaminierungsgebäude und im Feststofflager
- in Teilen des Werkstatt- und Lagergebäudes

- in der Transportbereitstellungshalle (für die Transportbereitstellungshalle existiert eine eigene Genehmigung gemäß StrSchV)

Der Zutritt zu den Strahlenschutzbereichen wird gemäß § 37 StrlSchV geregelt. Die Kontrollbereichsbegehungen werden erfasst und dokumentiert.

Bei Bedarf können sowohl einzelne Gebäudeteile oder Räume aus dem Kontrollbereich herausgelöst wie auch neue Kontrollbereiche eingerichtet werden.

Sperrbereiche werden, soweit nach StrlSchV erforderlich, vom Strahlenschutzbeauftragten eingerichtet und laufend den Gegebenheiten angepasst. Sie werden so abgesichert, dass ein unkontrollierter Zugang von Personen nicht möglich ist. Der Zugang zu diesen Bereichen ist nur unter Aufsicht des Strahlenschutzpersonals gestattet.

8.2 Strahlenschutzmaßnahmen und Überwachung

8.2.1 Arbeitsplatzüberwachung

Alle Arbeiten in den Kontrollbereichen müssen vom Strahlenschutzbeauftragten oder einer von ihm beauftragten Person freigegeben und vom Strahlenschutzpersonal überwacht werden. Bereits bei der Arbeitsplanung ist der Strahlenschutz mit eingebunden. Er erstellt eine Dosisabschätzung und legt die Strahlenschutzmaßnahmen fest. Übersteigt die erwartete Strahlenexposition die Werte der Richtlinie des Strahlenschutzes für Personen /12/, so werden spezielle Maßnahmen durchgeführt.

Im KKI 1 werden vorhandene Systeme zur Ortsdosisleistungs- und Aerosolüberwachung bedarfsgerecht weiterbetrieben. Neben der regelmäßigen Kontrolle der kontinuierlich messenden Systeme (Raumluft, Ortsdosisleistung) werden regelmäßig Ortsdosisleistungs-, Aerosol- und Kontaminationsmessungen durchgeführt. Sämtliche strahlenschutzrelevanten Arbeiten werden überwacht. Bei Bedarf erfolgt der Einsatz von mobilen Mess- und Überwachungsgeräten. Aufgrund der Messergebnisse werden Personenschutzmaßnahmen festgelegt. Alle Messergebnisse werden protokolliert und archiviert.

8.2.2 Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung

Als Bestandteil der Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung werden folgende Messungen durchgeführt:

- Dosisleistungsmessungen an Anlagenteilen und in Arbeitsbereichen
- Messung der Aerosolaktivitätskonzentrationen in der Raumluft

- Messung der Gesamt- und gammanuklidspezifischen Aktivität der Abfall- und Reststoffe
- Direkte und indirekte Kontaminationsmessungen in der gesamten Anlage
- Messungen zur Überwachung der Aktivitätsrückhaltung

Hierzu werden folgende Messstellen bzw. Messsysteme betrieben:

- Ortsdosisleistungs-Messgeräte zur Raum- und Arbeitsplatzüberwachung
- nuklidspezifische Messplätze in den Laboren
- Messplätze für Wisch- und Aerosolproben
- Überwachung der Lüftungsanlagen
- Raumluftüberwachung
- Kamininstrumentierung
- Aktivitätsüberwachung Abwasserpfad
- Personenmonitore am Kontrollbereichsausgang
- Verschleppungsmessstellen an den Ausgängen des Überwachungsbereiches

Weitere Messeinrichtungen werden im Rahmen der Reststoffbehandlung und Freigabe betrieben.

8.2.3 Personenschutzmaßnahmen

Als Bestandteil der Arbeitsvorbereitung werden für die geplanten Arbeiten die jeweils erforderlichen Schutzmaßnahmen festgelegt. Die Einhaltung der Maßnahmen wird durch Strahlenschutzpersonal in der Anlage überprüft. Als Schutzmaßnahmen werden beispielsweise angewendet:

- Beschränkung der Aufenthaltsdauer im Arbeitsbereich
- Verwendung von Abschirmungen
- Abstand von der Strahlenquelle halten (z. B. Einsatz fernbedienbarer Arbeitsgeräte)
- Tragen von Schutzkleidung
- Tragen von Atemschutz

Abschätzung der Kollektivdosis

Die Durchführung des betrieblichen Strahlenschutzes stellt die Begrenzung und Minimierung der Strahlenexposition der im KKI 1 beschäftigten Personen gemäß StrlSchV sicher. Für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 wird von einer Kollektivdosis von ca. 10 Sv ausgegangen. Dieser Wert ist eine Schätzung unter Berücksichtigung der geplanten Abläufe im Abbau des KKI 1 und wird durch die Erfahrungen der EKK bei ähnlichen Abbauprojekten bestätigt.

Die Kollektivdosis wird im Wesentlichen durch die Abbautätigkeiten im Kontrollbereich, dem Umgang mit bestrahlten Brennelementen und der Handhabung radioaktiver Abfälle und Reststoffe bestimmt.

8.2.4 Personenüberwachung

Durch den betrieblichen Strahlenschutz wird sichergestellt, dass alle Personen, die zum Kontrollbereich Zutritt haben, in die Strahlenschutzüberwachung einbezogen werden.

Die Messung der Personendosis wird vor Ort mit einem jederzeit ablesbaren, elektronischen Dosimeter und mit einem von einer amtlichen Messstelle ausgegebenen Dosimeter vorgenommen. Gegebenenfalls werden zusätzlich Teilkörperdosimeter eingesetzt.

Bei der Anmeldung im Dosimetriesystem sowie im Rahmen der wiederkehrenden Strahlenschutzunterweisung werden routinemäßige Inkorporationsmessungen durchgeführt. Daneben wird bei jedem Verlassen des Kontrollbereichs im Endmonitor eine eventuelle Inkorporation erfasst. Bei Verdacht auf Inkorporation werden zusätzliche Messungen veranlasst.

8.3 Aktivitätsrückhaltung

Während des Abbaus werden Vorkehrungen und Maßnahmen getroffen, um eine Freisetzung radioaktiver Stoffe zu vermeiden. Hierzu gehören z.B.:

- Handhabung von Flüssigkeiten und Filtermittel mit radioaktiven Stoffen innerhalb geschlossener Systeme oder Behälter
- Verhinderung des Übertritts kontaminierter Flüssigkeiten in Kühlkreisläufe durch mechanische Barrieren und Druckstaffelung (Die Wirksamkeit dieser Barrieren wird durch Messung der Aktivität in den einzelnen Kreisläufen überwacht)
- Gewährleistung einer gerichteten Luftströmung innerhalb der Gebäude
- Lüftungstechnisches Trennen von Räumen mit unterschiedlichem Aktivitätsinventar
- Auswahl von Arbeitsverfahren und Trennverfahren mit möglichst geringer Aerosolfreisetzung
- Einsatz mobiler Einrichtungen zur Luftführung und Luftfilterung bei Arbeiten (z.B. Arbeitsplatzabsaugung)
- Installation von Einrichtungen zur mobilen und stationären Überwachung der Raumluft
- ggf. Unterbrechen von Arbeiten, bei denen eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in Form von Aerosolen auftritt
- Errichtung von Einhausungen oder mobiler Strahlenschutzzelte bei Bedarf
- Einrichtung von Kontaminationsbereichen

Die oben genannten Maßnahmen werden durch entsprechende betriebliche Regelungen ergänzt.

8.4 Ableitung radioaktiver Stoffe

8.4.1 Ableitungen mit der Fortluft

In der nachfolgenden Tabelle sind die für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft beantragten Genehmigungswerte für das Kalenderjahr aufgeführt.

Tabelle 6: Beantragte Genehmigungswerte (Höchstwerte) der jährlichen Nuklidabgaben des KKI 1 mit der Fortluft

Quellort	Nuklid / Nuklidgruppe	Abgabe je Kalenderjahr in Bq
Fortluftkamin KKI 1	Radioaktive Gase	$1,0 \cdot 10^{15}$
	Radioaktive Aerosole (Halbwertszeit größer als 8 Tage), ohne Jod-131	$3,0 \cdot 10^{10}$

Anmerkung: Das radioaktive Isotop Jod-131 ist seit Ende des Leistungsbetriebes bereits abgeklungen und ein diesbezüglicher Höchstwert für Ableitungen im Restbetrieb nicht mehr relevant.

Grundlage des Antrages sind Grenzwerte der Ableitungen für ein Kalenderjahr. Zusätzlich wurde beantragt, dass innerhalb von einem Kalendertag 1 % und innerhalb von 180 aufeinanderfolgenden Kalendertagen maximal 50 % der Jahresgrenzwerte abgegeben werden dürfen.

Aufgrund der unterschiedlichen Halbwertszeiten der Radionuklide verändert sich die Zusammensetzung der Aerosolabgabe im Verlauf des Stillstands des KKI 1. Berechnungen auf Basis der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV /13/ weisen das radiologisch relevanteste Nuklidgemisch für einen Zeitpunkt von 10 Jahren nach Abschaltung der Anlage aus. Die so ermittelten Nuklidanteile sind daher abdeckend für den Restbetrieb der Anlage.

Die für den Fortluftkamin des KKI 1 erwarteten nuklidbezogenen Anteile am Nuklidgemisch für die jährlichen Ableitungen sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7: Erwartete Anteile am Nuklidgemisch für die jährlichen Ableitungen mit der Fortluft des Kamins vom KKI 1

Nuklid	Anteile in %
Radioaktive Gase	100
Krypton-85	98
Kohlenstoff-14 CO ₂	0,08
Kohlenstoff-14 organisch	-
Wasserstoff-3 HTO	1,9
Langlebige Aerosole	100
Kobalt-60	28,0
Cäsium-134	1,0
Cäsium-137	69,0
Strontium-90	2,0

8.4.2 Ableitungen mit dem Abwasser

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser ist in der gültigen wasserrechtlichen Erlaubnis geregelt.

Für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 sind gegenüber dem Leistungsbetrieb vorerst keine Anpassungen der Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Wasser vorgesehen (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Fortgeltende Genehmigungswerte für die jährlichen Aktivitätsabgaben mit dem Abwasser des KKI 1 (Restbetrieb und Abbau) und des KKI 2 (Leistungsbetrieb)

Fortgeltende Genehmigungswerte für die jährlichen Aktivitätsabgaben der beiden Kernkraftwerke Isar 1 und Isar 2 mit Wasser im Kalenderjahr in Bq		
	KKI 1	KKI 2
Tritiumaktivitätsabgabe	$1,85 \cdot 10^{13}$	$4,80 \cdot 10^{13}$
Gesamtaktivitätsabgabe (ohne Tritium)	$1,10 \cdot 10^{11}$	$5,50 \cdot 10^{10}$

Zur konservativ abdeckenden Berechnung der berechneten Strahlenexposition aufgrund der zukünftigen radioaktiven Ableitungen des KKI 1 während Restbetrieb und Abbau wurden folgende aus der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV abgeleiteten Nuklidvektoren verwendet (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Nuklidspezifische Höchstwerte der zukünftigen jährlichen Aktivitätsabgaben während Restbetrieb und Abbau des KKI 1 und Leistungsbetrieb des KKI 2 mit Wasser

Nuklid	Nuklidspezifische Höchstwerte der zukünftigen jährlichen Aktivitätsabgaben der Kernkraftwerke Isar 1 und Isar 2			
	KKI 1 Restbetrieb und Abbau		KKI 2 Leistungsbetrieb	
	Abgabe in Bq	Anteil	Abgabe in Bq	Anteil
Tritiumfreies Nuklidgemisch				
Kobalt- 58	-	-	$1,05 \cdot 10^{10}$	19,0%
Kobalt- 60	$3,52 \cdot 10^{10}$	32,0%	$1,10 \cdot 10^{10}$	20,0%
Strontium- 90	$2,20 \cdot 10^{09}$	2,0%	$5,50 \cdot 10^{08}$	1,0%
Jod- 131	-	-	$5,50 \cdot 10^{09}$	10,0%
Cäsium- 134	$2,64 \cdot 10^{10}$	24,0%	$1,10 \cdot 10^{10}$	20,0%
Cäsium- 137	$4,62 \cdot 10^{10}$	42,0%	$1,65 \cdot 10^{10}$	30,0%
Summe ¹⁾	$1,10 \cdot 10^{11}$	100,0 %	$5,50 \cdot 10^{10}$	100,0 %
Tritium				
Tritium ¹⁾	$1,85 \cdot 10^{13}$	100,0 %	$4,80 \cdot 10^{13}$	100,0 %

¹⁾ Fortgeltende Genehmigungswerte

8.4.3 Emissionsüberwachung

Die Emissionsüberwachung erfolgt wie im Leistungsbetrieb entsprechend den Anforderungen und Vorgaben der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen /11/. Der Umfang richtet sich nach den Erfordernissen des Restbetriebes und des Abbaus des KKI 1 und wird im Restbetriebshandbuch detailliert festgelegt. Dementsprechend wird die Fortluft mit den bestehenden Einrichtungen auf radioaktive Aerosole und Gase einschließlich Kohlenstoff-14 und Tritium überwacht. Die Überwachung auf radioaktive Aerosole und Gase erfolgt durch kontinuierliche Messung sowie durch kontinuierliche Sammlung von Proben und Bilanzierung der abgeleiteten Nuklide.

