

Stilllegung und Abbau Kernkraftwerk Krümmel

Sicherheitsbericht

April 2016

	BEREICH	DATUM	NAME	UNTERSCHRIFT
Erstellt				
Geprüft				
Freigegeben				

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	10
Tabellenverzeichnis	12
Abkürzungsverzeichnis	13
1 Das Vorhaben im Überblick	14
1.1 Der Antrag auf Stilllegung und Abbau	14
1.2 Gesamtvorhaben – Zusammenhänge zwischen beantragter § 7 (3) AtG Genehmigung, geplantem LasmAaZ/LasmAiZ und der Umweltverträglichkeitsprüfung	16
1.2.1 Reststoffbearbeitung einschließlich Abfallbehandlung	18
1.2.2 Zwischenlagerkapazitäten für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung	19
1.3 Vorbereitende Maßnahmen	20
1.4 Ablauf des Abbaus.....	20
1.4.1 Abbauphase 1	23
1.4.2 Abbauphase 2	24
1.4.3 Zeitlicher Ablauf.....	24
1.5 Strahlenschutz und Strahlenexposition	25
1.5.1 Schutzziele	25
1.5.2 Strahlenexposition in der Umgebung	26
1.6 Ereignisanalyse	26
2 Standort	27
2.1 Geographische Lage	27
2.2 Besiedlung.....	28
2.3 Boden- und Wassernutzung	29
2.3.1 Bodennutzung	29
2.3.2 Wassernutzung.....	31
2.4 Gewerbe- und Industriegebiete.....	32
2.5 Verkehrswege.....	32
2.5.1 Straßen.....	32
2.5.2 Schienenverkehrswege	32
2.5.3 Wasserstraßen	33
2.5.4 Flugplätze und Luftstraßen	33

Vattenfall Europe Nuclear Energy

2.6	Meteorologische Verhältnisse	33
2.6.1	Ausbreitungsstatistik	33
2.6.2	Niederschläge	35
2.7	Geologische Verhältnisse	35
2.8	Hydrologische Verhältnisse	36
2.8.1	Oberflächengewässer	36
2.8.2	Grundwasser	38
2.8.3	Trinkwassergewinnung	38
2.8.4	Kühlwasseranalysen	38
2.9	Seismische Verhältnisse	38
2.10	Radiologische Vorbelastung	39
2.11	Zusammenfassende Standortbewertung	40
3	Beschreibung des Ausgangszustandes der Anlage KKK.....	41
3.1	Funktionsprinzip des KKK.....	41
3.2	Gebäude und Anlagenteile	43
3.2.1	Gesamtanordnung	43
3.2.2	Reaktorgebäude (ZA)	47
3.2.3	Maschinenhaus (ZF).....	51
3.2.4	Lagergebäude (ZW4).....	55
3.2.5	Maschinentransformatorgebäude (ZH0)	55
3.2.6	Schaltanlagegebäude mit Warte (ZE)	55
3.2.7	Betriebsgebäude 1 (ZU0).....	58
3.2.8	Notstromdieselgebäude (ZK0).....	58
3.2.9	Dieselgebäude 1 (ZK2).....	58
3.2.10	Teildieselgebäude (ZK1).....	59
3.2.11	Emissionsüberwachungsgebäude (ZQ2)	59
3.2.12	Feststofflager (ZC) und Heiße Werkstatt (ZL1)	60
3.2.13	Vollentsalzungsanlage (ZG0) und Hilfskesselgebäude (ZL0).....	60
3.2.14	Kühlwasserbauwerke.....	60
3.2.15	Standortzwischenlager Krümmel (SZK)	62
3.3	Weiterbetriebene Systeme und Anlagen während des LSSB.....	63
3.3.1	Systeme zur Nachwärmeabfuhr.....	64
3.3.2	Lüftungstechnische Anlagen	64
3.3.3	Kühlwassersysteme.....	66
3.3.4	Elektrotechnische Anlagen und Einrichtungen	66

Vattenfall Europe Nuclear Energy

3.3.4.1	Starkstromanlagen.....	66
3.3.4.2	Notstromversorgung	67
3.3.4.3	Reaktorschutz, Leit- und Messtechnik	68
3.3.5	Teilsteuerstelle	69
3.3.6	Abwasser- und Abfallbehandlungsanlagen	69
3.3.6.1	Abwasserbehandlungsanlagen	69
3.3.6.2	Abfallbehandlungsanlagen.....	70
3.3.7	Kommunikationseinrichtungen	71
3.3.8	Aktivitäts- und Umgebungsüberwachung sowie Probenahmesystem	71
3.3.9	Zwischenkühlwassersysteme	72
3.3.10	Sonstige Versorgungs- und Hilfssysteme	72
3.3.10.1	Messgasversorgung	72
3.3.10.2	Vollentsalzungsanlage	72
3.3.10.3	Trinkwasserversorgung und Schmutzwasserentsorgung sowie Wasseraufbereitung.....	72
3.3.10.4	Hilfsdampf- und Heizungsanlagen	73
3.3.10.5	Druckluftanlage.....	73
3.3.10.6	Entwässerungs-, Entlüftungs- und Entleerungssysteme	73
3.3.10.7	Ableitung von Niederschlagswasser	73
3.3.11	Sonstige Einrichtungen im Kontrollbereich.....	74
3.3.11.1	Reaktordruckbehälter	74
3.3.11.2	Brennelementlagerbecken	74
3.3.11.3	Flutraum- und Absetzbecken	74
3.3.11.4	Kondensationskammer	75
3.3.11.5	Brennelement-Wechselmaschine	76
3.3.11.6	Werkstätten und Labore.....	76
3.3.12	Brandschutzsysteme	76
3.3.13	Anlagen und Einrichtungen für den Objektschutz	77
3.3.14	Anlagen und Einrichtungen für den Notfallschutz.....	77
3.4	Anlagenhistorie.....	78
3.5	Radiologie	81
3.5.1	Radiologischer Ausgangszustand.....	81
3.5.2	Aktivierete Anlagenteile und Gebäudestrukturen	82
3.5.3	Kontaminierte Anlagenteile und Gebäudestrukturen	83
3.5.4	Radioaktive Betriebsabfälle	84
3.5.5	Radiologische Charakterisierung	84

