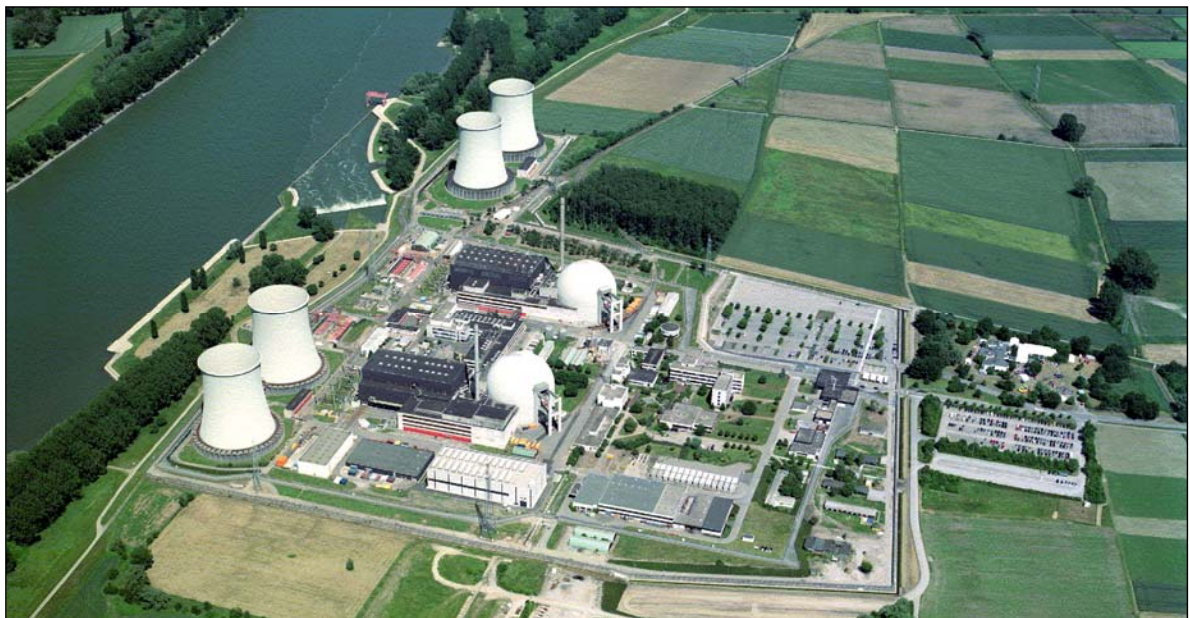


**Sicherheitsbericht  
Stilllegung und Abbau des KWB-A  
(A022/12)**



**Inhalt**

		Blatt Nr.
	Titelblatt	1
	Inhaltsverzeichnis	2
0	Einleitung	7
0.1	Rechtsgrundlagen	9
0.2	Atomrechtliches Genehmigungsverfahren	10
0.2.1	Umfang des Stilllegungs- und 1. Abbauantrags	13
0.3	Das Abbauprojekt im Überblick	15
0.3.1	Ausgangssituation	15
0.3.2	Abbau des KWB-A	16
1	Standort	19
1.1	Das Kraftwerk Biblis	19
1.2	Geografische Lage	22
1.3	Besiedlung	23
1.4	Boden und Wasserhaltung	26
1.5	Naturschutz-, Landschaftsschutz- und Erholungsgebiete	26
1.6	Gewerbe- und Industriebetriebe, militärische Einrichtungen	27
1.7	Verkehrswege	27
1.8	Meteorologische Verhältnisse	30
1.9	Geologische Verhältnisse	31
1.10	Hydrologische Verhältnisse	32
1.11	Seismologische Verhältnisse	34
1.12	Radiologische Vorbelastung	35
2	Allgemeine Beschreibung des KWB-A	37
2.1	Anlagenhistorie	37
2.2	Funktionsprinzip des KWB-A	38
2.3	Anlagenbereiche und Gebäude des KWB-A	42
2.3.1	Reaktorgebäude	45
2.3.2	Reaktorhilfsanlagengebäude	47
2.3.3	Notstandskanal	48
2.3.4	Maschinenhaus	48
2.3.5	Schaltanlagegebäude	49
2.3.6	Nebenanlagegebäude	49
2.3.7	Fortluftkamin	49
2.3.8	Kühlwasserentnahmebauwerk	50
2.3.9	RZ-Gebäude	50
2.4	Sonstige Gebäude am Standort	50

<b>Inhalt</b>		Blatt Nr.
2.4.1	Kühltürme	51
2.4.2	Lager für radioaktive Reststoffe (LAW-Lager)	51
2.4.3	Standortzwischenlager (SZL)	52
2.4.4	Weitere Gebäude am Standort	52
2.5	Radiologischer Ausgangszustand	52
2.5.1	Bestrahlter Kernbrennstoff	54
2.5.2	Aktivierete Anlagenteile und Gebäudestrukturen	55
2.5.3	Kontaminierte Anlagenteile und Gebäudestrukturen	56
2.5.4	Radioaktive Betriebsabfälle	57
3	Restbetrieb der Anlage	58
3.1	Systeme für die Kühlung des Kernbrennstoffs	60
3.2	Lüftungsanlagen im Kontrollbereich	61
3.3	Energieversorgungssysteme	63
3.4	Entwässerungs- und Abwasserbehandlungssysteme	65
3.5	Leit- und nachrichtentechnische Einrichtungen	68
3.6	Brandschutzsysteme	69
3.7	Hebezeuge/Transporteinrichtungen/BE-Lademaschine	71
3.8	Betriebliche Systeme und Komponenten	71
4	Abbau der Anlage	73
4.1	Abbaugrundsätze	73
4.1.1	Stillsetzung von Anlagenteilen	74
4.1.2	Das Abbaumaßnahmeverfahren	76
4.2	Abbauphasen, Abbauumfang	77
4.3	Infrastruktur für den Abbau	79
4.3.1	Bautechnische Maßnahmen	80
4.3.2	Bereitstellungsflächen und Transportwege	80
4.3.3	Zerlegeeinrichtungen	81
4.3.4	Dekontaminationseinrichtungen	81
4.3.5	Bearbeitungs- und Behandlungseinrichtungen	81
4.3.6	Freimesseinrichtungen	82
4.4	Verfahren und Geräte für den Abbau	82
4.4.1	Mechanische Zerlegeverfahren	83
4.4.2	Thermische Zerlegeverfahren	84
4.4.3	Dekontaminationsverfahren	84
4.4.3.1	Mechanische Dekontaminationsverfahren	85
4.4.3.2	Chemische Dekontaminationsverfahren	85
4.4.3.3	Sonstige Dekontaminationsverfahren	86

<b>Inhalt</b>		<b>Blatt Nr.</b>
4.5	Beschreibung des Abbaus des KWB-A	86
4.5.1	Maßnahmen in der ersten Abbauphase	87
4.5.1.1	Abbau der Dampferzeuger	89
4.5.1.2	Abbau der Hauptkühlmittelpumpen	92
4.5.1.3	Abbau der Einbauten des Reaktordruckbehälters	94
4.5.1.4	Abbau verbliebener Restbetriebssysteme und Hilfseinrichtungen	96
4.5.2	Maßnahmen in weiteren Abbauphasen	99
4.5.2.1	Abbau des Reaktordruckbehälters	99
4.5.2.2	Abbau des Biologischen Schildes	101
4.5.2.3	Abbau der Einrichtungen zur Umschließung des äußeren Sicherungsbereiches	103
4.5.3	Konventioneller Abbruch der Gebäude	104
5	Organisation und Restbetriebsreglement	105
5.1	Organisation	105
5.2	Betriebsvorschriften	107
6	Strahlenschutz	109
6.1	Allgemeines	109
6.2	Strahlenschutzbereiche	109
6.2.1	Überwachungsbereich	110
6.2.2	Kontrollbereiche	111
6.2.3	Sperrbereiche	112
6.3	Strahlenschutzüberwachung	112
6.3.1	Überwachung der Strahlenschutzbereiche	113
6.3.2	Arbeitsfreigabeverfahren und Arbeitsplatzüberwachung	114
6.3.3	Personenüberwachung	115
6.3.4	System und Kreislaufüberwachung	115
6.3.5	Radiologische Messungen	116
6.3.6	Strahlungsmessgeräte	116
6.4	Strahlenschutzplanung	117
6.5	Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition des Personals	117
6.6	Strahlungs- und Aktivitätsrückhaltung und -überwachung	119
6.6.1	Aktivitätsrückhaltung	119
6.6.2	Überwachung der Aktivitätsableitung (Emissionsüberwachung)	120
6.6.3	Umgebungsüberwachung (Immissionsüberwachung)	122

<b>Inhalt</b>	Blatt Nr.	
6.7	Strahlenexposition in der Umgebung	122
6.7.1	Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft	124
6.7.2	Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser	126
6.7.3	Strahlenexposition durch Direktstrahlung	127
6.7.4	Bewertung der Strahlenexposition der Bevölkerung	127
7	Radioaktive Reststoffe und radioaktive Abfälle	129
7.1	Allgemeines	129
7.2	Beschreibung der radioaktiven Reststoffe	130
7.2.1	Anfallende radioaktive Reststoffe	130
7.2.2	Hauptmassenströme	131
7.3	Entsorgungswege	133
7.4	Reststofffluss und Dokumentation	134
7.4.1	Zuordnung zu einem Entsorgungsweg	135
7.4.2	Abbau der Anlagenteile	135
7.4.3	Interne Reststoffbearbeitung	136
7.4.4	Externe Reststoffbearbeitung	136
7.4.5	Radiologische Messungen	136
7.5	Freigabe nach § 29 StrlSchV	137
7.6	Herausgabe	137
7.7	Maßnahmen zur Vermeidung des Anfalls radioaktiver Reststoffe	138
7.8	Radioaktive Abfälle	138
7.8.1	Behandlung radioaktiver Abfälle	138
7.8.2	Erwartete radioaktive Abfallmassen	140
7.8.3	Dokumentation der anfallenden radioaktiven Abfälle	140
7.9	Logistische Abwicklung	141
8	Ereignisanalyse	143
8.1	Einleitung	143
8.1.1	Ausgangszustand und Gefährdungspotential	144
8.1.2	Zu betrachtende Ereignisse	145
8.2	Ereignisse durch Einwirkungen von innen (EVI)	146
8.2.1	Brand in der Anlage	146
8.2.2	Leckagen	148
8.2.3	Absturz von Lasten	148
8.2.4	Ausfall von Versorgungseinrichtungen	150

**Inhalt**

Blatt Nr.

8.2.5	Kritikalitätsstörfall	152
8.2.6	Ereignisse bei der Brennelement-Handhabung und -Lagerung	153
8.2.7	Anlageninterne Überflutung	154
8.3	Ereignisse durch Einwirkungen von außen (EVA)	155
8.3.1	Erdbeben	155
8.3.2	Sturm, Wind, Eis und Schnee	156
8.3.3	Eindringen explosiver Gase	156
8.3.4	Äußerer Brand	157
8.3.5	Blitzschlag	157
8.3.6	Hochwasser	158
8.4	Sehr seltene Ereignisse	158
8.5	Zusammenfassung der Ereignisanalyse	159
9	Abkürzungen	161
10	Abbildungsverzeichnis	162
11	Tabellenverzeichnis	163
12	Literatur	164

## **0 Einleitung**

Das Kraftwerk Biblis umfasst zwei Kernkraftwerksblöcke. Die Inbetriebnahmen erfolgten 1974 (Block A) bzw. 1976 (Block B).

Das Kraftwerk Biblis Block A – im Folgenden auch KWB-A genannt – nahm als erster Druckwasserreaktor der 1200 MW Klasse 1975 und als seinerzeit leistungsstärkster Kernkraftwerksblock der Welt den kommerziellen Leistungsbetrieb auf und hat in seiner Betriebszeit ca. 248 Mio. MWh Strom produziert. Während der gesamten Betriebszeit wurde KWB-A umfangreich nachgerüstet und damit ein sicherer Betrieb entsprechend den jeweiligen Anforderungen gewährleistet.

Mit Inkrafttreten der 13. Atomgesetz-Novelle am 6. August 2011 [1] ist die Berechtigung zum Leistungsbetrieb von KWB-A erloschen. KWB-A befindet sich infolge dieser gesetzgeberischen Entscheidung im dauerhaften Nichtleistungsbetrieb.

Nach § 7 Abs. 3 des AtG [2] bedürfen die Stilllegung einer nach § 7 Abs. 1 AtG [2] genehmigten Anlage sowie der sichere Einschluss einer endgültig stillgelegten Anlage oder der Abbau einer Anlage oder von Anlagenteilen der Genehmigung. Die von RWE Power beantragte Stilllegung und der beantragte Abbau des KWB-A erfolgen dabei in mehreren Genehmigungsschritten.

Am 6. August 2012 beantragte RWE Power in einem ersten Schritt die zeitgleiche Erteilung:

- einer Genehmigung zur Stilllegung des Kernkraftwerks Biblis Block A (KWB-A) und
- einer ersten Genehmigung zum Abbau von Anlagenteilen des Kernkraftwerks Biblis Block A (KWB-A) [3].

Der Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG [2] umfasst nur die atomrechtliche Anlage KWB-A, d. h. die gemäß des § 7 Abs. 1 AtG [2] errichtete und betriebene „Anlage zur Spaltung von Kernbrennstoffen“ (zum Umfang des Genehmigungsantrags siehe Kapitel

0.2.1). Im Gegensatz hierzu dürfen nicht zur atomrechtlichen Anlage KWB-A gehörige Gebäude und Anlagenteile ohne Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG [2] konventionell abgebaut werden.

Der Abbau der von diesem ersten Antrag nicht erfassten Teile der atomrechtlichen Anlage wird Gegenstand zumindest eines weiteren Abbauantrags sein.

Die Stilllegung und der Abbau des KWB-A sind abgeschlossen, sobald alle der atomrechtlichen Anlage KWB-A zugehörigen beweglichen Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteile aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes entlassen sind.

Danach können noch vorhandene Gebäudestrukturen entweder einer weiteren Nutzung zugeführt oder mit baurechtlicher Genehmigung abgerissen werden. Die dadurch frei gewordenen Flächen stehen einer etwaigen Anschlussnutzung zur Verfügung.

Über die Durchführung von Stilllegung und Abbau und damit über die Ausnutzung einer erteilten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung ist beabsichtigt, unter Berücksichtigung der dann gegebenen Sach- und Rechtslage zu entscheiden.

Im dauerhaften Nichtleistungsbetrieb unterliegt KWB-A den weiterhin gültigen Regelungen ihrer Betriebsgenehmigungen. Technisch entspricht der dauerhafte Nichtleistungsbetrieb dem Betrieb in der sog. Nachbetriebsphase, wie sie der „Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes“ vom 26. Juni 2009 [4] definiert. Wenn RWE Power nach Erteilung einer Stilllegungs- und 1. Abbaugenehmigung erklärt haben wird, diese ausnutzen zu wollen, beginnen die Stilllegung und der Abbau – im Folgenden als Restbetriebsphase bezeichnet.

Der vorliegende Sicherheitsbericht gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 1 der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) [5] ist Teil der Antragsunterlagen.



Er beschreibt auch die über den Gegenstand des ersten Antrags hinausgehenden insgesamt geplanten Maßnahmen zur Stilllegung und zum Abbau des KWB-A.

## **0.1 Rechtsgrundlagen**

Auf die Genehmigung der Stilllegung und des Abbaus der atomrechtlichen Anlage KWB-A und das entsprechende Genehmigungsverfahren finden insbesondere die folgenden in der Bundesrepublik Deutschland gültigen Gesetze und Verordnungen Anwendung:

- Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) [2]
- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) [6]
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [7]
- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) [8]
- Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensverordnung - AtVfV) [5]
- Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung (AtDeckV) [9]
- Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung - AtSMV) [10]
- Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) [11]
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) [12]
- Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt - GGVSEB) [13]
- Hessische Bauordnung (HBO) [14]
- Gewerbeordnung (GewO) [15]
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [16]
- Hessisches Wassergesetz (HWG) [17]

Darüber hinaus finden die in der Bundesrepublik Deutschland gültigen Vorschriften, Richtlinien und Normen, soweit sie auf die Stilllegung und den Abbau der Anlage zutreffen, Anwendung.

Dies sind insbesondere:

- Allgemeine Verwaltungsvorschriften
- BMI-/BMU-Richtlinien
- Regeln des kerntechnischen Ausschusses (KTA-Regeln)
- Leitlinien der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK-Leitlinien)
- Empfehlungen/Stellungnahmen der Strahlenschutzkommission (SSK)
- Leitlinien, Empfehlungen/Stellungnahmen der Entsorgungskommission (ESK)
- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften (BG)
- Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm)
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft)
- Vorschriften des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik (VDE)
- Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer
- Normen des Deutschen Instituts für Normung (DIN-Normen)

Das kerntechnische Regelwerk findet auf die Stilllegung und den Abbau des KWB-A sinngemäß Anwendung entsprechend den Empfehlungen des „Leitfadens zur Stilllegung, zum Sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen und Anlageanteilen nach § 7 des Atomgesetzes“ [4] (Stilllegungsleitfaden).

## **0.2 Atomrechtliches Genehmigungsverfahren**

Die Stilllegung und der Abbau einer kerntechnischen Anlage bedürfen nach § 7 Abs. 3 Satz 1 AtG [2] einer Genehmigung. Im Hinblick auf deren Genehmigungsvoraussetzungen gilt § 7 Abs. 2 AtG [2] sinngemäß. In dem Genehmigungsverfahren sind alle Behörden des Bundes, des Landes, der Gemeinden und der sonstigen Gebietskörperschaften zu beteiligen, deren Zuständigkeitsbereich berührt wird (§ 7 Abs. 4 Satz 1 AtG [2]). Der Ablauf des Verfahrens wird im Wesentlichen durch die AtVfV [5] bestimmt.

Für den Abbau des KWB-A ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) gemäß § 3b Abs. 1 Satz 1 UVPG [6] in Verbindung mit Nr. 11.1 der Anlage 1 UVPG [6], § 2a Abs. 1 AtG [2], §§ 1a, 1b, 3 Abs. 2 AtVfV [5] erforderlich.

Der Antrag auf Genehmigung ist nach § 2 Abs. 1 AtVfV [5] bei der Genehmigungsbehörde schriftlich zu stellen.

Gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 1 AtVfV [5] werden im vorliegenden Sicherheitsbericht die für die Entscheidung über den Antrag zur Stilllegungs- und 1. Abbaugenehmigung erheblichen Auswirkungen des Vorhabens im Hinblick auf die kerntechnische Sicherheit und den Strahlenschutz dargelegt. Der Sicherheitsbericht soll Dritten insbesondere die Beurteilung ermöglichen, ob sie durch die mit der Stilllegung und dem Abbau des KWB-A verbundenen Auswirkungen in ihren Rechten verletzt werden können.

Zu diesem Zweck muss der Sicherheitsbericht gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 1 AtVfV [5] enthalten:

- a) Eine Beschreibung des KWB-A (Kapitel 2), des Restbetriebs (Kapitel 3) und der geplanten Stilllegungs- und Abbaumaßnahmen (Kapitel 4) unter Beifügung von Lageplänen und Übersichtszeichnungen.
- b) Eine Darstellung und Erläuterung der Konzeption des Restbetriebs mit den zu beachtenden sicherheitstechnischen Grundsätzen, der Funktion der Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten des Restbetriebs (Kapitel 3 und Kapitel 8) und der Konzeption der vorgesehenen Stilllegungs- und Abbaumaßnahmen (Kapitel 4).
- c) Eine Darlegung, der zur Erfüllung des § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG [2] vorgesehenen Vorsorge gegen Schäden während des Restbetriebs sowie für die Stilllegung und den Abbau (Kapitel 3 bis Kapitel 8).
- d) Eine Beschreibung der Umwelt und ihrer Bestandteile (Kapitel 1).

- e) Angaben über die mit dem Restbetrieb sowie mit der Stilllegung und dem Abbau des KWB-A verbundene Direktstrahlung und Abgabe radioaktiver Stoffe einschließlich der Freisetzungen aus der Anlage bei Störfällen im Sinne des § 50 StrlSchV [11] (Kapitel 6 und Kapitel 8).
- f) Eine Beschreibung der Auswirkungen der unter Buchstabe e) dargestellten Direktstrahlung und Abgabe radioaktiver Stoffe auf die in § 1 a AtVfV [5] dargestellten Schutzgüter (Kapitel 6 und Kapitel 8). Dieser Bericht enthält schwerpunktmäßig die Auswirkungen auf den Menschen, eine Beschreibung der Auswirkungen auf die weiteren in der AtVfV [5] genannten Schutzgüter werden in der ebenfalls öffentlich ausgelegten Umweltverträglichkeitsuntersuchung (s. u.) erläutert.

Zusätzlich zu den oben aufgeführten Inhalten enthält der Sicherheitsbericht eine Beschreibung der beim Abbau anfallenden radioaktiven Reststoffe sowie Angaben über vorgesehene Maßnahmen zur Vermeidung des Anfalls von radioaktiven Reststoffen, zur schadlosen Verwertung anfallender radioaktiver Reststoffe und zur geordneten Beseitigung radioaktiver Reststoffe als radioaktive Abfälle im Sinne von § 3 Abs. 1 Nr. 8 AtVfV [5] (Kapitel 7).

Die gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 3 AtVfV [5] erforderlichen Angaben über Maßnahmen, die zum Schutz des KWB-A gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter vorgesehen sind, sind in einer separaten Unterlage enthalten.

Folgende Unterlagen werden nach § 6 Abs. 2 und Abs. 4 AtVfV [5] zusätzlich zum Sicherheitsbericht öffentlich ausgelegt:

#### Umweltverträglichkeitsuntersuchung

Die Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) enthält die gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 9 AtVfV [5] erforderlichen Angaben über die sonstigen Umweltauswirkungen des Abbaus des Kraftwerks Biblis. Die gemäß § 3 Abs. 2 AtVfV [5] und § 19b Abs. 1 Satz 2 AtVfV [5] erforderlichen Angaben (von der Antragstellerin geprüfte technische Verfahrensalternativen, Hinweise auf eventuelle Schwierigkeiten

bei der Zusammenstellung von Angaben, Auswirkungen geplanter Maßnahmen auf die Schutzgüter des § 1a AtVfV [5]) sind ebenfalls in der UVU enthalten.

Kurzbeschreibung:

Die Kurzbeschreibung enthält die gemäß § 3 Abs. 4 AtVfV [5] allgemein verständliche Beschreibung des Abbaus des KWB-A und der voraussichtlichen Auswirkungen auf die Allgemeinheit und die Nachbarschaft. Die gemäß § 3 Absatz 1 Nr. 1, 8 und 9 sowie Absatz 2 Nr. 1 AtVfV [5] erforderlichen Angaben sind ebenfalls in der Kurzbeschreibung enthalten.

**0.2.1 Umfang des Stilllegungs- und 1. Abbauantrags**

Mit dem nach § 7 Abs. 3 AtG [2] gestellten Antrag [3] wurde für das KWB-A die Erteilung einer Stilllegungs- und 1. Abbaugenehmigung mit folgenden Gestattungsinhalten beantragt:

1. Stilllegungsgenehmigung

- a) Die atomrechtliche Anlage KWB-A wird mit Zugang einer von RWE Power gegenüber dem zuständigen Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz abzugebenden „Erklärung zur Ausnutzung der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung“ im Sinne des § 7 Abs. 3 AtG [2] stillgelegt (Beginn von Stilllegung und Abbau).
- b) Der Restbetrieb der Anlage KWB-A und die fortschreitenden Veränderungen des Restbetriebs werden entsprechend den Regelungen des Restbetriebshandbuchs (RBHB) gestattet. Mit Beginn von Stilllegung und Abbau wird das für die Anlage KWB-A maßgebliche Betriebshandbuch (BHB) außer Kraft gesetzt. An seine Stelle tritt das RBHB.
- c) Die Ableitung radioaktiver Stoffe über die Fortluft und deren Grenzwerte.
- d) Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und deren Grenzwerte.

- e) Mit Beginn von Stilllegung und Abbau werden – mit Ausnahme der in der Unterlage „Weitergeltende Auflagen und Nebenbestimmungen“ im Einzelnen aufgelisteten Auflagen und Nebenbestimmungen – alle sonstigen bisher geltenden Auflagen und Nebenbestimmungen aufgehoben.
- f) Die Stilllegungsgenehmigung erstreckt sich auch auf die Gestattung des nach § 7 StrlSchV [11] genehmigungspflichtigen Umgangs mit sonstigen radioaktiven Stoffen.

## 2. Abbaugenehmigung

- a) Der Abbau der zur atomrechtlichen Anlage KWB-A gehörenden Systeme, Systembereiche, Komponenten, Anlagenteile und inneren Gebäudestrukturen wird – mit Ausnahme der unter 2.b) ausgenommenen Anlagenteile – nach Zugang der „Erklärung zur Ausnutzung der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung“ gemäß 1.a) gestattet. Die Gestattung umfasst auch den Abbau der Einbauten des Reaktordruckbehälters. Die Gestattung zum Abbau umfasst weiterhin sämtliche Maßnahmen, auch technische Veränderungen der Anlage, die erforderlich oder sinnvoll sind, um die Anlage KWB-A abzubauen oder ihren Restbetrieb anzupassen sowie sämtliche Maßnahmen, die erforderlich oder sinnvoll sind, um Anlagenteile, Gebäude und Gelände aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen zu können.
- b) Diese Gestattung umfasst nicht den Abbau
- des Reaktordruckbehälters,
  - des Biologischen Schildes und
  - der Einrichtungen zur Umschließung des äußeren Sicherheitsbereiches (insbesondere Zaun, Detektion, Umzäunungszugänge).

Der Abbau dieser Anlagenteile wird Gegenstand zumindest einer weiteren Abbaugenehmigung sein. Diese Gestattung umfasst auch nicht den Abriss von äußeren Gebäudestrukturen von zur atomrechtlichen Anlage KWB-A gehörenden Gebäuden.

- c) Die Ausnutzung der beantragten Abbaugenehmigung zum Abbau der Anlagenteile, die für den Umgang mit Kernbrennstoffen notwendig sind, darf erst erfolgen, wenn sie zur Schutzzieleinhaltung nicht mehr erforderlich sind.

Für Abbaumaßnahmen in Bereichen, in denen der Restbetrieb von Anlagenteilen für den Umgang mit Kernbrennstoffen noch notwendig ist, ist vor dem Abbau der Nachweis der Rückwirkungsfreiheit der Abbaumaßnahmen zu erbringen.

Die Entlassung von beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen aus dem Regelungsbereich des AtG [2] erfolgt:

- sofern sie kontaminiert oder aktiviert sind, entsprechend den Regelungen des § 29 StrlSchV [11]. Das Verfahren zur Freigabe nach § 29 StrlSchV [11] ist im Kraftwerk Biblis bereits etabliert und wird weiterhin fortgeführt (siehe Kapitel 7.5).
- sofern sie weder aktiviert noch kontaminiert sind und daher nicht in den Regelungsbereich des § 29 StrlSchV [11] fallen, unter Fortführung des etablierten Verfahrens der Herausgabe (siehe Kapitel 7.6).

### **0.3 Das Abbauprojekt im Überblick**

#### **0.3.1 Ausgangssituation**

Zu Beginn der Ausnutzung der beantragten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung ist folgender Anlagenzustand gegeben:

- Noch verbliebener, bestrahlter Kernbrennstoff befindet sich vollständig im Brennelementlagerbecken (BE-Becken),
- eine Dekontamination des gesamten Primärkreises sowie von Teilen der an den Primärkreis anschließenden Sicherheits- und Hilfssystemen wurde bereits durchgeführt,
- das noch vorhandene Aktivitätsinventar ist zu über 99 % fest in dem bestrahlten Kernbrennstoff eingebunden,
- das noch vorhandene Aktivitätsinventar ist nach dem Entfernen des bestrahlten Kernbrennstoffs aus dem KWB-A hauptsächlich in den aktivierten Materialstruk-

turen des Reaktordruckbehälters und seiner Einbauten sowie des Biologischen Schildes eingebunden,

- die für die Stilllegung und den Abbau sowie zur Einhaltung der Schutzziele benötigten Restbetriebssysteme sind vorhanden und entsprechen den Anforderungen des RBHB / PHB,
- die nicht mehr benötigten Systeme sind zum Teil entleert, trocken, drucklos und kalt, können aber kontaminiert sein.

### **0.3.2 Abbau des KWB-A**

Die Stilllegung und der Abbau werden in mehreren Schritten erfolgen.

Mit der Ausnutzung der Genehmigung zur Stilllegung und einer ersten Genehmigung zum Abbau des KWB-A beginnt der Restbetrieb. Die für den Restbetrieb relevanten Regelungen werden im sog. Restbetriebshandbuch (RBHB) zusammengefasst.

Das RBHB beinhaltet unter Berücksichtigung der Anforderungen des Restbetriebs und des Abbaus unverändert zu übernehmende Regelungen des heutigen Betriebshandbuchs (BHB), entsprechend anzupassende Regelungen des heutigen BHB sowie erforderliche Neuregelungen, wie z. B. das Abbaumaßnahmeverfahren.

Grundsätzlich sollen die Verpackung und der Abtransport des im KWB-A vorhandenen Kernbrennstoffs möglichst noch in der Nachbetriebsphase, d. h. vor der Ausnutzung der beantragten Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG [2], erfolgen. Ob sich diese Zielsetzung realisieren lässt, hängt im Wesentlichen von der rechtzeitigen Verfügbarkeit der erforderlichen Behälter und der internen Transporteinrichtungen, sowie weiteren erforderlichen Genehmigungen (z. B. Genehmigung nach § 6 AtG [2]) ab.

Falls sich zu Beginn von Stilllegung und Abbau trotz aller ergriffenen Maßnahmen, die Kernbrennstofffreiheit zu erreichen, noch ein Großteil des bestrahlten Kernbrennstoffs im BE-Becken befinden sollte, ist ein gestuftes Vorgehen vorgesehen.



Bis zum Erreichen der Kernbrennstofffreiheit dürfen dann nur Abbauarbeiten erfolgen, die keine Rückwirkung auf die Einhaltung der Schutzziele sowie die Handhabung und Lagerung des Kernbrennstoffs haben.

In der Restbetriebsphase werden alle nicht kontaminierten, kontaminierten und/oder aktivierten Anlagenteile sukzessive abgebaut, um im Wesentlichen leere, freigabefähige Räume zu schaffen. Anschließend erfolgt der Nachweis der Unterschreitung der Freigabewerte an den verbliebenen Raum- und Gebäudeoberflächen sowie den zum Teil in Einbaulage verbliebenen Anlagenteilen. Gegebenenfalls sind die Oberflächen sowie die in Einbaulage verbliebenen Anlagenteile vorher zu dekontaminieren. Die Freigabe der Restgebäude und des Kraftwerksgeländes ist entsprechend den Regelungen des § 29 StrlSchV [11] vorgesehen.

Aufgrund der zuvor beschriebenen Vorgehensweise hinsichtlich der Entsorgung des Kernbrennstoffs wird die Restbetriebsphase entsprechend in 3 Anlagenzustände gegliedert:

Anlagenzustand 1: Aktiv zu kühlender Kernbrennstoff im BE-Becken vorhanden.

Anlagenzustand 2: Kein aktiv zu kühlender Kernbrennstoff im BE-Becken vorhanden.

Anlagenzustand 3: Das KWB-A ist kernbrennstofffrei<sup>1</sup>.

Während der Anlagenzustände 1 und 2 ist die Einhaltung der Schutzziele:

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

sicherzustellen.

---

<sup>1</sup> Das KWB-A ist kernbrennstofffrei, nachdem alle unbestrahlten und bestrahlten Brennelemente sowie die im BE-Becken z. Zt. vorhandenen Sonderbrennstäbe aus dem KWB-A abtransportiert wurden.

Nach Entsorgung des Kernbrennstoffs werden die Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität (Unterkritikalität)“ und „Kühlung des Kernbrennstoffs (Nachwärmeabfuhr)“ gegenstandslos.

Während Anlagenzustand 3 ist noch die Einhaltung der Schutzziele:

- Einschluss der radioaktiven Stoffe (Aktivitätsrückhaltung) und
  - Begrenzung der Strahlenexposition
- zu gewährleisten.

Das Erreichen des jeweiligen Anlagenzustandes wird der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde rechtzeitig im atomrechtlichen Verfahren angezeigt und nachgewiesen.

## 1 Standort

### 1.1 Das Kraftwerk Biblis

Das Kraftwerk Biblis liegt am rechten Rheinufer, unmittelbar hinter dem Hochwasserschutzdamm des Rheins und besteht im Wesentlichen aus den beiden Druckwasserreaktorblöcken Block A und Block B, auch als KWB-A und KWB-B bezeichnet. KWB-A und KWB-B sind parallel zueinander, jeweils in Nord-Süd-Richtung, angeordnet, KWB-A auf der Ostseite des Kraftwerksgeländes, KWB-B westlich von KWB-A. Das Kraftwerksgelände wird von einem gemeinsamen Sicherungszaun umgeben, der gleichzeitig die Grenze des Überwachungsbereichs (siehe Kapitel 6.2) darstellt. Der Abstand der Reaktorgebäude zueinander beträgt ca. 130 m (Achsabstand der Reaktorgebäude). Beide Blöcke sind gleichartig aufgebaut.

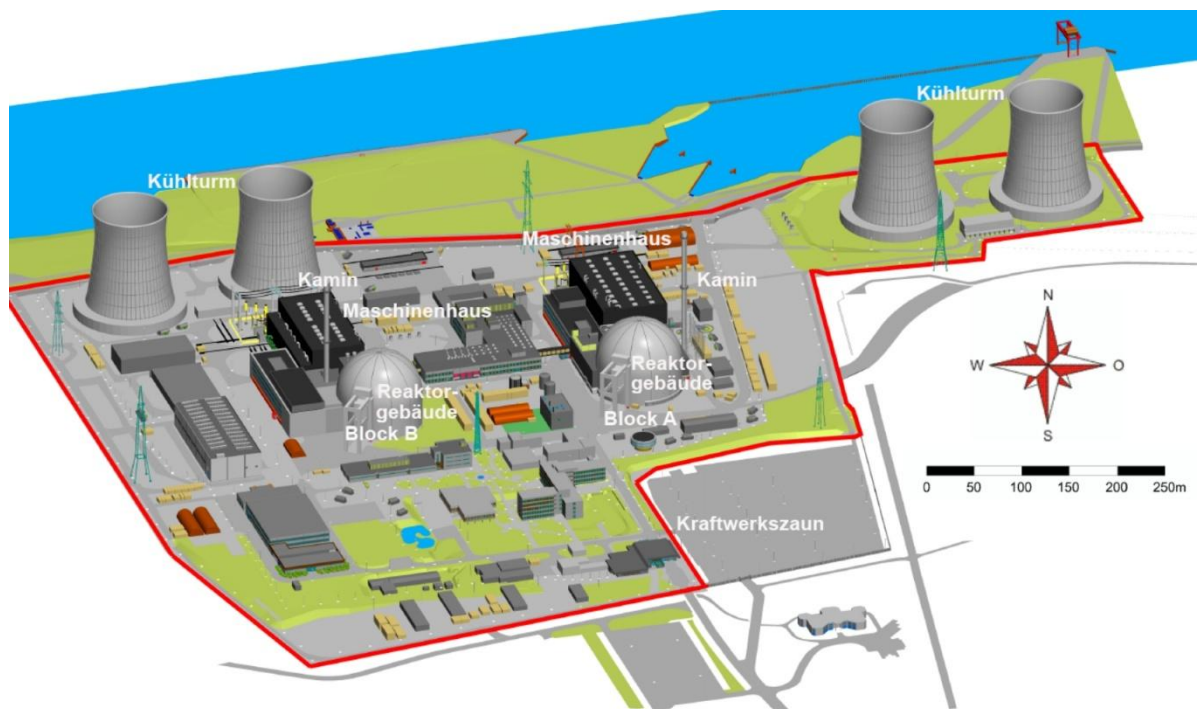


Abbildung 1: Übersichtsplan Kraftwerksgelände Biblis

Auf der flussabgewandten Seite des Kraftwerksgeländes liegen die Reaktorgebäude des KWB-A (1) und KWB-B (11), an die sich unmittelbar die Reaktorhilfsanlagegebäude (2), (12) anschließen (siehe Abbildung 2).

Die Maschinenhäuser (3), (13) schließen sich jeweils nördlich an die Reaktorhilfsanlagengebäude (2), (12) an und sind durch Betonwände von diesen getrennt.

Westlich der Maschinenhäuser liegen die jeweiligen Schaltanlagengebäude (4), (14), in denen sich insbesondere die zugehörige Schaltanlage samt Warte befindet. An der Nordseite der Maschinenhäuser (3), (13) befinden sich die Maschinentransformatoren sowie die zugehörige Freiluftschaltanlage.

Der produzierte Strom wurde von hier über Hochspannungsleitungen zu den Umspannanlagen Bürstadt und Pfungstadt transportiert.

Zwischen den beiden Kraftwerksblöcken befindet sich das Nebenanlagengebäude (5), in dem für beide Blöcke benötigte Einrichtungen wie Werkstätten, Lager, Wasseraufbereitung, Labor, Büro- und Sozialräume sowie die Notstromdiesel für KWB-A untergebracht sind.

KWB-A und KWB-B verfügen jeweils über zwei Kühltürme (6), (15), welche die Wärmeeinleitung in den Rhein bei hoher Flusswassertemperatur oder geringer Wasserführung reduziert haben.

Zwischen den Kühlturmpaaren (6), (15) befinden sich die Kühlwasserentnahmebauwerke (9), (16). Geringe Mengen Kühlwasser sind noch erforderlich und werden vom Rhein über Entnahmebauwerke entnommen, gereinigt und den Kühlstellen zugeleitet und anschließend über entsprechende Kanäle wieder in den Rhein zurückgeführt.

Zwischen den Reaktorgebäuden (1), (11) befindet sich das sog. RZ-Gebäude (10) mit dem Sicherheitssystem der zusätzlichen Sekundäreinspeisung (RZ-System).

Weiter befinden sich auf dem Kraftwerksgelände ein Lager (7) für nicht wärmeentwickelnde radioaktive Reststoffe und Abfälle, das sog. LAW-Lager (Low Active Waste-Lager) und das Standortzwischenlager (SZL) (8). Im SZL werden u. a. die

CASTOR<sup>®</sup>-Behälter mit dem bestrahlten Kernbrennstoff aus KWB-A und KWB-B gelagert.

Südlich der beiden Kraftwerksblöcke befinden sich auf dem Kraftwerksgelände noch die Sozial- und Verwaltungsgebäude (18), (19), das konventionelle Materiallager (17), die Gebäude der Werkfeuerwehr (20) sowie das Kraftwerkspfortengebäude (21).

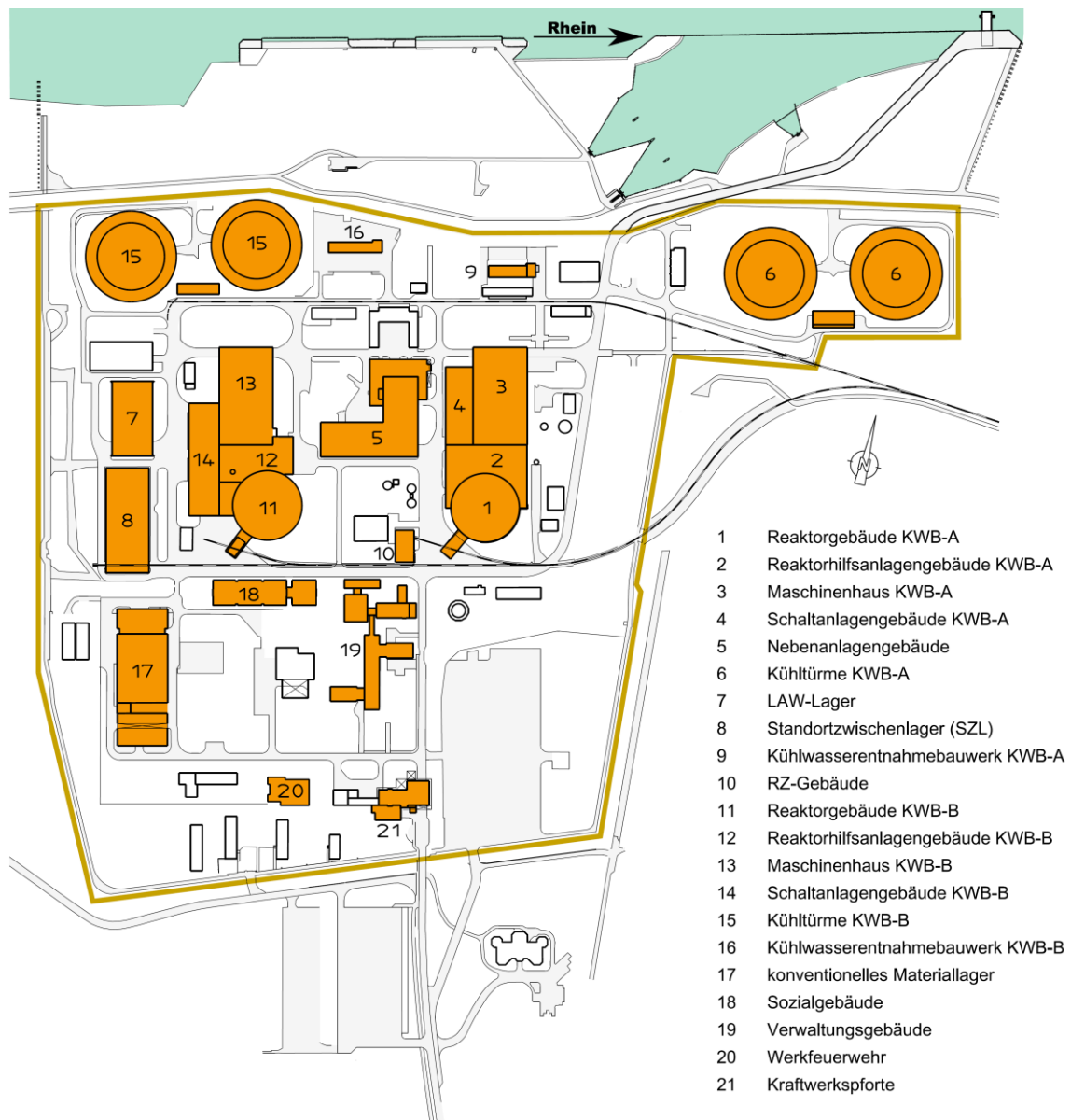


Abbildung 2: Ausschnitt des Lageplans Kraftwerk Biblis

## **1.2 Geografische Lage**

Der Standort liegt ca. 10 Kilometer nördlich der Stadt Worms auf der hessischen Rheinseite unmittelbar an der Mündung der Weschnitz. Der Standort liegt im Bundesland Hessen, ca. 3,5 km von der Gemeinde Biblis entfernt in der Gemarkung Biblis, Flurstückbezeichnung 103/2. Die Gemeinde Biblis gehört zum Landkreis Bergstraße (Sitz der Kreisverwaltung: Heppenheim) und zum Regierungsbezirk Darmstadt.