Das radioaktive Abwasser sowie die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser werden auf Grundlage der KTA 1504 entsprechend dem gültigen wasserrechtlichen Erlaubnisbescheid überwacht und bilanziert.

8.4.4 Immissionsüberwachung

Außerhalb der Anlage werden die Immissionen des Standorts KKI wie folgt überwacht:

- Überwachung der Direktstrahlung von der Anlage,
- Überwachung der Luft und des Niederschlages,
- Überwachung der am Boden und auf Bewuchs abgelagerten Aerosolaktivität,
- Messung der Ausbreitungsbedingungen,
- Überwachung von Fischen, Sediment, Milch und Futtermittel und
- Überwachung des Grundwasser, Trinkwasser und von Wasserpflanzen.

Hierzu wird ein Umgebungsüberwachungsprogramm entsprechend den Anforderungen und Vorgaben der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen /11/ durchgeführt.

8.5 Strahlenexposition in der Umgebung

8.5.1 Grundsätzliches

Die Strahlenexposition in der Umgebung einer kerntechnischen Anlage setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

- Der Exposition aus der Strahlung (Direktstrahlung und Streustrahlung), die unmittelbar aus dem genehmigten Umgang mit radioaktiven Stoffen (Kernbrennstoff, aktiviertes und kontaminiertes Material) in der Anlage resultiert
- Der Exposition, die aus den genehmigten Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser resultiert
- Der Exposition, die aus Direktstrahlung, Streustrahlung und Ableitungen von anderen kerntechnischen Einrichtungen in der Umgebung der zu betrachtenden Anlage resultiert (die sogenannte radiologische Vorbelastung eines Standorts).

Einen wesentlichen Beitrag liefern hierzu medizinische Einrichtungen, in denen mit radioaktiven Stoffen im Rahmen einer Genehmigung nach Strahlenschutzverordnung umgegangen wird.

Für den Restbetrieb des KKI 1 sind somit die Anlage selbst wie auch das KKI 2, die Transportbereitstellungshalle und ggf. das KKI BELLA in die Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung des Standortes aus bestimmungsgemäßem Betrieb der Anlagen sowie weitere Einleiter in die Isar einzubeziehen.

In § 46 StrlSchV sind für die Exposition bzw. für die Summe der Einzelbeträge zur Exposition Grenzwerte festgelegt, deren Einhaltung nachzuweisen ist:

- (1) Für Einzelpersonen der Bevölkerung beträgt der Grenzwert der effektiven Dosis durch Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten 1 mSv im Kalenderjahr.
- (2) Unbeschadet des Absatzes (1) beträgt der Grenzwert der Organdosis für die Augenlinse 15 mSv im Kalenderjahr und der Grenzwert der Organdosis für die Haut 50 mSv im Kalenderjahr.
- (3) Bei Anlagen oder Einrichtungen gilt außerhalb des Betriebsgeländes der Grenzwert für die effektive Dosis nach Absatz (1) für die Summe der Strahlenexposition aus Direktstrahlung und der Strahlenexposition aus Ableitungen. Die für die Strahlenexposition aus Direktstrahlung maßgebenden Aufenthaltszeiten richten sich nach den räumlichen Gegebenheiten der Anlage oder Einrichtung oder des Standortes; liegen keine begründeten Angaben für die Aufenthaltszeiten vor, ist Daueraufenthalt anzunehmen.

Die Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage aus Ableitungen mit der Fortluft und dem Abwasser erfolgt gemäß den Vorgaben der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung /13/. Die Strahlenexposition wird dabei für jeweils sechs Altersgruppen an den ungünstigsten Einwirkungsstellen unter Berücksichtigung der in Anlage VII der StrlSchV genannten Expositionspfade, Lebensgewohnheiten und übrigen Annahmen ermittelt.

8.5.2 Exposition aus Direkt- und Streustrahlung

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

Da die Gebäude während des Restbetriebes und des Abbaus des KKI 1 in ihrer Abschirmwirkung unbeeinträchtigt bleiben und die Abbauprozesse keine Strahlenquelle generieren, die in ihrer Quellstärke über denen aus Vorgängen während des Leistungsbetriebes liegen, sind für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 keine höheren Expositionen aus Direktstrahlung an den ungünstigsten Aufpunkten zu besorgen.

8.5.3 Exposition aus Ableitungen mit der Fortluft

Ungünstigste Einwirkungsstelle

Das Maximum der Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage wird für die sogenannte ungünstigste Einwirkungsstelle angegeben. Die ungünstigste Einwirkungsstelle ist eine Stelle in der Umgebung einer kerntechnischen Anlage, bei der aufgrund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umwelt unter Berücksichtigung realer Nutzungsmöglichkeiten durch Aufenthalt oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Strahlenexposition der Referenzperson zu erwarten ist.

Expositionspfade

Bei der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft sind folgende Expositionspfade zu berücksichtigen.

- a) zur Ermittlung der äußeren Strahlenexposition
 - Exposition durch Betastrahlung innerhalb der Abluftfahne
 - Exposition durch Gammastrahlung aus der Abluftfahne
 - Exposition durch Gammastrahlung der am Boden abgelagerten radioaktiven Stoffe

- b) zur Ermittlung der inneren Strahlenexposition
 - Exposition durch Aufnahme radioaktiver Stoffe mit der Atemluft (Inhalation)
 - Exposition durch Aufnahme radioaktiver Stoffe mit der Nahrung (Ingestion) über die Pfade:
 - * Luft - Pflanze
 - * Luft - Futterpflanze - Kuh - Milch
 - * Luft - Futterpflanze - Tier - Fleisch
 - * Muttermilch

Wetterstatistik

Für die Ermittlung der Ausbreitungsverhältnisse wurden die für den Standort KKI ermittelten Wetterstatistiken herangezogen. Bei der Berechnung wurde angenommen, dass die beantragten Jahresabgaben von radioaktiven Stoffen ausgeschöpft werden.

Jahresdosis

Als Jahresdosis, für die ein Grenzwert gemäß Strahlenschutzverordnung einzuhalten ist, gilt bei äußerer Strahlenexposition die im Bezugsjahr erhaltene Dosis, bei innerer Strahlenexposition für Erwachsene die 50 Jahre Folgedosis und für die Kleinkinder die 70 Jahre Folgedosis aufgrund der im Bezugsjahr erfolgten Inkorporation. Bei Expositionspfaden, die mit einer

Anreicherung in der Umwelt verbunden sind, wird davon ausgegangen, dass dem Bezugsjahr eine Akkumulationszeit entsprechend der Betriebsdauer der kerntechnischen Anlage von 50 Jahren vorausgeht.

Tabelle 10 enthält die auf der Basis der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV ermittelte maximale mögliche Strahlenexposition, die aus den genehmigten Höchstwerten der Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft resultiert. Diese Ableitungen sind aufgeteilt nach den Emissionsstellen KKI 1 und KKI 2.

Tabelle 10: Maximale effektive Dosis in mSv pro Kalenderjahr für Emissionen (genehmigte Höchstwerte) aus dem KKI 1 und KKI 2

Altersgruppe	Summe [mSv]	Anteil KKI 1 [mSv]	Anteil KKI 2 [mSv]
Säuglinge (< 1 a)	0,108	0,075	0,033
Kleinkinder (1 bis 2 a)	0,095	0,065	0,030
Kindergartenkinder (2 bis 7 a)	0,090	0,063	0,027
Schulkinder (7 bis 12 a)	0,087	0,062	0,025
Jugendliche (12 bis 17 a)	0,087	0,063	0,024
Erwachsene (> 17 a)	0,076	0,055	0,021

Die berechnete maximale Strahlenexposition der am stärksten exponierten Altersgruppe ist die der Säuglinge (< 1 Jahr). Die gesamte effektive Dosis für diese Altersgruppe beträgt 0,108 mSv im Kalenderjahr. Das entspricht 36 % des nach § 47 StrlSchV zulässigen Grenzwerts in Höhe von 0,3 mSv im Kalenderjahr.

Das hier skizzierte Bild der Strahlenexposition der Bevölkerung ist für alle Altersgruppen ähnlich. Die Werte für die effektive Dosis reichen von 0,108 mSv im Kalenderjahr bei Säuglingen bis hin zu 0,076 mSv im Kalenderjahr bei Erwachsenen.

Das relativ zum Grenzwert am höchsten belastete Organ ist für alle Altersgruppen das Rote Knochenmark. Die höchste Belastung innerhalb der Altersgruppen wird dabei für die Säuglinge mit 0,124 mSv im Kalenderjahr erreicht. Dies entspricht 41 % des Grenzwerts in Höhe von 0,3 mSv im Kalenderjahr.

Das Organ mit der zahlenmäßig größten Dosis ist für alle Altersgruppen bis 7 Jahre die Schilddrüse, für die anderen Altersgruppen die Knochenoberfläche. Die höchste Belastung innerhalb der Altersgruppen wird bei der Schilddrüse für die Säuglinge mit 0,19 mSv im Kalenderjahr (21 % des Grenzwerts von 0,9 mSv im Kalenderjahr) und bei der Knochenoberfläche für die Jugendlichen mit 0,197 mSv im Kalenderjahr (11 % des Grenzwerts von 1,8 mSv im Kalenderjahr) erreicht.

Insgesamt kann damit festgestellt werden, dass die Höchstwerte der berechneten Strahlenexposition gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift und den hierzu getroffenen Annahmen, resultierend aus der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft des KKI 1 während Restbetrieb und Abbau und des KKI 2 im Leistungsbetrieb einschließlich der möglichen Vorbelastungen, unterhalb der entsprechenden Dosisgrenzwerte nach § 47 Abs. 1 StrlSchV liegen.

8.5.4 Abwasser

Ungünstigste Einwirkungsstelle

Wie bei der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft ist auch für die Ableitungen mit dem Abwasser die Strahlenexposition gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift und den hierzu getroffenen Annahmen für die ungünstigste Einwirkungsstelle zu berechnen. Bei Ableitungen mit dem Abwasser sind zudem aufgrund der sich mit der Entfernung zur Einleitstelle verändernden Ausbreitungsbedingungen unterschiedliche Entfernungsbereiche zu berücksichtigen. Ausgehend von den Vorgaben der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift wurden nachfolgend die zu betrachtenden Expositionspfade in Abhängigkeit von den relevanten Entfernungsbereichen festgelegt.

Expositionspfade

Für den Standort des KKI kommen in Abhängigkeit von der Entfernung zur Einleitstelle folgende potenzielle Expositionspfade in Betracht:

- Trinkwasser
 - Trinkwasser
 - Muttermilch
- Fischverzehr (kurz: Fisch)
 - Fisch
 - Muttermilch
- Viehtränke
 - Tier - Milch

- Tier - Fleisch
- Muttermilch
- Berechnung landwirtschaftlicher Nutzflächen (kurz: Berechnung)
 - Weidepflanze - Futter - Tier - Milch
 - Weidepflanze - Futter - Tier - Fleisch
 - Blattgemüse
 - pflanzliche Produkte ohne Blattgemüse
 - Muttermilch
- Aufenthalt auf Ufersediment (kurz: Ufersediment)

- Landwirtschaftliche Nutzung von Überschwemmungsgebieten
 - Aufenthalt
 - Weidepflanze - Futter - Tier - Milch
 - Weidepflanze - Futter - Tier - Fleisch
 - Blattgemüse
 - pflanzliche Produkte ohne Blattgemüse
 - Muttermilch

Bei der Abschätzung der äußeren Strahlenexposition durch Bodenstrahlung wurde zur Vermeidung unrealistisch hoher Gesamtexpositionszeiten nur derjenige der beiden Aufenthaltspfade „Ufersediment“ bzw. „Überschwemmungsgebiet“ berücksichtigt, der potenziell den jeweils höchsten Dosisbetrag liefert.