Vattenfall Europe Nuclear Energy

4	Arbeitsbereiche, Abbauverfahren und Abbaueinrichtungen	86
4.1	Arbeitsbereiche	86
4.1.1	Zerlegeplätze	87
4.1.2	Stau- und Pufferlagerflächen	88
4.1.3	Dekontamination	89
4.1.4	Konditionierung	89
4.1.5	Radioaktivitätsmessungen	89
4.2	Zerlege-, Dekontaminations- und Konditionierungsverfahren	90
4.2.1	Zerlegeverfahren	90
4.2.1.1	Mechanische Zerlegeverfahren	91
4.2.1.2	Thermische Zerlegeverfahren	91
4.2.2	Dekontaminationsverfahren	91
4.2.2.1	Mechanische Dekontaminationsverfahren	92
4.2.2.2	Chemische Dekontaminationsverfahren	92
4.2.2.3	Weitere Dekontaminationsverfahren	93
4.2.3	Konditionierungsverfahren	93
4.3	Abbaueinrichtungen	93
4.3.1	Manueller Abbau	93
4.3.2	Fernbedienter Abbau	94
5	Der Abbau der Anlage KKK	95
5.1	Anpassung der Restbetriebssysteme	96
5.1.1	Systeme zur Nachwärmeabfuhr	97
5.1.2	Kühlwassersysteme	98
5.1.3	Lüftung	99
5.1.4	Abwasseraufbereitung	100
5.1.5	Stromversorgung/Elektrotechnische Einrichtungen	100
5.1.6	Versorgungssysteme	102
5.1.7	Aktivitätsüberwachung	102
5.1.8	Kommunikation	103
5.1.9	Brandschutzsysteme	103
5.1.10	Hebezeuge, Aufzüge und Transportfahrzeuge	103
5.2	Abbauphase 1	103
5.2.1	Abbaumaßnahmen im Reaktorgebäude	104
5.2.1.1	Abbau des Reaktordruckbehälter-Deckels	106
5.2.1.2	Abbau der Reaktordruckbehälter-Einbauten	107

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Arbeitsbereiche- und Zerlegebereiche	110
Verpackungsstation	111
Steuerstand und Beobachtungseinrichtungen.....	112
Zerlegevorgang	112
5.2.1.3 Abbau des oberen Teils des Sicherheitsbehälters	113
Abbau des Splitterschutzes	114
Herstellen neuer Transportwege.....	118
Abbau der Kondensationskammerdecke	118
Außenwandung der Kondensationskammer	118
5.2.2 Abbaumaßnahmen im Maschinenhaus.....	118
5.2.3 Abbaumaßnahmen außerhalb Kontrollbereich.....	121
5.3 Abbauphase 2	122
5.3.1 Abbaumaßnahmen im Reaktorgebäude	122
5.3.1.1 Isolierung des Reaktordruckbehälters.....	122
5.3.1.2 Mantel des Reaktordruckbehälters	122
5.3.1.3 Kalotte des Reaktordruckbehälters.....	124
5.3.1.4 Abbau des verbliebenen, oberen Teils des Sicherheitsbehälters	124
Abbau des Innenzylinders.....	124
Abbau des Bodens der Kondensationskammer	124
Abbau der Seitenwände des unteren Ringraums.....	124
5.3.1.5 Biologischer Schild	125
5.3.1.6 Sumpf des Sicherheitsbehälters	125
5.3.1.7 Weitere Abbaumaßnahmen im Reaktorgebäude	126
5.3.2 Maschinenhaus	126
5.3.3 Weitere Teile des Kontrollbereichs	127
5.3.3.1 W4-Gebäude	127
5.3.3.2 Feststofflager und Heiße Werkstatt.....	127
5.3.3.3 Betriebsgebäude 1.....	127
5.3.4 Überwachungsbereich	127
5.3.5 Rückzug aus den Gebäuden	128
6 Umgang mit radioaktiven Stoffen.....	133
6.1 Entlassung von radioaktiven Stoffen aus der atomrechtlichen Überwachung.....	135
6.2 Messverfahren und Probenahme.....	136
6.3 Freigabe	137
6.4 Herausgabe	138

Vattenfall Europe Nuclear Energy

6.5	Herausbringen	138
6.6	Behandlung und Lagerung radioaktiver Stoffe	138
7	Strahlenschutz	144
7.1	Strahlenschutzaufgaben	144
7.2	Strahlenschutzbereiche	145
7.2.1	Betriebsgelände.....	145
7.2.2	Überwachungsbereiche	145
7.2.3	Kontrollbereiche.....	145
7.2.4	Sperrbereiche	147
7.3	Personenüberwachung und Personenschutzmaßnahmen	147
7.3.1	Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition des Personals	147
7.3.2	Arbeitsplatzüberwachung.....	148
7.3.3	Überwachung der Dosisgrenzwerte	148
7.3.4	Inkorporationsüberwachung.....	149
7.3.5	Arbeitsmedizinische Vorsorge.....	149
7.3.6	Strahlenschutzunterweisung	149
7.3.7	Dokumentation der Personenüberwachung	149
7.4	Anlagenüberwachung	150
7.4.1	Kontaminationsüberwachung.....	150
7.4.2	Ortsdosisleistung in Strahlenschutzbereichen.....	150
7.4.3	Aktivitätskonzentration in Teilabluft und Fortluft	150
7.4.4	Abgabe von radioaktiven Stoffen mit dem Wasser.....	151
7.4.5	Kontamination von Sachgütern	151
7.4.6	Systemüberwachung	152
7.4.7	Prüfung und Wartung der Messgeräte	152
7.5	Aktivitätsrückhaltung.....	152
7.6	Abgabe radioaktiver Stoffe.....	153
7.6.1	Antragswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe.....	153
7.6.2	Strahlenexposition in der Umgebung	154
7.6.3	Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft.....	154
7.6.4	Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abwasser	156
7.6.5	Strahlenexposition durch Direktstrahlung.....	157
7.6.6	Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung	157
7.7	Umgebungsüberwachung	158
8	Organisation und Betrieb	160