Das Kraftwerksgrundstück innerhalb des Betonzsuns besitzt eine Größe von ca. 33,3 ha.

Die geographischen Koordinaten des Mittelpunkts des Standorts sind:

8° 24' 52,65" östliche Länge  
49° 42' 32,87" nördliche Breite.

Großräumig liegt der Standort geographisch im nördlichen Teil des von Süd nach Nord verlaufenden Oberrheingrabens im Übergangsbereich zum Mainzer Becken, am rechten Rheinufer zwischen Rhein-Kilometer 454,4 und 455,8. Der Rhein, der hier die Grenze zwischen den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Hessen bildet, fließt nördlich des Standorts von West-Süd-West nach Ost-Nord-Ost. Ansonsten ist das Kraftwerksgelände von landwirtschaftlich genutzten Flächen und Wiesen umgeben.

Rechtsrheinisch mündet unmittelbar westlich des Kraftwerks die Weschnitz und in nordöstlicher Richtung, unterhalb von Gernsheim, der Winkelbach in den Rhein. Linksrheinisch mündet südwestlich, oberhalb der Wormser Innenstadt, die Pfrimm und westlich oberhalb von Rheindürkheim der Seebach in den Rhein.

Das Gelände im Kraftwerksbereich wurde im Zuge der Errichtung des Kraftwerks Biblis mit schluffigen Sanden und Kiessanden bis zur jetzigen Oberfläche auf 91 m ü. NN erhöht. Die nähere Umgebung des Standorts ist beiderseits des Rheins eben. Im Osten beginnen in ca. 15 km Entfernung die Ausläufer des Odenwaldes,

die Höhen von etwa 500 m ü. NN erreichen. Im Westen steigen die Ränder des Rheinhessischen Hügellandes in einer Entfernung von ca. 8 km auf etwa 180 m ü. NN an.

Abbildung 3 gibt die Lage des Standorts wieder. Für die Beschreibung der Umgebung des Kraftwerks wird sie in Kreisringe mit unterschiedlichen Radien sowie 12 Sektoren von je 30° eingeteilt, wobei die Winkelhalbierende des Nordsektors bei 0° liegt. Der Mittelpunkt der Kreisringe liegt zwischen KWB-A und KWB-B.

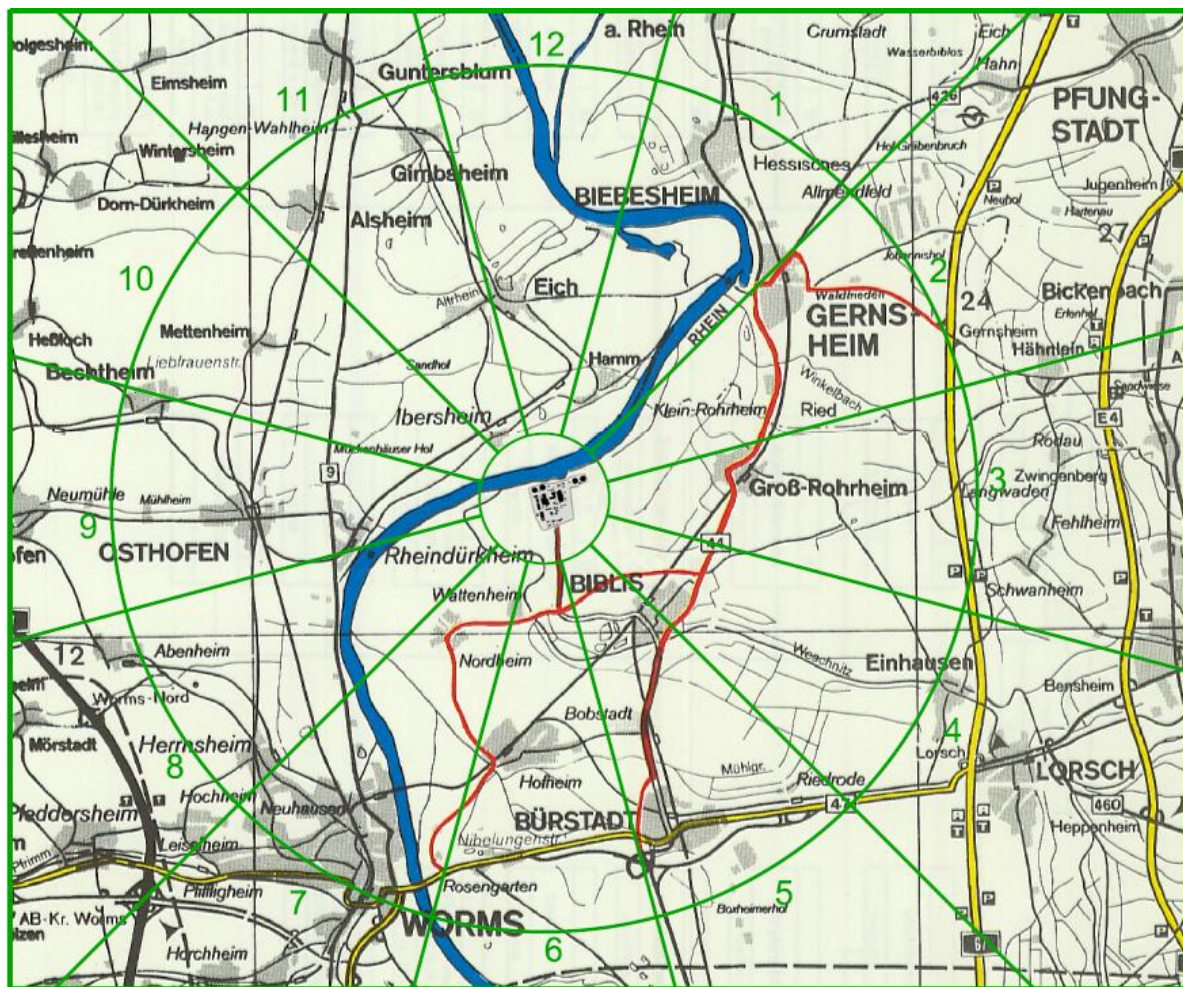


Abbildung 3: 10-km-Umgebung mit Sektoren

### 1.3 Besiedlung

Im 10 km-Umkreis siedeln ca. 138.000 Einwohner. Der dem Standort am nächsten gelegene Ort ist Ibersheim, ein Stadtteil von Worms, mit ca. 700 Einwohnern in

1,5 km Entfernung. Die nächstgelegene größere Stadt ist Worms mit insgesamt ca. 83.500 Einwohnern. Das Stadtzentrum liegt in einer Entfernung von ca. 10 km. Die beiden größten Städte der Metropolregion Rhein-Neckar, Mannheim (ca. 315.000 Einwohner) und Ludwigshafen (ca. 166.000 Einwohner) befinden sich in ca. 25 km Entfernung in südlicher Richtung. Im Norden, in einer Entfernung zwischen 35 und 50 km, liegt das Rhein-Main-Gebiet mit den Großstädten Mainz (ca. 201.000 Einwohner), Wiesbaden (ca. 279.000 Einwohner) und Frankfurt am Main (ca. 692.000 Einwohner).

Die Einwohnerzahlen der Städte, Gemeinden und Ortsteile innerhalb des 10 km-Umkreises, deren Entfernung zum Standortgelände sowie deren Lage innerhalb der Sektoren (Abbildung 3) sind in der folgenden Tabelle 1 dargestellt.



**Tabelle 1:** Ortsverzeichnis im Umkreis von ca. 10 km

Stadt, Stadtteil, Gemeinde	Administrative Zugehörigkeit	Lage zum Kraftwerk		Zahl der Einwohner
		Sektor	Entfernung (km)	
Hamm am Rhein (OGe)	Eich (VG)	1	2,8	2175 (1)
Biebesheim (Ge)			8,8	6420
Klein-Rohrheim (Ot)	Gernsheim (St)	2	6,1	459 (1)
Gernsheim (St)			7,3	9721
Groß-Rohrheim (Ge)	Bensheim (St)	3	4,5	3700
Langwaden (Ot)			9,8	367
Biblis (Ge)		4	3,8	8731
Einhausen (Ge)			10,5	6192
Bobstadt (Ot)	Bürstadt (St)	5	5,7	2643 (1)
Bürstadt (St)			8,0	15699
Riedrode (Ot)			8,9	844 (1)
Wattenheim (Ot)	Biblis (Ge)	6	2,8	1126 (1)
Hofheim (Ot)	Lampertheim (St)		5,8	5228
Rosengarten (Ot)	Lampertheim (St)		8,4	552
Nordheim (Ot)	Biblis (Ge)	7	3,7	1826 (1)
Worms Innenstadt	Worms (St)		9,5	32962
Hochheim (Ot)	Worms (St)		9,5	3650
Neuhausen (Ot)	Worms (St)		9,5	10206
Herrnsheim (Ot)	Worms (St)	8	8,4	6024
Abenheim (Ot)	Worms (St)		10,2	2476
Rheindürkheim (Ot)	Worms (St)	9	4,4	2826
Osthofen (St)			6,7	8385
Bechtheim (Ot)	Westhofen (Ge)		8,9	1764
Mettenheim (OGe)	Eich (VG)	10	7,0	1506 (1)
Ibersheim (Ot)	Worms (St)	11	1,5	692
Alsheim (OGe)	Eich (VG)		8,0	2626 (1)
Gimbsheim (OGe)	Eich (VG)		8,3	2950 (1)
Eich (OGe)	Eich (VG)	12	4,3	3279 (1)
Eich (VG)				12536
Gesamt:				138131

St = Stadt, VG = Verbandsgemeinde, OGe = Ortsgemeinde, Ge = Gemeinde  
Ot = Ortsteil

- (1) Die Einwohnerzahl dieses Ortsteils (Ot) bzw. Ortsgemeinde (OGe) ist in der Einwohnerzahl der Stadt (St), der Verbandsgemeinde (VG) bzw. der Gemeinde (Ge) enthalten.

#### **1.4 Boden und Wasserhaltung**

Im rechtsrheinischen hessischen Teil werden ca. 50 % der Fläche landwirtschaftlich genutzt, ein Viertel der Fläche ist Wald. Im linksrheinischen rheinland-pfälzischen Teil der Fläche dominiert mit über 70 % die landwirtschaftliche Nutzung. Waldflächen spielen hier mit ca. 3 - 5 % nur eine untergeordnete Rolle. Auf beiden Seiten des Rheins werden die Landwirtschaftsflächen überwiegend als Ackerland genutzt. Die Flächen werden in verpachteten Revieren bejagt. Knapp ein Zehntel der gesamten Flächen auf beiden Seiten sind Gebäude- und Freiflächen.

Auf beiden Seiten des Rheins gibt es große Grundwasservorkommen, die der regionalen und überregionalen Trinkwasserversorgung dienen. Entsprechend große Flächen sind als Wasserschutzgebiete ausgewiesen. Neben der öffentlichen Trinkwasserversorgung wird zur Beregnung von landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie zur Betriebswassergewinnung Grundwasser entnommen. Zur Sicherstellung der landwirtschaftlichen Beregnung und zur Verbesserung der Grundwasserqualität im hessischen Ried wird Rheinwasser im Wasserwerk Biebesheim vom Wasserverband hessisches Ried aufbereitet. Der Rhein und Teile der Altrheinarme werden fischereiwirtschaftlich von Berufs- und Sportfischern genutzt. Die umliegenden kleineren Flüsse und Seen dienen der Sportfischerei.

#### **1.5 Naturschutz-, Landschaftsschutz- und Erholungsgebiete**

Im Umfeld des Kraftwerks Biblis befinden sich:

- drei ausgewiesene Naturschutzgebiete: „Steiner Wald von Nordheim“, „Lochwiesen von Biblis“ und „Hammer-Aue von Gernsheim und Groß-Rohrheim“,
- das FFH-Gebiet [18] „Hammer-Aue von Gernsheim und Groß-Rohrheim“,
- das Vogelschutzgebiet „Rheinauen bei Biblis und Groß-Rohrheim“,
- rechtsrheinisch gelegen das Landschaftsschutzgebiet „Hessische Rheinuferlandschaft“ und
- linksrheinisch gelegen das Landschaftsschutzgebiet „Rheinhesisches Rheingebiet“.

## **1.6 Gewerbe- und Industriebetriebe, militärische Einrichtungen**

Im 10 km-Umkreis befinden sich größere Betriebe der chemisch-pharmazeutischen Industrie sowie mittlere und kleinere Betriebe des Handels sowie der Nahrungsmittelerzeugung und -verarbeitung. Größere Tanklager befinden sich in den Industrie- und Handelshäfen Gernsheim, 7 km entfernt vom Standort, und Worms, 13 km entfernt. In 10,5 km Entfernung befinden sich die Gasverdichterstation Gernsheim/Hähnlein und ein unterirdischer Erdgasspeicher mit einer nutzbaren Kapazität von 80 Mio. m<sup>3</sup>. Die nächstgelegene Gasleitung verläuft in ca. 1,4 km Abstand zum Standort. In unmittelbarer Nähe vom Standort befindet sich keine militärische Einrichtung. Die am nächsten gelegene militärische Einrichtung befindet sich in der Nähe des Stadtteils Mannheim-Sandhofen (Coleman Flugplatz) in ca. 20 km Entfernung.

## **1.7 Verkehrswege**

Verkehrstechnisch ist der Standort durch eine private Zufahrtsstraße für den Schwerlastverkehr, einen Gleisanschluss an den Bahnhof Biblis und eine Anlegestelle zum Umschlagen von Großkomponenten erschlossen.

### Straßen:

Die wichtigsten Straßen sind rechtsrheinisch die parallel zueinander verlaufenden Autobahnen A67 und A5, die in östlicher Richtung mit 9,4 und 13 km ihre nächste Entfernung zum Standort haben, sowie die linksrheinische Autobahn A61, die mit 11,1 km Entfernung in südwestlicher Richtung dem Standort am nächsten gelegen ist. Die nächstgelegene Bundesstraße ist die B44, die wie die Autobahnen in Nord-Süd-Richtung verläuft und mit einem Abstand von ca. 3,9 km dem Standort in südöstlicher Richtung am nächsten kommt. Die private Zufahrtstraße des Kraftwerks mündet in die Landstraße L3261, die durch ihre Verbindung mit den Bundesstraßen B44 und B47 die Anbindung des Standorts an das überregionale Straßennetz herstellt.

Eisenbahn:

Bibilis liegt an der Bahnstrecke Frankfurt-Mannheim. Über einen Gleisanschluss vom Bahnhof Biblis ist eine Zufahrt zum Standort möglich.

Im 10 km-Umkreis verlaufen die beiden Nord-Süd-Eisenbahnstrecken Mainz-Worms-Ludwigshafen und Frankfurt-Bibilis-Mannheim. Die südlich des Standorts verlaufende Bahnstrecke Worms-Hofheim-Bürstadt-Bensheim stellt eine Ost-West-Verbindung zwischen den überregionalen Nord-Süd-Strecken Mainz-Worms-Ludwigshafen, Frankfurt-Bibilis-Mannheim und Frankfurt-Darmstadt-Heidelberg her.

Wasserstraßen:

Die Großschifffahrtsstraße Rhein durchquert den 10-km-Bereich von Rhein-km 442 bis Rhein-km 471. In diesem Abschnitt dürfen sog. Einzelfahrer und Schubverbände den Rhein befahren. Als Gefahrgüter werden u. a. Erdöl, Erdgas, Flüssiggas, Mineralölerzeugnisse und chemische Erzeugnisse transportiert.

Flugplätze und Luftstraßen:

Im Umkreis von 50 km um das KWB-A liegen 17 zivil genutzte Flughäfen und Flugplätze, sowie 2 militärisch genutzte Flugplätze. Zusätzlich gibt es 13 Hubschrauberlandeplätze, 7 Segelfluggelände, 13 Hängegleitergelände, 2 Ultraleichtfluggelände sowie einige Modellfluggelände.

In Abbildung 4 ist der Luftraum im Umkreis von 50 km dargestellt. Hier verlaufen mehrere zivile Luftstraßen (blaue Linien) sowie ein Tieffluggebiet (rot gestrichelte Linien).

Das KWB-A wird von einem Gebiet mit genereller Flugbeschränkung (siehe Abbildung 4, ED-R 5) umschlossen, welches sich vom Boden bis 2.300 ft über NN (701,04 m) in einem Umkreis von 0,8 NM (1.481,6 m) erstreckt. Der Ein- und Durchflug ist nur mit einer allgemeinen Ausnahmegenehmigung des Bundesaufsichtsamtes der Flugsicherung (BAF) gestattet.

In ca. 39 km Luftlinie Entfernung liegt der internationale Flughafen Frankfurt/Main. Der nächstgelegene Flughafen ist der zivile Flugplatz Worms in ca. 12 km Entfernung Luftlinie vom KWB-A.

Der nächstgelegene Militärflugplatz befindet sich in Mannheim, in der Nähe des Stadtteils Sandhofen (Coleman-Flugplatz) und ist ca. 17 km Luftlinie vom Standort entfernt. Bei Wiesbaden im Stadtteil Erbenheim befindet sich in ca. 40 km Luftlinie von KWB-A entfernt der Militärflugplatz Wiesbaden Army Airfield.

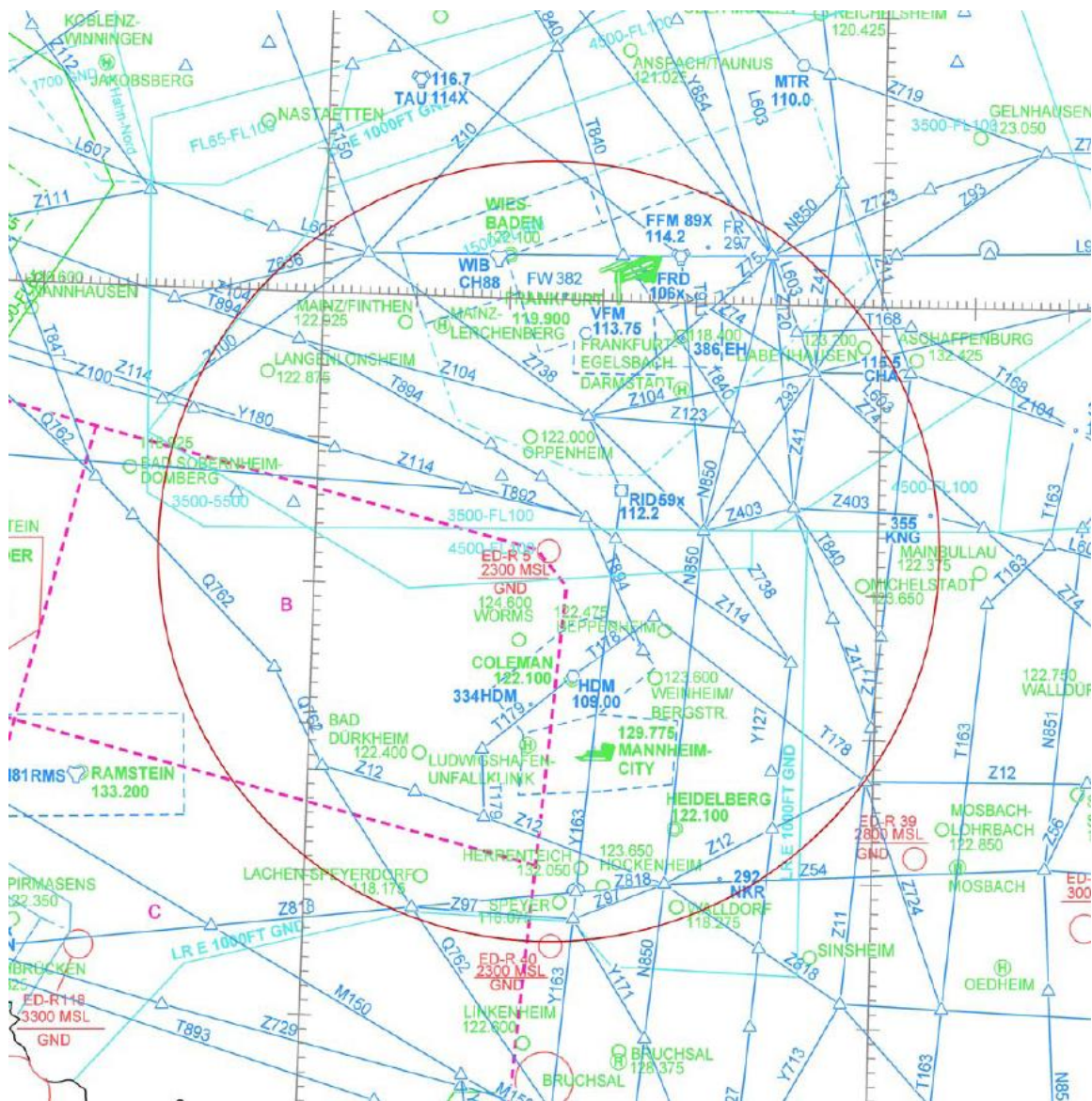


Abbildung 4: Luftraum über Biblis, Kreisradius 50 km

## 1.8 Meteorologische Verhältnisse

Die meteorologischen Daten wurden mit der am Standort vorhandenen meteorologischen Instrumentierung gemäß den Vorgaben der Richtlinie des BMU zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) [24] gemessen. Bei den Daten handelt es sich um stundenaufgelöste Zeitreihen für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Ausbreitungsklasse im Zeitraum 2003 bis 2011 und Niederschlagsmenge im Zeitraum 2003 bis 2007. Zusätzlich wurden meteorologische Daten für den Niederschlag vom Deutschen Wetterdienst Stationen Worms und Biblis im Zeitraum 2008 - 2011 in die Auswertung aufgenommen.

### Windrichtung:

Die Häufigkeit der Windrichtungen in einer Höhe von ca. 100 m sind in der 12-teiligen Windrose in Abbildung 5 dargestellt.

Aus der Abbildung 5 wird ersichtlich, dass südliche und südwestliche Winde am Standort am häufigsten auftreten. Südwind deckt ca. 17 % und süd- bis südwestliche Winde decken zusammen ca. 42 % der Zeit ab. Häufiger sind auch nordöstliche Winde. Wind aus Nord-Nordost wird in 12 % der Zeit beobachtet. Für das gesamte Jahr sind Winde aus östlichen bzw. südöstlichen Richtungen am seltensten.

Die mittlere Windgeschwindigkeit über den Zeitraum 2003 - 2011 betrug in ca. 100 m Höhe 4,2 m/s.

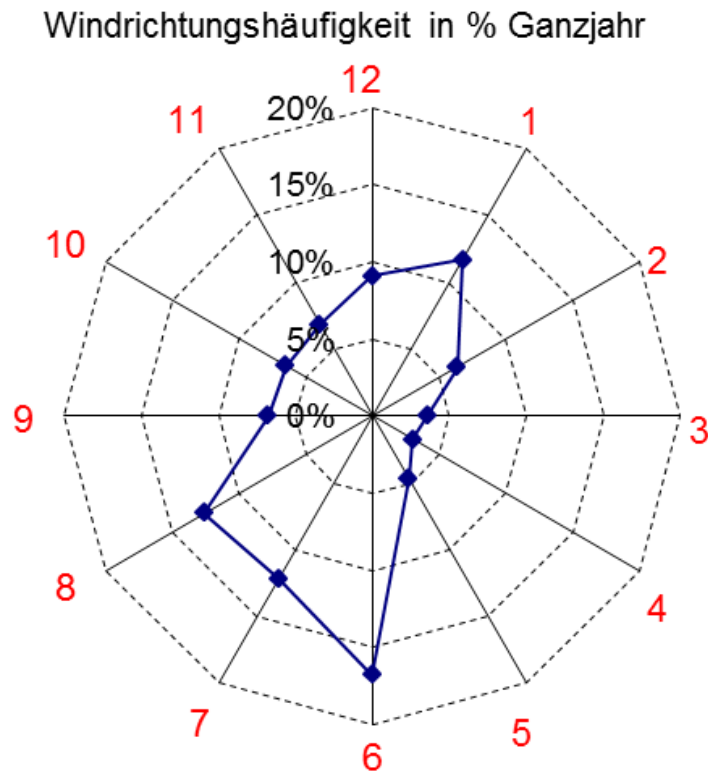


Abbildung 5: Windhäufigkeit am Standort KWB. Messhöhe ca. 100 m über Grund, Mittelwerte von 2003 - 2011

### Niederschlag:

Die über den Betrachtungszeitraum 2003 - 2011 gemittelte jährliche Niederschlagsmenge beträgt 581 mm. Die niedrigste Niederschlagsmenge wurde im Jahr 2003 mit 368 mm, die höchste Niederschlagsmenge wurde im Jahr 2010 mit 821 mm gemessen.

## 1.9 Geologische Verhältnisse

Der Standort liegt aus geologischer Sicht im zentralen Bereich des nördlichen Oberrheingrabens, einer bruchtektonischen, durch Zerrung der Flanken im Oberrheinischen Massiv entstandenen Grabeneinsenkung, die im Obereozän einsetzte und sich unter Ausbildung von Randstapeln im Tertiär ständig vertiefte. Im Alttertiär wurde bevorzugt der südliche und im Jungtertiär bevorzugt der nördliche Grabenteil erfasst. Mit dieser Einsenkung wurden im Standortbereich ab dem oberen Eozän nahezu alle Sedimente des Tertiärs und des Quartärs abgelagert. Die Gesamt-

mächtigkeit der tertiären und quartären Sedimente im weiteren Umkreis wurde mit Tiefbohrungen zu 2640 m bis 2760 m festgestellt. Die tertiären Sedimente sind nach der Tiefe zunehmend verfestigt; die Sande und Kiese des Pleistozän (Quartär) sind ab etwa 17 m Tiefe unter dem Kraftwerksgelände sehr dicht und die jüngsten, im Bereich des Standorts etwa 10 m mächtigen Terrassenkiese sind mitteldicht bis dicht gelagert.

### **1.10 Hydrologische Verhältnisse**

Hydrogeologisch existieren im Oberrheingraben in der Standortumgebung zwei bzw. drei hydraulisch getrennte Grundwasserleiter mit Mächtigkeiten zwischen 20 m und 150 m. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt etwa 5 m unter Geländeneiveau und korrespondiert mit dem Vorfluter Rhein. Bei Niedrigwasserstand im Rhein fließt das Grundwasser dem Rhein zu, bei Hochwasser kehrt sich die Fließrichtung um, bis zum Gleichgewicht zwischen Grundwasser aus den Randgebirgen und dem Hochwasserpegel. Der Standort versorgt sein Feuerlöschsystem mit diesem Grundwasser. Der obere Grundwasserleiter ist über einen Trennhorizont aus Ton- und Schluffschichten vom unteren Grundwasserleiter getrennt. Der Standort entnimmt sein Wasser für die Trink- und Brauchwassergewinnung dem unteren Grundwasserleiter. Das Kühlwasser wird dem Rhein entnommen.

Die Monatsmittelwerte der Rheinwassertemperatur lagen im Januar 2009 bei ca. 5,4°C, im August 2009 bei ca. 23,9°C. Die niedrigste Rheinwassertemperatur lag im Februar 1956 bei 0°C, die höchste Rheinwassertemperatur lag im August 2003 bei 29,4°C. Die nachfolgende Tabelle 2 gibt einen rückwirkenden Überblick zu den 10 Extremwerten der Rheinwassertemperatur wieder.



**Tabelle 2:** Rheintemperaturen Messstelle Koblenz

	Niedrigsttemperaturen		Höchsttemperaturen	
	°C	Datum	°C	Datum
1	0.0	11.02.1956	29.4	13.08.2003
2	0.4	22.01.1963	28.0	05.08.1994
3	1.2	18.01.1957	27.2	09.08.1992
4	1.3	25.12.1963	26.7	17.07.1976
5	1.3	16.01.1960	26.6	25.08.1997
6	1.5	20.01.1966	26.4	12.08.1998
7	2.3	13.02.1986	26.2	06.08.1995
8	2.3	26.12.1961	26.0	05.08.1990
9	2.4	18.01.1959	25.5	19.08.2009
10	2.5	11.01.1967	25.5	27.08.2001

Der mittlere Pegel des Rheins in Worms schwankt im Jahresverlauf. Der niedrigste Wasserstand über dem Pegelnulldpunkt (+ 84,16m ü. NN) in Worms wurde im September 2003 mit 16 cm, der Höchste im Dezember 1882 mit 822 cm registriert. Die nachfolgende Tabelle 3 gibt einen Überblick zu den 10 Extremwerten des Rheinpegels in Worms wieder.

**Tabelle 3:** Rheinpegel Worms

	Niedrigwasser		Hochwasser	
	cm	Datum	cm	Datum
1	16	28.09.2003	822	29.12.1882
2	16	10.12.1962	746	17.01.1955
3	20	08.11.1971	741	02.11.1880
4	20	06.02.1963	729	27.03.1988
5	23	20.10.1972	729	14.03.1896
6	25	27.03.1972	727	28.05.1983
7	29	14.02.2006	719	27.11.1882
8	30	05.11.1947	717	25.05.1978
9	32	27.10.1959	713	08.02.2004
10	33	03.02.1972	710	30.12.1919

Für den permanenten Hochwasserschutz wurde beim Bau des Kraftwerks das Gelände im Bereich des Standorts von 87,50 m ü. NN auf 91,00 m ü. NN erhöht und ist damit etwa 3,50 m höher als weite Teile des flach verlaufenden Hinterlandes.

Die Höhe des Rheindeiches beträgt am Standort Biblis ca. 91,50 m ü. NN und liegt somit etwa 0,50 bis 1 m höher als der Deich am gegenüberliegenden Rheinufer. Das Bemessungshochwasser (1000-jährliche Hochwasser) hätte einen Rheinwasserpegel von 92,50 m ü. NN zur Folge. Bei einem angenommenen Rheinwasser-

pegel am Standort Biblis, von ca. 90,50 m ü. NN kommt es zu weiträumigen Überflutungen am gegenüberliegenden Rheinufer in Richtung Rheinland-Pfalz. Bei weiterem Anstieg des Rheinwasserstandes wird ab einem Pegel von ca. 91,10 m üNN auch die Retentionsfläche auf der rechtsrheinischen Seite geflutet. Infolge der damit verbundenen Vergrößerung des Abflussquerschnittes würde der lokale Pegel auch bei einer weiteren Zunahme der zu Tal strömenden Wassermenge nur noch geringfügig weiter ansteigen können.

### **1.11 Seismologische Verhältnisse**

Der Standort liegt im zentralen Bereich des nördlichen Oberrheingrabens. Dieser erstreckt sich als morphologisch auffällige Struktur in einer Breite von ca. 30 km von Basel bis Mainz. Die eigentliche Grabenbildung, d. h. die Absenkung des Zentralgrabens und die gleichzeitige Anhebung der Randschollen begann im frühen Tertiär. Die relative Vertikalverschiebung der Haupttrandverwerfung erreichte im Heidelberger Raum im Miozän einen Betrag von ca. 5 km. Die stärksten zerstörenden Beben traten in historischer Zeit an den beiden Grabenenden, insbesondere bei Basel (1356), aber in geringerem Maße auch bei Mainz auf. Im mittleren Teil wurde bisher die Maximalintensität 7 nach der MSK-Intensitäts-Skala nicht überschritten. Beben der Intensität 7 ereigneten sich am Kaiserstuhl, am Rande des Schwarzwaldes, bei Straßburg, Karlsruhe, Mannheim, Lorsch, Darmstadt und Groß-Gerau.

Die seismischen Lastannahmen für das KWB wurden durch Gutachten ermittelt. Demnach wurde das zu unterstellende Bemessungserdbeben für den Standort Biblis mit der Intensität (MSK)  $7,75 \pm 0,5$  und mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von etwa einmal in 50.000 Jahren ermittelt.

Das Kraftwerk Biblis ist nach konventionellem Regelwerk (DIN 4149 [19] bzw. DIN-EN-1998-1/NA [20]) der Erdbebenzone 1 zuzuordnen (siehe Abbildung 6).



Abbildung 6: Kennzeichnung des KWB in der Planungskarte zur DIN 4149: 2005-04

- Erdbebenzone 0: Gebiet, in dem gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus rechnerisch die Intensitäten 6 bis  $< 6,5$  zu erwarten sind.
- Erdbebenzone 1: Gebiet, in dem gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus rechnerisch die Intensitäten  $6,5 < 7$  zu erwarten sind.
- Erdbebenzone 2: Gebiet, in dem gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus rechnerisch die Intensitäten  $7 < 7,5$  zu erwarten sind.
- Erdbebenzone 3: Gebiet, in dem gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus rechnerisch die Intensitäten 7,5 und größer zu erwarten sind.

## 1.12 Radiologische Vorbelastung

Für den Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte für die Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe über Fortluft oder Abwasser gemäß § 47 StrlSchV [11] sind die Ableitungen anderer kerntechnischer Anlagen oder Einrichtungen mit zu berücksichtigen (radiologische Vorbelastung).

Die radiologische Vorbelastung des KWB-A resultiert aus den radioaktiven Ableitungen des KWB-B über Fortluft und Abwasser sowie aus Abgaben aus anderen industriellen und medizinischen Einrichtungen.

Die am Standort betriebenen Lager (SZL und LAW-Lager) tragen nur untergeordnet zur Vorbelastung bei. Die Emission über die Luft ist so gering, dass die Ableitung radioaktiver Stoffe als Vorbelastung zu vernachlässigen ist. Eine Ableitung radioaktiver Stoffe über den Abwasserpfad aus den am Standort betriebenen Lagern erfolgt nicht.

Für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft ist das KWB-B die einzige relevante radiologische Vorbelastung für das KWB-A.

Für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser resultiert die radiologische Vorbelastung an den rheinabwärts gelegenen relevanten Einwirkungsstellen des Kraftwerks Biblis aus den genehmigten Ableitungen des KWB-B und anderer am Rhein liegender kerntechnischer Anlagen. Weiterhin werden in- und ausländische Anlagen an Nebenflüssen des Rheins berücksichtigt.

Bei der rechnerischen Ermittlung der Strahlenexposition wurde konservativ angenommen, dass die den kerntechnischen Anlagen genehmigten Werte für die Ableitungen radioaktiver Stoffe über die Fortluft und das Abwasser voll ausgeschöpft werden. Die tatsächlichen Ableitungen liegen in der Regel erheblich unterhalb der genehmigten Werte.

Ergänzend zu den Ableitungen aus kerntechnischen Anlagen wurde gemäß der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Berechnung der Strahlenexposition (AVV [21]) auch die Vorbelastung des Rheins durch sonstige Einleiter betrachtet. Für eine vollständige Betrachtung der Vorbelastung beispielsweise durch nuklearmedizinische Einrichtungen oder Forschungseinrichtungen wurden gemäß SSK-Empfehlung abdeckende Annahmen angesetzt und berücksichtigt. Dies sind 40 kBq pro Einwohner im Einzugsgebiet.

## **2 Allgemeine Beschreibung des KWB-A**

### **2.1 Anlagenhistorie**

Am 13. Juni 1969 wurde dem Konsortium, bestehend aus der Kraftwerk Union AG, Mülheim, und der Hochtief AG, Essen, von der Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG (RWE), Essen, der Auftrag zur Lieferung, Errichtung und Inbetriebnahme des KWB-A mit einer elektrischen Bruttoleistung von 1200 MW erteilt.

Die Errichtung des KWB-A stellte den wesentlichen Schritt in der Entwicklung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren (DWR) dar und führte letztlich zu den Ende der 80er Jahre in Betrieb genommenen Standard-DWR (Konvoi-Typ).

Der Entwicklungsweg zum KWB-A führte über die Kernkraftwerke Obrigheim (KWO) mit 345 MW und Stade (KKS) mit 662 MW. Während der Schritt vom KWO (2-Loop Anlage) zum KKS (4-Loop Anlage) zu einer Verdoppelung der Kühlkreisläufe führte, wurde für KWB-A (4-Loop Anlage) die Leistung der einzelnen Kreisläufe verdoppelt.

Die Arbeiten auf der Baustelle begannen im Januar 1970 und bereits nach etwas mehr als viereinhalb Jahren Bauzeit wurde das KWB-A am 16. Juli 1974 erstmals kritisch und nahm seinen kommerziellen Leistungsbetrieb am 26. Februar 1975 auf. Mit einer elektrischen Leistung von 1200 MW war das KWB-A 1974 mit dem damals weltweit leistungsstärksten einwelligen Turbosatz ausgerüstet und damit der leistungsstärkste Kernkraftwerksblock der Welt.

Im Hinblick auf den sich weiterentwickelnden Stand von Wissenschaft und Technik wurde das Kraftwerk KWB-A während seiner Betriebszeit kontinuierlich und umfangreich nachgerüstet.

Auf Anordnung des damaligen Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV) wurde KWB-A in der Folge der Ereignisse im Kernkraftwerk Fukushima in Japan am 18. März 2011 abgefahren.

Mit dem Inkrafttreten der 13. Atomgesetz-Novelle am 06. August 2011 [1] hat KWB-A seine Berechtigung zum Leistungsbetrieb verloren.

Seit der Inbetriebnahme erzeugte das KWB-A ca. 248 Mio. MWh Strom. Diese kumulierte Menge würde rechnerisch ausreichen, um alternativ:

- ganz Deutschland für knapp ein halbes Jahr oder
- alle gut 31 Mio. deutschen Haushalte mehr als 2 Jahre oder
- das Land Hessen fast 7 Jahre

mit Strom zu versorgen.

Als Konsequenz der Außerbetriebnahme von insgesamt 8 Kernkraftwerken kann es nach Untersuchungen der Übertragungsnetzbetreiber u. a. auch im Rhein-Main-Neckar-Gebiet, zu kritischen Netzsituationen kommen. Aus diesem Grund wurde der Generator im Maschinenhaus des KWB-A auf vertraglicher Basis mit dem Übertragungsnetzbetreiber Amprion zum Phasenschieber mit hoher regelbarer Blindleistung umgebaut und im Februar 2012 in Betrieb genommen. Der Betrieb findet nach Maßgaben des Übertragungsnetzbetreibers statt und ist derzeit bis Ende 2018 vorgesehen.

## **2.2 Funktionsprinzip des KWB-A**

Kernkraftwerke sind Wärmekraftwerke, bei denen die benötigte Wärme für die Dampferzeugung durch Kernspaltung entsteht. Die Kernspaltung erfolgt im Kernbrennstoff (vor allem Uran 235) in den Brennelementen, die den Reaktorkern bilden.

Das KWB-A ist ein Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktor und wurde für eine Generatorklemmenleistung von 1200 MW, entsprechend 1146 MW Kraftwerksnettoleistung und 3517 MW thermische Reaktorleistung (3540 MW Dampferzeugerwärmeleistung) ausgelegt.

Im folgenden Funktionsschema (Abbildung 7) ist der prinzipielle Aufbau eines DWR nochmals grafisch verdeutlicht.

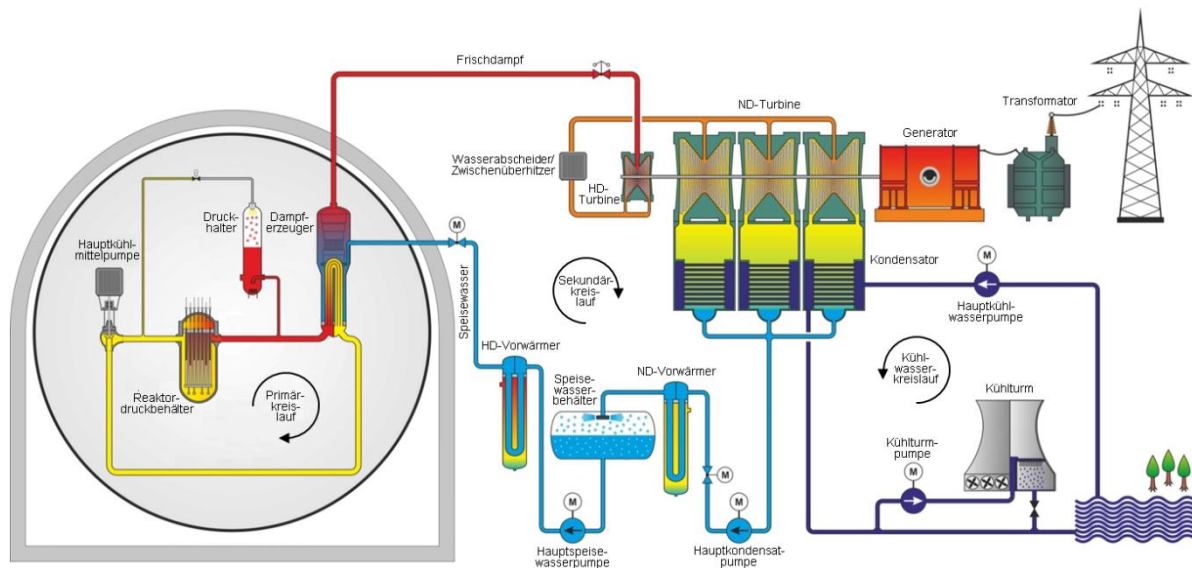


Abbildung 7: Funktionsprinzip des KWB-A

Ein wesentliches Konstruktionsprinzip eines Kernkraftwerks mit Druckwasserreaktor ist das Vorhandensein von zwei voneinander getrennten Wasserkreisläufen:

- dem Primärkreislauf (Reaktorkühlkreislauf) und
- dem Sekundärkreislauf.

Weiter sorgt das Hauptkühlwassersystem für die Wärmeabfuhr aus den Kondensatoren.