Entfernungsbereiche und Randbedingungen

Aufgrund der sich mit zunehmendem Abstand von der Einleitstelle verändernden Ausbreitungsbedingungen sowie zur Berücksichtigung der möglichen Vorbelastungen durch andere Einleiter bzw. Einleitungen sind gemäß Allgemeiner Verwaltungsvorschrift unterschiedliche Entfernungsbereiche relativ zur Einleitstelle des Standorts KKI zu betrachten. Entsprechend wird unterschieden zwischen dem „*Nahbereich*“ des Standorts KKI, d.h. dem Bereich geringer Vermischung und kürzerer Fließzeiten bzw. entsprechend kürzerer Anlagerungszeiten der Radionuklide an Wasserschwebstoffen in unmittelbarer Nähe der Einleitungsstelle, und dem „*Fernbereich*“ des Standorts KKI, d.h. dem Bereich vollständiger Vermischung und längerer Fließzeiten bzw. entsprechend längerer Anlagerungszeiten der Radionuklide an Wasserschwebstoffen in größerer Entfernung von der Einleitstelle.

Die Einleitung der kontaminierten Abwässer aus den beiden Kernkraftwerken in die Isar erfolgt mit den rücklaufenden Kühlwassermengen über die entsprechenden Auslaufkanäle direkt oberhalb des Turbineneinlaufs des Wasserkraftwerks Niederaichbach.

Die Vermischungswassermenge wurde auf Basis der Langzeitmittelwerte (Zeitraum 1959 bis 2006) für den Abfluss der Isar am Pegel Landshut / Birket, der sich ca. 16 Flusskilometer oberhalb der Einleitstelle des Standorts KKI bei Flusskilometer 76,5 befindet, für das Sommerhalbjahr mit $177 \text{ m}^3/\text{s}$ und für das Kalenderjahr mit $162 \text{ m}^3/\text{s}$ ermittelt.

Mögliche Vorbelastungen des Vorfluters Isar an relevanten Einwirkungsstellen stromabwärts der Einleitstelle des KKI 1 ergeben sich durch die genehmigten Einleitungen des Forschungsreaktors München II (FRM-II) sowie durch die Ableitungen weiterer Einrichtungen und Anlagen (z.B. Krankenhäuser, Forschungsinstitute, Kläranlagen etc.).

Bei den durchgeführten Berechnungen für stromabwärts der Einleitstelle des KKI 1 gelegene Einwirkungsstellen wurde von einer vollständigen Durchmischung der von anderen Einleitern bzw. Einleitungen (FRM-II, sonstiger Einleiter (SE)) in die Isar eingeleiteten Aktivität mit dem mittleren Abfluss des Vorfluters ausgegangen.

Dosis aus Emissionen mit dem Abwasser aus dem KKI 1

Den nachfolgend dargestellten Berechnungen der Exposition liegen Aktivitätsabgaben entsprechend Kapitel 8.4.2 zu Grunde.

Tabelle 11 fasst die wesentlichen Ergebnisse der durchgeführten Dosisberechnungen zusammen. Angegeben sind die ermittelten Höchstwerte der potenziellen Jahresdosis für die Organe bzw. Körperbereiche mit maximaler Grenzwertausschöpfung infolge der radioaktiven Ableitungen des KKI 1 (Restbetrieb und Abbau) und des KKI 2 (Leistungsbetrieb) sowie infolge der möglichen Vorbelastungen durch andere Einleiter bzw. Einleitungen (FRM-II, sonstige Einleiter (SE)). Die mit den Angaben zur Grenzwertausschöpfung korrespondierenden Dosiswerte – und damit auch die zugehörigen potenziell am stärksten exponierten Altersgruppen – sind in der Tabelle hervorgehoben. Die Aktivitätsabgabe wurde entsprechend Kapitel 8.4.2 gewählt.

Tabelle 11: Potenzielle Jahresdosis der Körperbereiche mit maximaler Grenzwertausschöpfung infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser

Entfernungsbereich ¹⁾	Körperbereich	Potenzielle Jahresdosis der Körperbereiche mit maximaler Grenzwertausschöpfung in [mSv]							Max. Grenzwertausschöpfung
		>17a	>12-17a	>7-12a	>2-7a	>1-2a	≤1a ²⁾		
							mMu	oMu	
Ableitungen KKI (KKI 1 und KKI 2) mit Vorbelastungen (FRM-II und SE)									
Nahbereich	Schilddrüse	0,149	0,141	0,152	0,175	0,249	0,339	0,137	37,7%
Nahbereich	Ovarien	0,102	0,085	0,077	0,069	0,083	0,094	0,049	34,1%
Fernbereich	Effektiv	0,117	0,112	0,113	0,113	0,136	0,152	0,103	51,0%
Ableitungen KKI 1									
Nahbereich	Schilddrüse	0,053	0,047	0,039	0,035	0,038	0,047	0,032	5,9%
Nahbereich	Ovarien	0,055	0,047	0,038	0,033	0,036	0,045	0,029	18,5%
Fernbereich	Effektiv	0,065	0,066	0,062	0,062	0,067	0,079	0,065	26,3%

1) Entfernungsbereich bezogen auf den Standort des KKI

2) mMu: mit Muttermilch; oMu: ohne Muttermilch

Auf der Basis fortgeltender Genehmigungswerte ergibt sich im Nahbereich des KKI infolge zukünftiger radioaktiver Ableitungen der beiden Anlagen (KKI 1 während Restbetrieb und Abbau und KKI 2 im Leistungsbetrieb) unter Einbeziehung möglicher Vorbelastungen eine maximale Grenzwertausschöpfung von ca. 37,7 % bei einer zugehörigen Jahresdosis von ca. 0,34 mSv für das Organ Schilddrüse (Jahresdosisgrenzwert 0,9 mSv) in der Altersgruppe „≤ 1 Jahr mit Muttermilch“. Entsprechend ergibt sich unter Einbeziehung der potenziellen Vorbelastungen im Fernbereich des Standorts KKI eine maximale Grenzwertausschöpfung von ca. 51,0 % bei einer zugehörigen Jahresdosis von ca. 0,16 mSv für die effektive Dosis (Jahresdosisgrenzwert 0,3 mSv) ebenfalls in der Altersgruppe „≤ 1 Jahr mit Muttermilch“.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss beachtet werden, dass den durchgeführten Berechnungen Annahmen zugrunde liegen, die den hier dargestellten Dosiswerten eine deutlich konservative Tendenz verleihen. So wird insbesondere unterstellt, dass die hier zugrunde gelegten beantragten bzw. genehmigten maximalen jährlichen Ableitungswerte der betrachteten Einleiter vollständig ausgeschöpft werden und dass sich die betrachteten Referenzpersonen ausschließlich von Nahrungsmitteln ernähren, die an den jeweils ungünstigsten Einwirkungsstellen erzeugt wurden.

Insgesamt kann damit festgestellt werden, dass die Höchstwerte der berechneten Strahlenexposition gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift und den hierzu getroffenen Annahmen, resultierend aus der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser des KKI 1 während Restbetrieb und Abbau und des KKI 2 im Leistungsbetrieb einschließlich der möglichen Vorbelastungen, unterhalb der entsprechenden Dosisgrenzwerte nach § 47 Abs. 1 StrlSchV liegen.

9 Organisation und Restbetrieb

9.1 Allgemeines

Die Organisation erfolgt entsprechend den Anforderungen des Restbetriebs. Mit der Inanspruchnahme der Stilllegungsgenehmigung wird die Aufbauorganisation vorgehalten, die der Gewährleistung der Sicherheit der Anlage während des Restbetriebes und dem sicheren Abbau des KKI 1 gerecht wird. Damit werden die Forderungen entsprechend § 7 Abs. 2 Nr. 1 AtG für die Bildung der notwendigen Organisationsstrukturen erfüllt.

Die Organisationsstruktur wird in Abhängigkeit des Abbaufortschrittes angepasst.

9.2 Aufbauorganisation für den Restbetrieb

Die Personelle Betriebsorganisation ist in dem Betriebshandbuch für den Restbetrieb beschrieben (im Weiteren wird nur noch der Begriff Restbetriebshandbuch verwendet) und wird entsprechend den Erfordernissen des sich ändernden Anlagenzustandes wie bisher im Rahmen des Aufsichtsverfahrens angepasst:

Geschäftsführung

Die Geschäftsführung der E.ON Kernkraft GmbH trägt die Verantwortung für die personelle und organisatorische Leitung sowie für die wirtschaftliche Durchführung des gesamten Restbetriebes und den sicheren Abbau des KKI 1.

Technischer Leiter

Der Technische Leiter ist der Geschäftsführung direkt unterstellt. Die Geschäftsführung des Unternehmens beauftragt den technischen Leiter mit der Leitung und Beaufsichtigung der Anlage. Hierzu gehören auch die Wahrnehmungen der Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen gemäß Strahlenschutzverordnung. Er ist auch verantwortlich, dass der Restbetrieb und der Abbau des KKI 1 unter Einhaltung der

- Bestimmungen des Atomrechts,
- atomrechtlichen Genehmigungen und Auflagen,
- aufsichtsbehördlichen Maßnahmen und Anordnungen

sowie der

- Vorgaben des Restbetriebsreglements

durchgeführt werden. Für die Durchführung dieser Aufgaben steht dem Technischen Leiter eine Organisation zur Verfügung, die alle Personalstellen enthält, die für einen ordnungsgemäßen und sicheren Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 erforderlich sind.

Beauftragte

Als Beauftragte werden gemäß Anforderung u. a. benannt:

- der Strahlenschutzbeauftragte
- der Gewässerschutzbeauftragte
- der Kerntechnische Sicherheitsbeauftragte
- der Gefahrgutbeauftragte
- der Anlagensicherungsbeauftragte
- der Brandschutzbeauftragte
- der Qualitäts- und Sicherheitsmanagementbeauftragte

Ein Beispiel für eine prinzipielle Struktur einer Aufbauorganisation zum Zeitpunkt der Inanspruchnahme der Stilllegungsgenehmigung ist in der Abbildung 30 dargestellt. Neben den beiden Fachbereichen Restbetrieb und Abbau, welche dem KKI 1 zugeordnet sind, können die Aufgaben Strahlenschutz, Reststoffbearbeitung / Entsorgung, Chemie, Reaktorphysik, Objektschutz sowie Arbeits- und Brandschutz auch innerhalb der standortbezogenen Fachbereiche angeordnet sein.

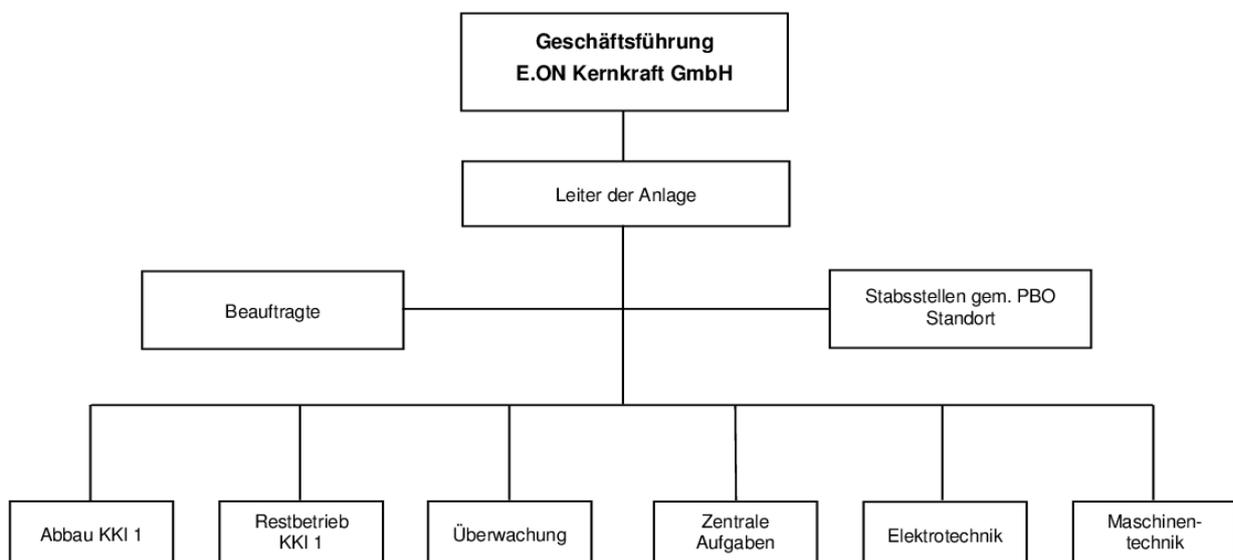


Abbildung 30: Prinzipdarstellung, Aufbauorganisation für den Restbetrieb

Die Qualitätssicherungsaufgaben werden innerhalb der Fachbereiche des KKI 1 wahrgenommen. Die Qualitätssicherungsüberwachung kann durch den Teilbereich

„Managementsysteme und Technisches Büro“ innerhalb des Fachbereiches „Zentrale Aufgaben“ erfolgen.