Vattenfall Europe Nuclear Energy

8.1	Abbaureglement	160
8.1.1	Restbetriebshandbuch	161
8.1.2	Prüfhandbuch	162
8.1.3	Managementhandbuch	162
8.2	Aufbau-Organisation	163
8.2.1	Geschäftsführung/Strahlenschutzverantwortlicher	163
8.2.2	Standortleiter	163
8.2.3	Leiter der Anlage	164
8.2.4	Strahlenschutzbeauftragter	164
8.2.5	Betriebsorganisation	165
8.3	Qualifikation und Fachkunde	165
8.4	Dokumentation	165
9	Ereignisanalyse	166
9.1	Einleitung	166
9.2	Sicherheitsbetrachtungen für Stilllegung und Abbau in den Abbauphasen 1 und 2	168
9.2.1	Einwirkungen von Innen	168
9.2.1.1	Leckagen an aktivitätsführenden Komponenten und Systemen	168
	Leckage im Abwasserverdampferstrang	168
	Auslaufen des Konzentratbehälters	169
	Leckage eines Nasszerlegebereiches bzw. der Kondensationskammer beim Abbau	169
	Leckage am RDB während des Abbaus	169
	Leck bei der Dekontamination	169
9.2.1.2	Mechanische Einwirkungen	170
	Lastabsturz bei der Demontage, Zerlegung und Verpackung der RDB- Einbauten und des RDB	170
	Lastabsturz beim Transport von großen Einzelkomponenten im Kontrollbereich	171
	Herabstürzen von Lasten auf Reststoff- und Abfallbehälter mit freisetzbarem radioaktivem Inventar	171
	Absturz von beladenen Reststoff- und Abfallbehältern	171
	Beschädigung eines Köchers für SBS bei der Handhabung	172
9.2.1.3	Thermische und chemische Einwirkungen	172
	Brand im Bereich der Reststoffbearbeitung/Abfallkonditionierung	172

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Weitere anlageninterne Brände	172
Thermische Zersetzung von Ionenaustauscherharzen	173
Anlageninterne Explosionen	173
9.2.1.4 Pufferlager im Überwachungsbereich	173
Brand in einem Container	174
Absturz eines Containers/Erdbeben/Umsturz baulicher Einrichtungen.....	174
Ereignisse bei Transportvorgängen einschließlich Verkehrsunfall eines Transportfahrzeuges beim Transport von beladenen Reststoff- und Abfallbehältern auf dem Betriebsgelände KKK	174
9.2.2 Ausfälle und Störungen von Restbetriebssystemen	175
Ausfall der Stromversorgung	175
Ausfall von Lüftungsanlagen	175
Ausfall der Infrastruktur im Abbau	175
9.2.3 Einwirkungen von Außen	175
9.2.3.1 Naturbedingte Einwirkungen	175
Wind-, Schneelasten, Starkregen	175
Blitzschlag	176
Hochwasser/Überflutung.....	176
Erdbeben/Erdrutsch	176
9.2.3.2 Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen	178
Flugzeugabsturz	178
Druckwellen auf Grund chemischer Reaktionen	178
Externe Brände.....	179
Äußere Einwirkungen explosiver Stoffe	179
9.2.4 Wechselwirkungen mit anderen Anlagen am Standort.....	179
9.2.4.1 Standortzwischenlager/geplantes LasmAaZ/LasmAiZ	179
9.3 Zusammenfassende Bewertung der Ereignisbetrachtungen	180
10 Begriffsbestimmung	182
11 Quellenangaben.....	189

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Der zeitliche Ablauf des Vorhabens.....	25
Abbildung 2-1: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan Geesthacht	28
Abbildung 2-2: Standortumgebung im 10 km Radius mit Sektoren.....	29
Abbildung 2-3: FFH-Gebiete im 5 km-Umkreis des KKK.....	31
Abbildung 2-4: Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit Krümmel (Jahre 2005 – 2014) am Fortluftkamin (150 m Höhe).....	34
Abbildung 2-5: Windrichtungshäufigkeitsverteilung Krümmel (Jahre 2005 – 2014) am Fortluftkamin (150 m Höhe), Angaben in %	35
Abbildung 2-6: Jahresverlauf der Elbwassertemperatur 2009 - 2014, Krümmel	37
Abbildung 3-1: Energieumwandlung im Siedewasserreaktor (Skizze)	41
Abbildung 3-2: Standort-Übersichtsplan des Kernkraftwerks Krümmel.....	43
Abbildung 3-3: Reaktorgebäude und Maschinenhaus	47
Abbildung 3-4: Sicherheitsbehälter mit Einbauten	49
Abbildung 3-5: Maschinenhaus – Querschnitt	54
Abbildung 3-6: Schaltanlagegebäude - Querschnitt	56
Abbildung 3-7: Lüftungstechnische Anlagen im Reaktorgebäude (oben) und Maschinenhaus (unten).....	65
Abbildung 3-8: Elektrischer Übersichtsplan der Blockschienen (Stand: LSSB).....	67
Abbildung 3-9: Elektrischer Übersichtsplan der Notstromversorgung (Stand: LSSB)	68
Abbildung 3-10: Abwasser- und Konzentrataufbereitung	70
Abbildung 3-11: RDB mit Flutraum/Absetzbecken und Brennelementlagerbecken	75
Abbildung 4-1: Beispielhafte Darstellung von Arbeitsbereichen im Maschinenhaus	87
Abbildung 5-1: Schematischer Aufbau des Nachkühlsystems, Strang 3 mit Anschlüssen zum Lagerbecken und zum Flutraum	98
Abbildung 5-2: Elektrischer Übersichtsplan	101
Abbildung 5-3: Reaktorgebäude – schematische Darstellung mit Zuordnung der Hauptkomponenten zur vorgesehenen Abbauphase	105
Abbildung 5-4: RDB mit Einbauten.....	109
Abbildung 5-5: Schnitt durch das Reaktorgebäude mit SHB.....	115
Abbildung 5-6: Aufbau des Sicherheitsbehälters	117
Abbildung 5-7: Maschinenhaus – Längsschnitt	119
Abbildung 5-8: Möglicher Rückzug aus den Gebäuden über den Kontrollbereichseingang .	130
Abbildung 5-9: Mögliche weitere Variante zum Rückzug aus den Gebäuden.....	131
Abbildung 6-1: Differenzierung der radioaktiven Reststoffe	133
Abbildung 6-2: Entsorgungswege für radioaktive Reststoffe.....	134

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Abbildung 6-3: Prognostizierte Prozentanteile an der gesamten abzubauenden Masse einschließlich Sekundärabfällen	136
Abbildung 6-4: Behandlungswege für radioaktive Abfälle	139
Abbildung 6-5: Geplante Pufferlagerflächen und LasmAaZ (ZY2)/ LasmAiZ (SZK) (Gebäudebezeichnungen siehe Abbildung 3-2)	140
Abbildung 6-6: Verantwortlichkeiten bei der Entsorgung intern und extern konditionierter, radioaktiver Abfälle	143

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Mittlerer Abfluss der Elbe am Pegel Neu Darchau bei Flusskilometer 536,4	37
Tabelle 3-1: Ungefähre Massen der Strukturen, Systeme und Komponenten im KKK	46
Tabelle 3-2: Kurzübersicht – Einrichtung/Inbetriebsetzung	78
Tabelle 3-3: Zusammenstellung der wichtigsten Anlagenänderungen	80
Tabelle 5-1: Zerlegung der RDB-Einbauten	110
Tabelle 5-2: Hauptschritte beim Abbau des oberen Teils des SHB	114
Tabelle 5-3: Ausgewählte Gebäude ohne Kontrollbereich (inner- und außerhalb Überwachungsbereich).....	122
Tabelle 7-1: Strahlenexpositionen durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft.....	155
Tabelle 7-2: Strahlenexposition durch Direktstrahlung.....	157
Tabelle 7-3: Summe der Strahlenexpositionen	158