Der Primärkreislauf besteht im Wesentlichen aus:

- dem Reaktordruckbehälter (RDB), der den wärmeerzeugenden Kernbrennstoff (den Reaktorkern) enthält,
- vier gleichartigen Kühlkreisläufen (Loops) mit je einer Hauptkühlmittelpumpe und jeweils dem primärseitigen Teil des Dampferzeugers,
- dem Druckhalter und
- den verbindenden Hauptkühlmittelleitungen.

Das im RDB durch die Kernspaltung im Reaktorkern aufgeheizte Hauptkühlmittel wurde in jedem der vier Loops über die Hauptkühlmittelleitung vom RDB zu dem jeweiligen Dampferzeuger gepumpt und gab dort die in ihm gespeicherte Wärme-

energie an die Sekundärseite des Dampferzeugers und damit an den Sekundärkreislauf ab. Das nach dieser Wärmeabgabe abgekühlte Hauptkühlmittel wurde durch die Hauptkühlmittelpumpe über die Hauptkühlmittelleitung zum RDB zurück gefördert. Damit war der Primärkreislauf geschlossen.

Primär- und Sekundärkreislauf werden durch die Dampferzeugerheizrohre voneinander getrennt.

An einer der Hauptkühlmittelleitungen ist ein zusätzlicher Behälter angeschlossen, der so genannte Druckhalter, mit dem der Druck im Primärkreis geregelt wurde. Mit dem Druckhalter wurde das Kühlmittel im Primärkreislauf unter so hohem Druck gehalten, dass es trotz einer Temperatur von ca. 300 °C nicht zum Sieden bzw. Verdampfen von Kühlmittel kam, daher die Bezeichnung Druckwasserreaktor. Als Kühlmittel im Primärkreislauf wurde vollentsalztes Wasser verwendet.

Der gesamte Primärkreis ist von einem gasdichten und druckfesten Behälter umschlossen, dem so genannten Sicherheitsbehälter. Dieser Sicherheitsbehälter ist seinerseits von einer Stahlbetonhülle umgeben, die vorrangig dem Schutz der Anlage gegen äußere Einwirkungen dient. Innerhalb dieser Umschließungen befinden sich auch die wesentlichen, primärseitigen Hilfs- und Sicherheitssysteme.

Der Sekundärkreislauf besteht im Wesentlichen aus:

- der Sekundärseite des jeweiligen Dampferzeugers,
- der Turbine (bestehend aus einem Hochdruckteil und drei identisch aufgebauten Niederdruckteilen),
- drei, sich an die Niederdruckteile anschließende Kondensatoren,
- den Hauptkondensatpumpen,
- einem Speisewasserbehälter,
- den Hauptspeisewasserpumpen,
- den Vorwärmern und
- verbindenden Rohrleitungen.



Da der Sekundärkreislauf unter wesentlich geringerem Druck als der Primärkreislauf stand, verdampft das Wasser auf der Sekundärseite des jeweiligen Dampferzeugers. Der in den Dampferzeugern erzeugte Dampf (auch als Sattedampf bezeichnet) wurde dem Hochdruckteil der Turbine zugeführt, gab dort einen Teil der in ihm gespeicherten thermischen Energie ab und versetzte die Turbine in Rotation. Der aufgrund der gestiegenen Feuchte jetzt Nassdampf genannte Abdampf des Hochdruckteils wurde durch mechanische Trocknung im Wasserabscheider getrocknet. Anschließend wurde der Dampf durch Wärmetrocknung im Zwischenüberhitzer überhitzt.

Das Trocknen und Überhitzen des Abdampfes der Hochdruckturbine war notwendig, um die Belastungen der nachfolgenden Niederdruckteile der Turbine durch Wassertröpfchen zu vermeiden. Daraufhin wurde der überhitzte Dampf den drei Niederdruckteilen der Turbine zugeleitet. Dort gab er einen weiteren Teil der in ihm gespeicherten thermischen Energie ab.

Der von der Turbine nicht mehr nutzbare Dampf wurde in den Kondensatoren wieder kondensiert. Anschließend wurde das Wasser aus den Kondensatoren zur Komponentenschonung und Wirkungsgradverbesserung über Vorwärmer an die Temperatur der nachfolgenden Komponenten angepasst und zurück in die Dampferzeuger gepumpt. Der Sekundärkreislauf war damit geschlossen.

Die Wärmeabfuhr aus den Kondensatoren erfolgte mit Hilfe des Hauptkühlwassersystems. Als Hauptkühlwasser diente Flusswasser aus dem Rhein. Das die Kondensatoren durchströmende Hauptkühlwasser nahm die Kondensationswärme auf und gab diese an den Rhein ab.

Erforderlichenfalls wurde das Hauptkühlwasser vor der Rückleitung in den Rhein zur Abkühlung über die Kühltürme geführt, z. B. bei hohen Rheinwassertemperaturen.

Zur eigentlichen Stromerzeugung diente ein mit der Turbine gekuppelter Generator. Der im Generator erzeugte Strom wurde über Transformatoren ins Übertragungsnetz eingespeist und zu den Verbrauchern transportiert.

### **2.3 Anlagenbereiche und Gebäude des KWB-A**

Der Standort und das Kraftwerksgelände wurden bereits in Kapitel 1 behandelt.

Im Lageplan (Abbildung 8) ist die gegenwärtige Anordnung des KWB-A mit Gebäuden und Anlagenteilen dargestellt. Dies sind im Wesentlichen das Reaktorgebäude (1), das Reaktorhilfsanlagengebäude (2), das Maschinenhaus (3), das Schaltanlagengebäude (4), das Nebenanlagengebäude (5), der Fortluftkamin (6), das Kühlwasserentnahmebauwerk (7), die Kühltürme (8) und das RZ-Gebäude (9).

Die Schnittdarstellungen (Abbildung 9) verdeutlichen den Aufbau des Reaktor- und Reaktorhilfsanlagengebäudes.

In allen Räumen des Kontrollbereichs, in denen sich aktivitätsführende Rohrleitungen oder Komponenten befinden, sind grundsätzlich Wand-, Boden- und Deckenflächen dekontaminierbar beschichtet. Räume, in denen Aktivitäten nur durch Transporte oder Begehung auf Wände oder Fußböden übertragen werden können, haben eine dekontaminierbare Fußbodenbeschichtung und Wandanstriche bis zur Oberkante der Türen. Die erforderlichen Türen sind in beidseitiger, glatter Stahlblechbauweise ausgeführt.

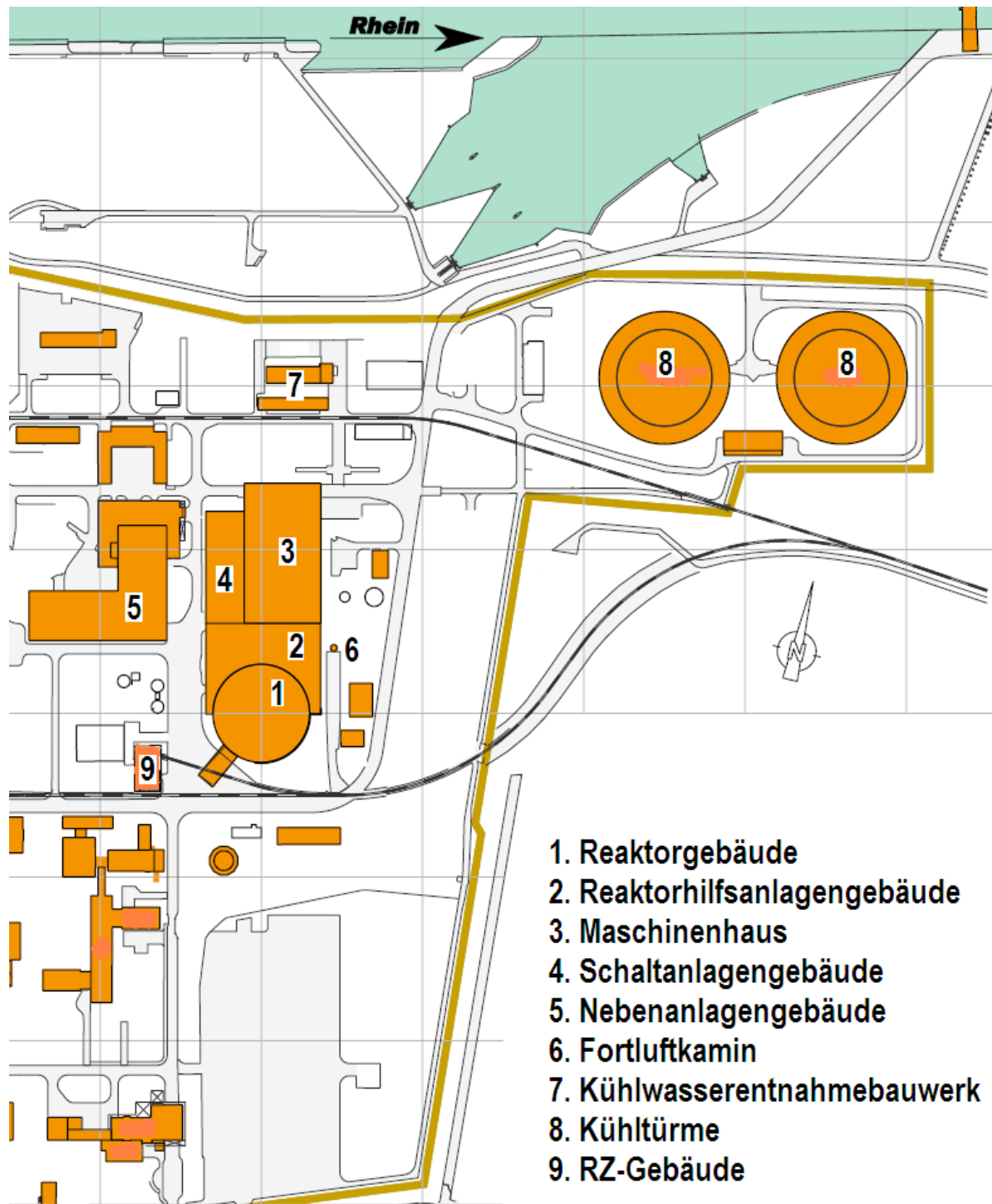


Abbildung 8: Lageplan KWB-A

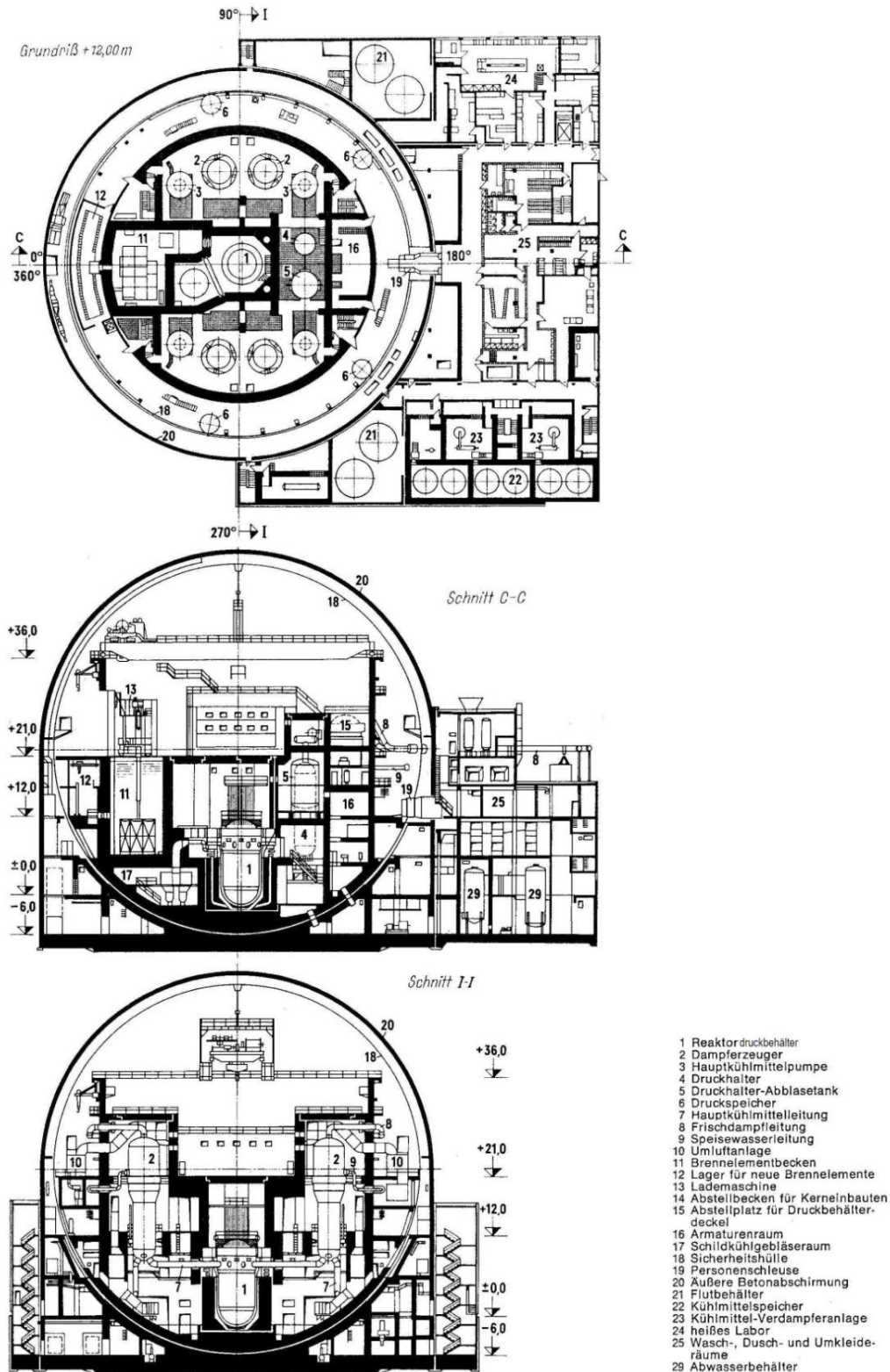


Abbildung 9: Reaktorgebäude und Reaktorhilfsanlagengebäude KWB-A

Im Folgenden werden die wesentlichen Gebäude mit ihren wesentlichen Anlagen-teilen beschrieben.

### **2.3.1 Reaktorgebäude**

Im Reaktorgebäude, innerhalb der äußeren Betonabschirmung, befinden sich die Systeme und Komponenten des Primärkreislaufs, ein Teil der Hilfs- und Sicherheitssysteme, sowie die Einrichtungen zur Kernbrennstofflagerung und -handhabung.

Das Reaktorgebäude steht auf einem kreisrunden Stahlbetonfundament mit 60 m Durchmesser. Die Außenhülle des Gebäudes besteht von Kote - 6,00 m bis Kote + 22,00 m aus einem Hohlzylinder. Auf diesen Hohlzylinder ist eine Halbkugelschale aufgesetzt, deren Scheitelpunkt auf Kote + 52,00 m liegt. Die Außenhülle aus Stahlbeton stellt die sogenannte Sekundärabschirmung des Reaktorgebäudes dar. Die Wanddicke beträgt im Kuppelbereich 60 cm. Das Gebäude besitzt eine Schutzwirkung hinsichtlich ionisierender Strahlung nach außen und schützt die Anlagenteile im Inneren gegen Einwirkungen von außen. Von den Eigenschaften wird auch während der Stilllegung und des Abbaus der Anlage Kredit genommen.

Innerhalb des Reaktorgebäudes befindet sich als Teil des Barrierekonzeptes die Sicherheitshülle (Reaktorsicherheitsbehälter). Es handelt sich hierbei um einen kugelförmigen Stahlbehälter mit einem Durchmesser von 56 m und einer Wandstärke von 30 mm.

Im Reaktorsicherheitsbehälter befinden sich u. a. folgende Systeme und Komponenten:

- Reaktordruckbehälter (RDB) mit Einbauten,
- Dampferzeuger,
- Hauptkühlmittelpumpen,
- Hauptkühlmittelleitungen,
- Druckhalter mit Druckhalter-Abblasetank,
- Teile des Not- und Nachkühlsystems,
- BE-Becken,
- BE-Lademaschine zur Handhabung von Brennelementen,
- Reaktorgebäudekran.

Der Zugang zum Reaktorsicherheitsbehälter erfolgt über die Personenschleuse auf Kote + 12,00 m. Bauteile und Komponenten, wie z. B. die Brennelemente, werden durch die Materialschleuse auf Kote + 21,00 m in den Reaktorsicherheitsbehälter ein- und ausgeschleust. Weiter ist für Flucht und Bergungszwecke eine Notschleuse auf Kote + 21,00 m in der Nähe der Materialschleuse vorhanden.

Innerhalb des Reaktorsicherheitsbehälters befindet sich der Trümmerschutzzylinder aus Stahlbeton mit 42 m Außendurchmesser und einer Wandstärke von 1,0 - 1,6 m.

Er trennt die Anlagenräume von den Betriebsräumen. Der Reaktorgebäudeumlaufkran, der u. a. zur Demontage und Montage von Komponenten oder zur Handhabung von CASTOR<sup>®</sup>-Behältern innerhalb des Reaktorsicherheitsbehälters verwendet werden kann, stützt sich auf Schienen am oberen Abschluss des Trümmerschutzzylinders ab.

In den Anlagenräumen sind u. a. der RDB, die Dampferzeuger, die Hauptkühlmittelpumpen, der Druckhalter und der Druckhalter-Abblasetank angeordnet.

Ein Betonzylinder um den RDB, der die Funktion einer Abschirmung hatte, auch Biologischer Schild genannt, schwächt die bei Leistungsbetrieb aus dem RDB austretende Neutronen- und Gammastrahlung ab. So wurde die Begehbarkeit der meisten Räume im Reaktorsicherheitsbehälter, auch während des Leistungsbetriebs, sichergestellt.

In den Betriebsräumen sind u. a. das BE-Becken sowie Teile des Not- und Nachkühlsystems angeordnet.

Der Reaktorsicherheitsbehälter ist im Bereich von Kote -6,0 m bis Kote +6,0 m in eine schalenförmige Stahlbetonkonstruktion eingebettet, die sich auf dem Stahlbetonfundament abstützt.

Der Reaktorsicherheitsbehälter liegt an keiner Stelle unmittelbar an der äußeren Betonabschirmung an, sondern hat von unten nach oben einen, bis auf ca. 1,4 m

abnehmenden, lichten Abstand zur äußeren Betonabschirmung. Der Zwischenraum zwischen Reaktorsicherheitsbehälter und äußerer Betonabschirmung bildet den sogenannten Ringraum.

Im unteren Bereich ist der Ringraum begrenzt durch das Fundament, den unteren Halbkugelboden des Reaktorsicherheitsbehälters und den Betonmantel des Reaktorgebäudes. Im Ringraum befinden sich Systeme wie das Beckenkühlsystem, die Ölversorgung der Hauptkühlmittelpumpen und Komponenten des Kernnot- und Nachkühlsystems.

### **2.3.2 Reaktorhilfsanlagengebäude**

Das Reaktorhilfsanlagengebäude enthält alle nuklearen Hilfsanlagen der Reaktoranlage. Das Reaktorhilfsanlagengebäude ist in massiver Stahlbetonbauweise ausgeführt. Die Stärke der Wände, Decken und sonstigen Bauteile ist zum Teil von abschirmtechnischen Gesichtspunkten des Leistungsbetriebs bestimmt.

Der zentrale Zugang zum Reaktorhilfsanlagengebäude und damit zum Kontrollbereich erfolgt auf der +12,00 m Ebene des Schaltanlagengebäudes über die Umkleieräume mit Wasch- und Duschmodöglichkeit. Hier befinden sich alle Einrichtungen, die ein ordnungsgemäßes Betreten und Verlassen des Kontrollbereichs ermöglichen, wie z. B. die Monitore zur Kontaminationsüberwachung beim Verlassen des Kontrollbereichs.

Von der +12,00 m Ebene im Reaktorhilfsanlagengebäude erfolgt der Zugang über die Personenschleuse zum Reaktorsicherheitsbehälter bzw. über die sogenannte Ringraumschleuse zum Reaktorgebäuderingraum.

Im Wesentlichen sind folgende nukleare Neben- und Hilfssysteme im Reaktorhilfsanlagengebäude untergebracht:

- Volumenregelsystem,
- Chemikalieneinspeisesystem,
- Hauptkühlmittelreinigungssystem,

- Kühlmittellagerungssystem,
- Nukleares Abwasseraufbereitungssystem,
- Nukleares Lüftungssystem,
- Nukleares Abgassystem,
- Nukleares Zwischenkühlssystem.

Im Dachaufbau des Reaktorhilfsanlagengebäudes befinden sich Teile des Frischdampf- und Speisewassersystems sowie die Zuluftanlagen für die nukleare Lüftung.

### **2.3.3 Notstandskanal**

Zur Blocknotstandsstützung sind die beiden Anlagen KWB-A und KWB-B über einen Notstandskanal (RX-Kanal) miteinander verbunden. Durch den Notstandskanal verlaufen die Verbindungsleitungen der Volumenregelsysteme und der Notspeisewassersysteme sowie die elektrischen Verbindungskabel.

### **2.3.4 Maschinenhaus**

Die aufgehende Tragkonstruktion ist in Stahlbeton-Skelettbauweise erstellt. Die Dacheindeckung besteht aus Gasbetonplatten auf vorgefertigten Pfetten aus Stahlbeton, die auf Spannbetonbindern aufliegen.

Im Maschinenhaus sind keine aktivitätsführenden Systeme installiert. Hauptsächlich befinden sich im Maschinenhaus Anlagen und Aggregate des Wasserdampfkreislaufes sowie die Turbine und der Generator mit deren Hilfssystemen und der Phasenschieber.

Zum Transport und zur Montage von Anlagenteilen ist im Maschinenhaus ein Brückenkran vorhanden.



### **2.3.5 Schaltanlagegebäude**

Das Schaltanlagegebäude schließt direkt mit seiner Längsseite an das Maschinenhaus und mit seiner Stirnseite an das Reaktorhilfsanlagegebäude an. Der aufgehende Teil des Gebäudes ist als Stahlbeton-Skelettkonstruktion ausgebildet; die Geschoss- und Dachdecken sind ebenfalls in Stahlbeton erstellt.

Im Schaltanlagegebäude sind die zur Versorgung des Blockbetriebes nötigen elektrischen Komponenten samt Leittechnik untergebracht, wie z. B. die 10 kV-, 380 V- und 220 V-Anlagen, Schaltschränke, Mess- und Regelschränke. Auf der +12 m Ebene befinden sich die Warte des KWB-A sowie Büroräume für das Warten- und Betriebspersonal.

### **2.3.6 Nebenanlagegebäude**

Das Nebenanlagegebäude ist als freistehender Baukörper in Winkelform errichtet. Das Gebäude ist auf einer Stahlbetonsohlplatte gegründet. Die aufgehende Gebäudestruktur wurde als Stahlbetonskelettkonstruktion mit Stahlbetonzwischen- und -dachdecke erstellt.

Das Nebenanlagegebäude dient vor allem der Aufnahme der vier Notstromdiesel und Teilen der zugehörigen Notstromschaltanlagen für KWB-A.

Des Weiteren sind dort Werkstätten, die Trinkwasseraufbereitung, die Vollentsalzungsanlage und Büros untergebracht.

Die Wasserversorgung sowie die Notstromversorgung des KWB-A erfolgt durch unterirdische Kanäle.

### **2.3.7 Fortluftkamin**

Der Fortluftkamin ist östlich des Reaktorhilfsanlagegebäudes angeordnet. Seine Gesamthöhe beträgt 96 m über dem Kraftwerksgelände. Über den Fortluftkamin

wird die Abluft aus dem Reaktorhilfsanlagengebäude, dem Ringraum und dem Reaktorsicherheitsbehälter aktivitätsüberwacht abgeleitet. Der Fortluftkamin wurde aus Stahlbeton in zylindrischer Form mit 4,5 m Außendurchmesser und einer sich von 0,4 m auf 0,25 m von unten nach oben verjüngenden Wandstärke hergestellt. An der Innen- und Außenseite sind Steigleitern angebracht. Auf +50 m und +91 m (außen) sowie +15 m und +50 m (innen) befinden sich Stahlbühnen.

### **2.3.8 Kühlwasserentnahmebauwerk**

Die Kühlwasserentnahme befindet sich unmittelbar am Rheinufer. Über das Kühlwasserentnahmebauwerk wird der Anlage Wasser aus dem Rhein zugeführt. Das angesaugte Wasser wird über Grob-, Feinrechen und Siebbandanlagen gereinigt. Auf der Bauwerksdecke ist ein fahrbarer Portalkran zum Setzen der Dammtafeln und für Montagearbeiten installiert.

### **2.3.9 RZ-Gebäude**

Das RZ-Gebäude ist südwestlich des Reaktorgebäudes KWB-A angeordnet. Es beinhaltet Systeme, die im Leistungsbetrieb der Anlage bei einem Ausfall der gesamten Speisewasserversorgung die Dampferzeugerbespeisung und damit die Kernkühlung aufrecht erhalten hätten.

Diese Systeme sind im Wesentlichen ein Rohwasserbehälter, zwei dieselbetriebene Pumpen, eine autarke Energieversorgung sowie erforderliche Hilfssysteme.

## **2.4 Sonstige Gebäude am Standort**

Die im Folgenden aufgeführten Gebäude gehören nicht zur „Anlage zur Spaltung von Kernbrennstoffen“ KWB-A, deren Stilllegung und Abbau nach § 7 Abs. 3 AtG [2] im vorliegenden Genehmigungsverfahren beantragt ist.

Die Stilllegung und der Abbau des ebenfalls am Standort befindlichen KWB-B (siehe Kapitel 1.1) sind Gegenstand eines separaten Verfahrens nach § 7 Abs. 3 AtG.

#### **2.4.1 Kühltürme**

Das KWB-A besitzt zwei zwangsbelüftete Kühltürme. Der Durchmesser der Kühltürme beträgt im Fußbereich ca. 81 m. Die Kühltürme haben eine Gesamthöhe von 80 m. Zur Schalldämmung besitzen die Kühltürme im Bereich der Ansaugöffnungen Schallkulissen. Der hyperbolische Kühlturmmantel besteht aus Stahlbeton. Am Umfang des Mantels befinden sich in seinem unteren Teil die Öffnungen für die Ventilatoren. Innerhalb des Kühlturmmantels sind das Wasserverteilungssystem und die Kühleinbauten angeordnet.

#### **2.4.2 Lager für radioaktive Reststoffe (LAW-Lager)**

Westlich des Schaltanlagegebäudes von KWB-B befindet sich das Lager für radioaktive Reststoffe und Abfälle (LAW-Lager). Die Lagerhalle ist eine ca. 65 m lange, 35 m breite und 6 m hohe Stahlbetonhalle, die auf einer durchgehenden massiven Stahlbetonplatte entsprechend den bautechnischen und bodenmechanischen Erfordernissen gegründet ist. Das LAW-Lager hat eine separate Genehmigung nach § 7 Abs. 1 AtG. [2]

Im LAW-Lager werden Gebinde mit radioaktiven Reststoffen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung in zugelassenen Transport- und Lagerbehältern bis zum Abtransport zur Übergabe und Lagerung in einer Anlage des Bundes bzw. in ein Zwischenlager oder zur Übergabe und Behandlung in einer Behandlungs- oder Konditionierungsanlage gelagert. Gelagerte Komponenten und Komponententeile sind entweder außen kontaminationsfrei oder werden mit geeigneten Umhüllungen zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppung versehen.

Westlich des konventionellen Materiallagers ist als weiteres Gebäude zur Lagerung radioaktiver Reststoffe und Abfälle ein LAW-Lager 2 geplant. Hierfür wurde mit

Schreiben vom 16.01.2013 eine separate Genehmigung nach § 7 Strahlenschutzverordnung beantragt. Nach erteilter Genehmigung wird, unter Berücksichtigung der dann gegebenen Sach- und Rechtslage, über den Bau des LAW-Lagers 2 entschieden.

### **2.4.3 Standortzwischenlager (SZL)**

Westlich des KWB-B und südlich des LAW-Lagers befindet sich das Standortzwischenlager (SZL). Das SZL ist eine 92 m lange, 38 m breite und 18 m hohe Stahlbetonhalle, die in eine Verladehalle und zwei Lagerhallen unterteilt ist. Die Verladehalle befindet sich an der südlichen Stirnseite des Gebäudes. Verladehalle und Lagerhallen sind durch Abschirmwände aus Beton voneinander getrennt. Der Zugang zu den Lagerhallen erfolgt durch Öffnungen in den Abschirmwänden, die mit Abschirmtoren aus Beton verschlossen sind. Zwischen den beiden Lagerhallen befindet sich eine durchgehende Wand aus Beton, die beide Hallen vollständig trennt. Die Grundflächen der beiden Lagerhallen betragen 1150 m<sup>2</sup> (Halle 1) bzw. 1250 m<sup>2</sup> (Halle 2). In den Lagerhallen sind Stellplätze für 135 Transport- und Lagerbehälter für bestrahlte Brennelemente vorhanden. Das SZL ist nach § 6 AtG genehmigt.

Für die Lagerung sonstiger radioaktiver Abfälle im SZL besteht eine Genehmigung nach § 7 StrlSchV.

### **2.4.4 Weitere Gebäude am Standort**

Südlich der beiden Kraftwerksblöcke befinden sich am Standort insbesondere noch Verwaltungs- und Sozialgebäude, das konventionelle Materiallager sowie die Gebäude der Werkfeuerwehr.

## **2.5 Radiologischer Ausgangszustand**

Während der gesamten Betriebshistorie wurden radiologische Daten aufgenommen bzw. zur Überwachung und Dokumentation ermittelt. Daher liegen für das KWB-A

eine Reihe von radiologischen Daten vor, die zur Bestimmung des radiologischen Ausgangszustandes im Rahmen der Stilllegungsplanung herangezogen werden.

Folgende Daten liegen vor:

- Raumklassifizierung nach DIN,
- Dokumentation der Strahlenschutz-Routine-Messungen,
- IWRS II Raumatlas,
- Arbeitsberichte,
- Sondernuklidanalysen, nuklidspezifische Analysen zur Bestimmung von Nuklidvektoren,
- Ereignisdatenbank, Störungs- und Befundberichte, AtSMV-Meldungen,
- Dokumentation von Kontaminations- und Dosisleistungsmessungen an Komponenten.

Der radiologische Ausgangszustand des KWB-A ist durch folgende wesentliche Merkmale gekennzeichnet:

- Der bestrahlte Kernbrennstoff befindet sich im BE-Becken oder ist bereits verpackt und im SZL zwischengelagert,
- der Primärkreislauf und Teile der an den Primärkreislauf anschließenden Systeme sind bereits dekontaminiert,
- radioaktive Betriebsabfälle befinden sich noch in der Anlage,
- durch radioaktiven Zerfall nimmt die Aktivität in der Anlage seit der Abschaltung ständig ab,
- die kurzlebigen Radionuklide sind seit der Abschaltung zerfallen,
- ein Teil der Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten im Kontrollbereich ist nur gering kontaminiert,
- Teile des Überwachungsbereiches können aufgrund ihrer verfahrenstechnischen Verbindung zum Kontrollbereich (u. a. Frischdampf- bzw. Speisewassersystem sowie weitere Hilfssysteme) nicht generell als kontaminationsfrei betrachtet werden. Anhaltspunkte, die auf eine Kontamination von Systemen und Gebäuden im Überwachungsbereich schließen lassen, liegen nicht vor.

Das Aktivitätsinventar des KWB-A, das zu ca. 99 % im bestrahlten Kernbrennstoff enthalten ist, wird auf ca.  $1 \text{ E}+19 \text{ Bq}$  abgeschätzt.

Ohne Berücksichtigung des bestrahlten Kernbrennstoffs wird das Aktivitätsinventar des KWB-A auf ca.  $1 \text{ E}+17 \text{ Bq}$  geschätzt.

Dieses Aktivitätsinventar des KWB-A setzt sich, ohne Berücksichtigung des bestrahlten Kernbrennstoffs, wie folgt zusammen:

- ca. 99 % der vorhandenen Radioaktivität ist als Aktivierung in Materialien des Reaktordruckbehälters mit Einbauten, des Biologischen Schildes und in Betriebsabfällen (Kernbauteile) fest eingebunden und somit nicht direkt freisetzbar,
- ca. 0,5 % der Radioaktivität liegt als Kontamination vor und befindet sich überwiegend auf den inneren Oberflächen von wenigen Systemen und ist somit nicht unmittelbar freisetzbar und
- ca. 0,5 % der Radioaktivität befindet sich in den sonstigen kontaminierten Betriebsabfällen.

Der radiologische Ausgangszustand der abzubauenen aktivierten Anlagenteile und Gebäudestrukturen sowie der kontaminierten Anlagenteile wird im Einzelnen im Rahmen von Voruntersuchungen mittels Probenahme- und Messprogrammen bereits in der Nachbetriebsphase oder in der Restbetriebsphase vor Beginn der einzelnen Abbaumaßnahmen ermittelt.

Nachfolgend wird das Aktivitätsinventar des KWB-A übergeordnet beschrieben.

### **2.5.1 Bestrahlter Kernbrennstoff**

Es ist geplant, den bestrahlten Kernbrennstoff bereits weitestgehend in der Nachbetriebsphase zu entsorgen. Da der Arbeitsfortschritt hier im Wesentlichen von der rechtzeitigen Verfügbarkeit der erforderlichen Behälter und der internen Transporteinrichtungen, sowie weiteren erforderlichen Genehmigungen (z. B. Genehmigung nach § 6 AtG [2]) abhängt, wird an dieser Stelle äußerst konservativ davon ausgegangen, dass ggf. noch der gesamte mit Stand April 2014 im KWB-A vorhandene bestrahlte Kernbrennstoff auch zum Zeitpunkt der Ausnutzung der beantragten Stilllegungs- und 1. Abbaugenehmigung vorhanden ist.

Im KWB-A befinden sich 440 Brennelemente. Die durchschnittliche Aktivität eines Brennelements beträgt ca.  $2 \text{ E}+16 \text{ Bq}$ . Somit ergibt sich eine Gesamtaktivität der Brennelemente von rund  $1 \text{ E}+19 \text{ Bq}$ .

Darüber hinaus befinden sich im KWB-A Sonderbrennstäbe mit einer geschätzten Aktivität von ca.  $5 \text{ E}+15 \text{ Bq}$  sowie 6 Neutronenquellen mit einer geschätzten Aktivität von ca.  $6 \text{ E}+14 \text{ Bq}$ .

### **2.5.2 Aktivierte Anlagenteile und Gebäudestrukturen**

Während des Leistungsbetriebs wurden Anlagenteile durch Neutronenstrahlung aktiviert. Dies sind im Wesentlichen der Reaktordruckbehälter (RDB) mit seinen Einbauten, Kernbauteile und die Innenseite des zylindrischen Teils des Biologischen Schilds. Der größte Teil der Gesamtaktivität ist in dem Reaktordruckbehälter und seinen Einbauten (z. B. Kernumfassung, Kernbehälter) sowie den Kernbauteilen (z. B. Steuerelemente, Drosselkörper) gebunden. Der Rest der Aktivität befindet sich im Biologischen Schild und in angrenzenden Bereichen (z. B. Abdeckriegel, Reaktorraumwand).

Die Gesamtaktivität der aktivierten Anlagenteile beträgt ca.  $5,4 \text{ E}+16 \text{ Bq}$  und setzt im Wesentlichen wie folgt zusammen:

- RDB mit Einbauten mit einer Aktivität von ca.  $2,4 \text{ E}+16 \text{ Bq}$ ,
- insgesamt 108 Steuerelemente mit einer Aktivität von ca.  $2,6 \text{ E}+16 \text{ Bq}$ ,
- insgesamt 125 Drosselkörper sowie ausgediente Kernbauteile mit einer Aktivität von ca.  $3,1 \text{ E}+15 \text{ Bq}$ ,
- und Biologischer Schild mit einer Aktivität von ca.  $1,1 \text{ E}+12 \text{ Bq}$ .

Die relevanten Radionuklide der Aktivierung sind:

- Co-60 (Halbwertszeit: 5,27 Jahre),
- Fe-55 (Halbwertszeit: 2,7 Jahre),
- Ni-63 (Halbwertszeit: 100 Jahre).

Zusätzlich befinden sich im aktivierten Beton des Biologischen Schilds insbesondere die Radionuklide:

- H-3 (Halbwertszeit: 12,3 Jahre),
- Eu-152 (Halbwertszeit: 13,3 Jahre),
- Eu-154 (Halbwertszeit: 8,8 Jahre).

### **2.5.3 Kontaminierte Anlagenteile und Gebäudestrukturen**

Kontaminationen an den Innenoberflächen von Anlagenteilen sind dort vorhanden, wo diese von kontaminierten Betriebsmedien durchströmt wurden. Dies betrifft insbesondere den Primärkreislauf, ggf. anschließende Systeme sowie mit Primärwasser beaufschlagte Hilfs- und Nebenanlagen. Neben der Kontamination in Systemen können auch geringe Kontaminationen außerhalb der Systeme an Oberflächen innerhalb des Kontrollbereichs, z. B. an Wänden, Böden und sonstigen Anlagenteilen, vorhanden sein. Darüber hinaus können geringe Kontaminationen im Überwachungsbereich, z. B. im Bereich des Sekundärkreislaufs aufgrund von Dampferzeuger-Heizrohrleckagen, vorhanden sein. Derzeit liegen jedoch keine Anhaltspunkte vor, die auf eine Kontamination im Überwachungsbereich schließen lassen.

Die kontaminierten Anlagenteile im Kontrollbereich haben eine Gesamtaktivität von ca.  $2 \text{ E}+14 \text{ Bq}$  und machen damit weniger als 0,5 % des Aktivitätsinventars des KWB-A ohne Berücksichtigung des bestrahlten Kernbrennstoffs aus. Die Gesamtaktivität der Kontamination setzt sich im Wesentlichen wie folgt zusammen:

- Innere Kontamination der Primärsysteme mit einer Aktivität von weniger als  $2 \text{ E}+14 \text{ Bq}$  (durch die Primärkreisdekontamination (FSD) wird eine Aktivitätsreduktion durch das Entfernen der Oxidschicht erreicht),
- Kontamination an Wänden, Decken, Böden und auf den Systemkomponenten (Außenseiten) mit einer Aktivität von ca.  $3 \text{ E}+10 \text{ Bq}$ .



#### 2.5.4 Radioaktive Betriebsabfälle

Aus dem Leistungs- und Nachbetrieb befinden sich ggf. zum Zeitpunkt der Ausnutzung der Stilllegungs- und 1. Abbaugenehmigung noch radioaktive Betriebsabfälle im KWB-A.

Bei den vorhandenen, unbehandelten radioaktiven Betriebsabfällen handelt es sich z. B. um:

- Mischabfälle, z. B. brennbare Abfälle bzw. nicht brennbare (pressbare) Abfälle,
- flüssige Abfälle aus Wasser- und Abwasserbehandlung, z. B. Verdampferkonzentrate, Ionentauscherharze,
- mechanische Filtereinsätze,
- Sonderabfälle, wie Altöle, Schmierfette, Aktivkohle, Sumpfschlämme,
- während des Leistungs- und Nachbetriebes ausgebaute Anlagenteile, z. B. im Rahmen von vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen und technischen oder baulichen Änderungen der Anlage (z. B. Rohrleitungen, Behälter).

Flüssige Abfälle werden in Lagertanks für Verdampferkonzentrate und Ionentauscherharze gesammelt, feste Abfälle werden überwiegend in Rundgebinden (200 l-Fässer, Edelstahlfässer, MOSAIK<sup>®</sup>-Behälter) gesammelt.

Die spezifische Aktivität der radioaktiven Betriebsabfälle unterscheidet sich je nach Abfallart. Ionentauscherharze haben je nach Beladung eine spezifische Aktivität von ca.  $1,2 \text{ E}+13 \text{ Bq/m}^3$ , Verdampferkonzentrate je nach Beladung eine spezifische Aktivität von ca.  $1,5 \text{ E}+09 \text{ Bq/m}^3$ . Mit „höher aktive Abfälle“ werden im Kraftwerk Biblis überwiegend feste Abfälle bezeichnet, die eine Dosisleistung von  $> 2 \text{ mSv/h}$  aufweisen. Diese haben je nach Beladung eine spezifische Aktivität von ca.  $1,3 \text{ E}+11 \text{ Bq/Gebinde}$ . Die übrigen Betriebsabfälle haben je nach Beladung eine spezifische Aktivität von ca.  $1,8 \text{ E}+08 \text{ Bq/Gebinde}$ . Da sich der Bestand von Betriebsabfällen in der Nachbetriebsphase ständig ändert, kann hier kein genauer Zahlenwert angegeben werden.

### **3 Restbetrieb der Anlage**

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

Die Restbetriebssysteme sind aus dem bisherigen Betrieb bereits vorhanden und können zunächst unverändert weiter betrieben werden. Als Folge der im Vergleich zum Leistungsbetrieb überwiegend geringeren Anforderungen an die vorhandenen Systeme sind diese für den Restbetrieb grundsätzlich geeignet, jedoch häufig überdimensioniert. Sie werden jeweils den sich verändernden betrieblichen Erfordernissen und dem Abbaufortschritt angepasst. Gegebenenfalls werden speziell an die Bedürfnisse des Restbetriebs angepasste Systeme (z. B. Lüftung, Abwasseranlage, Deionatherstellung, Meldeanlagen) neu installiert, wenn dies aus technischen, radiologischen und/oder wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll ist. Dabei werden die notwendigen Funktionen zur Einhaltung der Schutzziele (siehe Kapitel 0.3.2) und für den sicheren Restbetrieb und Abbau der Anlage gewährleistet und nicht zwangsläufig der Betrieb der Systeme aus dem Leistungsbetrieb aufrechterhalten.

Auslegungsgrundsätze für neu zu installierende Restbetriebssysteme oder auch Zerlege- und Handhabungseinrichtungen sind im Wesentlichen:

- Regeln der Technik
- Normen des Deutschen Instituts für Normung (DIN-Normen)
- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften
- Verwendung von betriebsbewährten und handelsüblichen Werkzeugen und Verfahren.

Der Restbetrieb wird im Restbetriebshandbuch (RBHB) geregelt. Es umfasst die für den Restbetrieb erforderlichen Ordnungen und Anweisungen und wird entsprechend den jeweiligen Anforderungen des Restbetriebs des KWB-A aktualisiert.