9.3 Regelungen zum Restbetrieb

Diese Regelungen können z.B. umfassen:

- das Restbetriebshandbuch (RBHB)
- das Prüfhandbuch (PHB)
- das KKI Managementhandbuch (Qualitätsmanagementhandbuch)

Das Restbetriebshandbuch ist in Anlehnung an das kerntechnische Regelwerk (KTA-Regel 1201 „Anforderung an das Betriebshandbuch“) in folgende Teile untergliedert:

- Teil 0 Inhalt und Einführung
- Teil 1 Betriebsordnungen
- Teil 2 Restbetrieb der Anlage
- Teil 3 Ereignisse
- Teil 4 Betrieb der Systeme
- Teil 5 Störmeldungen

Im Teil 1 sind die Betriebsordnungen zusammengefasst:

- Personelle Betriebsorganisation
- Warten- und Schichtordnung
- Instandhaltungs- und Rückbauordnung
- Strahlenschutzordnung
- Wach- und Zugangsordnung
- Alarmordnung
- Brandschutzordnung
- Erste-Hilfe-Ordnung

In dem Teil 2 des Restbetriebshandbuches werden folgende Inhalte geregelt:

- Allgemeine Auflagen
- die Voraussetzungen und Bedingungen zum Restbetrieb und Abbau des KKI 1
- Meldekriterien für besondere Vorkommnisse

Der Teil 3 des Restbetriebshandbuches enthält die bei Ereignissen zu ergreifenden (oder durchzuführenden) Maßnahmen.

Der Teil 4 und die Anlagen des Restbetriebshandbuches enthalten die erforderlichen Beschreibungen und Handlungsanweisungen der für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 noch erforderlichen Anlagen, Anlagenteile und Systeme.

Im Teil 5 des Restbetriebshandbuches sind die Störmeldungen für einzelne Systeme und Einrichtungen aufgeführt.

Prüfhandbuch (PHB)

Das Prüfhandbuch ist in Anlehnung an das kerntechnische Regelwerk (KTA-Regel 1202 „Anforderungen an das Prüfhandbuch) gegliedert. Die Festlegungen zu den wiederkehrenden Prüfungen, wie Prüflisten, Prüfanweisungen usw. sind Gegenstand des Prüfhandbuchs.

KKI Managementhandbuch (Qualitätsmanagementhandbuch)

Die wesentlichen Festlegungen zum Qualitätsmanagement entsprechend des kerntechnischen Regelwerkes (sinngemäß KTA-Regel 1401 „Allgemeine Forderungen an die Qualitätssicherung“) sind im Qualitätsmanagementhandbuch enthalten.

9.4 Dokumentation

Die während des Restbetriebes und dem Abbau des KKI 1 durchgeführten Maßnahmen werden dokumentiert. Dabei bleibt der aktuelle Status der Anlage im Hinblick auf z.B.

- das radioaktive Inventar und seine Verteilung und
- den Zustand der noch vorhandenen Gebäude und Systeme

ersichtlich.

Weiterhin werden Unterlagen über den Strahlenschutz des Personals, die Abgabe radioaktiver Stoffe sowie die Mengen aus den Freigabeverfahren gemäß § 29 StrlSchV dokumentiert.

9.5 Sicherheits- und Qualitätsmanagement

Qualitätsrelevante Festlegungen sind im KKI 1 Managementhandbuch, in den unterlagerten Organisationsdokumenten sowie in den ersten beiden Teilen des Restbetriebshandbuches enthalten.

Die Verantwortung für das Managementsystem und damit auch für die Qualitätssicherung obliegt dem Technischen Leiter (siehe Abbildung 30), welcher auch als „Beauftragter der obersten Leitung“ im Sinne der DIN EN ISO 9001 benannt ist.

Das Qualitätsmanagement umfasst die Gesamtheit aller organisatorischen und technischen Maßnahmen zur Sicherung der Qualität. Ein wesentlicher Grundsatz des Managementsystems ist der PDCA-Zyklus, der in die Phasen unterteilt wird:

- Planung (Plan), Qualitätsplanung: Ermittlung, Auswahl, Klassifikation und Gewichtung von Anforderungen, die zu erfüllen sind
- Durchführung / Lenkung (Do), Qualitätslenkung: Vorbeugende, überwachende und korrigierende Tätigkeiten bei der Durchführung mit dem Ziel die Anforderungen zu erfüllen
- Prüfung (Check), Qualitätsprüfung: Feststellung, ob die Anforderungen erfüllt sind
- Qualitätsverbesserung (Act): Maßnahmen zur Erhöhung der Effizienz, Erfahrungsrückfluss, kontinuierliche Prozessverbesserung

Die Grundlage für das Qualitätsmanagement bilden u. a. die Anforderungen aus der KTA 1401.

Dort sind Grundsätze und Forderungen an die Qualitätssicherung festgelegt wie z.B.:

- Organisation / Personalqualifikation
- Planung und Auslegung
- Beschaffung
- Fertigung, Montage, Errichtung einschließlich Qualitätsprüfung
- Inbetriebsetzung
- Bestimmungsgemäßer Betrieb und Störungen
- Mess- und Prüfeinrichtungen
- Behandlung fehlerhafter Einheiten
- Dokumentation und Archivierung
- Prüfung und Weiterentwicklung des Qualitätsmanagementsystems

Soweit keine speziellen Anforderungen an die kerntechnische Sicherheit oder den Strahlenschutz zu stellen sind, werden die allgemeinen technischen Normen (konventionelles Regelwerk) angewandt.

9.6 Qualifikation und Fachkunde des Personals

Nach Erreichen der Brennstofffreiheit in der Anlage können Ausbildungsinhalte wie Reaktorphysik, Energiefreisetzung und Thermohydraulik entfallen und die technischen Schwerpunkte bezogen auf den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 gesetzt werden.

Das verantwortliche Personal verfügt zur Erfüllung seiner Aufgaben über das jeweils notwendige Fachwissen, dessen Erwerb durch entsprechende Fachkundenachweise nachgewiesen wird. Zur Erhaltung und Aktualisierung der notwendigen Qualifikationen werden regelmäßige Schulungen, unter anderem auf den Gebieten Strahlenschutz, Arbeitssicherheit, Wartung und Instandhaltung vorgenommen. Das sonst tätige Personal (dem verantwortlichen Personal nachgeordnetes Betriebspersonal) verfügt über die notwendigen Kenntnisse für die Durchführung von Arbeiten im Zusammenhang mit dem Restbetrieb und dem Abbau. Die Schulung bzw. die Kenntnisvermittlung berücksichtigt die Anforderungen aus dem jeweiligen Restbetrieb und dem Abbau.

9.7 Interner und externer Erfahrungsrückfluss

Für jede Aufgabe wird ein geeignetes Verfahren bzw. ein effektiver Ablauf für die Durchführung der jeweiligen Abbauarbeit angewendet. Dafür stehen zahlreiche Expertenteams der E.ON Kernkraft GmbH sowie interne und externe Dienstleister für die Durchführung der Abbauarbeiten zur Verfügung. Der Erfahrungsübertrag aus laufenden oder abgeschlossenen Abbauprojekten mit dem Nachweis der Einsatzeignung ist somit Planungsgrundlage für die Auswahl von Abbauverfahren und zugehöriger Gerätetechnik.

Diese Vorgehensweise wird in dem betrieblichen Regelwerk vorgegeben.

10 Ereignisanalyse

10.1 Allgemeines

Eine Stilllegungsgenehmigung (Genehmigung für die Stilllegung und den Abbau der Anlage oder von Anlagenteilen des KKI 1 gemäß § 7 Abs. 3 AtG) darf nur erteilt werden, wenn die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch den Restbetrieb sowie den Abbau des KKI 1 getroffen ist (§ 7 Abs. 3 Satz 2 AtG in Verbindung mit § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG). Dieses wird im Rahmen einer Ereignisanalyse nachgewiesen.

Es wurde der Nachweis erbracht, dass für die zu berücksichtigenden Ereignisabläufe der gesetzlich festgelegte Grenzwert von 50 mSv für die Strahlenexposition in der Umgebung nach §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV unterschritten wird. Dabei kann festgestellt werden, dass die Ereignisse gemäß der vorliegenden Ereignisanalyse für alle zur Option stehenden Verfahren abdeckend sind.

Die überwiegend durchzuführenden Arbeiten im Rahmen des Restbetriebes und des Abbaus des KKI 1 sind vergleichbar mit Instandhaltungsarbeiten, Anlagenänderungen bzw. Nachrüstungen im bisherigen Betrieb.

10.2 Aktivitätsinventar der abzubauenden Anlage

Das Aktivitätsinventar zum Beginn des Abbaus des KKI 1 ergibt sich im Wesentlichen aus dem noch vorhandenen Aktivitätsinventar der bestrahlten Brennelemente und Defektstäbe (siehe auch Kapitel 3.3).

Es liegt zwischen 10^{19} Bq (Brennelemente im Brennelementlagerbecken) und 10^{17} Bq (Brennelementlagerbecken ist brennstofffrei). Der überwiegende Teil dieser Radioaktivität, mehr als 99 %, ist in den bestrahlten Brennelementen und den wenigen Defektstäben, die zusammen weniger als ein halbes Brennelement ergeben, enthalten.

Diese Aktivität ist durch die zuverlässige Kühlung der Brennelemente sicher in Brennstoffpellets und Brennstabhüllrohren der Brennelemente eingeschlossen. Bei einem unterstellten Handhabungsfehler bei der Entsorgung der Brennelemente kann nur ein verschwindend geringer Teil der eingeschlossenen gasförmigen radioaktiven Stoffe entweichen, wie weiter unten dargestellt wird.

Von der Aktivität, die nach der Entfernung des gesamten Kernbrennstoffes noch in der Anlage verblieben ist, sind mehr als 99 % fest in den Einbauten des Reaktordruckbehälters eingebunden. Eine Freisetzung von Teilen dieser Aktivität ist nur über luftgetragene Partikel aus der Zerlegung dieser Einbauten und des zylindrischen Teils des Reaktordruckbehälters möglich. Durch die Wahl der Zerlegeverfahren, insbesondere die Unterwasserzerlegung der Einbauten des Reaktordruckbehälters (siehe Kapitel 5) kann auch über diesen Weg, wenn überhaupt, nur eine sehr geringe Menge radioaktiver Stoffe freigesetzt werden.

Für die Bewertung möglicher Risiken des Abbaus ist zusätzlich die Aktivität zu berücksichtigen, die aus der Kontamination von

- Systemen, Anlagenteilen und Baustrukturen und
- radioaktiven Abfällen aus dem bisherigen Betrieb

resultiert.

Die Aktivität der Oberflächen von Komponenten und Anlagenteilen betragen zum Zeitpunkt des Beginns des Restbetriebes:

- auf den Innenoberflächen der Systeme (mediengebunden) ca. $1 \cdot 10^{13}$ Bq
- auf Außenoberflächen (luftgetragen) ca. $1 \cdot 10^{12}$ Bq

Das Aktivitätsinventar der radioaktiven Reststoffe und Abfälle aus dem bisherigen Betrieb beträgt deutlich weniger als 10^{15} Bq.

Ereignisbedingte Wege für eine Freisetzung von einem Teil dieser Aktivität werden in der vorliegenden Ereignisanalyse beschrieben.

Dafür werden die Vorgaben des geltenden Regelwerkes auf das geplante Vorhaben angewendet.

10.3 Zu betrachtende Ereignisse

In den folgenden Kapiteln werden die im Einklang mit dem geltenden Regelwerk untersuchten Ereignisse beschrieben.

Die zu betrachtenden Ereignisse für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 leiten sich hauptsächlich aus den Vorgaben der Entsorgungskommission /14/ ab. Dazu kommen noch Ereignisse, die aufgrund der Lagerung und Handhabung bestrahlter Brennelemente im

Brennelementlagerbecken zu Beginn von Restbetrieb und Abbau im KKI 1 resultieren. Daraus ergeben sich folgende Ereignisgruppen für die Betrachtung in der vorliegenden Analyse:

Einwirkungen von innen (EVI):

- Ereignisse bei der Lagerung und Handhabung bestrahlter Brennelemente
- Mechanische Einwirkungen
- Anlageninterne Leckagen von Behältern und Überflutungen
- Störungen und Ausfälle von Versorgungseinrichtungen
- Anlageninterne Brände
- Chemische Einwirkungen

Einwirkungen von außen (EVA):

- Naturbedingte Einwirkungen
- Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen
- Wechselwirkungen mit anderen Anlagen am Standort

Für die Analyse werden die nachfolgend beschriebenen Ereignisse in zwei Klassen unterschieden:

- Ereignisse der **Klasse 1** sind Ereignisse, für die auf der Grundlage konservativer Annahmen zur Darstellung des Verlaufes und der Randbedingungen radiologische Konsequenzen in der Umgebung der Anlage abgeschätzt werden. Es wird dabei der Nachweis geführt, dass die resultierende Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage unterhalb der in den §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV festgelegten Planungswerte liegt. Die Quantifizierung der radiologischen Auswirkungen wird für das radiologisch abdeckende Ereignis der entsprechenden Ereignisgruppe durchgeführt. Damit ist zur Bewertung möglicher radiologischer Ereignisfolgen ein repräsentativer Ereignisablauf in der betrachteten Gruppe eingeschlossen.
- Ereignisse der **Klasse 2** sind Ereignisse, deren Auswirkungen auf den Kontrollbereich der Anlage beschränkt sind, beziehungsweise deren radiologische Auswirkungen auf die Umgebung vernachlässigt werden können. Als vernachlässigbar im Sinne dieser Ereignisanalyse gelten effektive Strahlenexpositionen in der Umgebung von weniger als 0,01 mSv. Für diese Ereignisse ist die Vermeidung bzw. Begrenzung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe z.B. durch ein Barrierensystem zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe und zur Abschirmung ionisierender Strahlung sowie durch Maßnahmen zur Instandhaltung und wiederkehrenden Prüfung sichergestellt.