Abkürzungsverzeichnis

AKZ	Anlagenkennzeichen
AtG	Atomgesetz
BE	Brennelement
ESK	Entsorgungskommission
BHB	Betriebshandbuch
EVA/EVI	Einwirkung von Außen/Innen
FFH	Fauna-Flora-Habitat
HZG	Helmholtz-Zentrum Geesthacht
KKK	Kernkraftwerk Krümmel
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
LasmAaZ	Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung in der Nähe des Standortzwischenlagers Krümmel am Standort Krümmel
LasmAiZ	Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung im bestehenden Standortzwischenlager Krümmel
LSSB	Längerfristiger Stillstandsbetrieb
MH	Maschinenhaus
MHB	Managementhandbuch
PHB	Prüfhandbuch
RBHB	Restbetriebshandbuch
RDB	Reaktordruckbehälter
RGB	Reaktorgebäude
SAG	Stilllegungs- und Abbaugenehmigung
SBS	Sonderbrennstab
SHB	Sicherheitsbehälter
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
SZK	Standortzwischenlager Krümmel
TEST	Teilsteuerstelle
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz

1 Das Vorhaben im Überblick

Das Kernkraftwerk Krümmel (KKK) nahm am 28. März 1984 seinen kommerziellen Betrieb auf. Es besitzt eine elektrische Bruttoleistung von 1.402 MW und hat in seiner Betriebszeit ca. 201.712 GWh Strom in das Netz eingespeist¹. Die 1. Betriebsgenehmigung war befristet. Die 2. Betriebsgenehmigung von 1988 war unbefristet.

Durch die 13. Novelle zum Atomgesetz (AtG) [1] hat das Kernkraftwerk Krümmel mit Ablauf des 06. August 2011 die Berechtigung zum Leistungsbetrieb verloren. Der gegenwärtige längerfristige Stillstandsbetrieb (LSSB) ist von der 1988 erteilten unbefristeten 2. Betriebsgenehmigung mit umfasst. Die Stilllegung des Kernkraftwerks und sein Abbau bedürfen nach den Regelungen des AtG § 7 (3) [1] einer gesonderten Genehmigung.

1.1 Der Antrag auf Stilllegung und Abbau

Am 24. August 2015 hat die Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG den Antrag nach § 7 (3) AtG [1] auf Stilllegung und Abbau gestellt.

Der atomrechtliche Antrag umfasst:

1. Den Abbau von nicht mehr benötigten Anlagenteilen in der Abbauphase 1. Dies umfasst nichtkontaminierte, kontaminierte und aktivierte Anlagenteile im Kontroll- und Überwachungsbereich sowie andere atomrechtlich genehmigte Anlagenteile.
2. Stilllegung des KKK und die Ablösung der Regelungen und Gestattungen der bestehenden Betriebsgenehmigungen zum nuklearen Betrieb der Anlage durch eine Stilllegungsgenehmigung, wobei Regelungen und Gestattungen für den Weiterbetrieb von Systemen und Komponenten im Restbetrieb der Anlage unberührt und wirksam bleiben, soweit sie nicht durch die beantragte Stilllegungsgenehmigung ersetzt oder geändert werden.
3. Der Restbetrieb des KKK und dessen fortschreitende Veränderungen werden entsprechend den Regelungen des Restbetriebshandbuchs (RBHB) gestattet. Mit Beginn von Stilllegung und Abbau tritt das RBHB an die Stelle des Betriebshandbuchs (BHB).

¹ Die Bruttoerzeugung seit Inbetriebnahme des Kraftwerks beläuft sich auf 208.031 GWh.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

4. Restbetrieb, d. h. Weiterbetrieb von Systemen und Komponenten und/oder Errichtung und Betrieb von Ersatzsystemen und Komponenten, die zur Gewährleistung des Strahlenschutzes und der Aktivitätsrückhaltung während der Stilllegung und des Abbaus von Anlagenteilen erforderlich sind und die für den Abbau benötigt werden, auf der Grundlage der bestehenden und weiter geltenden atomrechtlichen Genehmigungen, soweit sie nicht durch die beantragte Genehmigung in Teilen ersetzt oder geändert werden oder Regelungstatbestände enthalten, die für das beantragte Vorhaben nicht mehr relevant sind.
5. Anpassungen des Betriebes und der Nutzung von Systemen, Komponenten und Räumen an den Stand des Abbaus. Die noch zu betreibenden Systeme, Komponenten, Anlagen und Einrichtungen werden entsprechend den Anforderungen im Restbetrieb umklassifiziert.
6. Errichtung und Einbringen von Systemen und Komponenten, die für den Abbau benötigt werden, sowie deren Nutzung und Betrieb.
7. Durchführung der für den Restbetrieb und den Abbau von Anlagenteilen erforderlichen Arbeiten einschließlich des damit in Zusammenhang stehenden Umgangs mit radioaktiven Stoffen gemäß Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [4], in Ergänzung zu dem von den bestehenden Genehmigungen erfassten Umgang mit radioaktiven Stoffen.
8. Ggf. die Nutzung externer Entsorgungsdienstleistungen an anderen Standorten unter den dort geltenden Genehmigungen.
9. Weiterentwicklung der Vorgehensweise am Standort zur Freigabe radioaktiver Reststoffe entsprechend den Regelungen des § 29 StrlSchV [4], d. h. Entlassung von aktivierten oder kontaminierten beweglichen Gegenständen, Anlagen oder Anlagenteilen, die beim Abbau oder Restbetrieb anfallen, bzw. von aktivierten oder kontaminierten Gebäuden und Bodenflächen aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes. Wenn bewegliche Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteile aus Überwachungsbereichen nachweisbar weder aktiviert noch kontaminiert sind und daher nicht unter den Regelungsbereich des § 29 StrlSchV [4] fallen, erfolgt die Herausgabe als nicht-radioaktive Stoffe gemäß eines Herausgabeverfahrens.
10. Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft mit bis zu folgenden Grenzwerten für die Ableitungen:

Radioaktive Gase:

Gesamtabgabe pro Jahr	$4,5 \times 10^{13}$ Bq
innerhalb von 2 Quartalen	$2,3 \times 10^{13}$ Bq

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Radioaktive Aerosole:

Gesamtabgabe pro Jahr	1,5 x 10 ¹⁰ Bq
Abgabe in 180 aufeinanderfolgenden Tagen	7,4 x 10 ⁰⁹ Bq
Abgabe an einem Tag	1,5 x 10 ⁰⁸ Bq

11. Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser bleibt vorerst unverändert. Sie ist in der gültigen wasserrechtlichen Erlaubnis geregelt und wird entsprechend den Abbauplanungen angepasst.
12. Nutzungsänderung, d.h. Freiräumen, Einrichtung und Nutzung von Raumbereichen z.B. für den Betrieb von Anlagen zum Abbau und zur weiteren Bearbeitung von Reststoffen innerhalb des Kontrollbereiches.
13. Den Ausbau (Erweiterung) und die Einrichtung von Transportwegen, Stauflächen und Pufferlagerflächen für die Transportlogistik und zur Vereinfachung der Begehungsmöglichkeiten und die damit zusammenhängenden Änderungen der Anlage.
14. Den Abbau von Anlagenteilen, die im Rahmen der Nutzungsänderungen und beim Ausbau der Transportwege abgebaut werden müssen und nicht mehr für den Restbetrieb benötigt werden sowie von Systemen und Komponenten, die für die Durchführung des Abbaus und/oder als Ersatzsysteme errichtet wurden und nicht mehr benötigt werden.

1.2 Gesamtvorhaben – Zusammenhänge zwischen beantragter § 7 (3) AtG Genehmigung, geplantem LasmAaZ/LasmAiZ und der Umweltverträglichkeitsprüfung

Zur Genehmigungsfähigkeit des Antrages zur „Stilllegung und zum Abbau“ ist neben den erforderlichen Nachweisen zur Machbarkeit der sicheren Stilllegung und des sicheren Abbaus des Kernkraftwerks im engeren Sinne auch aufzuzeigen,

- dass adäquate Möglichkeiten entsprechend dem Stand der Technik zur Bearbeitung der Reststoffe vorgesehen sind (siehe Kapitel 1.2.1) und
- der Nachweis zum Verbleib der anfallenden radioaktiven Abfälle bis zu deren Ablieferung an ein Bundesendlager erbracht werden kann (siehe Kapitel 1.2.2).

Die nach § 19 b AtVfV [2] vorzusehende Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) hat sich auf die insgesamt mit dem Vorhaben geplanten Maßnahmen zu erstrecken.

Es ist eine UVU für

- die Stilllegung und den Abbau des KKK im Rahmen der bereits beantragten Genehmigung nach § 7 (3) AtG [1],
- die Maßnahmen in der Abbauphase 2, welche mit mindestens einer weiteren Teilgenehmigung nach § 7 (3) AtG [1] zukünftig durch die Vorhabensträgerin zu beantragen sind,
- die Auswirkungen aus der Errichtung und dem Betrieb von ggf. zusätzlich am Standort einzurichtenden Zwischenlagerkapazitäten,
- den Transport von konditionierten radioaktiven Abfällen in ein vorgesehene Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung am Standort des Zwischenlagers Krümmel (LasmAaZ/LasmAiZ) oder in ein anderes Zwischenlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und
- die Einrichtung von Pufferlagern

vorgesehen. Darüber hinaus ist eine Betrachtung der Umweltauswirkung durch einen konventionellen Abriss der Restgebäudestruktur nach deren Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung in einem Anhang zur UVU geplant, soweit dies aus heutiger Sicht bereits möglich ist.

Der vorliegende Sicherheitsbericht enthält eine grundsätzliche Darstellung, wie die Stilllegung und der Abbau insgesamt sicher und zuverlässig vorgenommen werden können und wie die Entsorgung der dabei anfallenden radioaktiven Reststoffe/Abfälle anforderungsgerecht durchgeführt werden kann. Er beschreibt die Maßnahmen, die in der Abbauphase 1 vorgesehen sind und welche bereits nach § 7 (3) AtG [1] beantragt wurden, detaillierter als Maßnahmen die antragsgemäß der Abbauphase 2 vorbehalten sind.

Die Maßnahmen der Abbauphase 2 werden detaillierter in mindestens einem weiteren zukünftigen Genehmigungsverfahren bewertet. Innerhalb dieses/dieser Verfahren werden die entsprechenden detaillierten Unterlagen zu den Maßnahmen, die antragsgemäß der Abbauphase 2 vorbehalten sind, erstellt, bei der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde vorgelegt und bewertet.

Im Sinne des § 19 b der AtVfV [2] müssen die Unterlagen, die einem erstmaligen Antrag auf Erteilung einer Genehmigung nach § 7 (3) AtG [1] beizufügen sind, auch Angaben zu den insgesamt geplanten Maßnahmen zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage enthalten, die insbesondere die Beurteilung ermöglichen,

Vattenfall Europe Nuclear Energy

- ob die beantragten Maßnahmen weitere Maßnahmen nicht erschweren oder verhindern und
- ob eine sinnvolle Reihenfolge der Abbaumaßnahmen vorgesehen ist.

Der Sicherheitsbericht enthält daher zu den Maßnahmen, die antragsgemäß der Abbauphase 2 vorbehalten sind, eine Detaillierung, die eine Bewertung hinsichtlich der oben genannten Punkte ermöglicht. Der Endzustand des Anlagengeländes wird während des Gesamtverfahrens detailliert und festgelegt.

Nach der Entlassung der Anlage aus dem Regelungsbereich des AtG werden die verbliebenen Gebäudestrukturen im Rahmen der Regelungen des konventionellen Baurechts abgebrochen oder einer weiteren Nutzung zugeführt. Der konventionelle Abriss ist nicht Bestandteil des beantragten Genehmigungsverfahrens nach § 7 Abs. 3 AtG [1].

Erste Überlegungen zum konventionellen Abriss und die dadurch voraussichtlich hervorgerufenen Umweltauswirkungen werden in einem gesonderten Bericht dargestellt, der als Anhang zur Umweltverträglichkeitsuntersuchung übergeben wird. Darin wird die für den Abriss der Gebäude als abdeckend anzusehende Variante dargestellt.

1.2.1 Reststoffbearbeitung einschließlich Abfallbehandlung

Im Wesentlichen zählen zur Reststoffbearbeitung die Nachzerlegung abgebauter Anlagenteile, deren Dekontamination und im Anschluss daran entweder die Freigabe oder im Rahmen der Abfallbehandlung die Konditionierung als radioaktiver Abfall. Die uneingeschränkt freigegebenen Reststoffe werden außerhalb der Kontrollbereiche ggf. weiter bearbeitet und dem konventionellen Wertstoffkreislauf zugeführt oder beseitigt (siehe auch Kapitel 6). Eingeschränkt freigegebene Stoffe werden unter Berücksichtigung der radiologischen Gegebenheiten gesondert behandelt.