Entsprechend den verschiedenen Anlagenzuständen im Restbetrieb:

Anlagenzustand 1: Aktiv zu kühlender Kernbrennstoff im BE-Becken vorhanden

Anlagenzustand 2: Kein aktiv zu kühlender Kernbrennstoff im BE-Becken vorhanden

Anlagenzustand 3: Das KWB-A ist kernbrennstofffrei

sind z. T. sicherheitstechnische Anforderungen und betriebliche Aufgaben zu erfüllen. Hierzu erfolgt eine differenzierte sicherheitstechnische Einstufung der noch betriebenen Restbetriebssysteme oder von Ersatzsystemen, die die erforderlichen Funktionen übernehmen sollen. Restbetriebssysteme, die in den verschiedenen Anlagenzuständen nicht mehr benötigt werden, werden freigeschaltet, endgültig technisch außer Betrieb genommen (stillgesetzt) und abgebaut. Der Abbau von Anlagenteilen einer kerntechnischen Anlage umfasst die Demontage bestimmter Strukturen. Der Abbau von Anlagenteilen kann dabei einzelne Komponenten, Systeme oder auch ganze Gebäudeinventare umfassen.

Neben den Einrichtungen zur strahlenschutztechnischen Überwachung (siehe Kapitel 6.3) werden zu Beginn des Restbetriebs weiterhin im Wesentlichen folgende Systeme und Einrichtungen benötigt:

- Systeme zur Kühlung des Kernbrennstoffs,
- Lüftungsanlagen im Kontrollbereich,
- Energieversorgungssysteme,
- Abwassersammel- und Aufbereitungssysteme,
- Leit- und nachrichtentechnische Einrichtungen,
- Brandschutzsysteme,
- Hebezeuge/Transporteinrichtungen/BE-Lademaschine,
- sonstige Restbetriebssysteme.

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

### **3.1 Systeme für die Kühlung des Kernbrennstoffs**

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

- Beckenkühl- und Reinigungssystem,
- Nukleares Zwischenkühlwassersystem,
- Nukleares Nebenkühlwassersystem.

Außerdem sind für den Fall einer Nichtverfügbarkeit des Beckenkühlsystems noch Systeme zur Beckennotkühlung erforderlich. Dazu werden Teilfunktionen folgender Systeme verwendet:

- Not- und Nachkühlsystem,
- Volumenregelsystem,
- Kühlmittelreinigung.

Diese Systeme mit hoher sicherheitstechnischer Relevanz bilden die sogenannte Nachkühlkette für die aktive Kühlung des Kernbrennstoffs im BE-Becken. Sie übernehmen jedoch wie auch schon im Leistungsbetrieb zusätzlich betriebliche Aufgaben, die nicht Bestandteil der Nachkühlkette sind. So ist z. B. das Beckenkühl- und Reinigungssystem in den betrieblichen Beckenreinigungskreislauf und den sicherheitstechnisch relevanten Beckenkühlkreislauf unterteilt.

Die betrieblichen Aufgaben dieser Systeme sind im Wesentlichen:

- Entfernung von Spalt- und Aktivierungsprodukten aus dem Kühlmittel im BE-Becken zur Reduzierung der Dosisleistung vor Ort,
- Entfernung von Verunreinigungen im Kühlmittel des BE-Beckens, um die Beobachtbarkeit bei Handhabungsvorgängen zu gewährleisten,
- Abführen anfallender Wärme aus betrieblichen Kühlstellen (im Wesentlichen Raumluftkühler, Kondensatkühler und Ölkühler für noch benötigte Aggregate) und
- Umpumpen und Filtern von Kühlmittel.

Die sicherheitstechnischen Anforderungen an diese Systeme sind im Wesentlichen:

- Abfuhr der Nachzerfallswärme der im BE-Becken gelagerten Kernbrennstoffe über die Nachkühlkette,
- Abschirmung des im BE-Becken gelagerten radioaktiven Inventars und
- Kühlung sicherheitstechnisch relevanter Komponenten (z. B. der Notstromdiesel mit Rheinkühlwasser).

Die Nachkühlkette überträgt die Nachzerfallswärme des Kernbrennstoffs über die hintereinander geschalteten Kühlkreisläufe des Beckenkühlkreislaufs, des nuklearen Zwischenkühlwassersystems und des nuklearen Nebenkühlwassersystems an den Rhein. Die jeweiligen Kühlkreisläufe sind über Wärmetauscher hydraulisch getrennt. Über das nukleare Nebenkühlwassersystem werden auch die Notstromdiesel mit Rheinkühlwasser gekühlt.

Weitere betriebliche Kühlstellen außerhalb des Kontrollbereiches werden ebenfalls durch das vom nuklearen Nebenkühlwassersystem abzweigende konventionelle Nebenkühlwassersystem gekühlt.

Die betrieblichen Aufgaben und vor allem die sicherheitstechnischen Anforderungen entfallen zum Teil mit Erreichen des Anlagenzustands 2 und größtenteils mit Erreichen des Anlagenzustands 3 sowie mit fortschreitendem Abbau. Nach Entfall der betrieblichen Aufgaben und sicherheitstechnischen Anforderungen werden die jeweiligen Systeme vollständig oder in Teilen stillgesetzt und zu gegebener Zeit abgebaut.

### **3.2 Lüftungsanlagen im Kontrollbereich**

Die Lüftungsanlagen im Kontrollbereich erfüllen während des Restbetriebs sowohl betriebliche Aufgaben als auch sicherheitstechnische Anforderungen.

Die Aufgaben und Anforderungen sind im Wesentlichen:

- Aufrechterhaltung der Frischluftversorgung des Kontrollbereichs,
- Einhaltung definierter Unterdrücke und damit einer gerichteten Luftströmung zur Vermeidung von Luftaktivitätsverschleppung,

- Reduktion von eventuell in der Raumluft enthaltener Radioaktivität entweder durch Umluftfilterung oder durch Luftaustausch,
- Rückhaltung von radioaktiven Schwebstoffen durch Fortluftfilterung vor der Ableitung in den Fortluftkamin,
- Klimatisierung der Raumluft (Heizung bzw. Kühlung), um den Betrieb verschiedener Aggregate zu gewährleisten (Einhaltung der zulässigen Umgebungstemperatur) und um dem Personal günstige Arbeitsbedingungen zu schaffen,
- Messung der Luftaktivität von verschiedenen Teilluftsträngen (ggf. nur bis Kernbrennstofffreiheit),
- Messung und Bilanzierung der Luftaktivität am Fortluftkamin und
- Herstellen des Lüftungsabschlusses bei Überschreiten der Aktivitätsgrenzwerte in der Fortluft oder bei Anlagenzuständen, die eine Bilanzierung der Aktivität in der Abluft in Frage stellen (Ausfall Unterdruckhaltung, Ausfall Aktivitätsmessungen).

Die zu Beginn des Restbetriebs erforderlichen Lüftungsanlagen im Kontrollbereich bestehen im Wesentlichen aus:

- Zuluftanlage,
- Fort- und Abluftanlagen,
- Umluftanlagen,
- Aktivitätsmessungen.

Die Zuluftanlagen saugen über Grob- und Feinfilter Außenluft an. Die gefilterte Außenluft wird je nach Anlagenbedarf über Kühl- und Heizregister in den Kontrollbereich geführt.

Die Ventilatoren der Ab- und Fortluftanlagen saugen die Raumluft aus den unterschiedlichen Bereichen des Kontrollbereichs der Anlage über die Grob- und Schwebstofffilter und geben sie über den Fortluftkamin an die Atmosphäre ab.

Die Zu- und Fortluftanlagen werden so geregelt, dass in der Anlage ein Unterdruck gegenüber der umgebenden Atmosphäre herrscht und daher immer eine gerichtete Strömung in die Anlage besteht.

Die Aktivitätsmessstellen messen und bilanzieren Aktivitäten aus verschiedenen Teilluftsträngen und aus der Gesamfortluft.

Die betrieblichen Aufgaben und sicherheitstechnischen Anforderungen entfallen zum Teil mit Erreichen des Anlagenzustands 2 bzw. des Anlagenzustands 3 sowie mit fortschreitendem Abbau. Nach Entfall der betrieblichen Aufgaben und sicherheitstechnischen Anforderungen werden die jeweiligen Lüftungsanlagen auch in Teilen und in einzelnen Raumbereichen stillgesetzt und zu gegebener Zeit abgebaut. Ggf. werden vorhandene Lüftungsanlagen im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue, bedarfsgerechte Systeme (z. B. mobile Lüftungen) ersetzt.

Bei eingeschränktem Lüftungsbetrieb, z. B. durch Störungen oder durch Handeingriffe für Reparatur- und Wartungsarbeiten im nuklearen Lüftungssystem, ist kein Zuluftventilator in Betrieb. Dabei wird ein Fortluftventilator betrieben, so dass die Druckstaffelung gegenüber der Atmosphäre gewährleistet bleibt.

Bei einem Ausfall der gesamten Lüftungsanlage werden alle aktivitätsfreisetzenden Arbeiten solange eingestellt, bis zumindest ein Fortluftventilator wieder in Betrieb genommen wurde.

### **3.3 Energieversorgungssysteme**

Die Energieversorgungssysteme versorgen alle betrieblichen und sicherheitstechnisch relevanten Verbraucher mit elektrischer Energie. Zentrale Energieversorgungssysteme sind:

- Netzanschluss,
- Normalnetz,
- Notstromanlage,
- Notstandsnetz.

Das KWB-A bezieht zu Beginn des Restbetriebs seine elektrische Energie aus dem 400 kV-Hauptnetzanschluss bzw. dem 220 kV-Reservenetzanschluss. Bei deren Nichtverfügbarkeit bzw. mit Abbaufortschritt ist eine Versorgung durch die Eigenbe-

darfsanlage von Block B über Querverbindungen oder einen neu zu errichtenden Netzanschluss möglich. Der Notnetzanschluss in KWB-B kann ebenfalls über die Querverbindungen genutzt werden.

Über Transformatoren wird die elektrische Energie zur Versorgung des Kraftwerkseigenbedarfs von der Spannung des externen Netzes auf die 10 kV bzw. 380 V des Normalnetzes gewandelt. An das Normalnetz sind ausschließlich nicht sicherheitstechnisch relevante Verbraucher angeschlossen. Zusätzlich versorgt das Normalnetz die Notstromanlage.

Ist das Normalnetz nicht verfügbar, trennt sich die Notstromanlage automatisch vom Normalnetz. Über Notstromdiesel wird dann die Notstromanlage weiterversorgt. Je nach Anlagenzustand können die Notstromdiesel automatisch oder von Hand gestartet werden. An die Notstromanlage sind betriebliche und sicherheitstechnisch relevante Verbraucher angeschlossen.

Das Notstandsnetz wird von der Notstromanlage oder vom Nachbarblock versorgt. Je nach angeschlossenen Verbrauchern und Anlagenzustand sind Teile der Energieversorgung noch sicherheitstechnisch relevant, andere Teile haben lediglich betriebliche Aufgaben zu erfüllen.

Im Anlagenzustand 1 haben Teile des Notstrom- und Notstandsnetzes noch sicherheitstechnische Anforderungen zur Einhaltung der Schutzziele zu erfüllen, insbesondere ist die Versorgung von elektrischen Komponenten zur Kühlung des Brennstoffs im BE-Becken notwendig. Ist mit Erreichen des Anlagenzustandes 2 keine aktive Kühlung des Kernbrennstoffs mehr erforderlich, haben große Teile der Notstromanlage nur noch betriebliche Aufgaben. Ggf. werden die wenigen, dann noch für die Einhaltung der verbliebenen Schutzziele notwendigen Systeme und Komponenten oder mit elektrischer Energie zu versorgenden Einrichtungen zum Schutz des Personals, von einer Ersatzstromversorgung bespeist. Ab diesem Zeitpunkt kann auf eine Notstromversorgung verzichtet werden.



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

### **3.4 Entwässerungs- und Abwasserbehandlungssysteme**

Die Entwässerungs- und Abwasserbehandlungssysteme bestehen im Wesentlichen aus:

- Gebäude-Entwässerungssystem für den Kontrollbereich,
- System Anlagenentwässerung und –entlüftung,
- System zur Behandlung radioaktiver Abwässer.

#### Gebäude-Entwässerungssystem für den Kontrollbereich

Das Gebäude-Entwässerungssystem für den Kontrollbereich hat während des Restbetriebs im Wesentlichen folgende betrieblichen Aufgaben:

- Sammeln von Kontrollbereichsabwässern,
- Abführen der Kontrollbereichsabwässer zum System zur Behandlung radioaktiver Abwässer,
- Überwachung wasserführender Systeme des Kontrollbereichs auf Leckagen durch Beobachtung der Schaltheufigkeiten von Sumpfpumpen und Kontrolle von Sumpfniveaus.

Die zu sammelnden Wässer setzen sich größtenteils zusammen aus:

- Wasser bzw. Kühlmittel, das bei Stillsetzungs- und Abbauvorgängen in der Anlage sowie während des Restbetriebs aus Entwässerungen und Entlüftungen anfällt,
- Wasser aus Leckagen,
- Wasser aus Überläufen bei Füllvorgängen,
- Wasser, das bei Prüfvorgängen anfällt,
- Wasser, das bei Reinigungsvorgängen anfällt und
- Wasser aus dem Wasch- und Duschbereich des Kontrollbereichs.

Die Wässer werden gesammelt und dem System zur Behandlung radioaktiver Abwässer zugeführt. Die in den einzelnen Räumen anfallenden Wässer laufen durch das Bodengefälle einem Gully zu. Die Gully-Ablaufleitungen sind den örtlichen Gegebenheiten entsprechend zusammengefasst und führen direkt oder über Wasservorlagen in den nächstliegenden Pumpensumpf. Die anfallenden Wässer werden vor der Aufbereitung im System zur Behandlung radioaktiver Abwässer in stark oder schwach aktive Wässer unterteilt und entsprechenden Lagerbehältern zugeführt.

Räume, in denen sich nur Behälter mit einem größeren Volumen befinden, wie z. B. die Kühlmittelspeicher, sind als dichte Wannen ausgebildet. Jede Wanne ist so dimensioniert, dass sie mindestens eine Behälterfüllung aufnehmen kann. Damit ist sichergestellt, dass sich das Medium nicht in die Anlage ergießt. Die Wannen haben einen Sumpf, der mit einem Füllstandsmelder ausgestattet ist. Die Entleerung erfolgt mit einer mobilen Pumpe. Im Falle der Behälter, die auch Feststoffe, wie Konzentrat oder Ionenaustauscherharze beinhalten, ist die Wanne über ein Verbindungsrohr, das durch eine Armatur abgesperrt ist, mit einem Pumpensumpf verbunden.

Die Sumpfpumpen werden, so weit nicht anders vorgesehen, automatisch vom Sumpffüllstand gesteuert. Damit sie sich bei Förderung auf eine gemeinsame Druckleitung nicht gegenseitig beeinflussen, werden Pumpen mit gleicher Förderhöhe verwendet.

Nach Entfall der betrieblichen Aufgaben werden die jeweiligen Stränge des Gebäude-Entwässerungssystems stillgesetzt, die Einläufe verschlossen und das System zu gegebener Zeit abgebaut.

#### System Anlagenentwässerung und -entlüftung

Das System Anlagenentwässerung und -entlüftung hat während des Restbetriebs im Wesentlichen die betrieblichen Aufgaben:

- Betriebsentwässerung und Entlüftung von hauptkühlmittelführenden Komponenten und Rohrleitungen,

- Reparaturentwässerung sowie Be- und Entlüftung von Komponenten oder Messumformern,
- Aufnahme der Leckagen von Armaturenstopfbuchsen und Gehäusebruchsicherungen,
- Aufnahme von Hauptkühlmittel, das durch Probenahme anfällt und
- Sammlung des anfallenden Wassers und Förderung zum System zur Behandlung radioaktiver Abwässer oder zur Kühlmittellagerung.

Alle Leckage- und Entwässerungsleitungen sind so verlegt, dass das anfallende Medium aufgrund des geodätischen Höhenunterschieds in die Sammelbehälter der Anlagenentwässerung abläuft.

Nach Entfall der betrieblichen Aufgaben werden die jeweiligen Stränge des Anlagenentwässerungs- und -entlüftungssystems stillgesetzt, die Einläufe verschlossen und das System zu gegebener Zeit abgebaut.

#### System zur Behandlung radioaktiver Abwässer

Das System zur Behandlung radioaktiver Abwässer hat während des Restbetriebs im Wesentlichen die betrieblichen Aufgaben:

- im Kontrollbereich anfallende kontaminierte Abwässer (z. B. Laborwässer, Waschwässer, Sumpfwässer) zu sammeln,
- die gesammelten stark kontaminierten und schwach kontaminierten Abwässer mittels Anschwemmfilter oder Verdampferanlage aufzubereiten,
- abgabefähige Abwässer aus dem KWB-A abzuleiten und
- anfallende Konzentrate zu sammeln und zur weiteren Behandlung der Eindickungsanlage zuzuführen.

Die im Kontrollbereich anfallenden Abwässer werden in den Abwassersammelbehältern gesammelt. Ist keine oder nur noch eine geringe Aufnahmekapazität in den Abwassersammelbehältern vorhanden, z. B. durch hohen Abwasseranfall oder durch Ausfall einer oder beider Aufbereitungsanlagen, kann eine Abgabe von Abwässern aus dem System zur Behandlung radioaktiver Abwässer von KWB-A nach KWB-B erfolgen. Die aktiven Abwässer werden in der Verdampferanlage oder in

der Anschwemmfilteranlage aufbereitet. Die abgabefähigen Abwässer werden in den Kontrollbehältern gesammelt und von dort kontrolliert in den Rhein abgegeben.

Die bei der Lagerung und Aufbereitung anfallenden Konzentrate werden in den Konzentratlagerbehältern gespeichert und diskontinuierlich zur weiteren Behandlung an die Eindickungsanlage abgegeben.

Nach Entfall der betrieblichen Aufgaben wird das System zur Behandlung radioaktiver Abwässer stillgesetzt und zu gegebener Zeit abgebaut. Ggf. wird das vorhandene System zur Behandlung radioaktiver Abwässer im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch ein neues, bedarfsgerechtes System ersetzt. Insbesondere die Verdampfer sind für den Restbetrieb überdimensioniert und können durch kleinere Systeme ersetzt werden.

### **3.5 Leit- und nachrichtentechnische Einrichtungen**

Die leittechnischen Einrichtungen dienen der Bedienung und Überwachung der Restbetriebssysteme und einzelner Komponenten und Raumbereiche der Anlage. Hierzu stehen die Warte und weitere Nebenleitstände zur Verfügung.

Die Warte dient zur zentralen Steuerung und Überwachung des Restbetriebs. Sie nimmt die Bedienungs- und Informationseinrichtungen für die Führung und Überwachung eines Teils der Restbetriebssysteme auf.

Als primäre Überwachungs- und Meldeeinrichtung dient die Prozessrechneranlage (PRA). Sie signalisiert Meldungen auf den entsprechenden Bildschirmen und nimmt Prozessvariablen auf, zeigt diese an und archiviert sie.

Die Notfallgefahrenmeldeanlage bleibt in Teilen im Anlagenzustand 1 und ggf. auch im Anlagenzustand 2 als redundantes System zur PRA in Betrieb.

Zusätzliche Informationseinrichtungen für die Brandmeldeanlage, Raumüberwachung sowie beispielsweise für die Überwachung von Aufzügen und Schleusen

sind ebenfalls dem Wartenbereich zugeordnet. Ferner sind in der Warte die erforderlichen Bedienungseinrichtungen für Kommunikationsmittel angeordnet. Außerdem befinden sich im Wartenbereich Einrichtungen der radiologischen Instrumentierung und Überwachung.

Von weiteren Nebenleitständen/Bedienständen aus erfolgt die lokale Steuerung und Überwachung von Hilfsanlagen, wie z. B. der Verdampferanlage des Systems zur Behandlung radioaktiver Abwässer.

Die betrieblichen Aufgaben und sicherheitstechnischen Anforderungen entfallen zum Teil mit Erreichen des Anlagenzustands 2 und größtenteils mit Erreichen des Anlagenzustands 3 sowie mit fortschreitendem Abbau. Nach Entfall der betrieblichen Aufgaben und sicherheitstechnischen Anforderungen werden die jeweiligen leittechnischen Einrichtungen stillgesetzt und zu gegebener Zeit abgebaut. Ggf. werden vorhandene leittechnische Einrichtungen im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue, bedarfsgerechte Systeme (z. B. durch geeignete konventionelle Leit- und Bediensysteme) ersetzt. Dies schließt auch den ggf. vollständigen Verzicht auf die derzeit betriebene Warte mit ein.

Systeme der Nachrichtentechnik befinden sich ebenfalls auf der Warte und sind zur Sicherstellung der internen und externen Kommunikation weiterhin erforderlich. Änderungen an den Systemen der Nachrichtentechnik erfolgen entsprechend der verbliebenen betrieblichen Anforderungen.

### **3.6 Brandschutzsysteme**

Das Brandschutzkonzept ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- bautechnische Trennung der Gebäude,
- Abschottung von Baubereichen mit hoher Brandlast,
- in Einzelfällen Kabelbeschichtungen, Verkleidungen oder ähnliches,
- Brandmeldeanlage und
- stationäre Löschanlagen in weiten Teilen der Anlage.

Das Brandschutzkonzept beruht auf einer Kombination von bautechnischen, anlagentechnischen und betrieblichen Brandschutzmaßnahmen. Die Gesichtspunkte des Personenschutzes und des Sachschutzes sind hierbei berücksichtigt.

Bei der Festlegung der Brandschutzmaßnahmen wurden primär Maßnahmen zur Minimierung und Kapselung vorhandener Brandlasten ergriffen. Ergänzend sind in Bereichen mit erhöhten Brandlasten (z. B. viele Kabel, Ölbehälter) stationäre, zum Teil fernauslösbare bzw. automatisch auslösende Löschanlagen vorhanden.

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

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

Das Feuerlöschsystem ist für das gesamte Kraftwerk als gemeinsames System aufgebaut. Es besteht aus den Feuerlöschwasserpumpen, dem Ringleitungssystem mit Überflurhydranten, den Steigleitungen in den Gebäuden, den Wandhydranten und den Anschlüssen für die Ventilstationen der Sprühwasserlöschanlagen und der Sprinkleranlagen.

Verschiedene elektrische Betriebsräume sind mit CO<sub>2</sub>-Löschanlagen ausgestattet. Die betrieblichen Aufgaben und sicherheitstechnischen Anforderungen entfallen zum Teil mit Erreichen des Anlagenzustands 2 und größtenteils mit Erreichen des Anlagenzustands 3 sowie mit fortschreitendem Abbau. Nach Entfall der betrieblichen Aufgaben und sicherheitstechnischen Anforderungen werden die jeweiligen Brandschutzsysteme stillgesetzt und zu gegebener Zeit abgebaut. Ggf. werden vorhandene Brandschutzsysteme im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue, bedarfsgerechte Systeme ersetzt. Brandabschnitte werden im Zuge des Restbetriebs und des Abbaus zusammengefasst.

### **3.7 Hebezeuge/Transporteinrichtungen/BE-Lademaschine**

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

Ggf. werden vorhandene Hebezeuge/Transporteinrichtungen im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue oder auch zusätzliche, bedarfsgerechte Einrichtungen ersetzt.

Zur Handhabung der BE und deren Abtransport in CASTOR<sup>®</sup>-Behältern sind die BE-Lademaschine, der Reaktor-Rundlaufkran sowie der Hubgerüstkran erforderlich.

### **3.8 Betriebliche Systeme und Komponenten**

Für den Restbetrieb des KWB-A müssen unterschiedliche Versorgungs- und Hilfsysteme zunächst weiterbetrieben werden. Erforderliche Änderungen oder Anpassungen an den Abbaufortschritt werden gemäß dem Restbetriebsreglement und den jeweiligen Abbaumaßnahmen durchgeführt. Die im Wesentlichen zunächst weiterbetriebenen Systeme mit ihren jeweiligen betrieblichen Aufgaben sind:

- Hilfsdampfsystem zur Versorgung der betrieblichen Wärmeverbraucher (im Wesentlichen Verdampfer und Heizungsanlagen),
- Hilfskesselanlage zur Erzeugung von Dampf für das Hilfsdampfsystem,
- Vollentsalzungsanlage zur Herstellung von Deionat,
- Deionatsystem zur Lagerung und Verteilung von Deionat in der Anlage,
- Druckluftsystem zur Bereitstellung von Druckluft in der Anlage (z. B. für druckluftbetriebene Arbeitsgeräte),
- Schutzgasanlage zur Versorgung von Aktivitätsmessstellen in der Anlage mit Zählgas,

- Kühlmittelaufbereitung und -lagerung zur Reinigung, Lagerung und Bereitstellung von Pufferkapazität für Kühlmittel,
- Probenahmesystem zur Entnahme von Proben aus verschiedenen nuklearen Betriebssystemen,
- Klima- und Lüftungsanlagen zur Lüftung bzw. Klimatisierung von Anlagenbereichen im Überwachungsbereich,
- Kühlwasserreinigungsanlage zum Entnehmen und Reinigen von Rheinkühlwasser für das nukleare und konventionelle Nebenkühlwassersystem,
- konventionelles Nebenkühlwassersystem und konventionelles Zwischenkühlssystem zur Kühlung von Kühlstellen der Kältemaschinen, Hilfskessel und des Phasenschiebers,
- Kühlerreinigungsanlage Taprogge zur Reinigung der mit Flusswasser beaufschlagten Kühlerrohre,
- Trafo-Kühlsystem zur Kühlung der Maschinentrafos,
- Eindickungsanlage zur Weiterverarbeitung und Abfüllung von Konzentraten aus der Abwasserverdampferanlage,
- Betriebskältesystem zur Raumklimatisierung und
- Raumüberwachung zur Überwachung einzelner Räume und Bauteilabschnitte auf Aktivität und weitere Einrichtungen zur strahlenschutztechnischen Überwachung (siehe Kapitel 6.3).

Die betrieblichen Aufgaben entfallen zum Teil mit Erreichen der Anlagenzustände 2 und 3 sowie mit fortschreitendem Abbau. Nach Entfall der betrieblichen Aufgaben werden die jeweiligen Versorgungs- und Hilfssysteme stillgesetzt und zu gegebener Zeit abgebaut. Ggf. werden vorhandene Versorgungs- und Hilfssysteme im Verlauf des Abbaus angepasst und/oder durch neue, bedarfsgerechte Systeme (z. B. mobile Druckluftkompressoren) ersetzt.



## **4 Abbau der Anlage**

Das KWB-A soll direkt abgebaut werden. Der Abbau wird in mehrere Abbauphasen aufgeteilt. Während dieser Abbauphasen werden nicht kontaminierte Systeme, Systemteile und Komponenten, kontaminierte und/oder aktivierte Anlagenteile abgebaut und vorrangig leere, freigabefähige Räume hinterlassen. Anschließend erfolgt der Nachweis der Unterschreitung der Freigabewerte an den Raum- und Gebäudeoberflächen sowie den ggf. in Einbaulage verbliebenen Anlagenteilen.

Die abgebauten Anlagenteile können entweder gemäß § 29 StrlSchV [11] freigegeben und dem konventionellen Stoffkreislauf zugeführt, im kerntechnischen Bereich wieder verwendet oder verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden.

Neben radiologischen Gesichtspunkten sind beim Abbau ggf. auch Belastungen durch gesundheitsgefährdende Stoffe (konventionelle Schadstoffe, wie z. B. Asbest, PCB, ...) zu berücksichtigen. Der Umgang mit diesen Stoffen ist geregelt und die Einhaltung der erforderlichen Schutzmaßnahmen wird durch die Arbeitssicherheit überwacht.

Der Abbau des KWB-A ist ein dynamischer Prozess. Der Abbau des KWB-A sowie Änderungen an vorhandenen Systemen und Einrichtungen und der betrieblichen Regelungen werden entsprechend dem gültigen Restbetriebsreglement durchgeführt und dokumentiert.

### **4.1 Abbaugrundsätze**

Der Abbau des KWB-A umfasst die Demontage stillgesetzter Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten im Überwachungs- und im Kontrollbereich.

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

Für den Abbau von Komponenten sowohl im Überwachungsbereich als auch im Kontrollbereich kommen grundsätzlich drei verschiedene Varianten in Frage:

Variante 1: Zerlegung der Komponenten in Einbaulage vor Ort (In-situ-Zerlegung).

Variante 2: Ausbau der Komponenten im Ganzen oder von großen Komponententeilen und Bearbeitung am Standort (interne Bearbeitung).

Variante 3: Ausbau der Komponenten im Ganzen oder von großen Komponententeilen und Bearbeitung in externen Einrichtungen (externe Bearbeitung).

Die Auswahl der bevorzugten Variante erfolgt im Wesentlichen anhand folgender Kriterien:

- technische Machbarkeit,
- radiologische Gesichtspunkte (siehe Kapitel 6.4),
- Abfallminimierung,
- verfügbare Arbeitskapazitäten intern sowie extern und
- wirtschaftliche Gesichtspunkte.

#### **4.1.1 Stillsetzung von Anlagenteilen**

Voraussetzung für den Abbau von Systemen, Systemteilen oder Komponenten ist die Stillsetzung der betroffenen Anlagenteile. Die zum jeweiligen Zeitpunkt in Abhängigkeit des Anlagenzustandes (siehe Kapitel 0.3.2) nicht mehr benötigten Anlagenteile können stillgesetzt werden.

Besteht am stillzusetzenden Anlagenteil eine Verbindung zu einem Restbetriebsystem, wird die vollständige und rückwirkungsfreie Trennung des stillzusetzenden Anlagenteils durchgeführt. Die Systemtrennung ist ein Änderungsverfahren und wird nach den geltenden Regeln des RBHB durchgeführt.

Das Anlagenteil ist nach der Stillsetzung:

- entleert und drucklos (von weiterbetriebenen Systemteilen mechanisch getrennt und verfahrenstechnisch rückwirkungsfrei),
- strom- und spannungslos (alle elektrischen Verbindungen rückwirkungsfrei aufgetrennt)

und kann abgebaut werden.

Die Stillsetzung besteht aus zwei Elementen (siehe Abbildung 10):

- der formalen Außerbetriebnahme und danach
- der technischen (endgültigen) Stillsetzung.

Die formale Außerbetriebnahme eines nicht mehr benötigten Systems, Teilsystems oder einer Komponente erfolgt gemäß den im RBHB beschriebenen Regelungen.

Danach erfolgt die endgültige technische Stillsetzung vor Ort in der Anlage. Bei der endgültigen technischen Stillsetzung wird das stillzusetzende System, Systemteil oder Komponente physikalisch von den anschließenden Systemen getrennt und in einen Zustand versetzt, der ein gefahrloses Abbauen ermöglicht.

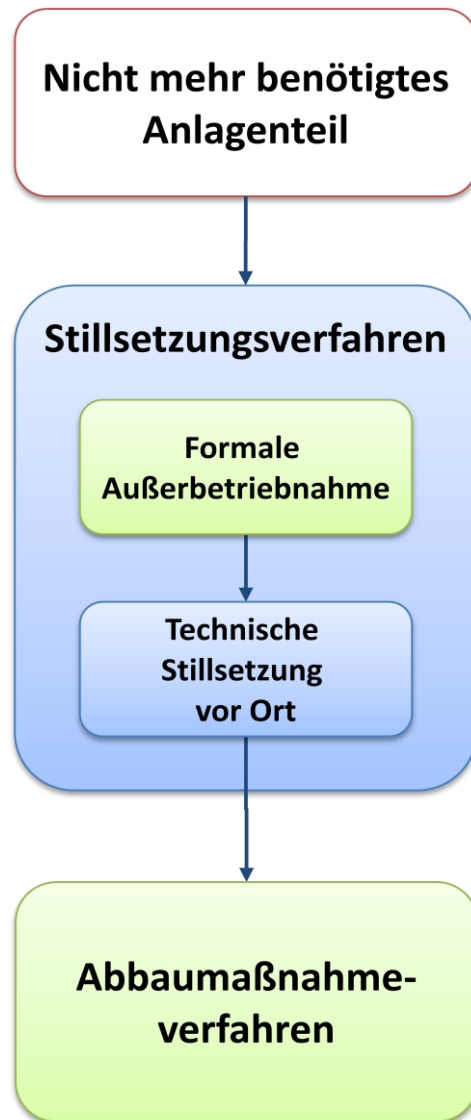


Abbildung 10: Stillsetzen von Anlagenteilen

#### 4.1.2 Das Abbaumaßnahmeverfahren

Das Abbaumaßnahmeverfahren regelt die Vorgehensweise beim Abbau von Anlagenteilen im Kontroll- und Überwachungsbereich. Für die Planung und Festlegung der Vorgehensweise und der zu treffenden Schutzvorkehrungen werden die Angaben zur Dosisleistung und Kontamination im Bereich der abzubauenen Anlagenteile aus der radiologischen Charakterisierung herangezogen und falls erforderlich zusätzliche Messungen und Beprobungen durchgeführt.

Zu jeder Abbaumaßnahme wird eine übergeordnete Beschreibung erstellt. Diese enthält Angaben zu den vorgesehenen Demontagepaketen und zusammenfassende Beschreibungen zur Abwicklung der Demontagepakete. Es werden die vorgesehenen Bearbeitungsschritte und Bearbeitungsverfahren, der Anfall von radioaktiven Reststoffen und Abfällen und die voraussichtliche zu erwartende Strahlenexposition beschrieben.

Die übergeordnete Beschreibung enthält die jeweils erforderlichen Informationen zur abbaubegleitenden Kontrolle durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde.

Durch die Planungen der Abbaumaßnahmen innerhalb der einzelnen Abbauphasen wird sichergestellt, dass

- die einzelnen Abbaumaßnahmen gegenüber dem Restbetrieb und insbesondere gegenüber der Lagerung des bestrahlten Kernbrennstoffs und dessen Handhabung rückwirkungsfrei erfolgen,
- einzelne Abbaumaßnahmen weitere Maßnahmen nicht erschweren und/oder verhindern,
- die Anforderungen des Strahlenschutzes, des Brandschutzes und der Arbeitssicherheit eingehalten werden und
- die räumlichen Gegebenheiten berücksichtigt werden.

Diese Vorgehensweise beim Abbau ist im RBHB geregelt.

## **4.2 Abbauphasen, Abbauumfang**

Für den Abbau des KWB-A sind mindestens zwei atomrechtliche Genehmigungsschritte (Abbauphasen) vorgesehen. Nach Erteilung der erforderlichen Genehmigungen werden die einzelnen Abbauphasen überlappend bearbeitet. Die Abbauphase 1 stellt eine umhüllende Abbauphase dar. Sie kann frühestens enden, nachdem die weiteren atomrechtlichen Abbauphasen abgeschlossen sind. Der Ablauf ist übergeordnet in Abbildung 11 dargestellt.

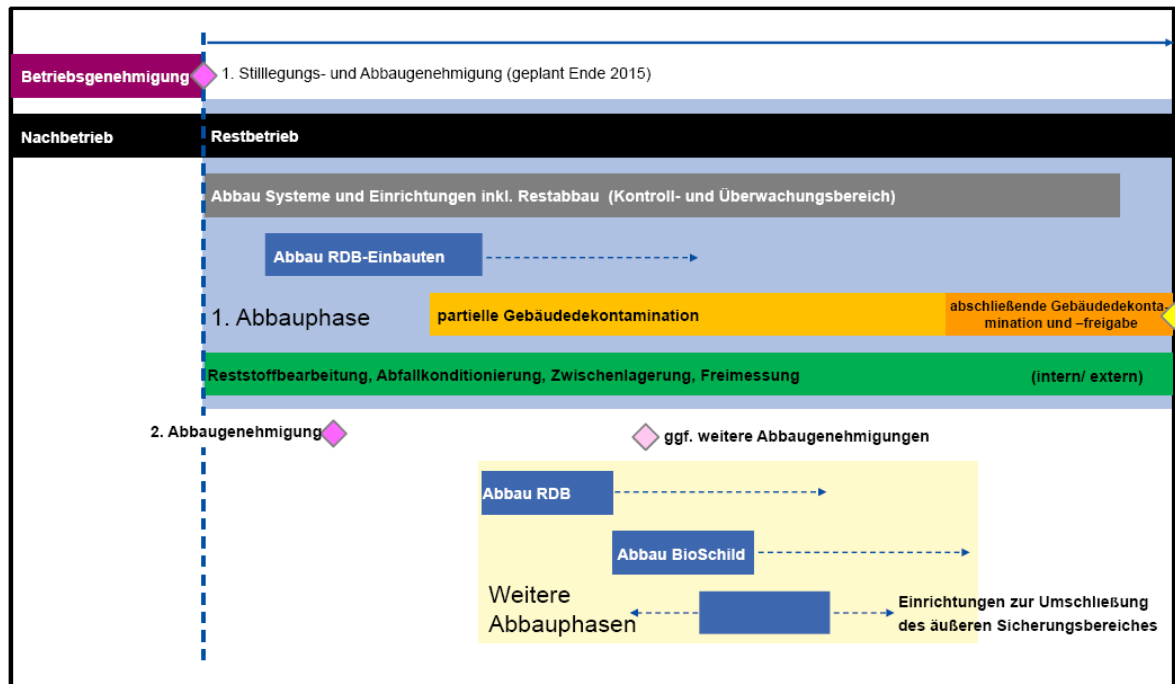


Abbildung 11: Übergeordneter Abbauplan  
 ◆ Erteilung Genehmigung      ◆ Entlassung aus dem Regelungsbereich des AtG

Jede der Abbauphasen stellt ein Teilprojekt dar, das sich wiederum in einzelne Abbaumaßnahmen untergliedert.

Die Unterlagen zu den einzelnen Abbaumaßnahmen werden über das so genannte Abbaumaßnahmeverfahren bei der Aufsichtsbehörde vorgelegt. Die grundsätzliche Vorgehensweise hierzu wird im Genehmigungsverfahren festgelegt.

Diese Vorgehensweise eröffnet die Möglichkeit eines effektiven, aber gleichzeitig durch Aufteilung in Abbaumaßnahmen rückwirkungsfreien Abbaus:

- Damit können alle Tätigkeiten von Vorbereitungsarbeiten, Abbau, Restfreiräumen, Dekontamination bis zur Herstellung eines freimessfähigen Raumes in einem Schritt durchgeführt werden.
- Paralleles Arbeiten ist möglich, sofern keine gegenseitige Behinderung besteht. Zum Beispiel könnte im Ringraum bereits eine Gebäudedekontamination durchgeführt werden, während im Reaktorgebäude noch der RDB zerlegt wird.

Der Ablauf einer Abbaumaßnahme wird im Rahmen der Ausführungsplanung ggf. in mehrere Demontagepakete untergliedert und festgelegt.

Die Strukturierung des Abbaus ist in Abbildung 12 dargestellt.

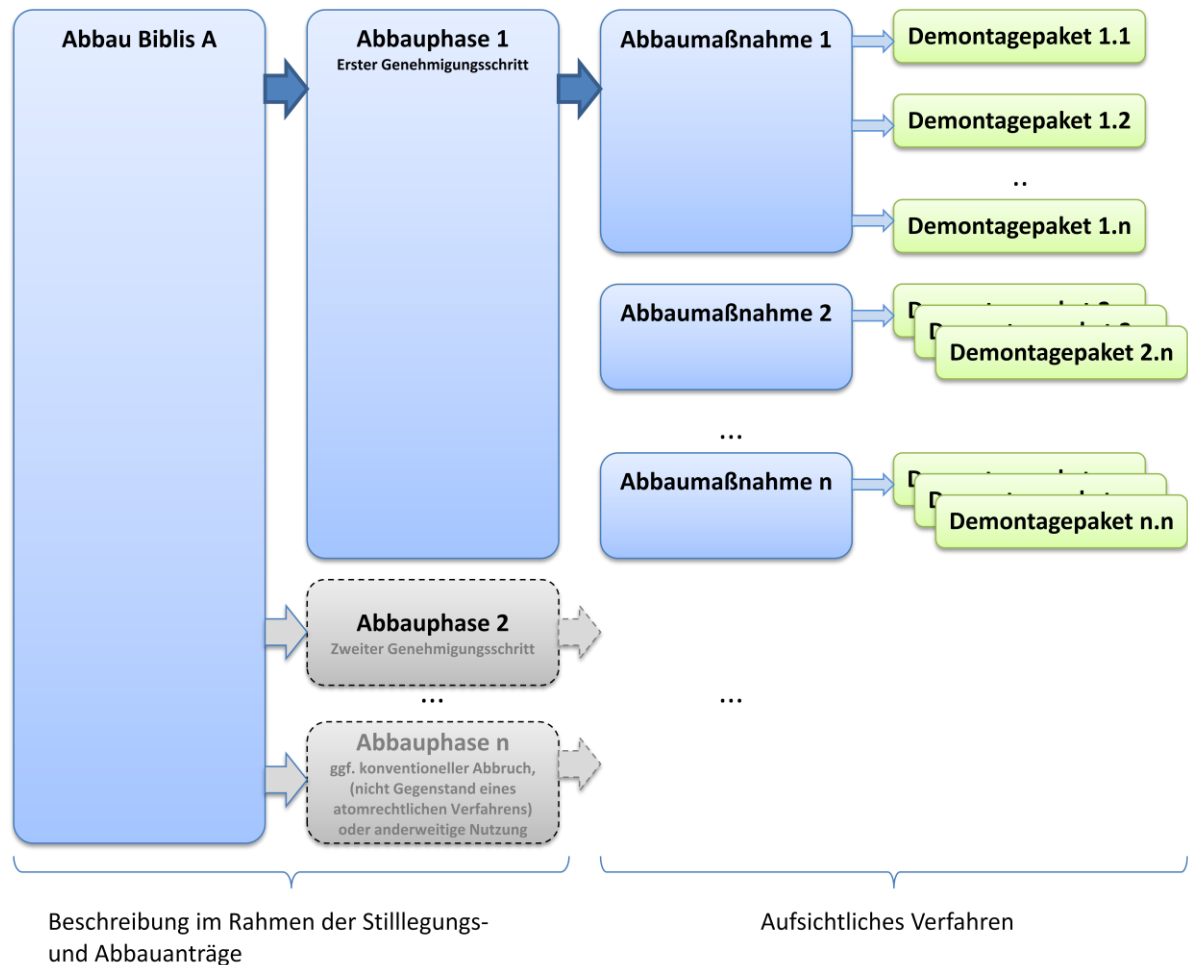


Abbildung 12: Abbauphasen, Abbaumaßnahmen und Demontagepakete

### 4.3 Infrastruktur für den Abbau

Im Folgenden werden die für den Abbau des KWB-A erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen beschrieben. Es kommen vornehmlich Zerlege- und Demontagetechniken zum Einsatz, die auf eine transport- oder verpackungsgerechte Zerlegung der Anlagenteile abzielen.