Zusätzlich werden auch sehr seltene Ereignisse betrachtet, für die diese Klasseneinteilung nicht angewendet wird. Die Auswirkungen dieser Ereignisse sind für die ursprüngliche Auslegung der Anlage als sogenanntes Restrisiko für den Anlagenbetrieb in den Betriebsgenehmigungen des KKI 1 bewertet worden. Für Restbetrieb und Abbau des KKI 1 wird diese Herangehensweise beibehalten.

10.4 Ereignisse durch Einwirkung von innen

10.4.1 Lagerung und Handhabung bestrahlter Brennelemente

Bei der Lagerung und Handhabung bestrahlter Brennelemente werden Ereignisse betrachtet, für die auch im bisherigen Betrieb erforderliche und genehmigte Vorkehrungen zur Gewährleistung der Sicherheit getroffen wurden. Diese Ereignisse sind im Restbetrieb und beim Abbau des KKI 1 nur noch von Bedeutung, bis die bestrahlten Brennelemente abtransportiert sind.

Ereignisse bei der Kühlung der bestrahlten Brennelemente

Für die zuverlässige Kühlung der bestrahlten Brennelemente im Brennelementlagerbecken stehen die betrieblichen Systeme und Einrichtungen aus dem bisherigen Betrieb weiterhin uneingeschränkt zur Verfügung. Bei einem Ausfall übernehmen sicherheitstechnisch höherwertige Reservesysteme und Einrichtungen mit eigenen Hilfs- und Versorgungssystemen diese Aufgaben.

Die Systeme und Einrichtungen zur Lagerung und Kühlung der bestrahlten Brennelemente werden in ihrer Funktion nicht durch den Abbau von Anlagenteilen beeinträchtigt.

Wie im bisherigen Betrieb, kann es zu einem Ausfall der Lagerbeckenkühlung, als auch zu einem Ausfall der Systeme und Einrichtungen kommen, die von der Lagerbeckenkühlung aufgenommene Restwärme der bestrahlten Brennelemente über einen Zwischenkreislauf an die Isar abgeben. Derartige Ausfälle werden durch die Zuschaltung der in Bereitschaft stehenden sicherheitstechnisch höherwertigen Reservesysteme kompensiert, die ebenfalls aus der Lagerbeckenkühlung sowie Systemen und Einrichtungen zur Wärmeabgabe an die Isar bestehen. Die Reservesysteme sind doppelt vorhanden und können zusätzlich durch eine unabhängige Ersatzstromversorgung von Dieselgeneratoren mit Strom versorgt werden, wenn die Stromversorgung aus dem Landesnetz ausgefallen ist.

Neben diesen Ereignissen werden auch kleine und größere Lecks bis hin zu Rohrleitungsbrüchen in den beteiligten Systemen betrachtet. Dazu gehört auch ein möglicher Lastabsturz eines Abfallbehälters oder einer ausgebauten Komponente im großen Transportschacht des Reaktorgebäudes, der zu einer Beschädigung einer Rohrleitung der Lagerbeckenkühlung führen könnte.

Für all diese Ereignisse kann festgestellt werden, dass die Schutzziele, die für Restbetrieb und Abbau weiterhin gelten, nicht verletzt oder gefährdet werden. Selbst bei einem Bruch einer an das Brennelementlagerbecken angeschlossenen Rohrleitung wird durch die konstruktive Ausführung der betroffenen Systeme und Einrichtungen eine ausreichende Wasserüberdeckung der bestrahlten Brennelemente gewährleistet. Radiologische Auswirkungen sind für Ereignisse bei der Kühlung der Brennelemente nicht zu besorgen. Die Ereignisse werden der Klasse 2 zugeordnet.

Handhabungsfehler, Beschädigung von Brennelementen bei der Handhabung

Es wird angenommen, dass bei der Handhabung der bestrahlten Brennelemente, zum Beispiel für eine Castor-Beladung, ein Brennelement abstürzen oder anderweitig beschädigt werden kann, so dass maximal die Hüllrohre der Brennstäbe einer äußeren Reihe des abgestürzten Brennelements undicht werden könnten. Diese Annahme ergibt sich aus den Vorgaben des geltenden Regelwerkes.

Als Folge der Beschädigung gelangen Teile des radioaktiven Inventars (Edelgase [langlebiges Krypton-85] und Jod-129) aus den bestrahlten Brennstäben in die Atmosphäre des Reaktorgebäudes und Teile des Jodinventars in das Wasser des Brennelementlagerbeckens. Wiederum ein Teil des Jodinventars im Beckenwasser gelangt in die Atmosphäre des Reaktorgebäudes. Die in die Atmosphäre des Reaktorgebäudes freigesetzte Aktivität wird zum Fortluftkamin geleitet und mit der Fortluft in die Umgebung freigesetzt. Das Ereignis ist somit das Einzige in der hier betrachteten Ereignisgruppe mit radiologischen Folgen und ist radiologisch abdeckend. Es wird in die Klasse 1 eingeordnet. Die aus diesem Ereignisablauf berechnete Strahlenexposition in der Umgebung beträgt $2,7 \cdot 10^{-3}$ mSv für den Erwachsenen (Altersgruppe > 17 Jahre) und $3,6 \cdot 10^{-3}$ mSv für ein Kleinkind (Altersgruppe 1 bis 2 Jahre). Der festgelegte maximale Wert für die Störfallexposition von 50 mSv wird damit ca. 10^4 fach unterschritten.

10.4.2 Mechanische Einwirkungen

Diese Gruppe umfasst die folgenden Ereignisse:

- Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt
- Ereignisse bei Transportvorgängen (Kollision)
- Herabstürzen von Lasten auf Behälter mit freisetzbarem radioaktivem Inventar unter Berücksichtigung der ungünstigsten Kombination von Masse und Einwirkungscharakteristik der Lasten
- Absturz von Behältern mit freisetzbarem radioaktivem Inventar

Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt

Ein Versagen von Behältern mit hohem Energiegehalt, der radiologisch Folgen für die Umgebung hat, ist nicht zu unterstellen, da keine derartigen Behälter im Kontrollbereich vorhanden sind.

Die Gasanlage des KKI 1 ist stillgesetzt, entleert und drucklos. Druckluft für Arbeiten beim Restbetrieb und Abbau wird aus Druckluftbehältern entnommen, die außerhalb des Kontrollbereiches stehen. Die für thermische Zerlegeverfahren verwendeten Gasflaschen werden nach den einschlägigen Vorschriften eingesetzt. Bei einem Versagen dieser Gasflaschen führt dies nicht zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung.

Ereignisse bei Kollision (Transportvorgänge)

Bei Transportvorgängen von kontaminierten Anlagenteilen sowie von radioaktiven Reststoffen und Abfällen über das Betriebsgelände des KKI 1 werden Sicherheitsmaßnahmen (gemäß betrieblicher Regelungen) zur Begrenzung der Strahlenexposition eingehalten. Auf dem Betriebsgelände des KKI 1 gilt eine allgemeine Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h. Bei Schwerlasttransporten wird der Transportweg bei radiologischem Erfordernis zudem abgesperrt.

Werden radioaktive Reststoffe und Abfälle auf dem Betriebsgelände transportiert, um sie auf Pufferlagerflächen abzustellen, werden dazu die Anforderungen an Radioaktivtransporte gemäß /10/ eingehalten. Die radioaktiven Reststoffe und Abfälle werden in zugelassenen 20' Containern oder in endlagerfähigen Abfallbehältern verpackt verschlossen transportiert. Zu unterstellende mechanische Einwirkungen auf die transportierten beladenen Reststoff- und Abfallbehälter infolge eines Verkehrsunfalls sind somit begrenzt und werden von diesen Behältern ohne einen Verlust der Integrität aufgenommen.

Radioaktive Reststoffe und Abfälle, die nur zur weiteren Behandlung zwischen den unterschiedlichen Gebäuden des Kontrollbereiches über das Betriebsgeländes transportiert

werden, unterliegen keinen Anforderungen nach /10/. Dafür gelten betriebsbewährte Regelungen zur Begrenzung der Strahlenexposition bei deren Handhabung. Bei Kollisionen während des Transportes kann davon ausgegangen werden, dass Freisetzungen radioaktiver Stoffe soweit begrenzt sind, dass Auswirkungen auf die Umgebung nicht zu besorgen sind. Bei einer Kollision reichen die mechanischen Einwirkungen auf die radioaktiven Reststoffe und Abfälle aufgrund getroffener Vorsorgemaßnahmen (geringe Geschwindigkeit und Fallhöhen) nicht aus, signifikante Mengen radioaktiver Stoffe zu mobilisieren. Zusätzlich gilt, dass für kontaminierte Anlagenteile radioaktive Stoffe aus der überwiegend fest haftenden Oberflächenkontamination als Quelle von Freisetzungen vernachlässigbar sind.

Das gilt auch für einen möglicherweise nachfolgend ausbrechenden Brand. Durch eine zügige Brandbekämpfung und begrenzte Brandlasten am Unfallort wird dieser rechtzeitig unter Kontrolle gebracht. Eine radiologische Gefährdung ist daher auch nicht abzuleiten. Das Ereignis wird damit der Klasse 1 zugeordnet.

Herabstürzen von Lasten auf Behälter mit freisetzbarem radioaktiven Inventar

Ein Absturz von Lasten auf Reststoff- und Abfallbehälter mit freisetzbarem radioaktiven Material kann nicht generell ausgeschlossen werden, da nicht alle eingesetzten Hebezeuge, Anschlagmittel und Lastanschlagpunkte nach kerntechnischen Regeln ausgelegt sind.

Durch administrative Maßnahmen wird vermieden, dass sich im Bereich schwebender Lasten Reststoff- und Abfallbehälter mit freisetzbarem radioaktivem Material in größerem Umfang befinden. Damit ist aber nicht ausgeschlossen, dass eine Last, beispielsweise eine schwere Einzelkomponente vom Kranhaken abstürzt und auf einen Abfallbehälter fällt. Damit könnten radioaktive Stoffe durch die Beschädigung des Abfallbehälters freigesetzt werden. Das Ereignis ist abgedeckt durch das Ereignis „Absturz eines Fasses mit Filterstäuben“. Das Ereignis wird in die Klasse 1 eingeordnet, ist aber nicht das radiologisch abdeckende Ereignis in der Ereignisgruppe.

Absturz von Behältern mit freisetzbarem radioaktiven Inventar

Die Abfallbehälter aus der Zerlegung aktivierter Bauteile mit signifikanten Mengen an freisetzbarem radioaktivem Material werden mit dafür qualifizierten Hebezeugen und Anschlagmitteln transportiert. Aufgrund der Auslegung des Hebezeuges, der Anschlagmittel und der Lastanschlagpunkte nach kerntechnischen Regeln kann ein Lastabsturz aus Höhen, für die Abfallbehälter nicht ausgelegt sind, bei derartigen Transporten ausgeschlossen werden.

Erst in der Phase 2 des Abbaus, nachdem die höher aktivierten Reaktordruckbehältereinbauten zerlegt und verpackt worden sind, kann die Einstufung der dafür benötigten Hebezeuge nach kerntechnischen Regeln schrittweise aufgehoben werden. Damit ist auch der Absturz eines Abfallbehälters mit radioaktivem Abfall aus dem Abbau und der Zerlegung von aktivierten oder höher radioaktiv kontaminierten Anlagenteilen, wie z.B. des am stärksten aktivierten Bereichs des Reaktordruckbehälters, dann nicht mehr auszuschließen.