Grundsätzlich kann die Reststoffbearbeitung und Abfallbehandlung im bestehenden Kontrollbereich der Anlage KKK durchgeführt werden. Für Arbeiten im Rahmen der Stilllegung und des Abbaus, die nicht in Eigenleistung durchgeführt werden, wird auf qualifizierte externe Dienstleister zurückgegriffen.

Für das Gesamtvorhaben Stilllegung und Abbau des KKK ist die Reststoffbearbeitung und Abfallbehandlung primär im bestehenden Kontrollbereich der Anlage, vorzugsweise im Maschinenhaus vorgesehen. Diese Tätigkeiten sind Bestandteil der beantragten Stilllegungs-

und Abbaugenehmigung nach § 7 (3) AtG [1] und werden daher in diesem Sicherheitsbericht detaillierter beschrieben.

1.2.2 Zwischenlagerkapazitäten für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung

Es ist geplant, ausreichende Lagerkapazitäten für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung auf dem Anlagengelände zu errichten. Die abgebauten Anlagenteile werden nach Erfordernis dekontaminiert, sodass insgesamt mehr als 97 % der Gesamtmasse der Anlage KKK freigegeben werden kann und nur weniger als 8.000 Mg radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung zu entsorgen sind. Die radioaktiven Abfälle werden gemäß den „Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ der Entsorgungskommission (ESK) vom 10.06.2013 [10] sicher zwischengelagert. In dieser Leitlinie werden die zur Erreichung der Schutzziele sicherheitstechnischen Anforderungen an Konzept, Auslegung und Betrieb einer solchen Anlage hergeleitet. Die Genehmigungen zum Errichten und Betreiben eines geplanten Lagers für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (LasmAaZ/LasmAiZ) werden gesondert beantragt. Konkrete Ausführungen zu diesem Genehmigungsverfahren sind in diesem Sicherheitsbericht nicht enthalten.

Grundsätzlich bestehen folgende Möglichkeiten zur Schaffung der erforderlichen Lagerkapazitäten für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung:

1. Nutzung nicht benötigter Kapazitäten im vorhandenen SZK (LasmAiZ).
2. Schaffung neuer Lagerkapazitäten beispielsweise durch Anbau an das Standortzwischenlager Krümmel (SZK) oder Neubau innerhalb des späteren Sicherungsbereichs des SZK (LasmAaZ).
3. Ergänzend zu 1. und 2. besteht die Möglichkeit der Nutzung externer Kapazitäten mit den damit verbundenen Transporten, falls die geschaffenen Lagerkapazitäten am Standort nicht ausreichen sollten.

Es ist geplant, das gesamte Aktivitätsinventar aus nicht wärmeentwickelnden, radioaktiven Betriebs- und Rückbauabfällen im geplanten LasmAaZ/LasmAiZ in Summe auf $2 \text{ E}+17 \text{ Bq}$ zu begrenzen. Zur Bewertung der Genehmigungsfähigkeit des Gesamtvorhabens ist das geplante LasmAaZ/LasmAiZ in diesem Sicherheitsbericht bei der Betrachtung der radiologischen Situation des Gesamtstandorts berücksichtigt. Die Überprüfung der Einhaltung der

hierzu angenommenen abdeckenden Werte (z. B. Direktstrahlungsbeitrag des geplanten LasmAaZ/LasmAiZ zur gesamten Strahlenexposition) erfolgt im Rahmen der Genehmigungsverfahren zu LasmAaZ/LasmAiZ. Die Untersuchung des Einflusses des geplanten LasmAaZ/LasmAiZ auf die Schutzgüter im Sinne des UVPG [3] ist in einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung vorgesehen.

1.3 Vorbereitende Maßnahmen

Während des LSSB, vor dem Erhalt der Genehmigung zum Abbau der Anlage, finden vorbereitende Arbeiten statt.

Dazu zählen in erster Linie das Entfernen der Brennelemente (BE) aus der Anlage und die Dekontamination von für den LSSB nicht mehr benötigten Systemen sowie Maßnahmen zur Vorbereitung auf die Reststoffbearbeitung im Sinne des BMU-Leitfadens [5]. Mit dem Entfernen der BE aus der Anlage wird das vorhandene Aktivitätsinventar auf weniger als 1 % gesenkt. Die Dekontamination von nicht mehr benötigten Systemen senkt das Aktivitätsinventar weiter.

Nach Abtransport der BE ist zu Beginn der Abbauphase 1 das Aktivitätsinventar der Anlage um ca. 99 % reduziert. Da ein geringer Teil des Kernbrennstoffs in Form von Sonderbrennstäben (SBS) zu diesem Zeitpunkt eventuell noch nicht aus der Anlage abtransportiert werden konnte, werden im Bereich des Brennelementelagerbeckens nur Abbaumaßnahmen mit Rückwirkungsfreiheit auf die dann noch einzuhaltenden Schutzziele ausgeführt. Die Anzahl der SBS beträgt bis zu 200². Diese Menge an bestrahltem Kernbrennstoff ist so gering, dass die Schutzziele „Unterkritikalität“ und „Nachwärmeabfuhr“ für die verbleibenden SBS inhärent sicher eingehalten werden.

1.4 Ablauf des Abbaus

Der Ablauf des Abbaus (siehe Kapitel 5) ist u. a. durch die erforderliche Sicherheit der Arbeiten und die Begrenzung der Strahlenexposition des Abbaupersonals, unter zusätzlicher Beachtung der Umweltverträglichkeit, geprägt. Auch die logistischen Möglichkeiten, abgebaute Anlagenteile aus dem Gebäude zu entfernen, bestimmen das Vorgehen beim Abbau. Es ist erforderlich, Transportwege zu erweitern oder zu schaffen und Stauflächen sowie Flächen

² Sonderbrennstäbe sind einzelne aus Brennelementen ausgebaute Brennstäbe, einige (ca. 60) weisen Defekte auf

Vattenfall Europe Nuclear Energy

zur Pufferlagerung und zur weiteren Zerlegung von Anlagenteilen einzurichten, bevor entsprechende Anlagenteile abgebaut werden können.