#### **4.3.1 Bautechnische Maßnahmen**

Während des Restbetriebs des KWB-A sind Änderungen an der Gebäudestruktur erforderlich. So kann es z. B. erforderlich sein, für die Einrichtung von Räumen zur abbaubedingten Nutzung oder zur Verbesserung von Transportwegen einzelne Störkanten, Wände usw. zu entfernen, um z. B. auch unzerlegte Großkomponenten aus dem Kontrollbereich ausschleusen zu können. Außerdem sind z. B. Hilfseinrichtungen für die Demontage an den vorhandenen Gebäudestrukturen zu befestigen. Diese Änderungen erfolgen unter Beachtung der entsprechenden Bauvorschriften.

#### **4.3.2 Bereitstellungsflächen und Transportwege**

Auf bestehenden Flächen des Kraftwerksgeländes und nach der Demontage von Anlagen, Anlagenteilen, Systemen und Komponenten auch in Gebäuden des Kontroll- und Überwachungsbereichs werden insbesondere Bereitstellungsflächen für:

- radioaktive Reststoffe und Abfälle zur internen und externen Bearbeitung,
- radioaktive Reststoffe und Abfälle nach externer Bearbeitung,
- radioaktive Abfälle für den Transport zur Zwischen- und Endlagerung,
- freigegebene Reststoffe,
- Anlagenteile zur Weitergabe an Dritte und
- konventionelle Abfälle

entsprechend den Anforderungen eingerichtet und genutzt. Die Anforderungen der StrlSchV [11] für den Überwachungsbereich werden eingehalten. Ggf. werden temporäre Kontrollbereiche eingerichtet.

Für die zum Transport auf öffentlichen Straßen vorgesehenen, bereitgestellten radioaktiven Reststoffe und radioaktiven Abfälle werden die geltenden Anforderungen der GGVSEB [13] eingehalten.

Für den Transport von Anlagenteilen, von Abfallgebinden, von radioaktiven Abfällen und radioaktiven Reststoffen innerhalb der Gebäude des KWB-A werden die vorhandenen Transportwege genutzt bzw. angepasst. Die Transporte auf dem Kraft-



werksgelände erfolgen auf den vorhandenen Transportwegen und auf befestigten Flächen.

#### **4.3.3 Zerlegeeinrichtungen**

Die abgebauten Anlagenteile werden, soweit kein Abtransport im Ganzen vorgesehen ist, vor Ort in Transportgröße zerlegt, vorsortiert und danach ggf. in Zerlegeeinrichtungen in der Anlage für die weitere Bearbeitung vorbereitet.

Die Nachzerlegebereiche werden entsprechend den baulichen Gegebenheiten in vorrangig leergeräumten Räumen des Kontrollbereichs eingerichtet und mit Zerlegewerkzeugen ausgestattet. Die Räume sind in die vorhandene Abluftanlage eingebunden und es werden ggf. zusätzlich mobile Filteranlagen eingesetzt. Die entsprechenden Strahlenschutz-, Arbeitssicherheits- und Brandschutzmaßnahmen werden getroffen. Eine weitere Möglichkeit ist die Aufstellung mobiler Zerlegeboxen.

#### **4.3.4 Dekontaminationseinrichtungen**

Die mobilen Dekontaminationseinrichtungen, wie z. B. Hochdruckreiniger, Sandstrahleinrichtungen oder Dekontambäder, werden entsprechend den baulichen Gegebenheiten in vorrangig leergeräumten Raumbereichen innerhalb des Kontrollbereichs angeordnet. Die Räume sind in die vorhandene Abluftanlage eingebunden und es werden ggf. zusätzlich mobile Filteranlagen eingesetzt. Die entsprechenden Strahlenschutz-, Arbeitssicherheits- und Brandschutzmaßnahmen werden getroffen. Eine weitere Möglichkeit ist die Aufstellung mobiler Dekontaminationsboxen.

#### **4.3.5 Bearbeitungs- und Behandlungseinrichtungen**

Für die Bearbeitung und die Behandlung der bei Betrieb, Restbetrieb und beim Abbau bereits angefallenen bzw. noch anfallenden radioaktiven Reststoffe und radio-

aktiven Abfälle sind sowohl Einrichtungen am Standort (interne Bearbeitung) als auch externe Einrichtungen (externe Bearbeitung) vorgesehen.

Die interne Bearbeitung von radioaktiven Reststoffen bzw. Behandlung von radioaktiven Abfällen soll ebenfalls in den vorhandenen Kontrollbereichen des Kraftwerks Biblis erfolgen. Hierzu werden zu Beginn des Abbaus oder der Abbaumaßnahme (z. B. der Zerlegung der Einbauten des Reaktordruckbehälters) geeignete Raumbereiche entkernt, bautechnisch angepasst und die entsprechenden Hilfseinrichtungen und sonstige Infrastruktur (z. B. zusätzliche Lüftung, Wasserreinigung) sowie Zerlege-, Bearbeitungs-, Behandlungs- und Konditionierungseinrichtungen installiert.

Für die externe Bearbeitung von radioaktiven Reststoffen bzw. Behandlung von radioaktiven Abfällen, z. B. durch Verbrennen und Schmelzen, sind Einrichtungen im In- und Ausland vorhanden, die über die entsprechenden Genehmigungen verfügen.

#### **4.3.6 Freimesseinrichtungen**

Bevor die beim Abbau angefallenen radioaktiven Reststoffe als nicht radioaktive Reststoffe verwendet, verwertet, beseitigt oder an Dritte weitergegeben werden können, werden sie dem Freigabeverfahren nach § 29 StrlSchV [11] unterzogen. Für die hierfür notwendigen Freimesseinrichtungen werden geeignete Bereiche eingerichtet. Sofern es das Messgut bzw. die Umgebungsbedingungen zulassen, ist auch eine In-situ-Messung möglich.

#### **4.4 Verfahren und Geräte für den Abbau**

Für den Abbau von Anlagenteilen sowie die Zerlegung und Dekontamination abgebauter Anlagenteile stehen eine Vielzahl erprobter Verfahren zur Verfügung. Für die jeweiligen Aufgaben werden anforderungsgerecht Verfahren ausgewählt. Als Auswahlkriterien werden insbesondere berücksichtigt:

- Strahlenexposition des Personals,
- bauliche und technische Vorrichtungen zum Schutz des Personal,
- Geometrie und Materialart der zu zerlegenden oder zu bearbeitenden Anlagenteile,
- Freisetzung von Aktivität,
- Anfall von Sekundärabfall,
- Robustheit, Rüstzeiten sowie Zerlege- und Bearbeitungsgeschwindigkeit,
- Wirtschaftlichkeit.

Folgende Verfahren sind für den Abbau vorgesehen:

- mechanische Zerlegeverfahren,
- thermische Zerlegeverfahren,
- mechanische Dekontaminationsverfahren,
- chemische Dekontaminationsverfahren,
- sonstige Dekontaminationsverfahren.

#### **4.4.1 Mechanische Zerlegeverfahren**

Mechanische Zerlegeverfahren beruhen auf dem mechanischen Abtrag des zu zerlegenden Materials. Die beim Trennen entstehenden Partikel (Späne, Stäube) sind leicht durch Filter abzuscheiden. Mechanische Zerlegeverfahren werden insbesondere beim Trennen und Zerlegen von mineralischen Strukturen, Metallen und Kunststoffen eingesetzt.

Mechanische Zerlegeverfahren haben geringe Restriktionen in der Schnittdicke, erlauben jedoch geringere Schneidgeschwindigkeiten im Vergleich zu thermischen Trennverfahren.

Zu den bereits beim Abbau kerntechnischer Anlagen mehrfach eingesetzten mechanischen Verfahren zählen u. a.:

- Sägen,
- Fräsen,
- Bohren,

- Scheren,
- Schreddern,
- Schleifen,
- Wasserstrahlschneiden mit und ohne Abrasivstoffe,
- Abkreisen,
- Meißeln.

#### **4.4.2 Thermische Zerlegeverfahren**

Beim thermischen Zerlegen wird das zu zerlegende Material aufgeschmolzen. Thermische Zerlegeverfahren zeichnen sich im Vergleich zu mechanischen Verfahren durch hohe Schneidgeschwindigkeiten, geringere Rückstellkräfte und universelle Anwendbarkeit auch bei geringem Raumangebot aus.

Andererseits führen sie zum Teil zu höherer Aerosolentwicklung und erfordern deshalb ggf. umfangreichere Maßnahmen des Strahlenschutzes, wie z. B. Absaugung mit Filtration am Arbeitsort, um mögliche Auswirkungen auf Personal und Umwelt zu minimieren.

Zu den bereits beim Abbau kerntechnischer Anlagen mehrfach eingesetzten thermischen Verfahren zählen u. a.:

- Autogenes Brennschneiden,
- Plasmaschneiden,
- Kontakt-Lichtbogen-Metall-Schneiden (CAMC),
- Sonderverfahren wie z. B. Funkenerosion.

#### **4.4.3 Dekontaminationsverfahren**

Im Allgemeinen ist eine Dekontamination (Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination) eine notwendige Voraussetzung oder eine Erleichterung für anschließende Verfahrensschritte.

So kann durch eine Dekontamination die Strahlenexposition des Personals beim Abbau von Anlagenteilen verringert werden oder sie ermöglicht die Einhaltung bestimmter Grenzwerte bei der Behandlung von radioaktiven Reststoffen, die dann zu einer günstigeren Klassifizierung des radioaktiven Abfalls führen kann.

Dekontaminationstechniken werden grundlegend in mechanische und chemische Verfahren unterteilt. Daneben gibt es einige sonstige Verfahren, die sich in diese Unterteilung nicht einordnen lassen.

#### **4.4.3.1 Mechanische Dekontaminationsverfahren**

Bei der mechanischen Dekontamination erfolgt die Reinigungswirkung durch eine direkte Bearbeitung der kontaminierten Oberfläche mit geeigneten Werkzeugen. Mechanische Dekontaminationsverfahren setzen eine gute Zugänglichkeit des kontaminierten Bereiches voraus. Je nach Verfahren sind geringe Materialabträge (Wischen, Bürsten) bis zu hohen Materialabträgen (Strahlverfahren, Fräsen) erzielbar. Folgende Techniken werden vorzugsweise zum Einsatz gebracht:

- Wischen,
- Bürsten,
- Saugen,
- Hochdruckreinigung mittels Wasser oder Dampf,
- Strahlverfahren mittels geeigneter Abrasivstoffe,
- Schaben, Schmirgeln, Raspeln, Fräsen.

#### **4.4.3.2 Chemische Dekontaminationsverfahren**

Bei der chemischen Dekontamination werden die anhaftenden Verunreinigungen mittels geeigneter Chemikalien gelöst und damit abgetragen. Die chemische Dekontamination kann für Anlagenteile oder geschlossene Systeme, ggf. mit Hinterschneidungen, eingesetzt werden. In großtechnischer Anwendung in Form von Tauchbädern sind damit auch Bereiche von Anlagenteilen einfach zu dekonta-

minieren, die für mechanische Verfahren nicht ohne weiteres zugänglich sind (z. B. Innenoberflächen von Rohren).

Es können u. a. folgende Mittel angewandt werden, die durch eine chemische Reaktion eine Dekontamination bewirken.

- Lösungsmittel,
- Säuren und Laugen,
- Komplexbildner.

#### **4.4.3.3 Sonstige Dekontaminationsverfahren**

Neben den mechanischen und chemischen Dekontaminationsverfahren können u. a. folgende Verfahren angewendet werden:

- Elektropolieren,
- Ultraschall,
- Schmelzdekongamination von Eisen und Nichteisenmetallen,
- Entfernen von Kabelisolierung mittels Schäl- oder Granuliereinrichtung.

#### **4.5 Beschreibung des Abbaus des KWB-A**

Voraussetzung für den Abbau von Systemen und Anlagenteilen ist, dass sie für den Restbetrieb nicht mehr benötigt werden und dass sie stillgesetzt und ggf. von den noch in Betrieb befindlichen Teilen des Systems getrennt sind. Für den Abbau ist ferner Voraussetzung, dass die benötigten Hilfseinrichtungen und sonstige Infrastruktur errichtet, Störkanten beseitigt, Abisolierungen vorgenommen sowie erforderlichenfalls Dekontaminationsmaßnahmen durchgeführt sind. Der Ablauf der Abbaumaßnahmen wird im Rahmen der Ausführungsplanung festgelegt.

Durch die Ausführungsplanung der einzelnen Abbaumaßnahmen wird sichergestellt, dass

- einzelne Abbaumaßnahmen sich nicht gegenseitig behindern bzw. erschweren,
- die Strahlenexposition des Personals und die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Anlagatmosphäre so gering wie möglich gehalten wird,

- der Anfall von Sekundärabfall, radioaktiven Reststoffen und Abfällen sowie konventioneller Abfälle reduziert wird und
- der Stand der Technik beim Abbau kerntechnischer Anlagen berücksichtigt wird.

Die Unterlagen zu den einzelnen Abbaumaßnahmen werden über das so genannte Abbaumaßnahmeverfahren bei der Aufsichtsbehörde vorgelegt. Die wesentlichen Informationen zu einer Abbaumaßnahme sind:

- Beschreibung des Abbauumfangs, z. B. Komponente, Raum oder Raumbereiche,
- Beschreibung der Ausführung mit den vorgesehenen Zerlege-, Bearbeitungs- und Behandlungsverfahren,
- Beschreibung der Strahlenschutz-, Brandschutz- und Arbeitssicherheitsmaßnahmen,
- Beschreibung ggf. neuer Einrichtungen und Komponenten für die jeweilige Abbaumaßnahme,
- Festlegung der angestrebten Entsorgungswege der anfallenden radioaktiven Reststoffe,
- Verfahrensschemata,
- Gebäudepläne.

#### **4.5.1 Maßnahmen in der ersten Abbauphase**

Der Abbau soll grundsätzlich raumweise durchgeführt werden. Dabei werden alle im Umfang des Stilllegungs- und 1. Abbauantrags beantragten Systeme, Komponenten und Anlagenteile (siehe Kapitel 0.2.1) nach Möglichkeit nur soweit zerlegt, dass sie einfach transportiert und einer weiteren Bearbeitung oder Behandlung innerhalb oder außerhalb des KWB-A zugeführt werden können. Der Abbau umfasst auch bauliche Strukturen und Anlagenteile. Die Vorgehensweise beim Abbau baulicher Strukturen und Anlagenteile entspricht grundsätzlich der Vorgehensweise wie beim Abbau von Systemen, Komponenten und sonstigen Anlagenteilen.

Die Abbaumaßnahmen in der ersten Abbauphase können mit Ausnahme des Abbaus der RDB-Einbauten überwiegend manuell durchgeführt werden. Dazu werden

die bereits beschriebenen mechanischen oder thermischen Zerlegeverfahren eingesetzt. Für alle Verfahren stehen meist handelsübliche Geräte zur Verfügung. Die Verfahren und Geräte wurden bereits vielfach in anderen Stilllegungsprojekten eingesetzt, so dass hierzu umfangreiche Betriebsbewährung und Erfahrungen vorliegen. Für den Abbau der RDB-Einbauten sind spezielle, fernbedienbare Demontageeinrichtungen erforderlich, deren Eignung vor dem Einsatz im KWB-A geprüft und ggf. nachgewiesen wird.

Zunächst soll vorrangig in den Raumbereichen abgebaut werden, die als Flächen zur Bearbeitung, Nachzerlegung, Aktivitätsmessung, Dekontamination, zur Behandlung und Verpackung von Komponenten und Anlagenteilen oder zur Pufferung vor der weiteren Bearbeitung benötigt werden. Eine genauere Abgrenzung der abzubauenen Raumbereiche wird im Rahmen der Ausführungsplanungen für die Abbaumaßnahmen getroffen.

Die Abbaureihenfolge der für die erste Abbauphase vorgesehenen Systeme, Komponenten und Anlagenteile wird u.a. unter Zuhilfenahme der radiologischen Charakterisierung und ggf. von zusätzlichen Messungen und Beprobungen gewählt. Innerhalb der einzelnen Abbaubereiche (z. B. eines Raumes) wird grundsätzlich von Bereichen geringer Ortsdosisleistung mit nicht/schwach kontaminierten Anlagenteilen zu Bereichen hoher Ortsdosisleistung mit stark kontaminierten Anlagenteilen vorgegangen. Dadurch wird eine mögliche Kontamination der geringfügig kontaminierten Anlagenteile durch die Demontage höher kontaminierter Anlagenteile vermieden. Mit dieser Vorgehensweise können zudem die zu bearbeitenden Reststoffe und damit der anfallende radioaktive Abfall reduziert werden.

Befinden sich im Abbaubereich einzelne Anlagenteile mit punktuell hoher Dosisleistung, werden diese bevorzugt zur Reduzierung der Strahlenexposition des Personals zu Beginn entfernt oder entsprechend abgeschirmt.

Nachfolgend wird auf den Abbau der wichtigsten Großkomponenten und das Rückzugskonzept näher eingegangen.



#### **4.5.1.1      Abbau der Dampferzeuger**

Die vier Dampferzeuger, siehe Abbildung 13, sind Wärmetauscher, die den Primärkühlkreislauf vom Sekundärkühlkreislauf trennen. Die vier Dampferzeuger sind mit jeweils ca. 4060 Heizrohren ausgestattet, die innenwandig kontaminiert sind. Die beiden Primärkammern der Dampferzeuger mit dem Kühlmiteleintrittsstutzen und -austrittsstutzen sind innen ebenfalls kontaminiert. Die Dampferzeuger haben eine Höhe von ca. 19 m, einen Außendurchmesser von ca. 4,8 m und ein Gewicht von ca. 280 Mg.

##### Variante 1: In-situ-Zerlegung

Für die In-situ-Zerlegung werden die Dampferzeuger bei Bedarf zur Reduzierung der Ortsdosisleistung dekontaminiert. Die Dampferzeuger können anschließend von oben nach unten manuell vor Ort abgebaut und im KWB-A weiter zerlegt werden. Dabei ist grundsätzlich folgende Vorgehensweise vorgesehen: Zuerst wird das Dampferzeugeroberteil oberhalb des Rohrbündels entfernt, an einem geeigneten Zerlegeplatz nachzerlegt, soweit erforderlich dekontaminiert und die Teile einer Freigabe nach § 29 StrlSchV [11] zugeführt. Der untere Teil des Dampferzeugers kann vor Ort demontiert werden. Dazu wird der verbliebene Teil des Dampferzeugers eingehaust und der Dampferzeugermantel segmentweise abgetrennt. Die innen kontaminierten Heizrohre werden schrittweise, von oben nach unten manuell demontiert und zur weiteren Bearbeitung aus der Einhausung ausgeschleust. Die Heizrohre werden in geeigneten Behältnissen zu den internen oder externen Bearbeitungs- oder Behandlungseinrichtungen transportiert. Die Segmente des Dampferzeugermantels werden dekontaminiert und einer Freigabe nach § 29 StrlSchV [11] zugeführt. Die Kugelkalotte wird in Einbaulage dekontaminiert, zerlegt und einer Freigabe nach § 29 StrlSchV [11] zugeführt.

##### Variante 2: Interne Bearbeitung

Die vier Dampferzeuger können auch im Ganzen (unzerlegt) oder in wenigen, großen Teilen zur weiteren Bearbeitung am Standort transportiert werden. Die weitere Dekontamination und Zerlegung der Dampferzeuger erfolgt dann in liegender Position mit entsprechenden Hilfseinrichtungen.

Variante 3: Externe Bearbeitung:

Die vier Dampferzeuger können auch im Ganzen oder in wenigen, großen Teilen zur Bearbeitung in externe Einrichtungen verbracht werden. Voraussetzung hierfür ist, dass, ggf. durch eine Dekontamination, die Bedingungen für den Transport gemäß GGVSEB [13] erreicht werden können.

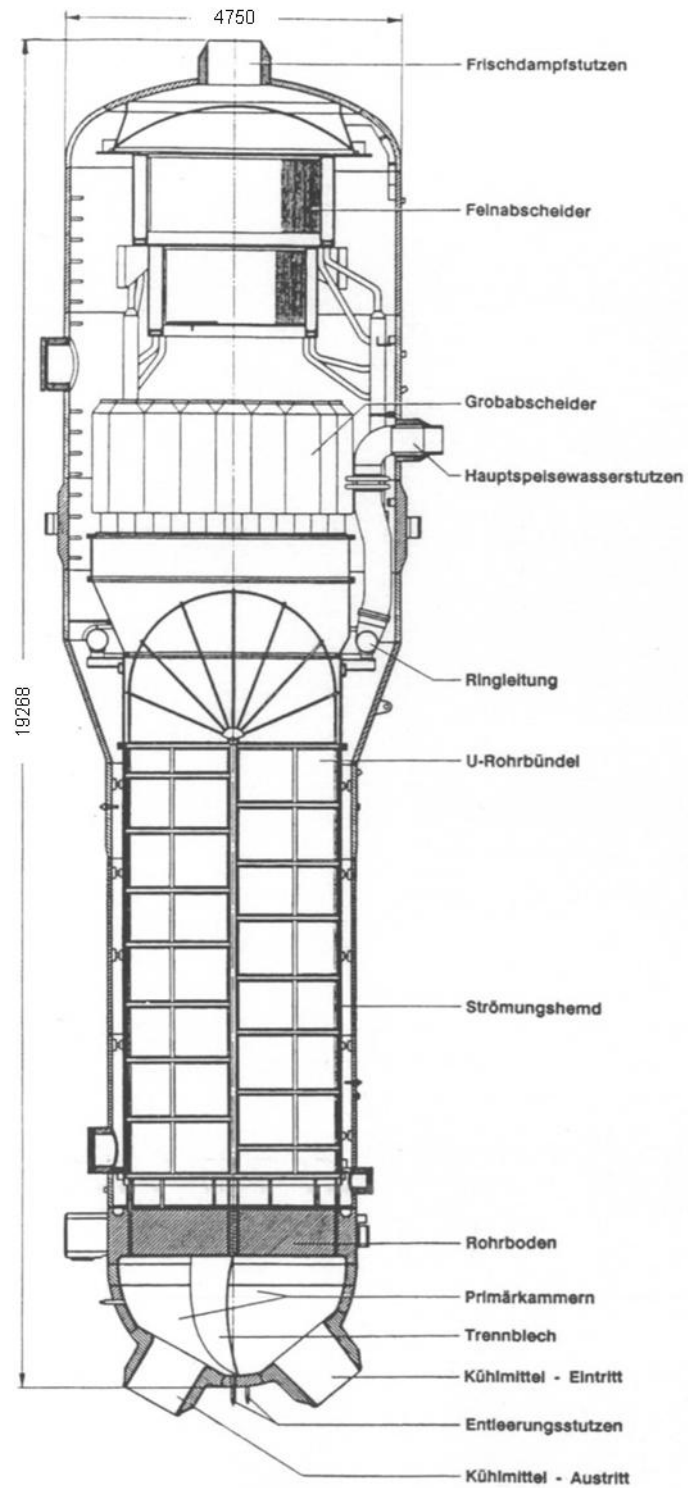


Abbildung 13: Dampferzeuger Block A

#### **4.5.1.2      Abbau der Hauptkühlmittelpumpen**

Die Pumpengehäuse der vier Hauptkühlmittelpumpen (siehe Abbildung 14) sind in die Rohrleitung des Primärkreislaufes eingeschweißt und innenwandig kontaminiert. Die Hauptkühlmittelpumpen haben einen Durchmesser von ca. 2,3 m plus eine Stutzenlänge von ca. 0,7 m, eine Höhe von ca. 6,1 m und ein Gewicht von ca. 50 Mg. Die Maße und das Gewicht berücksichtigen nicht die Elektromotoren, die im Betrieb die Pumpen angetrieben haben. Bei der Beschreibung der Abbauvarianten werden grundsätzlich mögliche Vorgehensweisen beispielhaft beschrieben.

##### Variante 1: In-situ-Zerlegung

Das Oberteil (Motor- und Pumpenlaterne, Welle, Lager, Dichtungsgehäuse, ...) der Hauptkühlmittelpumpen wird gezogen, ggf. dekontaminiert und zu den Zerlegeeinrichtungen im KWB-A transportiert und dort weiter bearbeitet. Die Pumpengehäuse werden aus den Leitungen des Primärkreislaufes herausgetrennt und zerlegt.

##### Variante 2: Interne Bearbeitung

Die Hauptkühlmittelpumpen können auch im Ganzen oder in wenigen großen Teilen zur weiteren Bearbeitung am Standort transportiert werden. Die weitere Dekontamination und Zerlegung der Hauptkühlmittelpumpen erfolgt dann mit entsprechenden Hilfseinrichtungen.

##### Variante 3: Externe Bearbeitung:

Die Hauptkühlmittelpumpen können auch im Ganzen oder in wenigen großen Teilen zur Bearbeitung in externen Einrichtungen abtransportiert werden. Voraussetzung hierfür ist, dass, ggf. durch eine Dekontamination, die Bedingungen für den Transport gemäß GGVSEB [13] erreicht werden können.

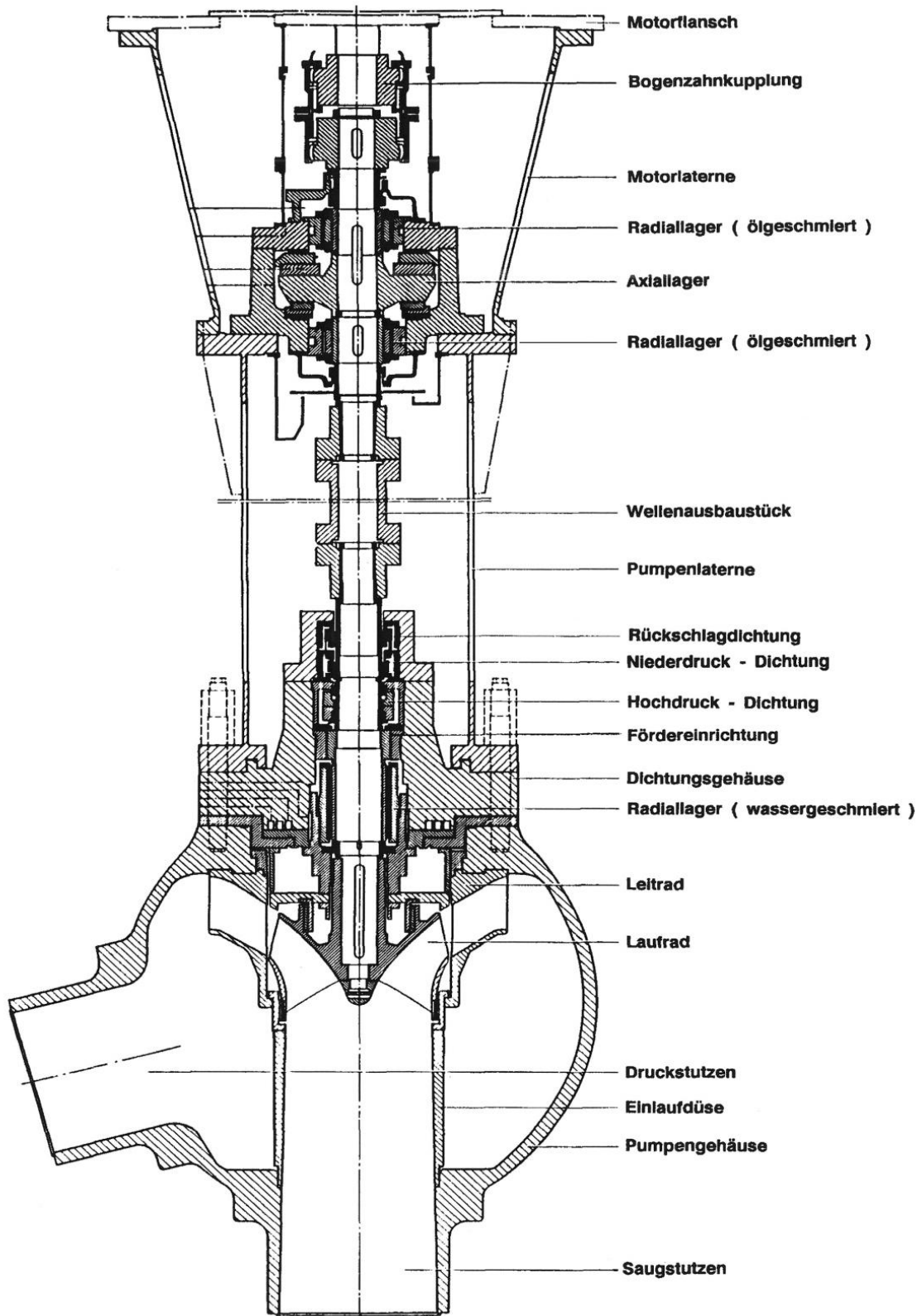


Abbildung 14: Hauptkühlmittelpumpe KWB-A

#### **4.5.1.3      Abbau der Einbauten des Reaktordruckbehälters**

Im Reaktordruckbehälter (RDB) befanden sich während des Leistungsbetriebs die Brennelemente. Der RDB und seine Einbauten wurden durch Neutronenstrahlung aktiviert. Die Oberflächen des RDB und der Einbauten sind kontaminiert. Aufgrund der Dosisleistung ist für die RDB-Einbauten ein fernbedienter Abbau notwendig.

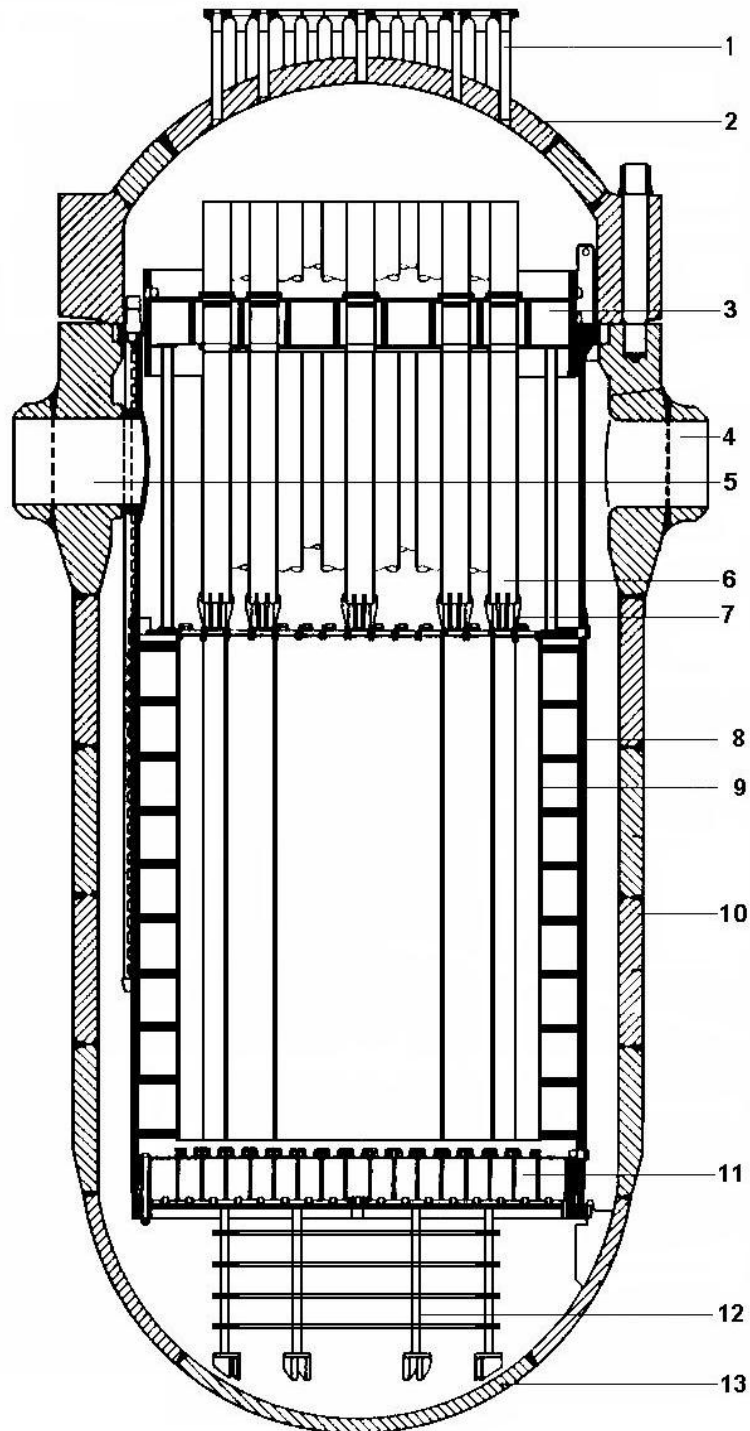
Der RDB besteht aus dem RDB-Unterteil und dem RDB-Deckel, die über eine Flanschverbindung und Schrauben miteinander verbunden sind. Im eingebauten Zustand befindet sich der RDB in der Reaktorgrube innerhalb des Biologischen Schields.

Die RDB-Einbauten mit einem Gesamtgewicht von rund 150 Mg bestehen im Wesentlichen aus dem oberen Kerngerüst (OKG), dem unteren Kerngerüst (UKG) und dem Kernschemel.

Das obere Kerngerüst hat eine Höhe von ca. 4,1 m und ein Gesamtgewicht von ca. 48 Mg. Das OKG besteht im Wesentlichen aus dem oberen Rost, der Gitterplatte und Stützen. Das untere Kerngerüst hat eine Höhe von ca. 8,3 m und ein Gesamtgewicht von ca. 103 Mg. Das UKG besteht im Wesentlichen aus dem unteren Rost, dem Kernbehälter und der Kernumfassung. Der Kernschemel hat ein Gesamtgewicht von ca. 3 Mg.

Das OKG, das UKG und der Kernschemel können mit den vorhandenen Lastaufnahmeeinrichtungen zum Abstellplatz in der Reaktorgrube transportiert werden.

Der RDB mit seinen wesentlichen Einbauten ist in Abbildung 15 dargestellt. Nachfolgend wird der Abbau der RDB-Einbauten beispielhaft beschrieben.



- |                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| 1 Stützen                    | 8 Kernbehälter   |
| 2 RDB-Deckel                 | 9 Kernumfassung  |
| 3 oberer Rost                | 10 RDB-Unterteil |
| 4 Kühlmiteleintrittsstützen  | 11 unterer Rost  |
| 5 Kühlmittelaustrittsstützen | 12 Kernschemel   |
| 6 Stützen                    | 13 Bodenkalotte  |
| 7 Gitterplatte               |                  |

Abbildung 15: Querschnitt durch den RDB mit Einbauten

Nachdem der Deckel vom RDB abgenommen wurde, kann begonnen werden, die Einbauten auszubauen und zu zerlegen. Diese Arbeiten müssen aus Strahlenschutzgründen unter Nutzung einer Abschirmung (z. B. Wasserüberdeckung) fernbedient oder fernhantiert erfolgen. Die Zerlegung der Einbauten erfolgt in mehreren Schritten.

Im ersten Schritt wird das OKG unter Wasser aus dem RDB gehoben, zum vorgesehenen Zerlegeplatz (z. B. der Abstellplatz) transportiert und dort abgesetzt. Dort wird es mit Hilfe eines Manipulators zerlegt. Für die Zerlegung werden mechanische Verfahren, wie z. B. das Wasserstrahlschneiden mit Abrasivstoffen oder thermische Verfahren, wie z. B. das Kontakt-Lichtbogen-Metall-Schneiden eingesetzt. Die abgetrennten Teile werden entweder direkt in Siebkörbe verpackt oder zu einem weiteren Zerlegeplatz transportiert und dort nachzerlegt. Die Siebkörbe werden abgeschirmt in eine Trocknungsanlage eingestellt, getrocknet und in geeignete Abfallbehälter eingestellt. Alternativ ist eine Unterwasserbeladung in entsprechende Abfallbehälter mit anschließender Trocknung möglich.

Im zweiten Schritt wird das UKG mit dem Reaktorgebäudekran aus dem RDB zum Zerlegeplatz transportiert. Die Zerlegung und Verpackung erfolgen analog zum oberen Kerngerüst.

In gleicher Weise wird der Kernschemel ausgebaut, zerlegt und in Abfallbehälter verpackt. Der Kernschemel kann auch im Rahmen des Abbaus des RDB-Unterteils demontiert werden.

Für die fernhantierte Zerlegung unter Wasser wird als Hilfssystem und zusätzliche Infrastruktur u. a. ein Wasserreinigungssystem eingesetzt.

#### **4.5.1.4 Abbau verbliebener Restbetriebssysteme und Hilfseinrichtungen**

Der Abbau der noch verbliebenen, ggf. im Rahmen des Restbetriebs modifizierten Restbetriebssysteme und Hilfseinrichtungen erfolgt, nachdem der Reaktordruckbehälter und der Biologische Schild abgebaut sind und sie für den Restbetrieb bzw.



die Einhaltung der verbliebenen Schutzziele nicht mehr benötigt oder durch Ersatzmaßnahmen entsprechend eines Rückzugskonzepts ersetzt werden.

Die verbliebenen Restbetriebssysteme und Hilfseinrichtungen sind im Wesentlichen:

- Hebezeuge und Aufzüge,
- Abwassersammel- und –aufbereitungssystem,
- Elektrotechnische und leittechnische Einrichtungen,
- Brandschutzeinrichtungen,
- Lüftungstechnische Anlage,
- Hygienetrakt/Kontrollbereichseingang,
- Strahlenschutzeinrichtungen und
- Bearbeitungseinrichtungen.

In Räumen oder Raumbereichen, die für den weiteren Restbetrieb nicht mehr benötigt werden, wird mit der Dekontamination der Gebäudestruktur mit dem Ziel der Freigabe begonnen. Dies geschieht durch die systematische Reinigung bzw. den Abtrag der Oberflächen mit anschließender Messung und dem Nachweis, dass die Voraussetzungen für die Freigabe gemäß § 29 StrlSchV [11] erfüllt sind. Nach Verlassen des Raumes wird der Zugang gegen Wiederbetreten gesichert und der Raum falls erforderlich lufttechnisch abgetrennt. Auf diese Weise wird verhindert, dass Raumbereiche, die bereits die Freigabekriterien erfüllen, eventuell wieder kontaminiert werden.

Für den Rückzug aus dem Kontrollbereich wird rechtzeitig ein dezidiertes Rückzugskonzept erarbeitet. Das Konzept beruht auf folgenden wesentlichen Prinzipien:

- Vorgehensweise in Richtung „Kontrollbereichseingang“. Für KWB-A bedeutet dies zunächst den Rückzug aus dem Sicherheitsbehälter/Reaktorgebäude/Ringraum und anschließend aus dem Reaktorhilfsanlagegebäude (siehe Abbildung 16). Dabei werden die Verkehrs- und die Transportwege an den fortschreitenden Rückzug und die sich dadurch ändernden Randbedingungen angepasst.

- Anpassung der Infrastruktur an die sich reduzierenden Erfordernisse, d. h. sukzessive Verkleinerung von z. B. nicht mehr benötigten Strängen der lüftungstechnischen Anlage.
- Nach der endgültigen Außerbetriebnahme von Restbetriebssystemen werden - soweit erforderlich - temporäre Hilfseinrichtungen betrieben. Beispiele sind die Sicherstellung einer gerichteten Luftströmung und Bilanzierung/Überwachung der Fortluft oder die Einhaltung konventioneller Arbeitsschutzbedingungen.

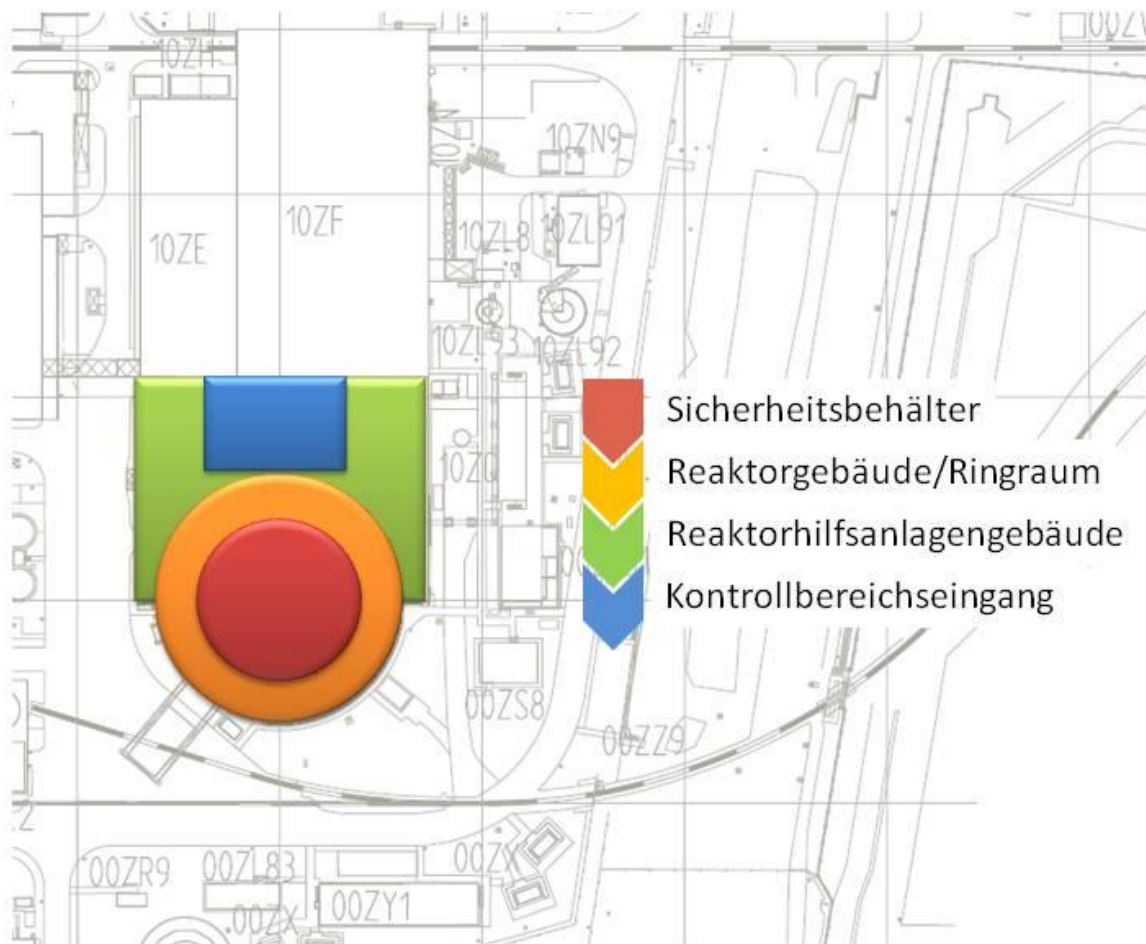


Abbildung 16: Rückzugsprinzip KWB-A

Die lüftungstechnische Anlage mit Fortluftfiltern wird solange wie zweckmäßig betrieben und schließlich durch mobile Filtersysteme ersetzt. Dies wird letztlich notwendig, wenn der Rückzug auch innerhalb des Reaktorhilfsanlagengebäudes in Richtung Kontrollbereichseingang erfolgt.