Als repräsentatives Ereignis dieser Gruppe wird deshalb ein Absturz eines Fasses mit Filterstäuben aus einer mobilen Lüftungsanlage des Trockenzerlegebereiches bei der Zerlegung des Reaktordruckbehälters auf ein weiteres Fass mit gleichem Inhalt und gleicher Ausführung betrachtet. Im Unterschied zum vorher betrachteten Ereignis erfolgt hier die Freisetzung der radioaktiven Stoffe in die Raumluft ungebremst, während im Ereignisfall der abgestürzten großen Einzelkomponente der zusammengefaltete Abfallbehälter zumindest teilweise durch die auf den Behälter aufgeschlagene große Einzelkomponente verdeckt ist.

Für das radiologisch abdeckende Ereignis wird in Anlehnung an die Ergebnisse einer Untersuchung zu Transportunfällen bei der Überführung radioaktiver Abfälle in das geplante Bundesendlager die Freisetzungsrates für die im Behälter befindliche Filterbelastung abgeschätzt. Es wird angenommen, dass dieses Fass auf dem Weg zum ZEBRA vom Kranhaken fällt, wobei konservativ eine ungefilterte bodennahe Freisetzung der radioaktiven Stoffe in die Umgebung unterstellt wird. Das Ereignis ist das radiologisch abdeckende für diese Ereignisgruppe und wird in die Klasse 1 eingeordnet. Die aus diesem Ereignisablauf berechnete Strahlenexposition in der Umgebung beträgt $ca. 1 \cdot 10^{-3}$ mSv für den Erwachsenen (Altersgruppe > 17 Jahre) und $< 1,4 \cdot 10^{-3}$ mSv für Säuglinge (Altersgruppe ≤ 1 Jahr). Der festgelegte maximale Wert für die Störfallexposition von 50 mSv wird damit $ca. 10^4$ fach unterschritten.

10.4.3 Anlageninterne Leckagen von Behältern und Überflutung

Anlageninterne Überflutung

Eine anlageninterne Überflutung führt nicht zu einem vollständigen Ausfall der Systeme und Einrichtungen zur Kühlung der bestrahlten Brennelemente im Brennelementlagerbecken. Ein Ausfall von Teilen dieser Systeme und Einrichtungen hat aufgrund der großen Karenzzeiten für die Kühlung der noch vorhandenen Brennelemente für eine Aufwärmung des Beckenwassers keine Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit der Lagerung der bestrahlten Brennelemente. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung sind daher nicht zu besorgen. Das Ereignis wird Klasse 2 zugeordnet.

Leck des Behälters mit radioaktiv kontaminiertem Wasser mit den größten radiologischen Auswirkungen

Bei dem Ereignis „Leck des Behälters mit radioaktiv kontaminiertem Wasser mit den größten radiologischen Auswirkungen (= Abwasserverdampferbehälter)“ tritt heißes, radioaktiv hochkonzentriertes Medium aus. Die radioaktiven Stoffe gelangen infolge der Verdampfung des austretenden Mediums in die Raumluft und werden z. T. über den Fortluftkamin freigesetzt.

Das radiologisch abdeckende Ereignis für die Aktivitätsfreisetzungen innerhalb dieser Ereignisgruppe ist eine Leckage bzw. das Auslaufen eines Abwasserverdampferbehälters im Reaktorgebäude. Die bei der Verdampfung des heißen Konzentrates in die Raumluft gelangenden radioaktiven Aerosole werden mit der Abluftanlage abgeführt und über die Schwebstofffilter der Fortluftfilteranlage geleitet. Konservativ wird davon ausgegangen, dass keine radioaktiven Aerosole in den Filtern zurückgehalten werden. Das Ereignis wird in die Klasse 1 eingeordnet. Die aus diesem Ereignisablauf berechnete Strahlenexposition in der Umgebung beträgt 0,68 mSv für den Erwachsenen (die Altersgruppe > 17 Jahre) und 0,91 mSv für die Säuglinge (Altersgruppe ≤ 1 Jahr). Der festgelegte maximale Wert für die Störfallexposition von 50 mSv wird damit mehr als 50-fach unterschritten.

Leck im Nasszerlegebereich bei der Zerlegung aktivierter Bauteile

Bei der Zerlegung von Komponenten im Nasszerlegebereich wird ein Teil der dort vorhandenen Aktivität in Form von Aktivierung und Kontamination in das Wasser eingetragen. Die radioaktiven Stoffe liegen in gelöster Form insbesondere im Ergebnis von genutzten thermischen Zerlegeverfahren oder als nichtlösliche Verunreinigungen (Späne) im Ergebnis der vorrangig angewendeten mechanischen Zerlegeverfahren vor. Letztere werden weitgehend durch die vorhandene Wasserreinigungsanlage im Zerlegebereich aus dem Wasser herausgefiltert.

Das durch eine Leckage im gefluteten Zerlegebereich mobilisierte radioaktive Inventar im Wasser verbleibt innerhalb des Reaktorgebäudes. Die radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung sind aufgrund der vorhandenen Einrichtungen und getroffenen Maßnahmen (gerichtete Luftströmung, Filterung der Fortluft) geringer als beim zuvor betrachteten Ereignis „Leckage bzw. das Auslaufen eines Abwasserverdampferbehälters“. Dies gilt auch für Leckagen, die infolge eines Absturzes von Komponenten oder Segmenten bei der Zerlegung aufgrund mechanischer Einwirkungen auf den mit Stahl ausgekleideten Nasszerlegebereich entstehen. Eine Bewertung der Auswirkungen auf die Umgebung kann entfallen, da keines von

beiden das radiologisch abdeckende Ereignis ist. Im Vergleich zum Abwasser-Verdampferbehälter ist die Aktivitätskonzentration im Wasser des Zerlegebereiches um Größenordnungen geringer. Eine Freisetzung in die Raumluft ist bei dem betrachteten Leck im Nasszerlegebereich nur über die Mitnahme bei der Verdunstung des kalten Wassers möglich. Dies ist bei weitem nicht so effektiv, wie eine Verdampfung des ausgelaufenen heißen Verdampferkonzentrats bei einem Auslaufen aus dem Abwasserverdampferbehälter. Diese Ereignisse werden in die Klasse 1 eingeordnet, sind aber nicht radiologisch abdeckend in dieser Ereignisgruppe.

10.4.4 Störungen und Ausfälle von Versorgungseinrichtungen

Störung und Ausfall der Elektroenergieversorgung

Solange noch bestrahlte Brennelemente im Brennelementlagerbecken vorhanden sind, werden die vorhandenen Kühlsysteme und die entsprechenden Einrichtungen zur Energieversorgung im jeweils erforderlichen Umfang weiterbetrieben. Mit diesen Einrichtungen ist eine zuverlässige Kühlung der bestrahlten Brennelemente gewährleistet.

Die Brand- und Gefahrenmeldeanlage und die Sicherheitsbeleuchtung sind batteriegepuffert ausgeführt, so dass ihre Funktionsfähigkeit im Fall eines Stromausfalls sichergestellt ist. Die lufttechnischen Anlagen schalten sich bei Stromausfall ab.

Ein Ausfall der Stromversorgung führt zu einer Unterbrechung der Kühlung der bestrahlten Brennelemente, bis die Stromversorgung über die bestehende Ersatzstromversorgung aus Dieselanlagen oder nach Wiederkehr der Versorgung aus dem Landesnetz für die erforderlichen Einrichtungen wiederhergestellt ist. Radiologische Auswirkungen dieser Ereignisabläufe sind nicht zu besorgen. Selbst bei einem unterstellten längeren Ausfall sämtlicher Kühlsysteme stehen aufgrund der geringen Nachwärmeleistung der bestrahlten Brennelemente lange (> 2 Tage) Karenzzeiten zur Verfügung um die Kühlung wiederherzustellen.

Die Unterbrechung der Stromversorgung von weiteren Restbetriebssystemen und Einrichtungen zum Abbau von Anlagenteilen führt nicht zu einer Mobilisierung von radioaktiven Stoffen mit anschließender Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung. Dies gilt für den gesamten Restbetrieb und Abbau. Alle laufenden Arbeiten, die zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Raumluft führen können, werden bei einem Stromausfall unverzüglich eingestellt und der Kontrollbereich wird durch das Personal geordnet verlassen, bis die Energieversorgung wieder hergestellt und die gerichtete Luftströmung wieder gewährleistet ist. Damit sind Ereignisse im Zusammenhang

mit einem Ausfall der Stromversorgung für eine radiologische Bewertung nicht relevant und in Klasse 2 einzuordnen.

Ausfall von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe

Bei der Demontage und Zerlegung radioaktiv 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. Bei einem Ausfall der lufttechnischen Anlagen im Kontrollbereich werden die Arbeiten im Kontrollbereich, insbesondere Abbaumaßnahmen, die zu einem Austrag von radioaktiven Aerosolen in die Raumluft führen könnten, eingestellt. Die relevanten Lüftungsklappen werden gemäß betrieblichen Regelungen geschlossen. Eine Beschädigung mobiler Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe, wie oben beschrieben führt nicht zu einem Ausfall der Lüftungsanlagen des Kontrollbereiches und deren Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktive Stoffe. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung durch den Ausfall der lufttechnischen Anlagen sind nicht zu besorgen. Das betrachtete Ereignis wird deshalb der Klasse 2 zugeordnet.

10.4.5 Anlageninterne Brände

Brand im Bereich der Abfallbehandlung (Dekontaminierungsgebäude und Feststofflager)

Das größte Potenzial für einen Brand mit der Freisetzung radioaktiver Stoffe befindet sich in den Lagerboxen für brennbaren radioaktiven Abfall im Feststofflager und Dekontaminierungsgebäude. Die brennbaren radioaktiven Abfälle werden hier für die weitere Konditionierung in Form von Ballen aufbewahrt. Durch vorhandene vorsorgliche Brandschutzmaßnahmen ist sichergestellt, dass Brände zeitnah wirksam bekämpft werden.

Des Weiteren kommt es bei einem Brand zum Schließen der Brandschutzklappen im betroffenen Brandabschnitt. Selbst wenn die Brandschutzklappen offen bleiben sollten, würde die Ableitung der heißen Brandgase wegen der Vermischung mit dem gesamten kalten Fortluftstrom aus dem Kontrollbereich nicht zu einem Versagen der Fortluftfilteranlage führen.

Es wurde angenommen dass die Aerosole ungefiltert über die Fortluftanlage abgegeben werden, jedoch sich ca. 90 % der Aerosole an den kalten Oberflächen im Gebäude niederschlagen. Das betrachtete Ereignis wird der Klasse 1 zugeordnet. Die auf diese Weise errechneten Strahlenexpositionen in der Umgebung der Anlage für das vollständige Abbrennen von etwa 6 Mg brennbaren radioaktiven Abfällen innerhalb von 30 Minuten beträgt für den

Erwachsenen 0,24 mSv (Altersgruppe > 17 Jahre) und für die Säuglinge 0,3 mSv (Altersgruppe < 1 Jahr). Der festgelegte maximale Wert für die Störfallexposition von 50 mSv wird damit ca. 100 fach unterschritten. Damit ist dieses Ereignis das radiologisch abdeckende in dieser Ereignisgruppe.

Weitere anlageninterne Brände

Kabelbrände in der Anlage führen im ungünstigsten Fall zum Ausfall der Elektroenergieversorgung. Dies führt zum Ausfall der Lüftung und damit zum Wegfall der gerichteten Luftströmung im Kontrollbereich (siehe Kapitel 10.4.4).

Ein Ausfall der gesamten Stromversorgung bleibt für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 radiologisch ohne Bedeutung.

Bei einem Brand in den Räumen für Ventilatoren, z.B. durch ein Heißlaufen eines Lüfters, ist ein Übergreifen des Brandes auf Systeme und Einrichtungen ausgeschlossen, da diese in separaten Brandabschnitten angeordnet sind.

Diese Ereignisse werden in die Klasse 1 eingeordnet, sind aber nicht radiologisch abdeckend in dieser Ereignisgruppe.

Brände auf dem Anlagengelände

Brände auf dem Anlagengelände außerhalb des Kontrollbereiches haben kein Potenzial für die Freisetzung radioaktiver Stoffe. Das gilt auch für einen möglicherweise nachfolgend ausbrechenden Brand beim Transport von Abfallbehältern mit radioaktiven Stoffen (siehe Kapitel 10.4.2). Durch eine zügige Brandbekämpfung und begrenzte Brandlasten am Brandort wird der Brand rechtzeitig unter Kontrolle gebracht, bevor die Integrität der transportierten Reststoff- und Abfallbehälter in Frage gestellt ist. Eine radiologische Gefährdung ist daher auch nicht abzuleiten. Das Ereignis wird in die Klasse 2 eingeordnet.