Der Abbau bzw. die Umsetzung einer erteilten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung unterliegt der atomrechtlichen Aufsicht des Landes Schleswig-Holstein. Bevor z. B. der Abbau eines Anlagenteils im Rahmen der Umsetzung einer erteilten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung erfolgen darf, ist von der Antragstellerin KKK vergleichbar dem Aufsichtsverfahren im Leistungsbetrieb ein entsprechender Antrag auf Abbau des Anlagenteils zu stellen. Die Aufsichtsbehörde prüft - ggf. unter Hinzuziehung eines Sachverständigen - diesen Antrag, insbesondere ob die Schutzziele gemäß den Festlegungen der Genehmigung eingehalten werden und erteilt dann, ggf. mit Hinweisen und Auflagen, ihre Zustimmung. Die gesamte Umsetzung einer erteilten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung erfolgt im Rahmen des beschriebenen Aufsichtsverfahrens.

Auslegungsgrundsätze

Für die Zerlegung, Dekontamination und Konditionierung stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Als Auswahlkriterien werden berücksichtigt:

- Arbeitssicherheit,
- Strahlenexposition für Personal,
- Rückhaltung von Aktivität,
- Betriebsbewährung,
- Produktion von Sekundärabfall,
- Effizienz,
- Platzbedarf,
- Logistik- und Transportanforderungen und
- Wirtschaftlichkeit.

Bei der Auswahl und dem Einsatz der Verfahren werden die einschlägigen Gesetze, Verordnungen und Regelwerke sowie der Stand der Technik berücksichtigt.

Grundsätzlich kommen erprobte Verfahren für die Dekontamination, Zerlegung und Konditionierung zum Einsatz. Die Auswahl des jeweils am besten geeigneten Verfahrens erfolgt im Einzelfall unter Berücksichtigung der o. g. Kriterien, wobei auch auf externe Einrichtungen bzw. Dienstleister zurückgegriffen werden kann.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Für die Bewertung größerer Einzelvorhaben im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren werden nach den Betriebsregelungen Unterlagen zu der verwendeten Technik und den Randbedingungen vorgelegt, in denen die Eignung der Technik sowie der Strahlen- und Arbeitsschutz betrachtet werden.

Die speziell für den Abbau konstruierten Abbaueinrichtungen und -geräte wie z. B. für die fernbediente Zerlegung von Reaktordruckbehälter-Einbauten (RDB-Einbauten) werden im Zuge des Aufsichtsverfahrens gutachtlich geprüft und bewertet. Vor dem Bau der Einrichtungen und Geräte erfolgt eine Vorprüfung durch den Sachverständigen, vor ihrem Einsatz beim Abbau werden diese Einrichtungen und Geräte in der Regel einem Testbetrieb/Kalterprobung unterzogen.

Beim Abbau wird darauf geachtet, dass Anlagenteile, die später noch benötigt werden, nicht zu früh abgebaut werden bzw. Anlagenteile, die den Abbau anderer Teile behindern, zuerst abgebaut werden.

Im Kapitel 5 wird die Vorgehensweise beim Abbau für den Reaktordruckbehälter (RDB) einschließlich Kalotte und des Deckels, seiner Einbauten, des Sicherheitsbehälters (SHB) und des Biologischen Schildes dargestellt. Der Abbau dieser Komponenten wird hier repräsentativ beschrieben, da der Abbau der restlichen Komponenten bezüglich Kontamination, Dosisleistung, Platzbedarf und Größe weniger anspruchsvoll ist.

Im Rahmen der Darstellung des Abbaus des RDB einschließlich seiner Einbauten wird mindestens diejenige Abbauvariante benannt bzw. beschrieben, die hinsichtlich der möglichen Auswirkungen auf Dritte, auf beschäftigtes Personal und in den Anforderungen an die technische Umsetzung als abdeckend angesehen werden kann.

Die Restbetriebssysteme werden während des Abbaus kontinuierlich an die Erfordernisse angepasst. Hierzu werden die vorhandenen Restbetriebssysteme modifiziert sowie ggf. auch Ersatzsysteme geschaffen. Die Klassifizierung von Systemen, Komponenten, Teilanlagen und Einrichtungen hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Erfüllung der im Restbetrieb noch relevanten sicherheitstechnischen Anforderungen wird im RBHB im Detail geregelt und während des Abbaus kontinuierlich an den Anlagenzustand angepasst.

Bei Ersatz und Modifikation von Strukturen, Systemen und Komponenten werden die zugrunde zu legenden Vorschriften, Spezifikationen oder KTA-Regeln unter Berücksichtigung

der jeweils gegebenen Anforderungen, die sich aus dem Abbaufortschritt ergeben, angewendet. Eine Bewertung der Maßnahme ist, wo erforderlich, Gegenstand des atomrechtlichen Aufsichtsverfahrens.

1.4.1 Abbauphase 1

Der Abbau ist in zwei Abbauphasen gegliedert. In der ersten Phase können die noch erforderlichen Restbetriebssysteme an die Erfordernisse des Abbaus angepasst oder durch neue Systeme ersetzt werden. Es handelt sich hauptsächlich um folgende Versorgungs- und Überwachungssysteme:

- Lüftungssysteme,
- Abwasser- und Reststoffbearbeitungsanlagen,
- Stromversorgung/Elektrotechnische Einrichtungen,
- Versorgungssysteme,
- Aktivitätsüberwachung,
- Kommunikationseinrichtungen,
- Brandschutzsysteme,
- Anlagensicherungssysteme,
- Hebezeuge, Aufzüge und Transportfahrzeuge.

Bei den Ersatzsystemen kann es sich auch um außerhalb des Kontrollbereichs errichtete Versorgungs- und Überwachungssysteme handeln, deren Verbindungen von außen in die abzubauenen Räume und Anlagenteile führen. Dabei wird dafür Sorge getragen, dass keine Aktivitätsverschleppung nach außen auftritt. Innerhalb der Gebäude werden erforderliche Leitungen getrennt von den Systemen der aus dem Leistungsbetrieb vorhandenen Infrastruktur verlegt, so dass Abbauarbeiten nicht behindert oder erschwert werden.

Parallel zur Anpassung der vorhandenen Infrastruktur an den Restbetrieb und des Aufbaus der neuen Infrastruktur beginnt der Abbau der Anlage. Zur Vorbereitung der Demontagen im SHB und der Einbauten des RDB werden Verbesserungen an den Transportwegen zu den bestehenden Zugängen des SHB sowie zum RDB vorgenommen und teilweise neue Zugänge geschaffen. Außerdem werden nicht mehr benötigte Anlagenteile wie Behälter, Bühnen, Rohrleitungen, Armaturen, elektro- und leittechnische Komponenten abgebaut. Der RDB-Deckel und die RDB-Einbauten werden in der Abbauphase 1 abgebaut. Mit dem Abbau des SHB wird in der Abbauphase 1 begonnen.