Folgende Einrichtungen werden bis zum Ende des Abbaus mit abnehmender Verfügbarkeit vorgehalten, diese sind z. B.:

- Kontrollbereichseingang mit Hygienebereich und Kontaminationskontrolle,
- Einrichtungen zur Behandlung und Verpackung von Abfällen, die in diesem Zeitraum noch anfallen,
- Labor- und Messeinrichtungen (ggf. Auslagern von Messeinrichtungen/Labors),
- Wäscherei (ggf. externe Dienstleistung),
- Dosimetrie,
- zugehörige elektrotechnische Einrichtungen und
- Anlagensicherung.

Die Tätigkeiten umfassen alle Maßnahmen, die zur Entlassung des KWB-A aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes und darauf beruhender Rechtsverordnungen erforderlich sind. Dies schließt auch Maßnahmen ein, die zur Entlassung von Bodenflächen des Kraftwerksgeländes notwendig sind.

#### **4.5.2 Maßnahmen in weiteren Abbauphasen**

Die Maßnahmen in weiteren Abbauphasen können erst erfolgen, wenn die entsprechenden Genehmigungen vorliegen. Nachfolgend werden die Maßnahmen in weiteren Abbauphasen beispielhaft beschrieben.

##### **4.5.2.1 Abbau des Reaktordruckbehälters**

###### RDB-Deckel

Der RDB-Deckel hat ein Gesamtgewicht von ca. 130 Mg. Auf dem Deckel sind diverse Stützen (z. B. Stützen der Steuerstabsantriebe, Stützen für die Kerninstrumentierung) angeordnet. Die Höhe des RDB-Deckels beträgt von der Auflagefläche bis zur Oberkante der Steuerstabstützen ca. 2,80 m.

Der RDB-Deckel kann vor Ort zerlegt werden. Der RDB-Deckel wird mit dem Reaktorgebäudekran abgehoben und auf dem Deckelabstellplatz abgesetzt. Nach dem

Vorbereiten des Arbeitsbereichs zur Zerlegung, z. B. durch Einhausung, können sowohl thermische als auch mechanische Trennverfahren eingesetzt werden.

#### RDB-Unterteil

Das RDB-Unterteil hat einen Innendurchmesser von ca. 5 m, eine Wandstärke (zylindrischer Teil) von ca. 240 mm inkl. Plattierung und ein Gewicht von ca. 385 Mg. Die Höhe des RDB-Unterteils beträgt von der Außenkante der Bodenkalotte bis zum Auflageflansch ca. 13,25 m. Das RDB-Unterteil ist aus nahtlosen, miteinander verschweißten Schmiedeteilen gefertigt und mit einer Innenplattierung versehen.

Nachdem die Einbauten aus dem RDB entfernt sind, erfolgt die überwiegend fernbediente oder fernhantierte Zerlegung des RDB-Unterteiles. Im Folgenden wird eine grundsätzlich in Frage kommende Variante im Rahmen der Beschreibung der insgesamt geplanten Maßnahmen exemplarisch beschrieben.

#### Schrittweises Anheben des RDB-Unterteils

Diese Variante sieht eine trockene Zerlegung des RDB-Unterteils vor. Dafür wird das RDB-Unterteil, soweit erforderlich abisoliert, an den Hauptkühlmitteleintritts- und -austrittsstützen freigeschnitten, vom Tragring gelöst und mittels einer Traverse mit Abschirmung angehoben. Anschließend werden in das RDB-Unterteil Aufnahmebohrungen eingebracht, in die die Bolzen der Lastaufnahmeeinrichtung einfahren und das RDB-Unterteil fixieren. Danach wird der aus der Reaktorgrube herausragende Bereich des RDB-Unterteils mit thermischen oder mechanischen Trennverfahren fernbedient zerlegt. Die abgetrennten Teile können direkt vor Ort oder im BE-Becken ggf. nachzerlegt und in die entsprechenden Behältnisse bzw. Abfallbehälter eingestellt werden. Nach der Demontage eines ringförmigen Abschnitts wird das RDB-Unterteil um ein Stück weiter nach oben gehoben, neue Aufnahmelöcher eingebracht, das RDB-Unterteil fixiert und weiter zerlegt. Die RDB-Bodenkalotte wird zum Schluss auf dem Abstellplatz im Reaktorraum abgestellt und dort zerlegt.

Während der Arbeiten wird die Reaktorgrube mit einer Stahlblechabdeckung oder Betonriegeln zur Verhinderung der Kontaminationsausbreitung durch radioaktive Aerosole in den Sicherheitsbehälter und zur Strahlungsabschirmung abgedeckt.

#### **4.5.2.2      Abbau des Biologischen Schildes**

Im Anschluss an die Zerlegung des RDB kann der Biologische Schild abgebaut werden. Der zylinderförmige Biologische Schild umgibt den RDB mit einer Wandstärke von ca. 2,2 m und dient zugleich als Tragkonstruktion für den RDB.

Die Innenwand des Biologischen Schildes ist mit einem Stahlmantel von ca. 10 mm Dicke versehen, der in der Bauzeit als verlorene Schalung diente. Daran anschließend folgen nach einem Luftspalt eine Isolierung von 200 mm Dicke und ein weiterer Stahlmantel (Stahlmantel des Flutbehälters) von 10 mm Dicke (siehe Abbildung 17).

Der hier genannte Stahlmantel des Flutbehälters ist nicht zu verwechseln mit den vierfach redundant vorhandenen Flutbehältern des Not- und Nachkühlsystems.

Der Stahlmantel des Flutbehälters wird beispielsweise mit mechanischen Verfahren in Segmente vorgeschnitten und diese samt der darunter liegenden Isolierung entfernt.

Der Stahlmantel der verlorenen Schalung wird zusammen mit dem Beton des Biologischen Schildes geschnitten und demontiert.

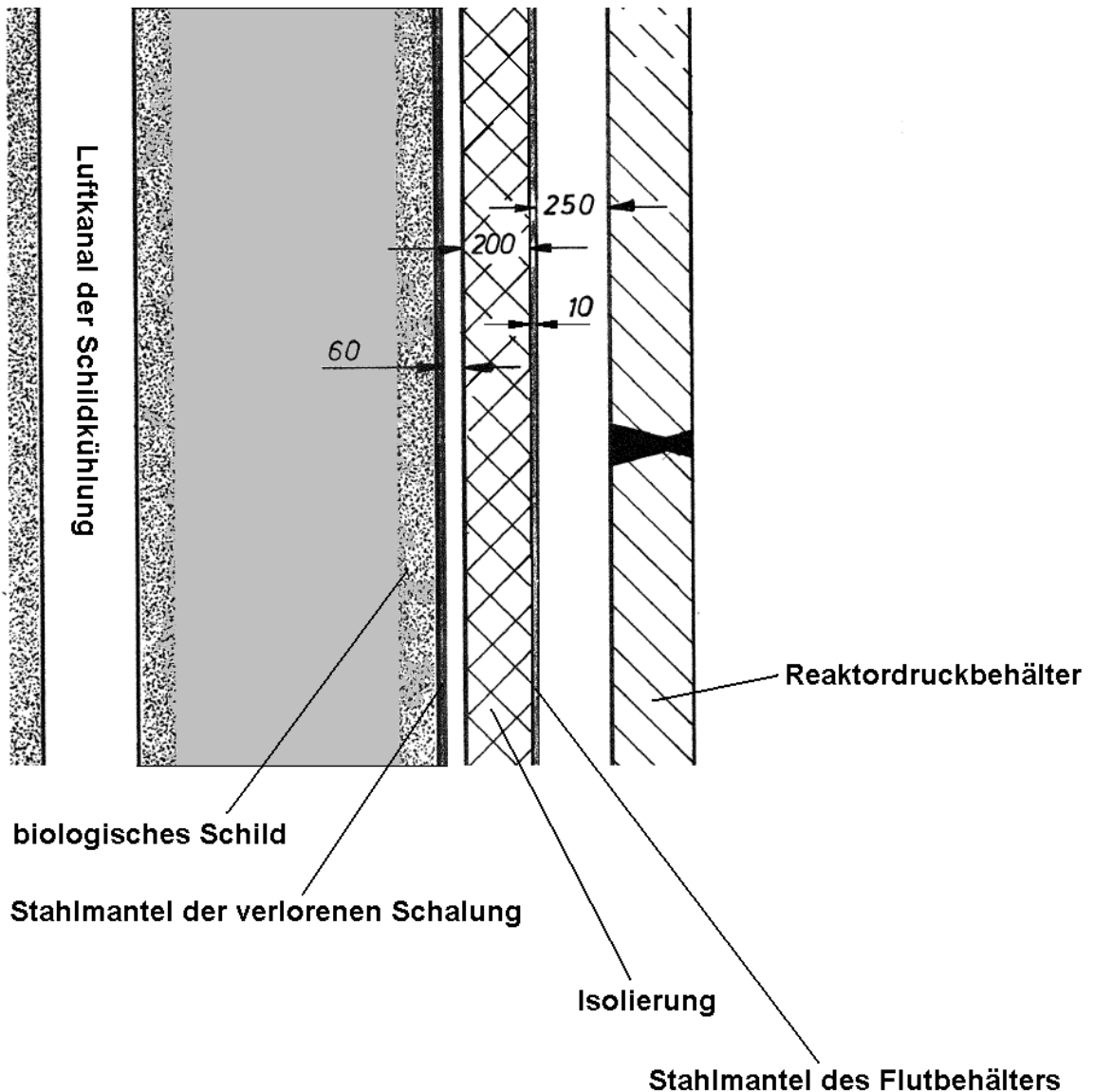


Abbildung 17: Querschnitt durch die Schichten zw. dem Biologischen Schild und dem RDB

Der Beton des Biologischen Schildes inklusive der verlorenen Schalung kann, wie in anderen Abbauprojekten erfolgreich demonstriert, mittels Seilsägen in Einzelsegmente zerlegt werden. Die Seilsäge wird dabei auf dem Biologischen Schild aufgestellt. Das Diamantsägeseil wird von oben durch eine zuvor eingebrachte vertikale Kernbohrung gefädelt, im Fußbereich umgelenkt, durch eine horizontale Bohrung im Beton des Biologischen Schildes geführt, nochmals umgelenkt und an der Innenseite des Biologischen Schildes nach oben in die Seilsäge zurückgeführt. Das Diamantsägeseil umschließt somit den zu trennenden Betonblock des Biologischen Schildes (siehe Abbildung 18).

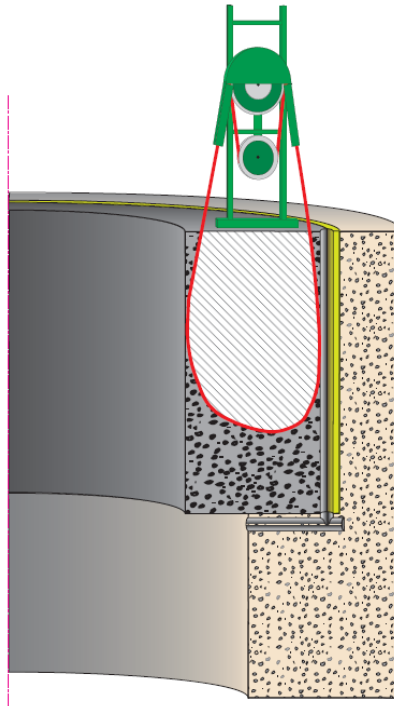


Abbildung 18: Prinzipdarstellung des Seilsägens am Biologischen Schild

Durch den Standort der Seilsäge oberhalb des Biologischen Schildes erfolgt der Sägeschnitt von unten nach oben. Die Entnahme der Teilsegmente erfolgt mit Hilfe des Gebäudekrans. Zum Anschlag haben sich Schwerlastdübel bewährt, die am Kopf eines jeden Segmentes eingesetzt werden.

Die Nachzerlegung der Segmente erfolgt z. B. an einem geeigneten Ort innerhalb des Kontrollbereichs in einer separaten Einhausung oder in externen Einrichtungen. Es besteht dabei die Möglichkeit, den aktivierten Bereich ebenfalls durch Seilsägen abzutrennen oder den freigabefähigen Beton durch Meißeln oder andere Betontrennverfahren zu separieren.

#### **4.5.2.3      Abbau der Einrichtungen zur Umschließung des äußeren Sicherungsbereiches**

Die Einrichtungen zur Umschließung des äußeren Sicherungsbereiches sind nicht kontaminiert und können konventionell abgebaut werden, sobald sie für die Sicherung der am Standort befindlichen Anlagen nicht mehr benötigt werden. Dazu wer-

den die Einrichtungen zur Umschließung des äußeren Sicherungsbereiches vor dem konventionellen Abbau aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen.

#### **4.5.3 Konventioneller Abbruch der Gebäude**

Nach der Entlassung des KWB-A aus dem Regelungsbereich des AtG [2] sind noch die restlichen Strukturen von Gebäuden verblieben. Die verbliebenen Gebäudestrukturen können im Rahmen der Regelungen des konventionellen Baurechts abgebrochen und das Gelände einer weiteren Bestimmung übergeben werden. Gleichfalls ist es möglich die verbliebenen Gebäude einer neuen Nutzung zuzuführen.



## **5 Organisation und Restbetriebsreglement**

### **5.1 Organisation**

#### Betriebsführung

GenehmigungsinhaberIn für das KWB-A ist die RWE Power Aktiengesellschaft, vertreten durch den Vorstand.

Im Vorstand der RWE Power AG werden die atomrechtlichen Pflichten, die der RWE Power AG als GenehmigungsinhaberIn u. a. nach § 7 Abs. 2 Nr. 1 sowie § 7c AtG [2] obliegen, durch das zuständige Vorstandsmitglied wahrgenommen. Es nimmt die Funktion des Strahlenschutzverantwortlichen wahr und ist als verantwortliche Person im Sinne des § 31 StrlSchV [11] für das Kraftwerk benannt. Verantwortliche Person gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 1 AtG [2] ist der Leiter des Kraftwerkes; er wird vom Vorstand benannt.

Verantwortlich für den Restbetrieb und den Abbau des Kraftwerkes Biblis ist die in den Genehmigungen benannte verantwortliche Person, der Leiter des Kraftwerkes.

Für den Beginn der Restbetriebsphase wird die Funktionsgliederung des Nachbarbetriebes übernommen:

- Leiter des Kraftwerkes (LK)
- Betrieb (P)
- Anlagentechnik (A)
- Technische Dienste (D)
- Personalabt. u. administrative Dienste (H)
- Stäbe

Die Aufbau- und Ablauforganisation wird entsprechend den Anforderungen des jeweiligen Stilllegungs- und Abbaufortschrittes angepasst und im Rahmen von aufsichtlichen Verfahren dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zur Zustimmung vorgelegt.

#### Strahlenschutzverantwortliche und -beauftragte

Strahlenschutzverantwortlicher ist die RWE Power AG, vertreten durch den Vorstand.

Das Vorstandsmitglied Ressort P-O nimmt die Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen wahr. Der Strahlenschutzverantwortliche hat den Leiter des Kraftwerks zum Strahlenschutzbevollmächtigten vor Ort bestellt und diesen mit der Wahrnehmung der Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen im Sinne der §§ 15 und 31 bis 33 StrlSchV [11] in seinem Zuständigkeitsbereich betraut. Der Leiter des Kraftwerks nimmt alle für das Kraftwerk relevanten Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen wahr.

Der Strahlenschutzverantwortliche oder der Strahlenschutzbevollmächtigte vor Ort hat den Leiter Technische Dienste (D) mit der Wahrnehmung sämtlicher Strahlenschutzaufgaben im Bereich des Kraftwerkes betraut und ihn zum Strahlenschutzbeauftragten im Sinne §§ 31 bis 33 StrlSchV [11] bestellt.

#### Qualifikation und Fachkunde des verantwortlichen Personals im Sinne der Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal

Das verantwortliche Personal (Leiter des Kraftwerkes, Fach- und Teilbereichsleiter, verantwortliches Schichtpersonal, Ausbildungsleiter, Leiter der Qualitätssicherungsüberwachung, Kerntechnischer Sicherheitsbeauftragter (solange der Anlagenzustand es erfordert)) im Sinne der dafür gültigen Richtlinien für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal verfügt zur Erfüllung seiner Aufgaben über die jeweils notwendige Fachkunde. Zur Erhaltung und Aktualisierung der Fachkunde werden regelmäßige Ausbildungen, unter anderem auf den Gebieten Restbetriebssysteme, Betriebsordnungen, Strahlenschutz, Arbeitssicherheit, Wartung und Instandhaltung vorgenommen. Das im KWB-A tätige Personal verfügt über die notwendigen Kenntnisse für die Durchführung von Arbeiten im Zusammenhang mit dem Abbau und dem Restbetrieb.

## **5.2 Betriebsvorschriften**

Die betrieblichen Regelungen für den Restbetrieb und den Abbau des KWB-A bestehen aus:

- Restbetriebshandbuch (RBHB),
- Prüfhandbuch (PHB),
- Notfallhandbuch (NHB).

Die betrieblichen Regelungen werden bei Bedarf und entsprechend dem jeweiligen Anlagenzustand an die Anforderungen des Restbetriebs angepasst.

### Restbetriebshandbuch (RBHB)

Das Restbetriebshandbuch umfasst die für den Restbetrieb und den Abbau erforderlichen Ordnungen und Anweisungen und wird entsprechend den jeweiligen Anforderungen des Restbetriebs des KWB-A aktualisiert. Es beinhaltet unverändert zu übernehmende Regelungen des heutigen Betriebshandbuchs (BHB), entsprechend anzupassende Regelungen des heutigen BHB sowie erforderliche Neuregelungen, wie z. B. das Abbaumaßnahmeverfahren.

Der Aufbau des Restbetriebshandbuches entspricht dem bisherigen Betriebshandbuch für den Leistungs- und Nachbetrieb und umfasst alle für den Restbetrieb und den Abbau erforderlichen Abschnitte.

### Prüfhandbuch (PHB)

Zur Früherkennung von Mängeln werden die für den Restbetrieb und Abbau benötigten Teile, Komponenten und Systeme in festgelegten Zeitabständen geprüft. Der Rückfluss der Prüfergebnisse dient zum Nachweis, dass der Prüfgegenstand dem Sollzustand entspricht, bzw. um bei etwaigen Befunden die erforderlichen Maßnahmen einzuleiten um den Sollzustand wiederherzustellen.

### Notfallhandbuch (NHB)

Im Notfallhandbuch sind Regelungen getroffen, die ein situationsgerechtes Handeln des Betriebspersonals ermöglichen und Maßnahmen beschreiben, die im Fall aus-

legungsüberschreitender Ereignisse ergriffen werden, um das Ereignis zu beherrschen oder seine Folgen zu begrenzen. Das Notfallhandbuch wird entsprechend dem sich reduzierenden Gefährdungspotential angepasst.

#### Sonstige Regelungen und Anweisungen

Unterhalb der Regelungen in übergreifenden Handbüchern, wie z. B. RBHB, wird ein tiefer gestaffelter Regelungsbedarf in Handbüchern, wie z. B. Organisationshandbuch (OHB), festgeschrieben.

Darüber hinaus besteht ein Qualitäts- / Sicherheitsmanagementsystem als Teil des integrierten Managementsystems, dessen Aufbau- und Ablauforganisation im Integrierten Managementhandbuch (IMH) des Kraftwerks Biblis beschrieben ist.

Diese Regelungen werden ebenfalls bei Bedarf an die Anforderungen des Restbetriebs angepasst.

## **6 Strahlenschutz**

### **6.1 Allgemeines**

Zum Schutz der Bevölkerung, der Umwelt und des Personals vor Schäden durch ionisierende Strahlung beim Restbetrieb und beim Abbau des KWB-A sind Maßnahmen des Strahlenschutzes zu treffen.

Die wesentlichen Aufgaben des Strahlenschutzes sind:

- Festlegung und Überwachung der Strahlenschutzbereiche,
- Strahlenschutzüberwachung einschl. der Abwicklung des Freigabeverfahrens,
- Strahlenschutzplanung einschl. Dosisabschätzung und Reststoffmanagement,
- Festlegung/Kontrolle von Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition,
- Festlegung/Kontrolle von Strahlenschutzmaßnahmen im Abbaumaßnahmeverfahren,
- Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung.

### **6.2 Strahlenschutzbereiche**

Es werden gemäß § 36 StrlSchV [11] folgende Strahlenschutzbereiche unterschieden:

- Überwachungsbereich,
- Kontrollbereiche und
- Sperrbereiche als Teile des Kontrollbereichs.

Die folgende Abbildung 19 zeigt die Strahlenschutzbereiche des Standorts Biblis und deren Lage innerhalb des Kraftwerksgeländes. Die Kontrollbereiche der verschiedenen am Standort vorhandenen Abfalllager sind aufgrund der eigenen Genehmigungen nicht mit aufgeführt.

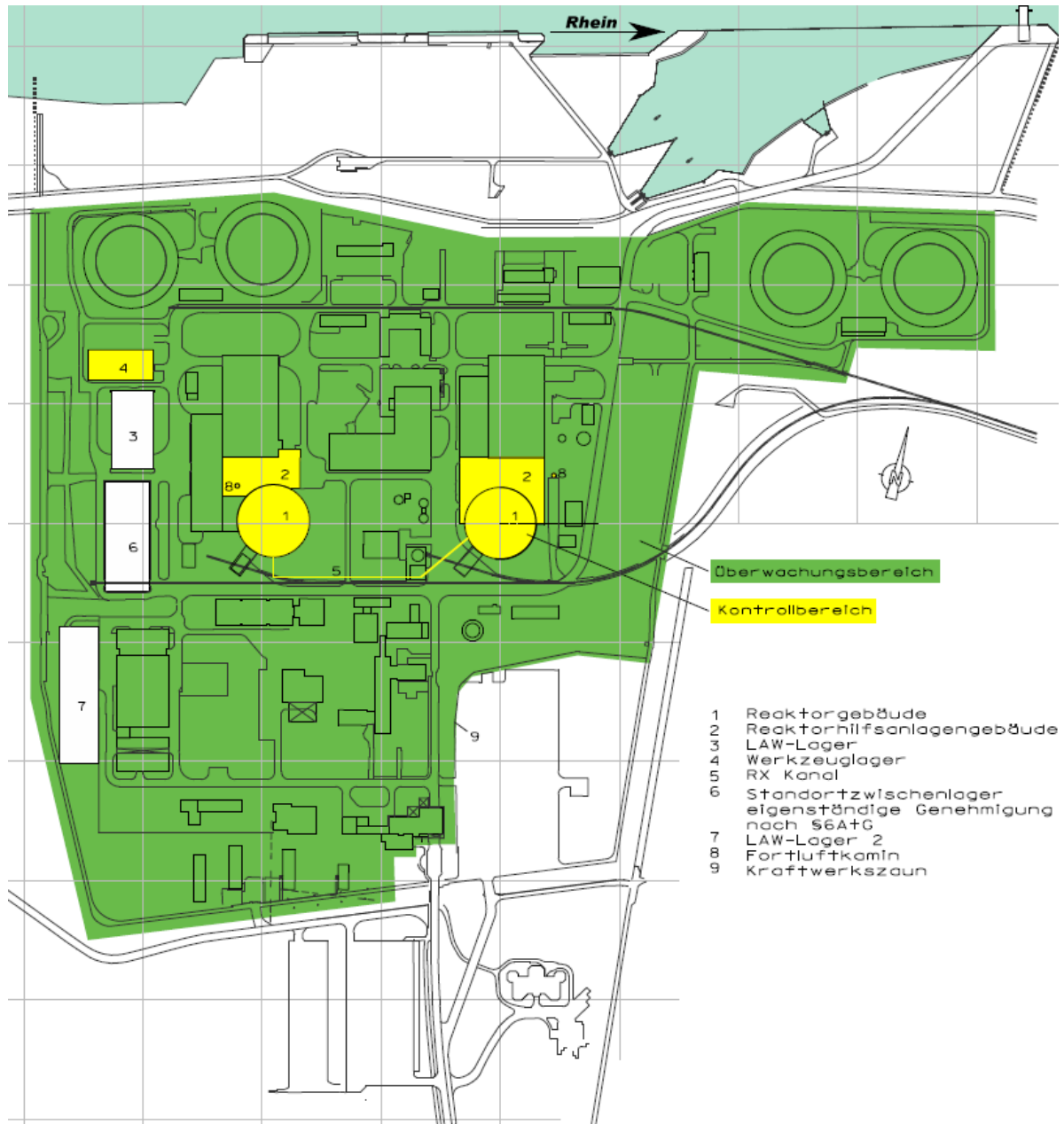


Abbildung 19: Darstellung des Überwachungsbereiches und der Kontrollbereiche des Standort Biblis

### 6.2.1 Überwachungsbereich

Da es sich bei der Anlage Biblis um eine Doppelblock-Anlage handelt, gibt es keinen dem KWB-A separat zugeordneten Überwachungsbereich. Der Überwachungsbereich ist blockgemeinsames Gelände.

Gemäß den Festlegungen von § 36 StrlSchV Absatz 1 Nr. 1 [11] sind Überwachungsbereiche nicht zum Kontrollbereich gehörende betriebliche Bereiche, in denen 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.

Der Überwachungsbereich wird durch den Sicherungszaun begrenzt und umschließt den Kontrollbereich und die innerhalb des Kontrollbereiches ausgewiesenen Sperrbereiche. Der Überwachungsbereich ist in Abbildung 19 grün dargestellt und grenzt auf dem Kraftwerksgelände an die anderen Strahlenschutzbereiche (SZL, LAW-Lager, LAW-Lager 2).

Das Betreten und Verlassen des Überwachungsbereiches erfolgt gemäß den Festlegungen im RBHB.

### **6.2.2 Kontrollbereiche**

Gemäß den Festlegungen von § 36 StrlSchV Absatz 1 Nr. 2 [11] sind Kontrollbereiche Bereiche, in denen 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.

Der dauerhaft eingerichtete Kontrollbereich des KWB-A erstreckt sich im Wesentlichen auf:

- Reaktorgebäude inkl. Ringraum,
- Teile des Reaktorhilfsanlagengebäudes,
- Fortluftkamin und
- Werkzeuglagergebäude.

Alle Zugänge zum dauerhaft eingerichteten Kontrollbereich sind mit dem Strahlenwarnzeichen und dem Zusatz „KONTROLLBEREICH“ gekennzeichnet und bis auf den Kontrollbereichseingang entweder verschlossen oder nur von innen als Fluchtweg benutzbar.

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

Temporäre Kontrollbereiche werden bei Bedarf, wie z. B. für den Ab- oder Rücktransport von radioaktiven Stoffen oder zur Pufferlagerung zur weiteren Bearbeitung in geeigneten Verpackungen innerhalb des Überwachungsbereiches eingerichtet, wenn dies aufgrund der Dosisleistung erforderlich ist. Temporäre Kontrollbereiche werden abgegrenzt und mit den Strahlenwarnzeichen und dem Zusatz „KONTROLLBEREICH“ gekennzeichnet.

Einzelheiten zum Betreten und Verlassen der Kontrollbereiche und zum Einrichten und Aufheben temporärer Kontrollbereiche werden im RBHB beschrieben.

### **6.2.3 Sperrbereiche**

Gemäß den Festlegungen von § 36 StrlSchV Absatz 1 Nr. 3 [11] sind Sperrbereiche Bereiche des Kontrollbereiches, in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h sein kann. Sperrbereiche werden vom Strahlenschutz mit dem Strahlenwarnzeichen und dem Zusatz „SPERRBEREICH - KEIN ZUTRITT“ gekennzeichnet und abgegrenzt. Die Sperrbereiche sind so gekennzeichnet, dass Personen nicht unbeabsichtigt hineingelangen können.

Wenn die Kriterien, welche zur Einrichtung eines Sperrbereiches geführt haben, nicht mehr vorhanden sind, kann in Verantwortung des Strahlenschutzbeauftragten der Sperrbereich wieder aufgehoben werden.

## **6.3 Strahlenschutzüberwachung**

Im Folgenden wird die Strahlenschutzüberwachung des Standorts im Restbetrieb und während des Abbaus erläutert. Im Einzelnen wird auf die folgenden Schwerpunkte eingegangen:



- Überwachung der Strahlenschutzbereiche,
- Arbeitsfreigabeverfahren und Arbeitsplatzüberwachung,
- Personenüberwachung (Direktstrahlung, Kontamination und Inkorporation),
- System- und Kreislaufüberwachung,
- Radiologische Messungen (an radioaktiven Reststoffen und Abfällen) sowie
- Strahlungsmessgeräte.

Die genannten Schwerpunkte zur Strahlenschutzüberwachung passen sich dabei jeweils an den erforderlichen Umfang an.

### **6.3.1 Überwachung der Strahlenschutzbereiche**

Zur Strahlenschutzüberwachung beim Restbetrieb des KWB-A werden die Strahlenschutzbereiche gemäß § 39 StrlSchV [11] messtechnisch überwacht. Hierzu erfolgen insbesondere folgende Strahlenschutzmessungen:

- Kontaminationsmessungen zur Sicherstellung der Einhaltung der Werte für Oberflächenkontamination gemäß § 44 StrlSchV [11] innerhalb des Kontrollbereiches und im Überwachungsbereich.
- Messungen der Ortsdosisleistung im Kontrollbereich sowie der Ortsdosisleistung und der Ortsdosis im Überwachungsbereich zur Sicherstellung der Einhaltung der Werte gemäß § 36 und § 46 StrlSchV [11].
- Messungen der Luftaktivität im Kontrollbereich.
- Es erfolgen Strahlenschutzmessungen an allen Personen beim Verlassen des Kontrollbereiches durch Kontaminationsmessungen zur Sicherstellung der Einhaltung der Werte gemäß § 44 StrlSchV Absatz 2 Nr. 3 [11] für Oberflächenkontamination außerhalb von Strahlenschutzbereichen.
- Im Rahmen des Arbeitsfreigabeverfahrens und der Arbeitsplatzüberwachung erfolgen bei Bedarf Strahlenschutzmessungen zur Planung und Überwachung der Arbeiten gemäß Kapitel 6.3.2.

Festlegungen zu Art und Umfang der messtechnischen Überwachung der Strahlenschutzbereiche erfolgen im Restbetriebshandbuch.

### **6.3.2 Arbeitsfreigabeverfahren und Arbeitsplatzüberwachung**

Individuelle Festlegungen zur Strahlenschutzüberwachung und den personen- und/oder anlagenbezogenen Strahlenschutzmaßnahmen für die Durchführung von Arbeiten erfolgen im Rahmen des Arbeitsfreigabeverfahrens. Das Arbeitsfreigabeverfahren wird im RBHB geregelt.

Im Arbeitsfreigabeverfahren werden:

- die Strahlenschutzüberwachung festgelegt,
- die erforderlichen Strahlenschutzmessungen und ggf. erforderliche Strahlenschutzmaßnahmen festgelegt.

Die Raum- und Arbeitsplatzüberwachung im Kontrollbereich bezieht sich auf die Messung der radioaktiven Aerosole, der Ortsdosisleistung und der Kontamination.

Im Kontrollbereich des KWB-A erfolgt eine Überwachung der radioaktiven Aerosole entsprechend den Anforderungen des Restbetriebs und des Abbaus. Die Raumluftüberwachung wird im Wesentlichen mit stationären und mobilen Aerosolmonitoren oder Probensammlern durchgeführt. Die Aerosolmonitore sind ggf. mit einer örtlichen Signalisierung bei Messwertüberschreitungen ausgerüstet. Bei eventuell erhöhten Messwerten werden für Begehungen und Aufenthalte in den Räumen Schutzmaßnahmen (z. B. Masken, Aufenthaltsbegrenzung) festgelegt oder anderweitige Maßnahmen (z. B. erhöhte Luftwechsel) getroffen.

Die Überwachung bzw. Messung der Ortsdosisleistung am Arbeitsplatz erfolgt im Allgemeinen mit mobilen Dosisleistungsmessgeräten. Zur Warnung vor Überschreitung einer vorgegebenen Dosisleistung am Arbeitsplatz können zusätzlich Warnschwellen aktiviert werden.

Die Kontaminationskontrolle der Arbeitsplätze erfolgt entweder durch Entnahme und Auswertung von Wischtestproben oder durch Kontaminationskontrollen mit mobilen Kontaminationsmonitoren.

### **6.3.3 Personenüberwachung**

Alle Personen, die Kontrollbereiche betreten, werden in die Personenüberwachung einbezogen. Zur Ermittlung der Körperdosis gemäß § 41 StrlSchV [11] erfolgt bei allen tätigen Personen, die den Kontrollbereich betreten, die Messung der Personendosis mit zwei voneinander unabhängigen Verfahren:

- mit einem direkt ablesbaren Dosimeter,
- mit einem Dosimeter, das gemäß § 41 Absatz 3 StrlSchV [11] regelmäßig durch eine behördlich bestimmte Messstelle ausgewertet wird.

Beim Verlassen des Kontrollbereichs werden alle Personen auf Kontamination überprüft.

Ergänzend wird die Körperdosis bei innerer Strahlenexposition ermittelt. Die Einzelheiten zur Inkorporationsüberwachung werden im RBHB bzw. in einer innerbetrieblichen Anweisung geregelt.

Beim Betreten und Verlassen von temporären Kontrollbereichen, bei denen offene radioaktive Stoffe (Oberflächenkontaminationen oder radioaktive Aerosole) ausgeschlossen werden können, sind geringere Anforderungen an die Personenüberwachung zulässig. Dies betrifft z. B. den Entfall der Messung von Personen mit Ganzkörpermonitoren beim Verlassen des temporären Kontrollbereichs.

### **6.3.4 System- und Kreislaufüberwachung**

Die System- und Kreislaufüberwachung hat die Aufgabe, das erste Auftreten radioaktiver Stoffe in Systemen, die als Aktivitätsbarrieren dienen, zu erkennen. Überwacht werden insbesondere die Abwässer aus dem Maschinenhaus, die über die Abgabelleitung in den Rhein abzuleitenden Abwässer sowie die Kühlwässer und die Zwischenkühlkreisläufe.

### **6.3.5 Radiologische Messungen**

Radiologische Messungen erfolgen insbesondere:

- an abzubauenen Anlagenteilen und Systemen sowie an Gebäuden im Rahmen der radiologischen Charakterisierung,
- im Rahmen des Freigabeverfahrens gemäß § 29 StrlSchV [11],
- an radioaktiven Reststoffen und Abfällen
  - bei Abgabe oder Beförderung radioaktiver Reststoffe und Abfälle gemäß § 69 StrlSchV [11],
  - zur Sicherstellung der Festlegungen zur Buchführung und Mitteilung radioaktiver Stoffe gemäß § 70 StrlSchV [11],
  - zur Planung des Anfalls und Verbleibs radioaktiver Abfälle gemäß § 72 StrlSchV [11],
  - zur Erfassung gemäß § 73 StrlSchV [11] und
  - zur Erfüllung der Pflichten bei der Abgabe radioaktiver Stoffe gemäß § 75 StrlSchV [11].

Festlegungen zu Strahlenschutzmessungen an radioaktiven Reststoffen und Abfällen werden im RBHB beschrieben.

### **6.3.6 Strahlungsmessgeräte**

Für die Durchführung von Strahlenschutzmessungen während des Abbaus des KWB-A werden Strahlungsmessgeräte insbesondere für folgende Messzwecke vorgehalten:

- Messung der Personendosis und Messungen im Rahmen der Inkorporationsüberwachung,
- Messung der Ortsdosis und der Ortsdosisleistung,
- Messung der Oberflächenkontamination,
- Messung der Konzentration von an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen in der Luft,
- Messung der spezifischen Aktivität an Gegenständen, Reststoffen und Abfällen,
- Messungen im Rahmen der Emissionsüberwachung.

Die Strahlungsmessgeräte erfüllen die Anforderungen von § 67 StrlSchV [11] und sind in ausreichender Anzahl im KWB-A vorhanden. Sie genügen den Anforderungen des Messzwecks und werden regelmäßig gewartet und auf ihre Funktionstüchtigkeit im Rahmen von wiederkehrenden Prüfungen überprüft.

#### **6.4 Strahlenschutzplanung**

Bei der Planung der Abbauarbeiten werden die Vorgehensweisen bei der Demontage, die Zerlegeverfahren und die erforderliche Bearbeitung bzw. Behandlung der anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle mit dem Ziel der Minimierung der Kollektiv- und Individualdosen und der anfallenden radioaktiven Abfälle unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte festgelegt.

Bezüglich des Strahlenschutzes werden die folgenden Grundsätze berücksichtigt:

- Minimierung der Kollektiv- und Individualdosen durch frühzeitiges Entfernen von Strahlenquellen aus dem Arbeitsbereich, Abschirmen von Strahlenquellen und Minimierung der Aufenthaltszeit in Bereichen mit erhöhter Ortsdosisleistung.
- Verhinderung der Freisetzung/Verschleppung von Kontamination aus Arbeitsbereichen durch die Festlegung anlagenbezogener Strahlenschutzmaßnahmen, wie z. B. Schuhwechselzonen, Zeltbau oder örtliche Absaugung mit mobilen Umluftfilteranlagen.
- Verhinderung von Inkorporationen durch Festlegung von personenbezogenen Strahlenschutzmaßnahmen, wie z. B. Vollmaske und Fremdbelüftung.
- Berücksichtigung von Erfahrungen vorangegangener Arbeiten.

#### **6.5 Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition des Personals**

Die Strahlenexposition der im Restbetrieb und im Abbau tätigen Personen wird unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der Grenzwerte der StrlSchV [11] so gering wie möglich gehalten (§ 6 StrlSchV [11]). Personenkontaminationen werden gemäß StrlSchV [11] durch entsprechende Schutzmaßnahmen vermieden bzw. bei Auftreten unverzüglich beseitigt. Die Zahl der im Kontroll-

bereich bzw. im Bereich erhöhter Dosisleistung tätigen Personen wird ebenfalls so gering wie möglich gehalten. Bereiche erhöhter Dosisleistung in der Anlage werden vor Ort gekennzeichnet. Sperrbereiche werden darüber hinaus so abgesichert, dass Personen nicht unkontrolliert in diese Bereiche eintreten könnten. Der Abbau von Anlagenteilen in diesen Bereichen findet – soweit erforderlich - fernhantiert oder fernbedient statt. Dies trifft insbesondere für den Abbau der Einbauten des RDB zu. Durch die Mitarbeit des Strahlenschutzes bei der Planung und Arbeitsvorbereitung von strahlenschutzrelevanten Vorgängen wird sichergestellt, dass die Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen (§§ 55, 56 StrlSchV [11]) unter Beachtung des Gebotes der Strahlenschutzoptimierung eingehalten werden. Voraussichtlich noch während der Nachbetriebsphase, spätestens jedoch vor Abbau der entsprechenden Anlagenteile, wird als weitere dosisminimierende Maßnahme im KWB-A eine Dekontamination des gesamten Primärkreises sowie von Teilen der an den Primärkreis anschließenden Sicherheits- und Hilfssystemen durchgeführt.

Zur Minimierung der Strahlenexposition werden u. a. folgende Vorkehrungen und Maßnahmen getroffen:

- Dekontamination von Anlagenteilen und/oder Arbeitsbereichen, insbesondere zur Sicherstellung der Einhaltung der Werte für Oberflächenkontamination gemäß § 44 StrlSchV [11] innerhalb des Kontrollbereiches und im Überwachungsbereich,
- Einsatz von Abschirmungen (z. B. Abschirmwände, Bleimatten),
- Einrichtung von Schuhwechsellzonen,
- Auswahl von Zerlege- und Dekontaminationsverfahren mit möglichst geringem Aerosolaustrag,
- Einrichtung von Einhausungen in Verbindung mit mobilen Filteranlagen mit Aerosolfiltern,
- Fernhantierung und
- Fernbedienung.

## **6.6 Strahlungs- und Aktivitätsrückhaltung und -überwachung**

Die Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung des KWB-A gliedert sich in:

- Aktivitätsrückhaltung,
- Überwachung der Aktivitätsableitung (Emissionsüberwachung) und
- Umgebungsüberwachung (Immissionsüberwachung).

### **6.6.1 Aktivitätsrückhaltung**

Bei den Arbeiten zum Abbau des KWB-A werden Vorkehrungen und Maßnahmen getroffen, um eine unkontrollierte Freisetzung radioaktiver Stoffe zu verhindern. Hierzu gehören insbesondere:

- Aufrechterhaltung der Gebäude, in denen sich die Kontrollbereiche befinden, als Barriere gegen Freisetzung und Verschleppung radioaktiver Stoffe.
- Überwachung der Grenzen (Ein-/Ausgänge) der Kontrollbereiche auf Kontaminationsverschleppung.
- Das Ergreifen von anlagenbezogenen Strahlenschutzmaßnahmen bei der Durchführung der Arbeiten zum Abbau des KWB-A zur Eingrenzung möglicher Kontaminationen auf die Arbeitsbereiche.
- Der Betrieb der Lüftungstechnischen Anlage zur Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung in den Kontrollbereich, zur Filterung des gesamten Fortluftvolumenstroms und zur Emissionsüberwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft.
- Bei einem Ausfall der gesamten Lüftungsanlage werden alle aktivitätsfreisetzenden Arbeiten solange eingestellt, bis eine gerichtete Luftströmung in den Kontrollbereich wieder hergestellt wurde.
- Der Betrieb des Abwassersammel- und Aufbereitungssystems mit den erforderlichen Einrichtungen zum Sammeln und Aufbereiten der im Kontrollbereich anfallenden Wässer und zur Emissionsüberwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abwasser.