10.4.6 Chemische Einwirkungen

Das repräsentative Ereignis bezüglich des Einsatzes von chemischen Substanzen stellt die Dekontamination von Anlagenteilen im eingebauten Zustand dar. Für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 ist in diesem Zusammenhang die Dekontamination der Abwasseraufbereitung und des Beckenkühlsystems zu betrachten. Radiologische Folgen durch ein Leck bei der Dekontamination dieser Systeme werden weitgehend ausgeschlossen. Es handelt sich hierbei

um die kurzzeitigen Einwirkungen chemischer Substanzen, welche das ausführende Personal ständig kontrolliert. Im Übrigen sind Menge und Aktivitätskonzentration auslaufender Dekontaminationsmedien bei einem Leck geringer, als ausgelaufenes Verdampferkonzentrat bei einem Leck am Abwasserverdampferbehälter (siehe Kapitel 10.4.3). Ereignisse dieser Ereignisgruppe werden in die Klasse 1 eingeordnet, sind aber bereits abgedeckt durch das radiologisch abdeckende Ereignis der Ereignisgruppe „Anlageninterne Leckagen von Behältern und Überflutung“.

10.5 Ereignisse durch Einwirkung von außen

10.5.1 Naturbedingte Einwirkungen

Diese Ereignisgruppe umfasst die Einwirkungen von außen:

- Hochwasser (Überflutung)
- Sturm, Wind- und Schneelasten, Blitzschlag
- Waldbrand
- Erdbeben und Erdrutsch

Naturbedingte Einwirkungen

Die naturbedingten Einwirkungen Hochwasser (Überflutung) und Sturm (Wind- und Schneelasten, Blitzschlag) werden durch die vorhandene Gebäudeauslegung beherrscht und können ebenso wie Hochwasser aufgrund getroffener Vorsorge von der weiteren Analyse ausgeschlossen werden. Waldbrände haben aufgrund der räumlichen Entfernung keine Auswirkung auf die Anlage. Ein Erdbeben mit Folgen für die Integrität der Anlage kann für den Standort des KKI 1 ausgeschlossen werden. Geländeformationen, die dazu führen könnten, befinden sich auf der gegenüberliegenden Flussseite weit genug entfernt. Radiologische Folgen für die Umgebung sind für alle hier genannten natürlichen Einwirkungen nicht abzuleiten. Eine radiologische Gefährdung ist daher auch nicht abzuleiten. Die Ereignisse werden der Klasse 2 zugeordnet.

Erdbeben

Bei einem Erdbeben mit postulierten Folgeschäden sind Aktivitätsfreisetzungen durch den Verlust der Integrität von Systemen und Bauwerken, die für ein Erdbeben nicht ausgelegt wurden, nicht auszuschließen.

Eine Freisetzung von Aktivität aus den bestrahlten Brennelementen im Brennelementlagerbecken als Folge eines Erdbebens ist nicht zu besorgen, da die zu deren Kühlung bzw. zur Abfuhr der im Brennelementlagerbecken anfallenden Nachzerfallswärme notwendigen

technischen und baulichen Einrichtungen für ein Erdbeben ausgelegt sind und damit nach einem Erdbeben weiterhin funktionsfähig bleiben.

Bei einem Erdbeben werden das Auslaufen des Abwasserverdampferbehälters und damit die Freisetzung von radioaktiven Stoffen über den beschädigten Fortluft-Filterturm im Reaktorgebäude und den Fortluftkamin unterstellt. Der Abwasserverdampfer wurde nicht für ein Erdbeben ausgelegt. An den Fortluft-Filterturm (Fortluftfilteranlage) wurden keine Anforderungen zur Erdbebensicherheit gestellt. Daher wird bei der Ereignisbetrachtung angenommen, dass beide Komponenten versagen. Eine Freisetzung von radioaktiven Aerosolen ist damit möglich.

Sollte auch die Stromversorgung als Erdbebenfolge ausgefallen sein, wird eine Freisetzung über den Fortluftkamin infolge Naturzug unterstellt.

Der Ereignisablauf ist damit identisch zum unter Kapitel 10.4.3 betrachteten Eigenversagen des Abwasserverdampferbehälters. Die dafür ermittelten radiologischen Folgen wurden unter den gleichen konservativen Annahmen berechnet (keine Berücksichtigung der Rückhaltung radioaktiver Aerosole im Fortluft-Filterturm, Freisetzung über den Fortluftkamin in die Umgebung). Das Ereignis wird der Klasse 1 zugeordnet. Die radiologischen Folgen eines Erdbebens am Standort liegen für den Erwachsenen bei 0,68 mSv (Altersgruppe > 17 Jahre) und 0,91 mSv für die Säuglinge (Altersgruppe ≤ 1 Jahr). Die Werte liegen um mehr als das 50 fache unter dem festgelegten maximalen Wert für die Störfallexposition von 50 mSv.

10.5.2 Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen

Diese Ereignisgruppe umfasst die Einwirkungen von außen durch:

- Äußerer Brand
- Flugzeugabsturz
- Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen
- Einwirkung gefährlicher Stoffe

Äußerer Brand

Gegen äußere Brände besitzt die Anlage einen hinreichenden Schutz, wie z.B.:

- Die sicherheitstechnisch relevanten Gebäude weisen einen ausreichenden Abstand zum Kraftwerkszaun auf, sodass Brände in der Umgebung der Anlage keine direkten Einwirkungen auf sie haben können.

- Gebäudestrukturen, in denen sich die für die Schutzziele wichtigen Systeme und Einrichtungen befinden, sind gegen Temperaturbelastungen und -schwankungen bei Bränden im Umfeld geschützt.
- Brandgasen wird das Eindringen in diese Gebäude durch technische Maßnahmen (z.B. Schließen von Brandschutzklappen, Lüftungsabschluss) bei einem Brand im Umfeld verhindert.

Eine radiologische Gefährdung ist daher auch nicht abzuleiten. Das Ereignis wird in die Klasse 2 eingeordnet.

Sehr seltene Ereignisse für die Klassenteilung nicht angewendet wird sind:

Flugzeugabsturz

Für das KKI 1 wurde das Risiko von Flugzeugabstürzen standortspezifisch ermittelt. Die Untersuchung wurde auf der Basis von Daten über zerstörte zivile und militärische Luftfahrzeuge durchgeführt. Militärflugzeuge fliegen mit höherer Geschwindigkeit als zivile Flugzeuge und haben eine größere Absturzhäufigkeit. Für die Untersuchung dieses Ereignisses wurde der Absturz eines schnellfliegenden Militärflugzeuges betrachtet. Danach liegt die Absturzhäufigkeit für das KKI 1 im Bereich von ca. $4,9 \cdot 10^{-8}$ Ereignisse pro Jahr. Dieser Wert liegt deutlich unter der Jahreshäufigkeit sehr seltener Ereignisse, die allgemein dem Restrisiko zugeordnet werden. Es gilt somit für den Restbetrieb und Abbau des KKI 1, dass ein Flugzeugabsturz zum sogenannten Restrisiko zugeordnet wird.

Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen

Die Gebäude, in denen sich die für die Einhaltung der Schutzziele erforderlichen Systeme und Anlagenteile befinden, sind gegen die Einwirkungen einer Druckwelle aus chemischen Explosionen, hervorgerufen durch einen schnellen Verbrennungsvorgang einer Gaswolke, ausgelegt. Die Gebäudeöffnungen (Türen, Lüftungsöffnungen) der gegen Druckwellen aus chemischen Explosionen geschützten Gebäude sind so ausgelegt, dass sie ein Eindringen der Druckwelle verhindern. An den Lüftungsöffnungen sind schnell schließende Druckstoßklappen installiert, deren kurze Schließzeiten das Eindringen einer durch chemische Explosion hervorgerufenen Explosionsdruckwelle in diese Gebäude ausschließen (siehe Kapitel 10.5.3).

Äußere Einwirkungen gefährlicher Stoffe

Das Ansaugen gefährlicher Stoffe (explosionsgefährliche und giftige Gase) über die Zuluftanlage wird durch entsprechende Detektions- und Schaltmaßnahmen verhindert.

Auswirkungen auf die Anlage sind nicht zu erwarten. Die Arbeiten werden bei derartigen Einwirkungen sofort eingestellt (siehe Kapitel 10.5.3).

10.5.3 Restrisiko für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1

Die im Kapitel 10.5.2 aufgeführten Ereignisse Flugzeugabsturz, Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen und Einwirkung gefährlicher Stoffe unterscheiden sich von anderen Ereignissen durch ihre sehr geringe Eintrittshäufigkeit. Für diese Ereignisse sind risikominimierende Maßnahmen vorgesehen, die abhängig von der Eintrittshäufigkeit und den Auswirkungen dieser Ereignisse sind.

10.6 Wechselwirkungen mit anderen Anlagen am Standort

Aufgrund der Gebäudekonzeption des KKI sind Einwirkungen von Ereignissen auf die Anlage KKI 1 nicht möglich. Daher sind diese Ereignisse radiologisch nicht bestimmend. Von KKI BELLA sind Wechselwirkungen aufgrund der Gebäudeabstände ausgeschlossen.

10.7 Zusammenfassung

Bei keinem der für den Restbetrieb und dem Abbau des KKI 1 betrachteten möglichen Ereignisabläufe sind Strahlenexpositionen in der Umgebung zu erwarten, die den festgelegten maximalen Wert für die Störfallexposition von 50 mSv auch nur annähernd erreichen. Die berechneten Störfallexpositionen sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

Für den Restbetrieb und den Abbau des KKI 1 wurde hinsichtlich der radiologischen Folgen das Ereignis „Beschädigung des Abwasserverdampferbehälters infolge eines Erdbebens“ ermittelt.

Die aus diesem Ereignisablauf berechnete Strahlenexposition in der Umgebung beträgt 0,68 mSv für den Erwachsenen (Altersgruppe > 17 Jahre) und 0,91 mSv für die Säuglinge (Altersgruppe ≤ 1 Jahr). Sie liegt damit um mehr als das 50 fache unter dem in der StrlSchV festgelegten maximalen Wert für die Störfallexposition von 50 mSv.

Tabelle 12: Störfallexposition in der Umgebung bei bestimmten Ereignisabläufen während des Restbetriebes des KKI 1 (Werte bezogen auf den 01.01.2016 ermittelt)

Ereignis	Freisetzungstyp	Störfall - effektive Dosis in mSv	
		Erwachsener > 17 Jahre	Säugling ≤ 1 Jahr
Handhabungsfehler, Beschädigung von Brennelementen bei Handhabung	Kaminfreisetzung	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$ ¹⁾
Absturz von Behältern mit freisetzbarem radioaktiven Inventar	Bodennahe Freisetzung	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Leck des Behälters mit radioaktivem kontaminierten Wasser mit den größten radiologischen Auswirkungen (Abwasserverdampferbehälter)	Kaminfreisetzung (ungefiltert)	0,68	0,91
Anlageninterner Brand, Brand im Bereich der Abfallbehandlung	Kaminfreisetzung (ungefiltert)	0,24	0,3
Erdbeben mit Beschädigung des Abwasserverdampferbehälters	Kaminfreisetzung (ungefiltert)	0,68	0,91

¹⁾ Kleinkind im Alter zwischen ein bis zwei Jahren

11 Begriffsbestimmungen

Abfall, konventionell	Nicht-radioaktive Stoffe, die nach den Regelungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes einer Verwertung oder Beseitigung zugeführt werden.
Abfall, radioaktiv	Radioaktive Stoffe, die endgelagert werden müssen.
Abfallart	Art des anfallenden radioaktiven Abfalls, benannt gemäß Anlage X Teil A StrlSchV.
Abfallprodukt	Behandelter radioaktiver Abfall
Ableitung	Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus dem KKI 1 auf hierfür vorgesehenen Wegen.
Abluft	Aus einem Raum abgeführte Luft.
Aerosole (radioaktiv)	Fein in der Luft verteilte feste und / oder flüssige Schwebstoffe.
Aktivierung	Vorgang, bei dem ein Material durch Beschuss mit Neutronen, Protonen oder anderen Teilchen radioaktiv wird.
Aktivität	Zahl der je Sekunde in einer radioaktiven Substanz zerfallenden Atomkerne. Die Maßeinheit ist das Becquerel (Bq).
Aktivität, spezifische	Aktivität pro Masseneinheit
Aktivitätskonzentration	Aktivität pro Volumeneinheit
Aktivitätsrückhaltung	Sicherer Einschluss des radioaktiven Inventars.
ALARA Prinzip	Grundlegende Leitlinie des Strahlenschutzes
Anlagengelände	siehe Betriebsgelände
Anlagenteile	Bauliche, maschinen- und elektrotechnische Teile der Anlage.
Äquivalentdosis	Das Produkt aus der Energiedosis (absorbierte Dosis) und dem Qualitätsfaktor. Der Qualitätsfaktor berücksichtigt die unterschiedliche biologische Wirksamkeit verschiedener Strahlungsarten. Beim Vorliegen mehrerer Strahlungsarten und –energien ist die gesamte Äquivalentdosis die Summe der ermittelten Einzelbeiträge. Die Maßeinheit ist das Sievert (Sv).
Äquivalentdosisleistung	Äquivalentdosis pro Zeiteinheit
Bearbeitung	Zerlegung, Sortierung, Sammlung, vorübergehende Lagerung während der Bearbeitung und Dekontamination von radioaktiven Reststoffen sowie Aktivitätsmessungen an radioaktiven Reststoffen.