## 6.6.2 Überwachung der Aktivitätsableitung (Emissionsüberwachung)

Die Überwachung der Aktivitätsableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser während des Restbetriebs und Abbaus des KWB-A erfolgt im erforderlichen Umfang grundsätzlich in gleicher Weise wie während des Leistungsbetriebes. Die gemessenen Ableitungen werden dokumentiert und bilanziert.

### Radioaktive Stoffe mit der Fortluft

Die Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft erfolgt beim Abbau des KWB-A in Anlehnung an die KTA 1503.1 [22]. Alle hierfür erforderlichen Einrichtungen sind vorhanden.

Die Emissionsüberwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft gemäß § 48 StrlSchV [11] Absatz 1 Nr. 1 erfolgt dabei unter Berücksichtigung der folgenden Regelwerke:

- KTA 1503.1 „Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe, Teil 1: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßem Betrieb“ [22].
- Richtlinie zur Emissions- u. Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) [24].

Im Einzelnen erfolgt die Emissionsüberwachung in einem Bypass zum Fortluftstrom wie folgt:

- Kontinuierliches Sammeln von an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe (Aerosole) durch Abscheidung auf redundanten Schwebstofffiltern mit anschließender Auswertung,
- kontinuierliches Sammeln von Tritium durch Abscheidung in einem Proben-sammler und anschließende Auswertung,
- kontinuierliches Sammeln von Kohlenstoff-14 durch Abscheidung in einem Proben-sammler und anschließende Auswertung und
- kontinuierliche Messung der Edelgaskonzentration bis zum Erreichen der Kernbrennstofffreiheit (Anlagenzustand 3).



Die Messergebnisse werden bilanziert und dokumentiert. Die Berichterstattung nach § 48 StrlSchV Absatz 1 Nr. 2 [11] erfolgt unter Berücksichtigung der o. g. KTA-Regel. Weitergehende Festlegungen zur Überwachung der mit der Fortluft abgeleiteten Aktivität werden im RBHB bzw. in innerbetrieblichen Anweisungen getroffen.

#### Radioaktive Stoffe mit dem Abwasser

Die Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser erfolgt beim Abbau des Kraftwerks KWB-A gemäß KTA 1504 [23]. Alle hierfür erforderlichen Einrichtungen sind vorhanden.

Die Emissionsüberwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser nach § 48 StrlSchV Absatz 1 Nr. 1 [11] erfolgt dabei unter Berücksichtigung der folgenden Regelwerke:

- Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser, KTA 1504 [23].
- Richtlinie zur Emissions- u. Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) [24].

Im Einzelnen erfolgt die Emissionsüberwachung bei der Abwasserabgabe wie folgt:

- Entscheidungsmessungen an repräsentativen Proben des Abwassers zur Sicherstellung der Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte,
- kontinuierliche Überwachung der Gesamt-Gamma-Aktivität während der Ableitung des Abwassers in einem Teilvolumenstrom und Abbruch der Ableitung bei Überschreiten eines vorgegebenen Wertes und
- repräsentative nuklidspezifische Messungen zur Bilanzierung der mit dem Abwasser abgeleiteten Aktivität.

Die Messergebnisse werden dokumentiert. Die Berichterstattung nach § 48 StrlSchV Absatz 1 Nr. 2 [11] erfolgt unter Berücksichtigung der o. g. KTA-Regel. Weitergehende Festlegungen zur Überwachung der mit dem Abwasser abgeleiteten Aktivität werden im RBHB bzw. in innerbetrieblichen Anweisungen getroffen.

### **6.6.3 Umgebungsüberwachung (Immissionsüberwachung)**

Bei der Immissionsüberwachung nach § 48 StrlSchV Absatz 1 Nr. 1 [11] während des Abbaus des Kraftwerk KWB-A wird die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) [24] berücksichtigt.

Die Immissionsüberwachung erfolgt weiterhin im Rahmen der Umgebungsüberwachung. Dabei werden

- die Direktstrahlung der Anlage,
- die Luft und der Niederschlag sowie
- die am Boden und auf dem Bewuchs abgelagerte Radioaktivität überwacht.

Ergänzend werden die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen fortlaufend bestimmt.

An der äußeren Grenze des Kraftwerksgeländes erfolgt die Messung der Ortsdosis durch ganzjährige Exposition von Festkörperdosimetern und anschließende externe Auswertung.

Im Rahmen dieses Messprogramms zur Umgebungsüberwachung wird die Ortsdosis und die Ortsdosisleistung am Kraftwerkszaun ermittelt. Die Messergebnisse werden quartalsweise an die zuständige Aufsichtsbehörde berichtet.

## **6.7 Strahlenexposition in der Umgebung**

Die Strahlenexposition in der Umgebung setzt sich zusammen aus der Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe sowie der Direktstrahlung. Die Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe schließt eine mögliche radiologische Vorbelastung durch andere Einrichtungen mit ein.

Durch den Restbetrieb und den Abbau können innerhalb des KWB-A radioaktive Stoffe freigesetzt werden. Diese werden durch zahlreiche Maßnahmen weitgehend in der Anlage zurückgehalten. Ein geringer Anteil der radioaktiven Stoffe wird trotz

der wirksamen Rückhalteverfahren kontrolliert über die dafür vorgesehenen Pfade abgeleitet. Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft erfolgt über den Fortluftkamin des KWB-A. Flüssige Ableitungen werden zusammen mit dem Abwasser in den Rhein abgeleitet.

Für die Ableitung radioaktiver Stoffe über den Fortluft- und den Abwasserpfad werden daher für das KWB-A Aktivitätshöchstwerte beantragt. Die beantragten Werte liegen in ihrer Gesamtheit unterhalb der Werte, die während des Leistungsbetriebs des KWB-A genehmigt waren.

Für den gesamten Abbauezeitraum werden folgende Höchstwerte zur Ableitung mit der Fortluft über den Fortluftkamin des KWB-A beantragt:

Für radioaktive Aerosole

- im Kalenderjahr 3,70 E+10 Bq
- in 180 Tagen 1,85 E+10 Bq
- am Tag 3,70 E+08 Bq

Für radioaktive Gase

- im Kalenderjahr 2,50 E+13 Bq
- in 180 Tagen 1,25 E+13 Bq

Die Antragswerte für radioaktive Gase sind gegenüber der im Leistungsbetrieb genehmigten Wert um 97,75 % reduziert. Die Ableitungen von Tritium, Kohlenstoff-14 und Edelgasen sind in dem beantragten Wert enthalten. Aufgrund der geplanten Zerlegearbeiten beim Abbau wird der bisher genehmigte Aerosolwert beibehalten.

Für den gesamten Abbauezeitraum werden folgende Höchstwerte zur Ableitung mit dem Abwasser des KWB-A beantragt:

Spalt- und Aktivierungsprodukte (sonstige Radionuklide)

- im Kalenderjahr 5,0 E+10 Bq

### Tritium

- im Kalenderjahr 1,5 E+13 Bq

Der Antragswert für Spalt- und Aktivierungsprodukte ist gegenüber dem im Leistungsbetrieb genehmigten Wert um 55 % reduziert. Der Antragswert für die Ableitung von Tritium ist gegenüber dem im Leistungsbetrieb genehmigten Wert um rund 50 % reduziert.

Nachfolgend sind die im § 47 StrlSchV [11] festgelegten Dosisgrenzwerte jeweils für Ableitungen mit Fortluft oder Abwasser für eine Einzelperson der Bevölkerung pro Kalenderjahr dargestellt:

- Effektive Dosis 0,3 mSv/a
- Organdosis für Keimdrüsen, Gebärmutter, Knochenmark (rot) 0,3 mSv/a
- Organdosis für Dickdarm, Lunge, Magen, Blase, Brust, Leber, Speiseröhre, Schilddrüse, andere Organe oder Gewebe 0,9 mSv/a
- Organdosis für Knochenoberfläche, Haut 1,8 mSv/a

Die Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe ist in § 47 StrlSchV [11] geregelt. Im Folgenden wird die Strahlenexposition in der Umgebung jeweils getrennt für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und für die Ableitung mit dem Abwasser ermittelt. In beiden Fällen wird auch eine mögliche Vorbelastung berücksichtigt. Darüber hinaus wird eine mögliche Strahlenexposition durch Direktstrahlung betrachtet.

#### **6.7.1 Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft**

Beim Abbau des KWB-A erfolgt eine mögliche Strahlenexposition durch die Ableitung von radioaktiven Stoffen mit der Fortluft. Die Berechnungen hierzu erfolgen auf Grundlage

- der Festlegungen von § 47 StrlSchV [11],
- der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV (AVV) [21],

- der standortspezifischen Gegebenheiten,
- der beantragten Grenzwerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und
- möglicher radiologischer Vorbelastungen durch Ableitungen anderer Anlagen oder Einrichtungen.

Bei der Berechnung wird konservativ angenommen, dass die Werte der in Kapitel 6.7 genannten Jahresableitungen von radioaktiven Stoffen vollständig ausgeschöpft werden.

Die Strahlenexposition wird jeweils für die ungünstigsten Einwirkstellen berechnet. Die ungünstigste Einwirkstelle 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 und durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Strahlenexposition zu erwarten ist. Gemäß den Vorschriften der AVV [21] werden die hieraus resultierenden effektiven Dosen summiert.

Die Berechnung der potentiellen Strahlenexposition wurde separat für KWB-A durchgeführt. Die höchste potentielle Effektivdosis wurde dabei für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) mit  $92 \mu\text{Sv/a}$  ermittelt. Für das relativ zum Grenzwert gemäß § 47 StrlSchV [11] potentiell am höchsten belastete Organ (Rotes Knochenmark) ergab sich eine Dosis von  $112 \mu\text{Sv/a}$ .

Für die Berücksichtigung der Vorbelastung gemäß § 47 StrlSchV [11] wurde die potentielle Strahlenexposition aus der Ableitung des KWB-B zusätzlich berechnet und zur potentiellen Exposition durch Ableitungen aus KWB-A hinzuaddiert. Die höchste potentielle Effektivdosis wurde dabei für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) mit  $134 \mu\text{Sv/a}$  ermittelt. Für das relativ zum Grenzwert gemäß § 47 StrlSchV [11] potentiell am höchsten belastete Organ (Rotes Knochenmark) ergab sich eine Dosis von  $159 \mu\text{Sv/a}$ . Für das potentiell absolut am höchsten belastete Organ (Knochenoberfläche) ergab sich eine Dosis von  $249 \mu\text{Sv/a}$ .

### **6.7.2 Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser**

Beim Abbau des KWB-A erfolgt eine mögliche Strahlenexposition durch die Ableitung von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser. Die Berechnungen hierzu erfolgen auf Grundlage

- der Festlegungen von § 47 StrlSchV [11],
- der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV (AVV) [21],
- der standortspezifischen Gegebenheiten,
- der vorgesehenen Grenzwerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser und
- möglicher radiologischer Vorbelastungen durch Ableitungen anderer Anlagen oder Einrichtungen.

Bei der Berechnung wird konservativ angenommen, dass die Werte der in Kapitel 6.7 genannten maximal vorgesehenen Jahresableitungen von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser vollständig ausgeschöpft werden.

Für die durch KWB-A durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser verursachte Strahlenexposition ergibt sich bei der Berechnung – ohne Berücksichtigung einer radiologischen Vorbelastung – ein potentieller Maximalwert der effektiven Dosis im Kalenderjahr von rund 13  $\mu\text{Sv}$  im Nahbereich und rund 5  $\mu\text{Sv}$  im Fernbereich, jeweils für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr).

Unter Berücksichtigung der rechnerisch relativ hohen Vorbelastung durch in- und ausländische Anlagen oder Einrichtungen einschließlich des KWB-B wurde ein potentieller Maximalwert jeweils für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) für den gemeinsamen Aufpunkt des Kraftwerks Biblis berechnet. Es ergibt sich eine berechnete Dosis von 258  $\mu\text{Sv}$  im Nahbereich und 184  $\mu\text{Sv}$  im Fernbereich.

Bei der Bewertung der Strahlenexposition in Kapitel 6.7.4 wird konservativ die Strahlenexposition im Nahbereich als abdeckend zu Grunde gelegt.

### **6.7.3 Strahlenexposition durch Direktstrahlung**

Die von Anlagenteilen, radioaktiven Reststoffen oder radioaktiven Abfällen innerhalb des Kraftwerks Biblis ausgehende Direktstrahlung wird durch die Gebäudestrukturen abgeschirmt.

Im Laufe des Abbaus können radioaktive Reststoffe oder radioaktive Abfälle auf entsprechend ausgewiesenen Flächen im Überwachungsbereich, z. B. zum An- und Abtransport abgestellt werden. Von diesen Stoffen ausgehende Direktstrahlung wird durch betriebliche Strahlenschutzmaßnahmen so begrenzt, dass an der Grenze des Überwachungsbereiches eine effektive Dosis von 1 mSv pro Kalenderjahr eingehalten wird. Der Nachweis erfolgt über das in Kapitel 6.6.3 beschriebene Programm zur Umgebungsüberwachung.

Aus den bisherigen Messergebnissen aus dem Leistungsbetrieb geht hervor, dass die vom Kraftwerk Biblis ausgehende Direktstrahlung an der Grenze des Überwachungsbereichs im Schwankungsbereich der natürlichen Strahlenexposition lag.

Die Ergebnisse der Messungen werden auch zukünftig durch die zuständige Aufsichtsbehörde überwacht.

### **6.7.4 Bewertung der Strahlenexposition der Bevölkerung**

Die Ergebnisse der Berechnungen der Strahlenexposition über den Fortluftpfad und den Abwasserpfad beim geplanten Abbau des Kraftwerks Biblis sind in der folgenden Tabelle 4 zusammengestellt.

**Tabelle 4:** Zusammenstellung der Strahlenexposition durch Ableitungen

Strahlenexposition	Effektive Dosis im Kalenderjahr [ $\mu\text{Sv}$ ]	Grenzwert der StrlSchV [ $\mu\text{Sv}$ ]
Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft	134 $\mu\text{Sv}$	300 $\mu\text{Sv}$
Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser	258 $\mu\text{Sv}$	300 $\mu\text{Sv}$

Die Summe für die Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft ist dabei mit 134  $\mu\text{Sv}$  im Kalenderjahr deutlich kleiner als der Grenzwert von 300  $\mu\text{Sv}$  für die effektive Dosis im Kalenderjahr nach § 47 StrlSchV [11].

Die Summe für die Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser (Nahbereich) ist dabei mit 258  $\mu\text{Sv}$  im Kalenderjahr kleiner als der Grenzwert von 300  $\mu\text{Sv}$  für die effektive Dosis im Kalenderjahr nach § 47 StrlSchV [11].

Da den Berechnungen konservative Annahmen zu Grunde liegen (z. B. Berücksichtigung ausländischer Einleiter und mögliche Vorbelastungen durch Ausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin), ist die tatsächliche Strahlenexposition erheblich kleiner.

Die Grenzwerte für die Organdosiswerte nach § 47 StrlSchV [11] werden eingehalten.

Der Grenzwert gem. § 46 StrlSchV [11] für die effektive Dosis außerhalb des Kraftwerksgeländes beträgt 1 mSv im Kalenderjahr als Summe der Strahlenexposition aus Ableitungen und Direktstrahlung. Dessen Einhaltung wird durch administrative Maßnahmen sichergestellt und mit dem Messprogramm zur Umgebungsüberwachung nachgewiesen.



## **7 Radioaktive Reststoffe und radioaktive Abfälle**

### **7.1 Allgemeines**

Gemäß § 9a Abs. 1 AtG [2] ist beim Restbetrieb und Abbau des KWB-A dafür zu sorgen, dass die anfallenden radioaktiven Reststoffe sowie ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile schadlos verwertet oder als radioaktive Abfälle geordnet beseitigt werden.

Im Sinne des § 29 StrlSchV [11] sind radioaktive Reststoffe gleichzeitig „radioaktive Stoffe, bewegliche Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen und Anlagenteile“, die durch eine Freigabe nach § 29 StrlSchV [11] aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes entlassen werden können, wenn die Voraussetzungen hierfür erfüllt sind. Beide Bedeutungen werden im Sicherheitsbericht unter dem Begriff „radioaktive Reststoffe“ zusammengefasst.

Die beim Abbau anfallenden radioaktiven Reststoffe können entweder gemäß § 29 StrlSchV [11] freigegeben und dem konventionellen Stoffkreislauf zugeführt, im kerntechnischen Bereich wieder verwendet oder verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden.

Radioaktive Reststoffe, bei denen eine Freigabe gemäß § 29 StrlSchV [11] vorgesehen ist, werden, soweit erforderlich, demontiert, sortiert, zerlegt, bearbeitet, dekontaminiert und dem Freigabeverfahren gemäß § 29 StrlSchV [11] unterworfen. Die Bearbeitung und Lagerung der radioaktiven Reststoffe kann auch in externen Einrichtungen erfolgen.

Radioaktive Reststoffe, die als radioaktive Abfälle geordnet beseitigt werden, werden soweit zerlegt und behandelt, dass zum Zeitpunkt der Ablieferung an ein Endlager des Bundes (Schachanlage Konrad) die entsprechenden Annahmebedingungen erfüllt werden.

Im RBHB wird der Umgang mit den anfallenden radioaktiven Reststoffen und radioaktiven Abfällen während des Restbetriebs und Abbaus geregelt.

## **7.2 Beschreibung der radioaktiven Reststoffe**

Bei der folgenden Betrachtung der Massen werden die Kontrollbereiche des KWB-A berücksichtigt. Die Massenangaben beziehen sich demnach überwiegend auf das Reaktorgebäude, den Reaktorgebäuderingraum und das Reaktorhilfsanlagegebäude.

### **7.2.1 Anfallende radioaktive Reststoffe**

Beim Abbau fällt eine Gesamtmasse von ca. 170.000 Mg Reststoffe an. Hiervon entfallen ca. 31.500 Mg radioaktive Reststoffe auf die Demontage im Kontrollbereich KWB-A, wovon ca. 24.650 Mg ohne nennenswerten Dekontaminationsaufwand bzw. durch einfache Dekontaminationsmaßnahmen der Freigabe zugeführt und anschließend konventionell entsorgt werden sollen. Etwa 138.500 Mg entfallen auf Gebäudestrukturen, die voraussichtlich an der stehenden Struktur freigegeben werden können (siehe Kapitel 7.2.2).

Vor der Freigabe müssen ca. 3.950 Mg mittels verschiedener Dekontaminationsverfahren gereinigt werden. Etwa 2.900 Mg können voraussichtlich nicht freigegeben werden und sind somit als radioaktiver Abfall in ein Endlager zu verbringen. Hinzu kommen noch ca. 325 Mg radioaktive Abfälle, die beim Restbetrieb und beim Abbau durch zusätzlich in die Anlage eingebrachte Materialien bzw. bei der Verarbeitung von radioaktiven Reststoffen oder bei der Behandlung von radioaktiven Abfällen entstehen, sogenannte Sekundärabfälle.

Die folgende Abbildung 20 zeigt den erwarteten Reststofffluss für die im Kontrollbereich anfallenden radioaktiven Reststoffe.

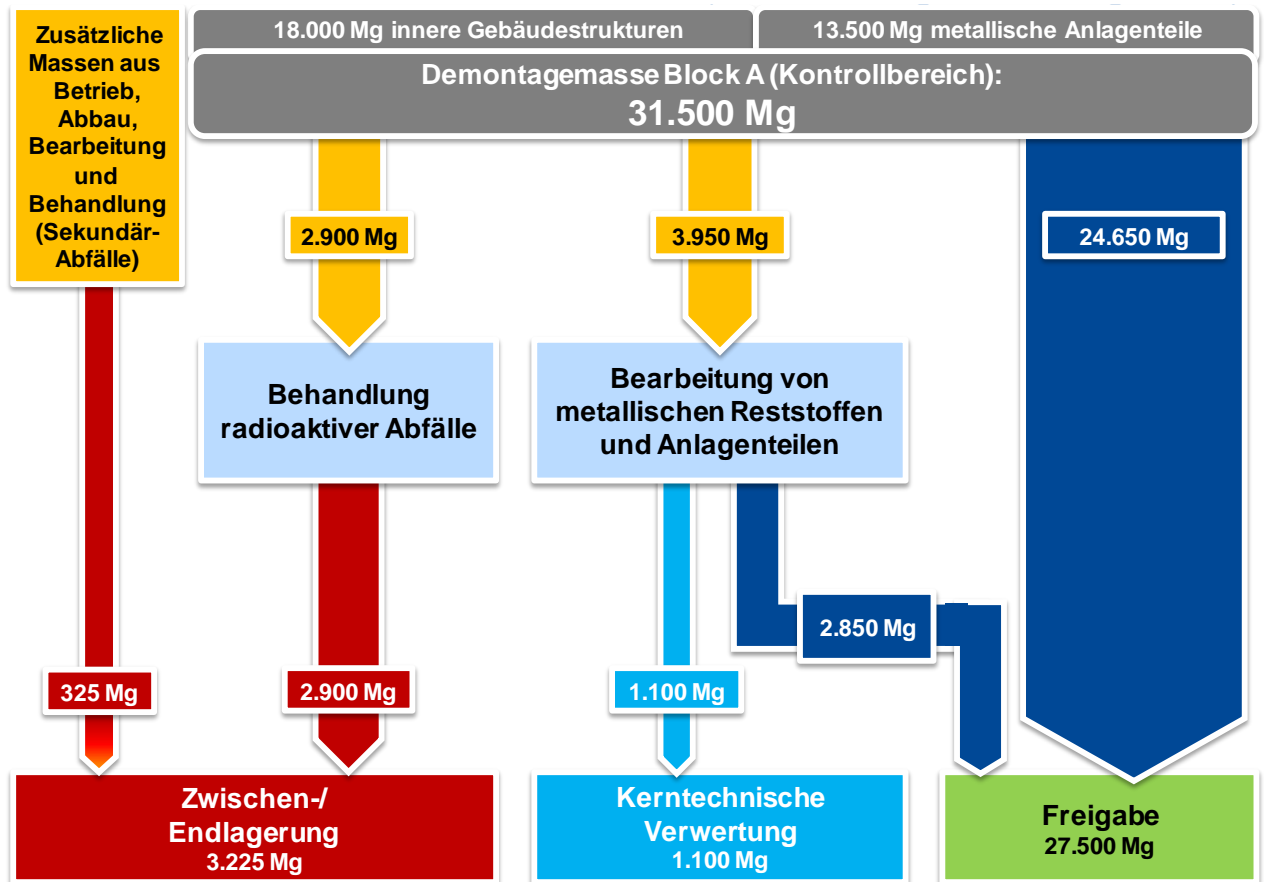


Abbildung 20: Radioaktive Reststoffe beim Abbau des KWB-A

## 7.2.2 Hauptmassenströme

Beim Abbau werden folgende Massen betrachtet:

- aktivierte Massen,
- kontaminierte Massen,
- Gebäudemassen.

### Aktivierte Massen:

RDB und Einbauten (inkl. Teile angrenzender Loopleitungen,  
ca. 2,4 E+16 Bq)

ca. 850 Mg

Biologischer Schild (ca. 1,1 E+12 Bq)

ca. 1.100 Mg

Sonstige Aktivierung (ca. 3,5 E+11 Bq)

ca. 2.700 Mg

Der aktivierte Beton des Biologischen Schildes sowie die Aktivierung von Komponenten wie der Stahlmantel des Flutbehälters (vgl. Kapitel 4.5.2.2), Isolierung, Abdeckriegel, Reaktorraumwand, -abdeckung und Stahlmantel der verlorenen Schalung (sonstige Aktivierung) sind voraussichtlich teilweise unterhalb der Freigabewerte nach § 29 StrlSchV [11]. Daraus ergibt sich, dass ein Teil des aktivierten Materials der Freigabe nach § 29 StrlSchV [11] zugeführt werden kann. Der restliche Teil des aktivierten Materials muss als radioaktiver Abfall entsorgt werden.

Kontaminierte Massen (Anlagenteile):

Armaturen	ca. 290 Mg
Behälter, Pumpen, Wärmetauscher	ca. 2.500 Mg
Motoren, Stellantriebe	ca. 75 Mg
Halterungen, Kabelpitschen, Stahlbau	
Treppen, Roste, Lüftungsanlagen, Schleusen	ca. 4.400 Mg
Elektrische Einrichtungen, Kabel	ca. 750 Mg
Rohrleitungen	ca. 2.250 Mg
Isolierungen	ca. 280 Mg
Hebezeuge, mobile Einrichtungen	ca. 510 Mg
Sonstiges (Lagergestelle, Auskleidungen, Kleinteile)	ca. 350 Mg

Die Gesamtmasse wird verschiedenen Entsorgungswegen zugeordnet. Ein Teil wird ohne eine Bearbeitung (Dekontamination) direkt zu radioaktiven Abfällen erklärt. Ein Teil kann über eine Bearbeitung der Freigabe nach § 29 StrlSchV [11] oder der kontrollierten Verwertung oder Wiederverwendung im kerntechnischen Bereich zugeführt werden. Ein Teil soll entweder nach Dekontaminationsmaßnahmen oder direkt der Freigabe zugeführt werden.

Gebäudemassen

Die Gebäudemassen des KWB-A werden, abzüglich der nicht nach § 29 StrlSchV [11] freizugebenden aktivierten Bereiche des Biologischen Schildes sowie angrenzender Bereiche, auf insgesamt ca. 156.500 Mg geschätzt. Ein Teil dieser Masse (z. B. Betonriegel, Setzsteine, Bauschutt) kann nach Dekontaminationsmaßnahmen oder direkt der Freigabe zugeführt werden. Der überwiegende Teil der Gebäude-

massen mit einer Masse von ca. 138.500 Mg wird größtenteils an der stehenden Struktur (In-situ, also ohne Abbau) gemäß StrlSchV [11] freigegeben werden.

### 7.3 Entsorgungswege

Geplant ist, die beim Abbau anfallenden Materialien hinsichtlich ihrer weiteren Bearbeitung (Dekontamination) und Behandlung (Konditionierung) sowie Verwertung oder Beseitigung einem möglichen Entsorgungsweg zuzuteilen.

Die verschiedenen Entsorgungswege sind nachfolgend aufgelistet und in Abbildung 21 grafisch dargestellt.

#### Freigabe

**F**

##### Uneingeschränkte Freigabe

Entsorgungsweg **U**: uneingeschränkte Freigabe

##### Eingeschränkte Freigabe

Entsorgungsweg **B**: Freigabe zur **B**eseitigung

Entsorgungsweg **A**: Gebäude zum **A**briss

Entsorgungsweg **M**: Freigabe von **M**etallschrott zur Rezyklierung

#### Nutzung

Entsorgungsweg **V**: Metallschrott zur kontrollierten **V**erwertung im kern-technischen Bereich (Abgabe gemäß § 69 StrlSchV [11] an eine Anlage mit entsprechender Genehmigung im In- oder Ausland)

Entsorgungsweg **W**: Abgabe an andere Genehmigungsinhaber zur **W**iederverwendung (Abgabe radioaktiver Stoffe gemäß § 69 StrlSchV [11] an eine Anlage mit entsprechender Genehmigung im In- oder Ausland)

- Abklinglagerung L: (AbklingLagerung)
- Entsorgungsweg L<sub>F</sub>: um eine Freigabe nach den Entsorgungswegen U, B, A oder M zu erreichen (vor Ort oder Abgabe an eine Anlage mit entsprechender Genehmigung)
- Entsorgungsweg L<sub>E</sub>: um eine geordnete Beseitigung nach dem Entsorgungsweg E zu erreichen

### Entsorgung

- Entsorgungsweg E: Beseitigung als radioaktiver Abfall in einem Endlager

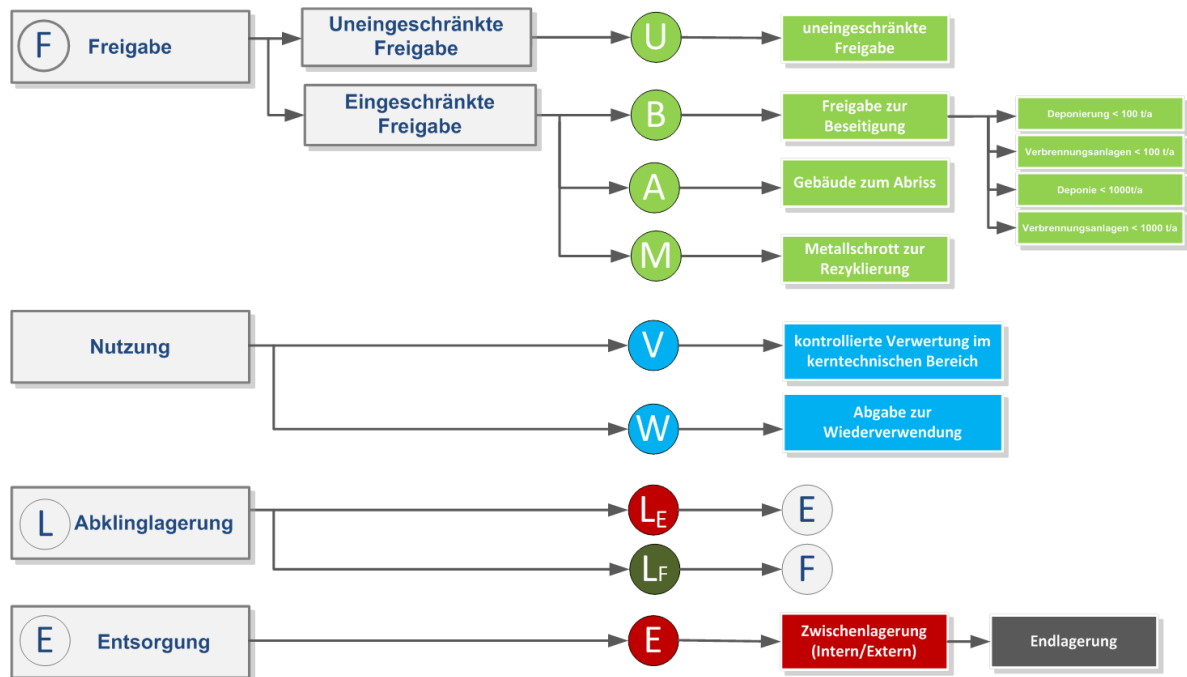


Abbildung 21: Übersicht über die Entsorgungswege

## 7.4 Reststofffluss und Dokumentation

Der Massenfluss radioaktiver Reststoffe beim Abbau des KWB-A ist erheblich größer als während des Betriebes. Deshalb kommt der Logistik eine besondere Bedeutung zu.

Dafür ist die Verwendung eines EDV gestützten Systems zur Reststoffverfolgung (RVP) geplant. In diesem wird der Massenfluss radioaktiver Reststoffe ab dem Zeitpunkt der Demontage:

- für freigebbare radioaktive Reststoffe bis zu deren Freigabe,
- für radioaktive Stoffe zur kontrollierten Verwertung oder Wiederverwendung bis zur Weitergabe an Dritte und
- für radioaktive Abfälle bis zur Übergabe der Daten an ein EDV-gestütztes Datenerfassungssystem zur Abfallflussverfolgung für Radioaktive Abfälle (AVK) dokumentiert.

Die Erfassung und Verfolgung der Reststoffdaten erfolgt gemäß der Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und Abfälle [25].

Die Daten der Reststoffe, für die eine Freigabe gemäß § 29 StrlSchV [11] erteilt wurde, werden gemäß § 70 Abs. 3 StrlSchV [11] dokumentiert.

#### **7.4.1 Zuordnung zu einem Entsorgungsweg**

Von der Höhe und Art der vorliegenden Kontamination bzw. Aktivierung der anfallenden Reststoffe hängt, neben anderen technischen und wirtschaftlichen Aspekten, die vorläufige Zuordnung der Reststoffe zu den Entsorgungswegen ab. Die vorläufige Zuordnung eines Reststoffs zu einem der Entsorgungswege kann während des Verfahrens aufgrund neuer Kenntnisse (z. B. Messwerte) und Erfahrungen (z. B. erfolglose Dekontamination) geändert werden.

#### **7.4.2 Abbau der Anlagenteile**

Die Anlagenteile werden mit geeigneten Werkzeugen und Vorrichtungen demontiert und soweit zerlegt, wie es für die weitere Bearbeitung erforderlich ist. Die beim Abbau der Anlagenteile anfallenden radioaktiven Reststoffe werden entsprechend der Zuordnung zu den Entsorgungswegen und ggf. erforderlicher Bearbeitung in geeigneten Behältnissen (z. B. 20'-Container, Gitterboxen, Presstrommeln oder 200 l Fässern) gesammelt.

#### **7.4.3 Interne Reststoffbearbeitung**

Radioaktive Reststoffe werden entsprechend ihrer geplanten Entsorgung weiter zerlegt und soweit sinnvoll dekontaminiert (siehe Kapitel 4.4). Eine erforderliche Nachzerlegung wird ggf. in eigens eingerichteten Nachzerlegebereichen durchgeführt. Als Zerlegeverfahren werden mechanische und thermische Verfahren eingesetzt.

Wird mit einer Dekontaminationsmaßnahme der erwartete Dekontaminationserfolg nicht erreicht, können Dekontaminationsschritte wiederholt, mit anderen Verfahren kombiniert oder der Entsorgungsweg geändert werden.

#### **7.4.4 Externe Reststoffbearbeitung**

Radioaktive Reststoffe können zur weiteren Bearbeitung an externe Dienstleister abgegeben werden. Die radioaktiven Reststoffe werden ggf. mindestens soweit dekontaminiert und zerlegt, dass die Annahmebedingungen des Dienstleisters und die Transportvorschriften eingehalten werden. Bei dem externen Dienstleister erfolgt die weitere Bearbeitung, wie z. B. Zerlegen, Dekontaminieren oder Schmelzen, sowie ggf. die Freigabe im Rahmen seiner Genehmigung. Nicht freigebbare Stoffe werden kontrolliert verwertet oder als radioaktiver Abfall dem Abfallverursacher für eine Zwischen- oder Endlagerung zurückgegeben.

#### **7.4.5 Radiologische Messungen**

Die begleitenden radiologischen Messungen beim Abbau und im Verlauf des Reststoffflusses zeigen, ob der vorgesehene Entsorgungsweg möglich ist. Ein Teil der Reststoffe kann direkt nach den radiologischen Messungen der Freigabe gemäß § 29 StrlSchV [11] zugeführt werden. Die Behandlung radioaktiver Abfälle ist im Kapitel 7.8 beschrieben.



## **7.5 Freigabe nach § 29 StrlSchV**

Die Freigabe ist ein Verwaltungsakt, der die Entlassung radioaktiver Stoffe sowie beweglicher Gegenstände, von Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen, die aktiviert oder mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind, aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes zur Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehabung oder zu deren Weitergabe an Dritte als nicht radioaktive Stoffe bewirkt. Die Grundlage für eine Freigabe ist der § 29 StrlSchV [11], der im Einzelnen die Voraussetzungen hierfür regelt.

Die Durchführung des Freigabeverfahrens für radioaktive Reststoffe erfolgt im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren. Dieses Verfahren ist im Kraftwerk Biblis bereits etabliert und wird weiterhin fortgeführt. Die Freigabe erfolgt auf Antrag durch die zuständige atomrechtliche Aufsichtsbehörde, wenn für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von 10  $\mu\text{Sv}$  im Kalenderjahr auftreten kann (10  $\mu\text{Sv}$ -Konzept).

## **7.6 Herausgabe**

Für Stoffe, bewegliche Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen und Anlagenteile, die nicht radioaktiv sind, aber trotzdem in den Regelungsbereich des AtG [2] fallen und ohne eine Freigabe nach § 29 StrlSchV aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen werden sollen, ist das Verfahren der Herausgabe vorgesehen. Der Ablauf einer Herausgabe umfasst dabei sowohl den Nachweis als auch das Prozedere, das zur Befreiung von der bestehenden atomrechtlichen Bindung führt.

Stoffe/Gegenstände gelten als nicht radioaktiv, wenn aufgrund der Betriebshistorie eine Kontamination oder Aktivierung ausgeschlossen ist und bei Durchführung von Beweissicherungsmessungen, bei angemessener Messzeit keine künstliche Radioaktivität, die aus Tätigkeiten auf dem Kraftwerksgelände stammt, nachgewiesen werden kann.

## **7.7 Maßnahmen zur Vermeidung des Anfalls radioaktiver Reststoffe**

Beim Abbau des KWB-A wird das Ziel verfolgt, den zusätzlichen Anfall radioaktiver Reststoffe und somit auch der radioaktiven Abfälle so gering wie sinnvoll möglich zu halten durch:

- Festlegung geeigneter Entsorgungswege,
- Auswahl geeigneter und industrieerprobter Verfahren, Geräte und Einrichtungen,
- Minimierung der in den Kontrollbereich einzubringenden Materialien (z. B. Verpackungen).

## **7.8 Radioaktive Abfälle**

Ein Teil der anfallenden radioaktiven Reststoffe, voraussichtlich ca. 2900 Mg (siehe Abbildung 20), ist höher kontaminiert bzw. aktiviert. Wenn eine Dekontamination oder Abklinglagerung der Stoffe aus technischen Gründen nicht durchführbar oder aus wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll ist, werden diese radioaktiven Reststoffe zu radioaktivem Abfall, der geordnet beseitigt werden muss. Sie werden behandelt und konditioniert. Die Abfallgebilde werden zwischengelagert und anschließend an ein Endlager des Bundes (Schachtanlage Konrad) abgegeben.

### **7.8.1 Behandlung radioaktiver Abfälle**

Die Behandlung radioaktiver Abfälle dient der Abfallminimierung bzw. der Volumenreduzierung der Abfälle sowie der Herstellung von qualifizierten Abfallprodukten und kann in internen Einrichtungen oder bei externen Dienstleistern, die über entsprechende Genehmigungen verfügen, erfolgen.

Mögliche Behandlungsverfahren sind:

#### Verbrennen

Brennbare radioaktive Abfälle, wie z. B. Folien, Filter usw., werden in externen Verbrennungsanlagen verbrannt. Ziel der Verbrennung ist die Herstellung von qualifi-

zierten Abfallprodukten sowie eine Volumenreduzierung des endzulagernden radioaktiven Abfalls und damit eine Minimierung des endzulagernden Abfallvolumens. Die Verbrennungsrückstände werden in Fässer verpackt und der Hochdruckverpressung zugeführt. Die entstehenden Presslinge werden zu Abfallgebinden verpackt.

#### Hochdruckverpressung

In einer Hochdruckpresse werden kompaktierbare, radioaktive Abfälle verpresst. Ziel der Hochdruckverpressung ist die Herstellung von qualifizierten Abfallprodukten sowie eine Volumenreduzierung des endzulagernden radioaktiven Abfalls und damit eine Minimierung des endzulagernden Abfallvolumens. Die entstehenden Presslinge werden zu Abfallgebinden verpackt.

#### Trocknung

Die endzulagernden Abfälle dürfen einen definierten maximalen Feuchtigkeitsgehalt nicht überschreiten, damit sich in den Abfallgebinden keine Zersetzungsgase (Faulen, Gären) oder Radiolysegas (Wasserstoff) bilden können. Feuchte Abfälle werden in geeigneten Trocknungsanlagen, z. B. unter Vakuum soweit getrocknet, dass der zulässige Feuchtigkeitsgehalt unterschritten wird und ein qualifiziertes Abfallprodukt entsteht.

#### Verfestigung flüssiger Abfälle/Zementieren

Da die Annahmebedingungen eines Endlagers nur feste Abfallprodukte zulassen, müssen flüssige Rohabfälle in eine feste Form überführt werden. Hierzu können flüssige radioaktive Abfälle eingedampft werden, so dass nur noch der Feststoffanteil zurück bleibt. Eine weitere Möglichkeit ist die Einbindung der flüssigen radioaktiven Abfälle in eine Betonmatrix. Abfallprodukte, die unter Verwendung eines Fixierungsmittels (z. B. Zement, Beton, Bitumen oder Kunststoff) hergestellt werden, müssen den Grundanforderungen des Endlagers genügen.

#### Verpacken

Das Verpacken von behandelten radioaktiven Abfällen (Abfallprodukten) in Abfallbehälter dient der Herstellung von endlagergerechten Abfallgebinden. Verpackun-

gen können z. B. auch Presslinge oder Fässer sein, die in Endlagerbehälter eingestellt werden. Endlagerbehälter sind Behälter, die zur Aufnahme eines endlagerfähigen Abfallprodukts dienen. Für die Verpackung der behandelten Abfälle sollen nur Behälter eingesetzt werden, die den Behältergrundtypen der Annahmebedingungen des Endlagers des Bundes für nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle (Schacht Konrad) [26] entsprechen.

### **7.8.2 Erwartete radioaktive Abfallmassen**

Für das KWB-A wurde eine endzulagernde Abfallmasse, die sich aus Primär- und Sekundärabfällen zusammensetzt, von ca. 3.225 Mg ermittelt. Die endzulagernden radioaktiven Abfälle werden je nach Abfallart in geeignete Abfallbehälter verpackt.

Bei diesen Abfallbehältern handelt es sich um Behältergrundtypen gemäß den Endlagerungsbedingungen des Endlagers Konrad [26], wie z. B.:

- Gussbehälter Typ II
- Betoncontainer Typ IV
- Stahlblechcontainer Typ II
- Stahlblechcontainer Typ III
- Stahlblechcontainer Typ IV
- Stahlblechcontainer Typ V

Die radioaktiven Abfälle werden bis zur Ablieferung an ein Endlager des Bundes (Schachanlage Konrad) am Standort Biblis oder in externen Zwischenlagern gelagert.

### **7.8.3 Dokumentation der anfallenden radioaktiven Abfälle**

Der anfallende radioaktive Abfall wird mit einer eindeutigen Kennzeichnung versehen. Dies wird entsprechend dokumentiert.

Für die Dokumentation der radioaktiven Abfälle werden die benötigten Daten aus dem Reststoffverfolgungsprogramm (RVP) in ein EDV-gestütztes Datenerfassungssystem zur Abfallflussverfolgung für Radioaktive Abfälle (AVK) übernommen. In der Dokumentation der abzugebenden Abfallgebinde bzw. Transportbehälter werden die wesentlichen Angaben bezüglich der Verarbeitung und Verpackung der radioaktiven Abfälle, Vorgehensweise bei der Aktivitätsberechnung, stoffliche Zusammensetzung, Ermittlung von Messwerten und Verwendung von Abfallbehältern nachvollziehbar zusammengestellt.

Es wird gewährleistet, dass der Verbleib und der Zustand der radioaktiven Abfälle (z. B. während einer Behandlung / Verpackung / Konditionierung) jederzeit festgestellt werden kann.

Die Erfassung und Dokumentation der radioaktiven Abfälle erfolgt gemäß § 73 StrlSchV [11].

## **7.9 Logistische Abwicklung**

Im Zuge des Abbaus des KWB-A sind folgende logistische Maßnahmen erforderlich:

- Bereitstellung, Sammlung und Sortierung der Reststoffe und Abfälle,
- Schaffung von Bearbeitungs-, Abstell- und Bereitstellungsflächen,
- Pufferung der Reststoffe zwischen den Bearbeitungs-/Behandlungsschritten,
- Erschließung und Optimierung von Transportwegen und
- Durchführung von Transporten.

Die im Kontrollbereich des KWB-A bereits vorhandenen Abstellflächen/-räume und Transportwege werden weiter genutzt. In Folge des fortschreitenden Abbaus und dem Freiwerden von Räumen werden bedarfsabhängig zusätzliche Flächen/Räume für die logistische Abwicklung des Abbaus geschaffen und ggf. neue Transportöffnungen zur Optimierung von Transport- und Abbaumaßnahmen hergestellt.

Beim Abbau des KWB-A werden Raumbereiche und Flächen im Kontrollbereich insbesondere für

- die Aufstellung und den Betrieb von Bearbeitungseinrichtungen für radioaktive Reststoffe,
  - das Sortieren, Verpacken und Puffern von radioaktiven Reststoffen,
  - das temporäre Abstellen von Maschinen und Hilfsmitteln zur Demontage,
  - die Konditionierung von radioaktiven Abfällen sowie
  - das Abstellen von radioaktiven Abfällen
- geschaffen.

Im Überwachungsbereich des Kraftwerks Biblis können Flächen zur Bereitstellung von verpackten radioaktiven Reststoffen bzw. Abfällen eingerichtet werden. Im Einzelfall können je nach Bedarf auch temporäre Kontrollbereiche eingerichtet werden (vgl. Kapitel 4.3.2).

Für die erforderlichen Transporte am Standort wird im Wesentlichen die vorhandene Infrastruktur (z. B. Gebäudekräne, Gabelstapler, Hebezeuge, Transportwege) genutzt.

## **8 Ereignisanalyse**

### **8.1 Einleitung**

Eine Genehmigung zu Stilllegung und Abbau des KWB-A darf nur erteilt werden, wenn die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik für das Vorhaben erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist (§ 7 Abs. 3 Satz 2 AtG [2] in Verbindung mit § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG [2]). Neben der Gewährleistung eines bestimmungsgemäßen Restbetriebs ist im Rahmen einer Ereignisanalyse nachzuweisen, dass die Strahlenexposition bei zu unterstellenden sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen unterhalb vorgegebener Werte liegt. Die „Begrenzung der Strahlenexposition als Folge von Störfällen“ ist für die Stilllegung und den Abbau eines Kernkraftwerks in § 50 StrlSchV [11] geregelt. Demnach sind Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des potenziellen Schadensausmaßes zu treffen, die sicherstellen, dass bei einem möglichen, sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignis die Strahlenexposition in der Umgebung (Störfallexposition gem. § 50 StrlSchV [11]) durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe begrenzt wird. Die Störfallexposition ist so zu begrenzen, dass die durch Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung verursachte effektive Dosis von 50 mSv (sogenannter Störfallplanungswert) nicht überschritten wird (§ 117 Abs. 16 StrlSchV [11]).

Im Rahmen der folgenden Ereignisanalyse wurden sämtliche noch zu unterstellenden sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisse des Restbetriebs und des Abbaus des KWB-A berücksichtigt. Für die Ermittlung der Ereignisse wurden der Stilllegungsleitfaden [4] und darüber hinausgehende Betrachtungen zur Einhaltung der Schutzziele zu Grunde gelegt.

Die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen zur Berechnung der Strahlenexposition durch die zu betrachtenden Ereignisse erfolgte gemäß den Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV [27]. Das Kapitel 4 „Berechnung der Strahlenexposition“ der Störfallberechnungsgrundlagen liegt als Empfehlung der Strahlenschutzkommission (SSK) vor [28].

Entsprechend werden die im Restbetrieb sowie beim Abbau des KWB-A zu betrachtenden Ereignisse bewertet. Für die radiologisch repräsentativen Ereignisse werden die radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung berechnet. Dabei werden 6 Altersgruppen potentiell beeinträchtigter Personen berücksichtigt.

Es wird nachgewiesen, dass die für das Gefährdungspotential des KWB-A im Restbetrieb noch erforderliche Vorsorge gegen Schäden in allen drei Anlagenzuständen getroffen ist und dass die Strahlenexposition bei den zu unterstellenden Ereignissen deutlich unterhalb der vorgegebenen Werte liegt.

### **8.1.1 Ausgangszustand und Gefährdungspotential**

Das Gesamtaktivitätsinventar des KWB-A beträgt unter der Prämisse, dass noch sämtlicher Kernbrennstoff im BE-Becken vorhanden ist, etwa  $1 \text{ E}+19 \text{ Bq}$  und liegt damit um 2 Größenordnungen unter der Aktivität, die im Leistungsbetrieb des KWB-A vorlag. Durch das Entfernen des Kernbrennstoffs aus dem BE-Becken des KWB-A sinkt das Aktivitätsinventar sukzessive auf etwa  $1 \text{ E}+17 \text{ Bq}$ .

Zur weiteren Reduzierung des Aktivitätsinventars ist eine chemische Reinigung des Primärkreises und angrenzender Systeme, eine sog. Primärkreisdekontamination geplant. Diese wird zu Beginn des Abbaus voraussichtlich durchgeführt sein.

Weiterhin nimmt das im KWB-A vorhandene Aktivitätsinventar und somit auch das Gefährdungspotential mit zunehmendem Abbaufortschritt und voranschreitender Zeit weiter ab.

Beim Abbau des KWB-A wird mit einem Aktivitätsinventar umgegangen, das deutlich unter dem Aktivitätsinventar liegt, für das die Anlage einmal ausgelegt wurde. Die vorhandenen Sicherheitseinrichtungen sind daher während aller drei in Kapitel 3 beschriebenen Anlagenzustände ausreichend, die notwendige Vorsorge gegen radiologisch relevante Auswirkungen auf die Umgebung zu gewährleisten.



Freisetzungen von radioaktiven Stoffen in die Umgebung können während des Restbetriebs aufgrund des geringen, frei mobilisierbaren Aktivitätsinventars sowie des fehlenden Energiepotentials, wie z. B. Druck oder Temperatur, nahezu ausgeschlossen werden. Lediglich bei Tätigkeiten in der Anlage, z. B. Schneid-, Säge- oder Demontearbeiten sowie bei der Handhabung von Brennelementen sind geringfügige Freisetzungen von radioaktiven Stoffen innerhalb der Anlage nicht auszuschließen. Daher werden bei solchen Tätigkeiten besondere Schutzmaßnahmen getroffen, um eine Freisetzung zu vermeiden. Alle wesentlichen Arbeiten, die zu einer Freisetzung führen könnten, finden in Gebäuden statt, die durch technische Maßnahmen, wie Filterung, gerichtete Luftströmung oder Unterdruckhaltung, auch bei Störungen eine Freisetzung radioaktiver Stoffe wirksam verhindern oder minimieren.

### **8.1.2 Zu betrachtende Ereignisse**

Die für den Abbau des KWB-A zu betrachtenden Ereignisse lassen sich in zwei Gruppen unterteilen:

#### Ereignisse durch Einwirkungen von innen (EVI)

Dazu zählen:

- Brand in der Anlage,
- Leckagen (z. B. Versagen eines repräsentativen Behälters),
- Absturz von Lasten,
- Ausfall von Versorgungseinrichtungen,
- Kritikalitätsstörfall,
- Brennelementbeschädigung bei der Handhabung und
- anlageninterne Überflutung.

### Ereignisse durch Einwirkungen von außen (EVA)

Dazu zählen:

- Erdbeben,
- Sturm, Wind, Eis, Schnee und Blitzschlag,
- Eindringen von Gasen,
- Äußerer Brand und
- Hochwasser.

Darüber hinaus werden auch sehr seltene Ereignisse, wie z. B. der Absturz eines Flugzeugs oder das Einwirken einer Explosionsdruckwelle in die Betrachtung mit einbezogen.

## **8.2 Ereignisse durch Einwirkungen von innen (EVI)**

### **8.2.1 Brand in der Anlage**

Brände bzw. unzulässige Auswirkungen eines Brandes werden durch Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes, wie z. B. Minimierung der Brandlasten, Fernhalten von Zündquellen, Brandabschnitte, Brandschutzklappen in Lüftungstechnischen Anlagen, vermieden.

Die Brandlasten im KWB-A sind wegen der bereits im Nachbetrieb erfolgten Entsorgung eines großen Teils der brennbaren Stoffe, wie Gase, Schmieröle und Hydrauliköle, gegenüber dem Leistungsbetrieb erheblich verringert.

Weiterhin werden während des Restbetriebs keine Großkomponenten wie Pumpen mit großen Ölsystemen oder Ölbehältern mehr betrieben, wodurch auch das Brandpotential erheblich verringert ist. Die vorhandenen Brandschutzeinrichtungen bleiben, soweit erforderlich, in Betrieb oder werden an die jeweiligen Erfordernisse des Restbetriebs sowie der jeweiligen Abbaumaßnahmen angepasst. Damit können Brände frühzeitig detektiert und bei der Entstehung bekämpft werden.

Bei der Durchführung der Abbaumaßnahmen kommen u. a. thermische Zerlegeverfahren zum Einsatz, die die Gefahr für das Entstehen von Bränden erhöhen können. Durch geeignete technische oder administrative Maßnahmen, z. B. Stellen einer Brandwache, wird sichergestellt, dass größere Brände in der Anlage praktisch ausgeschlossen werden können.

Die im blockinternen Abfalllager eingestellten radioaktiven Abfälle sind in Abfallgebinden (z. B. hochdruckverpresste Abfälle in Fässern oder in Blechcontainern, Stahlteile in Fässern, sonstige Abfälle in dickwandigen Guss- oder Betonbehältern) verpackt. Diese Abfallprodukte sind nicht brennbar.

Für die notwendigen betrieblichen Einrichtungen wird die Verwendung von brennbaren Materialien und Betriebsstoffen auch in der Restbetriebsphase auf ein Minimum beschränkt. Die anfallenden, brennbaren Mischabfälle werden im blockinternen Abfalllager in 200 l-Fässer verpackt, vorverpresst und in der LKW-Schleuse in 20'-Container verladen.

Als radiologisch abdeckendes Ereignis für einen Brand in der Anlage wird unterstellt, dass in einem solchen 20'-Container in der LKW-Schleuse vorverpresste, brennbare Mischabfälle in Brand geraten. Die äußeren Türen der LKW-Schleuse sind zu diesem Zeitpunkt geschlossen. Durch den Brand gelangen radioaktive Aerosole in die Raumluft. Der entstehende Rauch wird infolge der Unterdruckhaltung in das Innere des Reaktorhilfsanlagengebäudes geleitet. Die Abgabe der Rauchgase erfolgt gefiltert über den Fortluftkamin.

Das unterstellte Szenario ist konservativ, da z. B. während des Beladens Personen anwesend sind, die sowohl die Brandschutzeinrichtungen bedienen (z. B. Feuerlöscher) als auch die Feuerwehr informieren können und somit ein Brand nach kurzer Zeit gelöscht werden kann.

Für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) ergibt sich eine potentielle Effektivdosis von 0,032 mSv. Der Wert liegt weit unterhalb des Störfallplanungswertes von 50 mSv.

### **8.2.2 Leckagen**

Bei der Ermittlung der radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung wird der Behälter ausgewählt, der bei unterstellter Leckage das höchste mobilisierbare Aktivitätsinventar aufweisen kann.

Als abdeckendes Ereignis wurde das Auslaufen von Verdampferkonzentrat aus dem Abwasserverdampfer der nuklearen Abwasseraufbereitungsanlage im Reaktorhilfsanlagengebäude unterstellt.

Für die Ermittlung der Auswirkungen auf die Umgebung wird konservativ ein vergleichbares Aktivitätsinventar wie im Leistungsbetrieb angenommen.

Für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) ergibt sich eine potentielle Effektivdosis von ca. 0,00006 mSv. Der Wert liegt weit unterhalb des Störfallplanungswertes von 50 mSv.

### **8.2.3 Absturz von Lasten**

Beim Abbau des KWB-A können Großkomponenten unzerlegt oder in großen Teilen demontiert, gehandhabt und abtransportiert werden. Die größten dabei zu betrachtenden kontaminierten Komponenten sind die vier Dampferzeuger. Die schwerste aktivierte Komponente ist der Reaktordruckbehälter.

Für den innerbetrieblichen Transport und die Handhabung dieser Komponenten stehen die aus dem Betrieb vorhandenen Hebezeuge und Lastaufnahmemittel zur Verfügung.

Bei einem unterstellten Absturz einer Großkomponente während des Ausbaus innerhalb des Kontrollbereiches würden die mechanischen und radiologischen Auswirkungen auf den Kontrollbereich beschränkt bleiben. Aufgrund der Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung im Kontrollbereich sowie der kontrollierten und

gefilterten Ableitung der Fortluft können die radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung vernachlässigt werden.

Bei einem unterstellten Absturz einer Großkomponente außerhalb des Kontrollbereichs wird konservativ der Absturz eines Dampferzeugers vom Hubgerüst auf das Kraftwerksgelände betrachtet. Es wird unterstellt, dass der Dampferzeuger beim Absturz auf das Kraftwerksgelände beschädigt wird und ein Teil der nicht fest anhaftenden Kontamination bodennah freigesetzt wird.

Für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) ergibt sich eine potentielle Effektivdosis von ca. 5,8 mSv. Der Wert beträgt ca. 12 % des Störfallplanungswertes von 50 mSv.

Weiterhin wurde die Reduzierung des Aktivitätsinventars durch eine Primärkreisdekontamination bei dem betrachteten Absturz eines Dampferzeugers nicht berücksichtigt. Erfahrungsgemäß wird bei einer Primärkreisdekontamination mindestens ein mittlerer Dekontaminationsfaktor von 10 bei Anlagen im Leistungsbetrieb erreicht. Bei Anlagen im Abbau sind die Dekontaminationsfaktoren noch höher. Mittlere Dekontaminationsfaktoren von 50 bis 75 konnten schon erreicht werden. Beispielsweise würde ein Dekontaminationsfaktor von 10 die potentielle Effektivdosis des betrachteten Dampferzeugerabsturzes entsprechend um den Faktor 10 reduzieren.

Als weiteres Ereignis wird der Absturz von drei Fässern mit Mischabfällen aus der obersten Lage im blockinternen Abfalllager betrachtet. Die Fässer sind dreilagig übereinander gestapelt. Durch die Beschädigung der Fässer kann es zur Freisetzung radioaktiver Stoffe innerhalb des Kontrollbereichs kommen. Die Ableitung der freigesetzten Stoffe erfolgt gefiltert über den Fortluftkamin.

Für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) ergibt sich eine potentielle Effektivdosis für den Absturz der Fässer von ca. 0,0000045 mSv. Der Wert liegt viele Größenordnungen unterhalb des Störfallplanungswertes von 50 mSv.

#### **8.2.4 Ausfall von Versorgungseinrichtungen**

##### Ausfall der Stromversorgung:

Im Anlagenzustand 1 und 2 (siehe Kapitel 0.3.2) stehen für den Fall eines Ausfalls der Stromversorgung ein Notstromnetz mit einer ausreichenden Anzahl von Notstromdieseln zur Verfügung. Über das Notstromnetz werden alle sicherheitstechnisch relevanten Verbraucher versorgt. Damit ist die Kühlung des Kernbrennstoffs sichergestellt.

Ist das KWB-A im Restbetrieb in den Anlagenzustand 3 (siehe Kapitel 0.3.2) überführt, kann spätestens dann auf eine Notstromversorgung verzichtet werden. Arbeiten im Kontrollbereich, die zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in der Anlage führen könnten, werden bis zur Wiederherstellung der Stromversorgung unterbrochen. Bei einem unterstellten Ausfall der Stromversorgung können auch keine Abwässer aus dem Kontrollbereich freigesetzt werden, da die Pumpe zur Abwasserabgabe an den Rhein elektrisch betrieben wird und damit ausfällt.

In allen drei Anlagenzuständen werden Arbeiten im Kontrollbereich, die zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in der Anlage führen könnten, bis zur Wiederherstellung der Stromversorgung unterbrochen.

Radiologisch relevante Auswirkungen auf die Umgebung sind ausgeschlossen.

In allen drei Anlagenzuständen bleiben die Sicherheitsbeleuchtung und die Brandmeldesysteme batteriegepuffert, so dass diese beim Ausfall der Stromversorgung weiterhin funktionsfähig bleiben.

##### Ausfall der Kühlung des bestrahlten Kernbrennstoffs im BE-Becken:

Zur Abfuhr der Nachzerfallswärme reicht ein Beckenkühlsystem zur Kühlung aus. Wenn in den in Betrieb befindlichen Systemen eine Komponente ausfällt, wird auf den zweiten Beckenkühlkreislauf umgeschaltet.

Bei Nichtverfügbarkeit beider Beckenkühlkreisläufe wird die Beckennotkühlung über das Not- und Nachkühlsystem in Betrieb genommen.

Ausfälle in den Bereichen des nuklearen Zwischenkühlkreislaufes oder des nuklearen Nebenkühlwassersystems führen aufgrund der Vermaschung dieser Systeme nicht automatisch zu einem Ausfall der Beckenkühlung.

Bei unterstelltem Ausfall des gesamten nuklearen Zwischenkühlsystems und/oder des nuklearen Nebenkühlwassersystems besteht die Möglichkeit der Beckennotstandskühlung u. a. unter Zuhilfenahme des Feuerlöschsystems.

Weiterhin ist aufgrund der geringen Nachzerfallsleistung eine hinreichend große Zeitreserve (mehrere Tage) für Reparaturmaßnahmen bei Ausfall der Beckenkühlung vorhanden.

Im Anlagenzustand 2 ist keine aktive Kühlung des bestrahlten Kernbrennstoffs im BE-Becken notwendig, im Anlagenzustand 3 ist das KWB-A kernbrennstofffrei.

Radiologisch relevante Auswirkungen auf die Umgebung sind ausgeschlossen.

#### Ausfall der Lüftungstechnischen Anlagen:

Bei einem Ausfall der Lüftungstechnischen Anlagen im Kontrollbereich werden die Arbeiten im Kontrollbereich, die zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in der Anlage führen könnten, eingestellt.

Radiologisch relevante Auswirkungen auf die Umgebung durch den Ausfall der Lüftungstechnischen Anlagen sind ausgeschlossen.

#### Ausfall sonstiger Versorgungseinrichtungen:

Die sonstigen Versorgungseinrichtungen haben in allen drei Anlagenzuständen keine sicherheitstechnischen Anforderungen. Der Ausfall einzelner Komponenten oder ganzer Systeme und Anlagen, z. B. der Abwasseraufbereitung oder der Druckluftversorgung aufgrund von Störungen, kann allenfalls eine Unterbrechung

von Tätigkeiten im Restbetrieb zur Folge haben. Die Tätigkeiten können nach Beendigung der Reparaturmaßnahmen wieder aufgenommen werden.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung bei einem Ausfall von Versorgungseinrichtungen sind ausgeschlossen.

### **8.2.5 Kritikalitätsstörfall**

Ein Kritikalitätsstörfall ist lediglich im Anlagenzustand 1 und 2 zu betrachten.

Die zur Sicherstellung der Unterkritikalität notwendigen Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten aus dem Leistungs- und Nachbetrieb werden weiter betrieben.

Ein Kritikalitätsstörfall wäre nur durch eine Änderung der Geometrie der Lagergestelle bzw. der Brennelemente zueinander oder der Moderation bzw. durch Verlust des Absorbers denkbar.

Unter der Annahme einer geänderten Geometrie der Lagergestelle, z. B. aufgrund eines Erdbebens, wurde nachgewiesen, dass die Kritikalitätssicherheit jederzeit gewährleistet ist.

Der Absturz eines Brennelements auf die anderen Brennelemente (Querlage) oder in die Lücke zwischen zwei Brennelemente, führt ebenfalls nicht zur Kritikalität.

Als Grund für eine Änderung der Moderation ist nur eine Temperaturerhöhung, z. B. bei Ausfall eines Beckenkühlstranges, denkbar. Aufgrund des negativen Temperaturkoeffizienten der Reaktivität der vorliegenden Anordnung nimmt jedoch die Kritikalitätssicherheit bei Temperaturerhöhung zu.

Ein Verlust des Absorbers aus den Lagergestellen durch mechanische Einwirkungen kann aufgrund der Auslegung und konstruktiven Gestaltung der Lagergestelle ebenfalls ausgeschlossen werden. Der Verlust des Absorbers aus dem Becken-



kühlwasser (Änderung der Borkonzentration) führt ebenfalls nicht zu einer Kritikalität.

So ist aufgrund der vorhandenen Einrichtungen und deren Betriebsweise sichergestellt, dass ein Kritikalitätsstörfall ausgeschlossen werden kann.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung sind ausgeschlossen.

### **8.2.6 Ereignisse bei der Brennelement-Handhabung und -Lagerung**

Im Restbetrieb des KWB-A werden Brennelemente und einzelne Sonderbrennstäbe insbesondere zur Verladung in CASTOR<sup>®</sup>-Behälter in der Anlage gehandhabt.

Im Rahmen der Ereignisanalyse wurden folgende Ereignisse bei der Handhabung und Lagerung des bestrahlten Kernbrennstoffs betrachtet:

- Leckage am BE-Becken,
- Leck an einer Anschlussleitung des Beckenkühlsystems,
- Brennelement-Absturz während der Handhabung,
- Brennelement-Beschädigung während der Handhabung.

Eine Leckage am BE-Becken kann durch das Zuführen von boriiertem Wasser oder auch Deionat über das Beckenkühl- und -reinigungssystem ausgeglichen oder über vorbereitete Anschlüsse mit Hilfe des Feuerlöschsystems überspeist werden.

Ein Leck an einer Anschlussleitung des Beckenkühlsystems kann aufgrund der Position der Anschlussleitungen maximal zu einem Tiefststand von 10,5 m Wasser im BE-Becken führen. Die ausreichende Kühlung der Brennelemente ist dennoch weiterhin gewährleistet.

Aufgrund der Auslegung der Lademaschine und der Greifer ist ein Brennelement-Absturz während der Handhabung ausgeschlossen. Bei dennoch postulierten Abstürzen in das BE-Becken ist die Dichtheit der BE-Becken-Auskleidung nicht gefährdet.

Als radiologisch abdeckendes Ereignis für die Handhabung wurde die Brennelement-Beschädigung identifiziert. Hierbei wird unterstellt, dass es bei der Handhabung eines Brennelements zum Bruch sämtlicher Brennstäbe einer äußeren Kante eines Brennelements kommt. Die frei werdenden radioaktiven Edelgase sowie Teile des Iod-Inventars gelangen in das Wasser des BE-Beckens und werden darüber in die Raumluft freigesetzt.

Für die Berechnung der radiologischen Auswirkungen wurde konservativ unterstellt, dass die gesamte, in die Gebäudeatmosphäre freigesetzte Aktivität über den Fortluftkamin abgegeben wird.

Für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) ergibt sich eine potentielle Effektivdosis von ca. 0,000017 mSv. Der Wert liegt mehrere Größenordnungen unterhalb des Störfallplanungswertes von 50 mSv.

### **8.2.7 Anlageninterne Überflutung**

Das Auslaufen eines Systems mit begrenztem Wasserinventar (z. B. System mit noch gefülltem Behälter) während der drei Anlagenzustände des Restbetriebs führt aufgrund des jeweils geringen Wasserinventars zu keiner anlageninternen Überflutung.

Die Systeme, die das Potential für eine Überflutung im Kontrollbereich bergen, sind das Feuerlöschsystem und das nukleare Nebenkühlwassersystem.

Zum Schutz vor Überflutung bei Bruch einer Leitung des Feuerlöschsystems im Kontrollbereich sind die Löschwasserleitungen vom übrigen Feuerlöschnetz durch motorgetriebene Absperrarmaturen getrennt. Diese Armaturen sind im Normalfall geschlossen und werden nur bei Löschwasserbedarf automatisch geöffnet.

Sollte es zu einem Bruch im nuklearen Nebenkühlwassersystem kommen, wird durch das automatische Schließen systemeigener Absperrarmaturen der defekte Strang abgesperrt.

Eine anlageninterne Überflutung sicherheitstechnisch relevanter Systeme wird somit verhindert. Durch einen internen Wassereintrag bedingte Ausfälle von Einrichtungen zur Aufrechterhaltung des sicheren Zustands der Anlage sind folglich nicht zu unterstellen.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung sind ausgeschlossen.

### **8.3 Ereignisse durch Einwirkungen von außen (EVA)**

#### **8.3.1 Erdbeben**

Bei der Auslegung des KWB-A wurden die durch Erdbeben verursachten Beschleunigungen berücksichtigt.

Sowohl für das Reaktorgebäude, das Reaktorhilfsanlagegebäude und das Schaltanlagegebäude als auch für die Nebenkühlwasserpumpenkammer und die Stahlbetoneinbauten wurden entsprechende Standsicherheitsnachweise geführt.

Das Schutzziel „Kühlung des Kernbrennstoffs“ bei erdbebenbedingtem Ausfall von Versorgungseinrichtungen und/oder erdbebenbedingter Leckage des BE-Beckens ist unter Nutzung der vorhandenen Einrichtungen und Prozeduren (siehe Kapitel 8.2.4 bzw. 8.2.6) sichergestellt.

Als radiologisch relevante Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten mit hohen mobilisierbaren Aktivitätsinventaren, bei denen die durch ein Erdbeben induzierten Belastungen ggf. nicht im Rahmen der zulässigen Beanspruchungsgrenzen abgetragen werden, wurden die Anlagenteile der nuklearen Wasseraufbereitung betrachtet.

Es wird unterstellt, dass der Abwasserverdampfer der nuklearen Wasseraufbereitungsanlage im Reaktorhilfsanlagegebäude beschädigt wird und das darin befindliche Verdampferkonzentrat austritt. Das Verdampferkonzentrat verteilt sich darauf-

hin im Gebäude und infolge dessen werden radioaktive Stoffe in die Gebäudeumgebung freigesetzt.

Gleichzeitig wird angenommen, dass das Reaktorhilfsanlagengebäude durch das Erdbeben Risse bekommen hat, die Freisetzung also über Gebäudeundichtigkeiten erfolgt. Für die Ermittlung der Auswirkungen auf die Umgebung wird konservativ ein vergleichbares Aktivitätsinventar im Verdampferkonzentrat wie im Leistungsbetrieb angenommen.

Für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) ergibt sich eine potentielle Effektivdosis von ca. 0,20 mSv. Der Wert liegt weit unterhalb des Störfallplanungswertes von 50 mSv.

### **8.3.2 Sturm, Wind, Eis und Schnee**

Die Auslegung des KWB-A gegen Sturm, Wind, Eis und Schnee erfolgte gemäß den bei der Errichtung geltenden einschlägigen Normen, die die Lastannahmen und Bemessungsvorschriften für Bauten enthalten.

Radiologische Auswirkungen durch die Einwirkung dieser Lasten sind ausgeschlossen.

### **8.3.3 Eindringen explosiver Gase**

Die dominierende Gefahrenquelle für eine Freisetzung explosiver Gase, die in die Anlage eindringen können, sind Transporte chemischer Stoffe auf dem am Standort vorbeiführenden Schiffahrtsweg.

Zum Schutz des KWB-A muss das Eindringen explosiver Gase von außen über die Lüftungsanlage in sicherheitstechnisch relevante Anlagenbereiche verhindert werden. Das Kraftwerk Biblis ist mit einer Gaswarnanlage ausgestattet. Nach Auslösung eines Alarms wird gemäß den Vorgaben des KWB-B das Wartpersonal des

KWB-A über das „Anstehen einer Gaswolke“ informiert. Vom Wartenpersonal des KWB-A erfolgen daraufhin das Schließen der Lufteintrittsklappen, die Abschaltung der Zuluft- und Abluftventilatoren sowie die Außerbetriebnahme der Unterdruckhaltung. Durch diese Maßnahmen wird das Eindringen explosiver Gase in sicherheitstechnisch relevante Anlagenteile verhindert.

Die Freisetzung radioaktiver Stoffe durch das Eindringen von Gasen ist ausgeschlossen.

#### **8.3.4 Äußerer Brand**

Zur Beurteilung der Gefährdung des KWB-A durch externe Brände wurden die im Umfeld der Anlage vorhandenen Brand-Gefahrenbereiche nach der Beschaffenheit des Umfelds in Sektoren eingeteilt und geprüft. Durch die große Entfernung und die Beschaffenheit des Geländes ist von keiner Gefährdung der Anlage durch Brand auszugehen.

Das KWB-A hat einen Abstand zu KWB-B von ca. 130 m. Durch diesen Abstand ist von einer Gefährdung des KWB-A durch einen Brand im KWB-B nicht auszugehen.

Brände außerhalb des Kraftwerksgeländes beeinflussen die radiologische Sicherheit des KWB-A nicht.

Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe durch die Einwirkung eines äußeren Brandes ist ausgeschlossen.

#### **8.3.5 Blitzschlag**

Durch den im KWB-A vorhandenen Blitzschutz wird ein ausreichender Schutz gegen Blitzeinwirkung gewährleistet. Durch Blitzeinwirkung können keine unzulässigen sicherheitstechnischen Auswirkungen auftreten.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung aufgrund von Blitzschlag sind deshalb ausgeschlossen.

### **8.3.6 Hochwasser**

Der wesentliche Gefährdungsmechanismus bei Hochwasser besteht im potenziellen Eindringen von Wasser in Anlagenbereiche, in denen aktive maschinen- und/oder e- und leittechnische Komponenten untergebracht sind, die zur Einhaltung der Schutzziele erforderlich sind.

Gegen Eindringen von Grundwasser und flacheren Hochwässern aus der Umgebung ist das – auf einer künstlichen Aufschüttung errichtete – Kraftwerk durch eine Voll-Abdichtung des Bauwerk-Komplexes bis zum Nullniveau des Kraftwerksgeländes geschützt.

Bei höheren Hochwasserpegeln, bis zur Überflutung des Kraftwerksgeländes, kommen, neben der Permanent-Abdichtung sicherheitstechnisch relevanter Gebäude, aktive Maßnahmen (z. B. Dieselvorrat erhöhen) zum Einsatz, um die Funktion der Nachkühlketten für die Nachwärmeabfuhr aus dem BE-Becken sicherzustellen.

Damit ist die Aufrechterhaltung eines sicheren Zustands des KWB-A selbst unter Zugrundelegung eines 1.000-jährlichen Hochwassers gewährleistet.

Es ist somit gegen Hochwasser ausreichende Vorsorge getroffen. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung sind deshalb ausgeschlossen.

## **8.4 Sehr seltene Ereignisse**

Sehr seltene Ereignisse (z. B. Flugzeugabsturz, Explosionsdruckwelle) mit einer sehr geringen Eintrittswahrscheinlichkeit ( $< 1 \text{ E-6}$  pro Jahr, d. h. weniger als einmal in 1.000.000 Jahren) wurden in die Ereignisanalyse mit einbezogen.

Der Nachweis, dass entsprechende Vorsorgemaßnahmen zur Einhaltung der Schutzziele vorhanden sind, wurde geführt.

Eine Vorsorgemaßnahme ist beispielsweise die massive Bauweise des Reaktorgebäudes, die auch eine Widerstandswirkung gegen Lasten eines etwaigen Aufpralls eines Verkehrsflugzeuges bzw. gegen eine Explosionsdruckwelle darstellt.

Eine weitere Vorsorgemaßnahme z. B. gegen eine Explosionsdruckwelle ist mit der Einhaltung von Mindestabständen zwischen dem KWB-A und möglichen Unfallorten (z. B. Rhein) getroffen.

Darüber hinaus werden beispielsweise ausreichende Löschmittel zur Bekämpfung eines Kerosinbrandes als Maßnahme zur Schadensbegrenzung bevorratet.

Diese werden in Abhängigkeit des Gefährdungspotentials aufrechterhalten, so lange sie für den Restbetrieb noch erforderlich sind.

## **8.5 Zusammenfassung der Ereignisanalyse**

Die Betrachtung zeigt, dass bei sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen während des Restbetriebs und des Abbaus des KWB-A die erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist. Das Gefährdungspotential des KWB-A ist während des Restbetriebs und des Abbaus gegenüber dem Leistungsbetrieb erheblich reduziert.

Für radiologisch repräsentative Ereignisse werden die radiologischen Auswirkungen berechnet und bewertet. Die Ausbreitungs- und Dosisberechnungen erfolgen in Übereinstimmung mit den Vorgaben des Kapitels 4 der Störfallberechnungsgrundlagen (SBG) zu § 49 StrISchV [28]. Es werden 6 Altersgruppen potentiell beeinträchtigter Personen berücksichtigt.

Die Ereignisanalyse für Stilllegung und Abbau des KWB-A ergibt als radiologisch abdeckendes Ereignis das Szenario Absturz eines Dampferzeugers vom Hubgerüst

auf das Kraftwerksgelände. Hierfür wird eine potentielle Effektivdosis von 5,8 mSv für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) berechnet.

Für die weiteren betrachteten Ereignisse werden nur geringfügige Expositionen berechnet. Die potentielle Strahlenexposition in der Umgebung liegt in allen betrachteten Fällen für die am höchsten exponierte Altersgruppe ( $\leq 1$  Jahr) deutlich unterhalb des Störfallplanungswertes der StrlSchV [11] von 50 mSv.

Die berechneten Ergebnisse und die errechnete Dosis sind in der Tabelle 5 zusammengestellt.

**Tabelle 5:** Strahlenexposition in der Umgebung bei repräsentativen Ereignissen

Ereignis	max. effektive Dosis in der Umgebung
Leckage von Behältern (Auslaufen Verdampferkonzentrat)	6 E-5 mSv
Brand in der Anlage (20'-Container radioaktive Abfälle)	0,032 mSv
Absturz von Lasten (Dampferzeuger Hubgerüst)	5,8 mSv
Absturz von Lasten (200 I-Fässer)	4,5 E-6 mSv
Brennelementbeschädigung bei der Handhabung	1,7 E-5 mSv
Erdbeben mit daraus folgendem Behälterversagen	0,2 mSv

Die durchgeführte Ereignisanalyse mit den angenommenen Szenarien zeigt, dass die Forderung des § 50 Abs. 2 StrlSchV [11] die „Strahlenexposition als Folge von Störfällen“ aufgrund einer Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu begrenzen, für die Stilllegung und den Abbau des KWB-A erfüllt ist.

Somit ist für die mit der Stilllegung und dem Abbau verbundenen Tätigkeiten stets eine ausreichende Vorsorge gegen Schäden und zur Vermeidung einer unzulässigen Strahlenexposition in der Umgebung getroffen.



## **9 Abkürzungen**

AtG	Atomgesetz
AVK	Abfallfluss-Verfolgungs- und Produkt-Kontrollsystem
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BE	Brennelement
Bq	Becquerel
EB	Erläuterungsbericht
ESK	Entsorgungskommission
EVA	Einwirkungen von Außen
EVI	Einwirkungen von Innen
ft	feet
GGVSEB	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
KWB-A	Kraftwerk Biblis, Block A
KWB-B	Kraftwerk Biblis, Block B
LAW-Lager	Zwischenlager für radioaktive Reststoffe
MSK-Skala	Medwedew-Sponheuer-Karnik-Skala
NM	nautische Meilen
OKG	oberes Kerngerüst
RBHB	Restbetriebshandbuch
RDB	Reaktordruckbehälter
RSK	Reaktorsicherheitskommission
RVP	Reststoffverfolgungsprogramm
SSK	Strahlenschutzkommission
UKG	unteres Kerngerüst
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
SZL	Standortzwischenlager

## **10 Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:	Übersichtsplan Kraftwerksgelände Biblis	19
Abbildung 2:	Ausschnitt des Lageplans Kraftwerk Biblis	21
Abbildung 3:	10-km-Umgebung mit Sektoren	23
Abbildung 4:	Luftraum über Biblis, Kreisradius 50 km	29
Abbildung 5:	Windhäufigkeit am Standort KWB. Messhöhe ca. 100 m über Grund, Mittelwerte von 2003 - 2011	31
Abbildung 6:	Kennzeichnung des KWB in der Planungskarte zur DIN 4149: 2005-04	35
Abbildung 7:	Funktionsprinzip des KWB-A	39
Abbildung 8:	Lageplan KWB-A	43
Abbildung 9:	Reaktorgebäude und Reaktorhilfsanlagengebäude KWB-A	44
Abbildung 10:	Stillsetzen von Anlagenteilen	76
Abbildung 11:	Übergeordneter Abbauablauf	78
Abbildung 12:	Abbauphasen, Abbaumaßnahmen und Demontagepakete	79
Abbildung 13:	Dampferzeuger Block A	91
Abbildung 14:	Hauptkühlmittelpumpe KWB-A	93
Abbildung 15:	Querschnitt durch den RDB mit Einbauten	95
Abbildung 16:	Rückzugsprinzip KWB-A	98
Abbildung 17:	Querschnitt durch die Schichten zw. dem Biologischen Schild und dem RDB	102
Abbildung 18:	Prinzipdarstellung des Seilsägens am Biologischen Schild	103
Abbildung 19:	Darstellung des Überwachungsbereiches und der Kontrollbereiche des Standort Biblis	110
Abbildung 20:	Radioaktive Reststoffe beim Abbau des KWB-A	131
Abbildung 21:	Übersicht über die Entsorgungswege	134

## **11 Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Ortsverzeichnis im Umkreis von ca. 10 km	25
Tabelle 2:	Rheintemperaturen Messstelle Koblenz	33
Tabelle 3:	Rheinpegel Worms	33
Tabelle 4:	Zusammenstellung der Strahlenexposition durch Ableitungen	128
Tabelle 5:	Strahlenexposition in der Umgebung bei repräsentativen Ereignissen	160

## 12 Literatur

- [1] Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes (13. AtGÄndG); Gesetz vom 31.07.2011, BGBl. I S. 1704 (Nr. 43); Geltung ab 06.08.2011
- [2] Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 28. August 2013 (BGBl. I S. 3313) geändert worden ist
- [3] Antrag auf Erteilung einer Genehmigung zur Stilllegung des Kernkraftwerks Biblis Block A (KWB-A) und einer ersten Genehmigung zum Abbau von Anlagenteilen des Kernkraftwerks Biblis Block A (KWB-A) vom 6. August 2012
- [4] Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes vom 26. Juni 2009 (BAnz 2009, Nr. 162a vom 12. August 2009)
- [5] Atomrechtliche Verfahrensverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. Februar 1995 (BGBl. I S. 180), die zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2819) geändert worden ist
- [6] "Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2749) geändert worden ist
- [7] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli 2013 (BGBl. I S. 1943) geändert worden ist
- [8] Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch § 44 Absatz 4 des Gesetzes vom 22. Mai 2013 (BGBl. I S. 1324) geändert worden ist
- [9] Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung vom 25. Januar 1977 (BGBl. I S. 220), die zuletzt durch Artikel 9 Absatz 12 des Gesetzes vom 23. November 2007 (BGBl. I S. 2631) geändert worden ist
- [10] Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung vom 14. Oktober 1992 (BGBl. I S. 1766), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. Juni 2010 (BGBl. I S. 755) geändert worden ist

- [11] Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist
- [12] Arbeitsstättenverordnung vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179), die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 19. Juli 2010 (BGBl. I S. 960) geändert worden ist
- [13] Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Januar 2013 (BGBl. I S. 110)
- [14] Hessische Bauordnung (HBO) in der Fassung vom 15. Januar 2011, zuletzt geändert durch Artikel 40 des Gesetzes vom 13. Dezember 2012 (GVBl. S. 622)
- [15] Gewerbeordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Februar 1999 (BGBl. I S. 202), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 6. September 2013 (BGBl. I S. 3556) geändert worden ist
- [16] Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 4 Absatz 76 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist
- [17] Hessisches Wassergesetz (HWG) Vom 14. Dezember 2010, geändert durch Artikel 62 des Gesetzes vom 13. Dezember 2012 (GVBl. S. 622)
- [18] Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL); RL 92/43/EWG vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22. Juli 1992, S. 7), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2006/105/EG des Rates vom 20. November 2006 (ABl. L 363 vom 20. Dezember 2006, S. 368)
- [19] DIN4149: 2005-04 Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessungen und Ausführung üblicher Hochbauten, seit 01.12.2010 zurückgezogen
- [20] DIN-EN-1998-1/NA: 2011-01 National Annex - Nationally determined parameters - Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
- [21] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 der Strahlenschutzverordnung (Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus

- Anlagen oder Einrichtungen) vom: 28.08.2012; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; BAnz AT 05.09.2012 B1
- [22] KTA 1503.1, Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe, Teil 1: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßigem Betrieb, Fassung 6/02, enthalten die Berichtigung aus dem BAnz. Nr. 55 vom 20. März 2003
- [23] KTA 1504, Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser, Fassung 11/07, B. Anz. Nr. 9a – 17.01.2008
- [24] Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 7. Dezember 2005 (GMBI. 2006, Nr. 14-17, S. 254), einschließlich d. Ergänzungen durch Rundschreiben des BMU – RS II 5 – 15603/5 – vom 20. Dezember 1995
- [25] Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle vom 19. November 2008 (BAnz. 2008, Nr. 197, S. 4777)
- [26] Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Oktober 2010) - Endlager Konrad – BfS, Fachbereich Sicherheit nuklearer Entsorgung, Peter Brennecke, SE-IB-29/08-REV-1
- [27] Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV vom 18. Oktober 1983 (BAnz. 1983, Nr. 245a)
- [28] Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV, Neufassung des Kapitels 4: Berechnung der Strahlenexposition (Verabschiedet in der 186. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 11. September 2003)