Becquerel	Einheit der Aktivität eines Radionuklids; benannt nach dem Entdecker der Radioaktivität, Henri Becquerel. Die Aktivität beträgt 1 Becquerel (Bq), wenn von der vorliegenden Menge eines Radionuklides 1 Atomkern pro Sekunde zerfällt.
Behandlung	Verarbeitung von radioaktiven Abfällen zu Abfallprodukten (z. B. durch Kompaktieren, Verfestigen, Trocknen) und das Verpacken der Abfallprodukte (siehe auch Konditionierung).
Betriebsabfälle, radioaktive	Radioaktive Abfälle, die beim Leistungs-, Nach- und Restbetrieb des Kernkraftwerkes anfallen.
Betriebsgelände	Grundstück, auf dem sich Anlagen befinden. Der Zugang und die Aufenthaltsdauer von Personen kann durch den Strahlenschutzbeauftragten beschränkt werden. Es ist mit einem Sicherheitszaun abgegrenzt.
Brandabschnitt	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.
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.
Dosimeter	Messgerät zur Bestimmung der Dosis.
Dosis, effektive	Summe der gewichteten Organdosen in Geweben oder Organen des Körpers durch äußere oder innere Strahlenexposition.
Einhausung	Begrenzung eines Raumbereiches zur Verhinderung der Ausbreitung radioaktiver Aerosole, z. B.: durch ein Zelt.
Entsorgungspfad	Art / Weg der Sammel- und Behandlungsmethode für die radioaktiven Stoffe.
Endlager für radioaktive Abfälle	Anlage in der radioaktive Abfälle wartungsfrei, zeitlich unbefristet und sicher geordnet beseitigt werden.
Fortluft	In das Freie abgeführte Abluft.
Freigabe	Verwaltungsakt, der die Entlassung radioaktiver Stoffe sowie beweglicher Gegenstände, von Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung bewirkt, die aktiviert oder mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind.
Freigabewert	Wert der massen- oder flächenspezifischen Aktivität gemäß Tabelle 1 Anlage III StrlSchV, bei deren Unterschreitung eine Freigabe gemäß § 29 StrlSchV zulässig ist.

Freimessung	Aktivitätsmessung, deren Ergebnis durch Vergleich mit den vorgegebenen Freigabewerten eine Entscheidung über die Freigabe des Materials ermöglicht.
Freisetzung radioaktiver Stoffe	Entweichen radioaktiver Stoffe aus den vorgesehenen Umschließungen in die Anlage oder in die Umgebung.
Gammaskopimetrische Messung	Bestimmung der spezifischen Aktivität von Radionukliden.
Gefahrenpotenziale	Als Gefahrenpotenziale werden die Risiken für eine Mobilisierung und die Freisetzung von radioaktiven Stoffen bezeichnet, die in der Anlage vorhanden sind. Sie ergeben sich aus dem Umgang mit den radioaktiven Stoffen, die vorhanden sind und die entstehen während des Restbetriebes und des Abbaus der Anlage.
Halbwertszeit	Die Zeit, in der die Hälfte der Kerne in einer Menge eines Radionuklids zerfällt
Ingestion	Aufnahme von radioaktiven Stoffen durch Nahrungsmittel und Trinkwasser.
Inhalation	Aufnahme von radioaktiven Stoffen durch Einatmen.
Inkorporation	Aufnahme von radioaktiven Stoffen in den menschlichen Körper.
In-situ-Gammaskopimetrie	Direktes Messverfahren zur nuklidspezifischen Aktivitätsbestimmung mit einem mobilen Detektor für Gammastrahlen. Der Detektor wird bei diesem Messverfahren zum Messobjekt gebracht.
Kompaktieren	Zusammenpressen von festem radioaktivem Abfall zu Presslingen.
Konditionierung	Herstellung von Abfallgebinden durch Behandlung von radioaktiven Stoffen. Ein Abfallgebinde ist die Einheit aus Abfallprodukt und Abfallbehälter.
Kontamination	Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen.
Kollektivdosis	Produkt aus der Anzahl der Personen der exponierten Bevölkerungsgruppe und der mittleren Dosis pro Person.
Kontrollbereich	Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder höhere Organdosen als 45 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.
Kontrollbereich, temporär	Bereich innerhalb des Überwachungsbereichs, in dem Kriterien zur Einrichtung von Kontrollbereichen – nicht ständig, sondern nur bei Bedarf – aufgrund erhöhter Dosisleistung gegeben sind.

Nachbetriebsphase	Zeitraum zwischen der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität bis zur Inanspruchnahme der ersten vollziehbaren Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG.
Nichtleistungsbetrieb	Solange die Stilllegungsplanung unter dem Vorbehalt des Ausgangs der anhängigen Verfassungsbeschwerde gegen die 13. AtG Novelle steht, befindet sich die Anlage in dieser Phase im Nichtleistungsbetrieb.
Nachzerfallsleistung	Thermische Leistung der bestrahlten Brennelemente in Abhängigkeit der Abklingzeit.
Nuklid	Ein durch seine Protonenzahl, Neutronenzahl und seinen Energiezustand charakterisierter Atomkern.
Nuklidvektor	Relative Anteile einzelner Radionuklide an der Gesamtaktivität eines Stoffes.
Organdosis	Produkt aus der mittleren Energiedosis in einem Organ, Gewebe oder Körperteil und dem Strahlungswichtungsfaktor gemäß StrlSchV.
Orientierungsmessung	Aktivitätsmessung, deren Ergebnis vor, bei oder nach Demontage oder Bearbeitung zeigen soll, welchem Entsorgungspfad das Material zugeordnet werden kann.
Ortsdosis	Äquivalentdosis, die an einem bestimmten Ort gemessen wird.
Ortsdosisleistung	In einem bestimmten Zeitintervall erzeugte Ortsdosis dividiert durch die Länge des Zeitintervalls.
Personendosis	Äquivalentdosis, gemessen, an einer für die Strahlenexposition repräsentativen Stelle der Körperoberfläche (StrSchV)
Pulverisieren	Zerkleinerung von Feststoffen durch Einwirkung mechanischer Kräfte (hier Zerkleinerung von Betonstrukturen).
Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden.
Radionuklid oder radioaktives Nuklid	Instabiles Nuklid, das spontan ohne äußere Einwirkung unter Strahlungsemission zerfällt.
Radioaktivitätsinventar	Summe der gesamten Radioaktivität. In einem Kernkraftwerk setzt sich das Radioaktivitätsinventar zusammen aus: Aktivierungsprodukten, Spaltprodukten, Kernbrennstoff.
Restbetriebshandbuch	Regelungen / Anweisungen für das Personal für den Restbetrieb und den Abbau von Anlagenteilen einschließlich der Betriebsordnungen.
Restfreiräumen eines Raumes	Entfernung der Anlagenteile, Systeme und Komponenten sowie die komplette Infrastruktur aus einem Raum.

Restrisiko	Risiko, dessen Realisierung nach praktischer Vernunft nicht zu unterstellen ist.
Reststoffe, nicht radioaktiv	Bei dem Abbau der Anlage anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die weder kontaminiert noch aktiviert sind.
Reststoffe, radioaktiv	Während des Abbaus anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die kontaminiert oder aktiviert sind und schadlos verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden. Nur ein geringer Teil der radioaktiven Reststoffe muss als radioaktiver Abfall endgelagert werden.
Schutzziel	Grundlegende Sicherheitsfunktion (technisches und radiologisches Ziel); es umfasst verschiedene untergeordnete Sicherheitsfunktionen, welche zur Einhaltung des jeweiligen Nachweisziel und Nachweiskriterium sichergestellt werden müssen.
Sicherheitsfunktion	Funktionale Verknüpfung von Maßnahmen und Einrichtungen zur Erfüllung sicherheitstechnisch wichtiger Aufgaben.
Sievert	Physikalische Einheit für die Äquivalentdosis; benannt nach Rolf Sievert, einem schwedischen Wissenschaftler, der sich um Einführung und Weiterentwicklung des Strahlenschutzes verdient gemacht hat.
Sekundärabfälle, radioaktiv	Radioaktive Abfälle, die beim Restbetrieb und beim Abbau durch zusätzlich in die Anlage KKI 1 eingebrachte Materialien entstehen.
Störfallexposition	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper durch ein Ereignis bzw. Ereignisablauf.
Sperrbereich	Zum Kontrollbereich gehörende Bereiche, in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h sein kann.
Stillsetzung	Dauerhafte Außerbetriebnahme von Systemen, Anlagenteilen und Komponenten.
Strahlenexposition	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper.
Strahlenschutzbeauftragte	Fachkundige Betriebsangehörige, die vom Strahlenschutzverantwortlichen (§ 31 Abs. 1 StrlSchV) unter schriftlicher Festlegung der Aufgaben, Befugnisse und innerbetrieblichen Entscheidungsbereiche nach § 31 Abs. 2 StrlSchV schriftlich bestellt sind.
Strahlenschutzbereiche	Überwachungsbereich, Kontrollbereich und Sperrbereich, letzterer als Teil des Kontrollbereichs.
System	Zusammenfassung von Komponenten zu einer technischen Einrichtung, die als Teil der Anlage selbstständige Funktionen ausführt.

Überwachungsbereich	Nicht zum Kontrollbereich gehörender betrieblicher Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.
Umgebungsüberwachung	Messungen in der Umgebung der Anlage zur Beurteilung der aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser resultierenden Strahlenexposition sowie zur Kontrolle der Einhaltung maximal zulässiger Ableitungen und der Dosisgrenzwerte.
Umluft	Innerhalb eines lüftungstechnisch begrenzten Bereiches umgewälzte oder rückgeführte Luft.
Unterkritikalität	Zustand, in dem durch Kernspaltung weniger Neutronen erzeugt werden, als durch Absorption und Leckage verschwinden, d.h. die Anzahl der Kernspaltungen sinkt kontinuierlich. Dieser Zustand ist im Brennelementlagerbecken bzw. den Endlagerbehältern dauerhaft zu gewährleisten.
Vorsorgemaßnahme	Maßnahme und Einrichtung, bei deren Vorhandensein der Eintritt eines Ereignisses als so unwahrscheinlich nachgewiesen ist, dass er nicht unterstellt zu werden braucht.
Wiederkehrende Prüfungen	Prüfungen, die aufgrund von Rechtsvorschriften, Auflagen der zuständigen Behörden oder aufgrund anderweitiger Festlegungen im Allgemeinen in regelmäßigen Zeitabständen oder aufgrund bestimmter Ereignisse durchgeführt werden.

12 Literaturverzeichnis

- /1/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das durch Artikel 5 des Gesetzes vom 28. August 2013 (BGBl. I S. 3313) geändert worden ist
- /2/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714, ber. 2002 I S. 1459) die zuletzt durch Artikel 5, Absatz 7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist
- /3/ Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP), 1. September 2013;
Bayrische Staatsregierung
- /4/ Markt Essenbach, Bürgerinformation,
1. Auflage, Essenbach, September 1998
- /5/ Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Verkehr,
Energieprogramm für Bayern; Fachlicher Plan: Standortsicherungsplan für
Wärme Kraftwerke, Juli 1978, fortgeschrieben Januar 1986
- /6/ Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung
Statistik kommunal 2012
- /7/ Topographische Karte 1 : 50.000
Standort KKI 1, 10-km-Bereich
(Bayerisches Landesvermessungsamt München, Ausgabe 1994)
- /8/ KTA 1508 „Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der
Atmosphäre“, Fassung 2006-11
- /9/ Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen
Bewirtschaftung von Abfällen, Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) vom Artikel 1 G. v.
24.02.2012 BGBl. I S. 212 (Nr. 10); zuletzt geändert durch § 44 G. v. 22.05.2013 BGBl. I
S. 1324; Geltung ab 01.06.2012, Ermächtigungen abweichend ab 01.03.2012 (siehe
Artikel 6 G. v. 24.02.2012 BGBl. I S. 212)
- /10/ GGVSEB - Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung
gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern in der
Fassung der Bekanntmachung, Ausfertigungsdatum: 17.06.2009; Neugefasst durch Bek.
v. 22.1.2013/110
- /11/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)
vom 7. Dezember 2005 (GMBI. 2006, Nr. 14-17, S. 254)
- /12/ Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung,
Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen
vom 17. Januar 2005 (GMBI . 2005, Nr. 13, S.258)

- /13/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen, vom: 28.08.2012 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BAnz AT 05.09.2012 B1
- /14/ Empfehlungen der ESK, Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, 11. November 2010