Vornehmlich zum Aufbau der Reststoffbearbeitung werden Demontagen im Maschinenhaus durchgeführt. Ggf. werden Gebäude ohne Kontrollbereich nach erfolgter Herausgabe ganz oder teilweise abgebaut.

1.4.2 Abbauphase 2

Die zweite Abbauphase ist u. a. dadurch gekennzeichnet, dass die neue, temporäre Infrastruktur die notwendigen Aufgaben übernimmt. Damit sind ein rückwirkungsfreier Abbau sowie der Rückzug aus der Anlage möglich, bei gleichzeitiger Erfüllung der sicherheitstechnischen Anforderungen.

Im Reaktorgebäude werden in der Abbauphase 2 insbesondere der RDB und der Biologische Schild abgebaut. Für die Zerlegung des RDB sind verschiedene Varianten möglich, z. B. die Vorzerlegung in Einbaulage und eine Nachzerlegung auf einem Nachzerlegeplatz. Außerdem werden alle verbliebenen kontaminierten und/oder aktivierten Anlagenteile abgebaut und in der Abbauphase 1 begonnene und nicht beendete Maßnahmen zu Ende geführt.

Die Abbauphase 2 soll mit der Entlassung der dann noch vorhandenen Gebäudestrukturen und des Anlagengeländes aus dem Atomgesetz [1] enden. Dies geschieht durch das Freimessen und die Freigabe der Gebäudestrukturen und des Anlagengeländes oder deren Herausgabe gemäß BMU-Stilllegungsleitfaden [5].

1.4.3 Zeitlicher Ablauf

Der zeitliche Ablauf des Vorhabens ist in Abbildung 1-1 skizziert. Die flankierenden Maßnahmen wie Errichtung und Betrieb des geplanten LasmAaZ/LasmAiZ und die Autarkisierung des SZK sind nicht Bestandteil des eigentlichen Abbaus. Hierzu notwendige Genehmigungen werden gesondert beantragt.

Zur Autarkisierung des SZK gehören alle erforderlichen Maßnahmen, um das SZK unabhängig von der Anlage KKK betreiben zu können. Technische, personelle und organisatorische Abhängigkeiten werden damit aufgehoben. Sofern die Autarkisierung des SZK nicht während des LSSB genehmigt und umgesetzt werden konnte, ist geplant, die Autarkisierung des SZK parallel zu den Abbautätigkeiten durchzuführen bzw. abzuschließen.

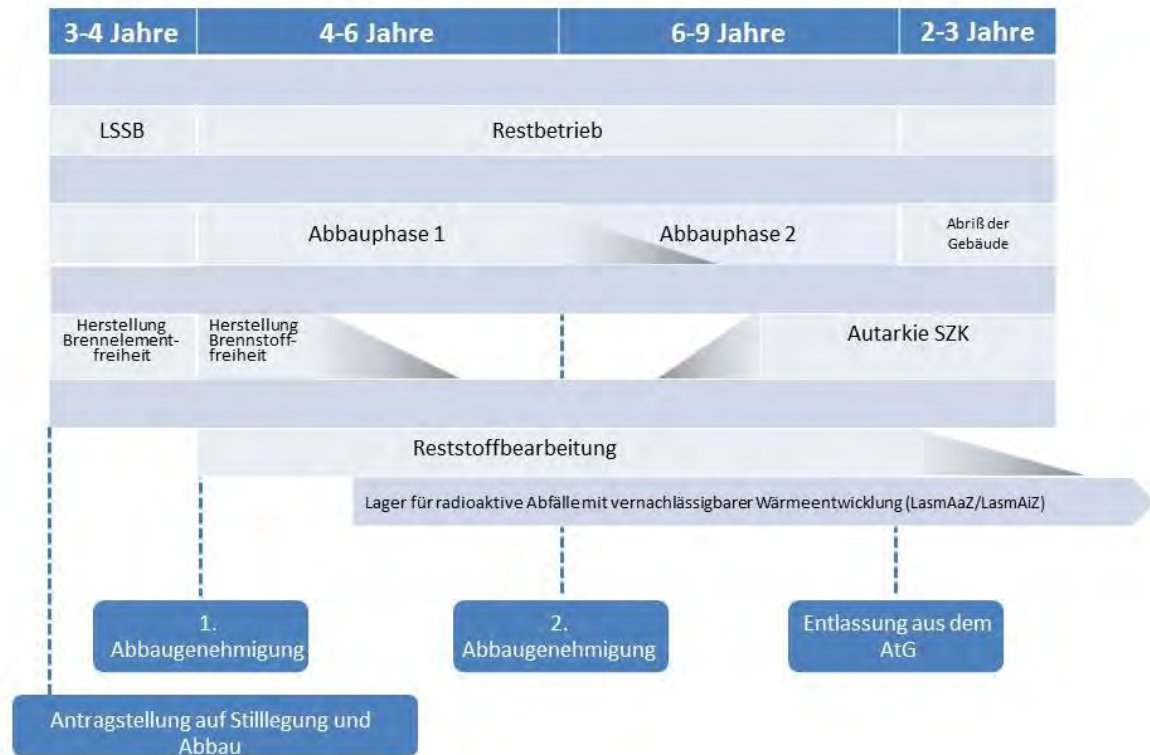


Abbildung 1-1: Der zeitliche Ablauf des Vorhabens

1.5 Strahlenschutz und Strahlenexposition

1.5.1 Schutzziele

Die Anforderungen aus den Schutzzielen „Einschluss radioaktiver Stoffe“ und "Begrenzung der Strahlenexposition" werden durch entsprechende Planung und Durchführung der Abbauarbeiten sowie durch den Betrieb der Infrastruktur, u. a. der Lüftungs- und Abwasseraufbereitungsanlage, gewährleistet (vgl. Kapitel 7).

Es werden z. B. folgende Vorkehrungen getroffen:

- Die Lüftungsanlagen gewährleisten die Einhaltung von Unterdrücken und gerichteten Strömungen.
- Die Aktivität der über den Fortluftkamin abgegebenen Luft wird ständig überwacht.
- Bei Gefahr erhöhter Aktivitätsfreisetzungen in die Raumluft werden zusätzlich Einhausungen mit mobilen Filteranlagen eingesetzt.

- Bei Störungen im Betriebsablauf, wie z. B. dem Ausfall der Netzverbundversorgung, werden die Abbauarbeiten eingestellt.
- Die Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser wird durch Messungen hinsichtlich Einhaltung der genehmigten Abgabewerte kontrolliert.
- Die Probenahmen, Bilanzierungsumfänge, Beweissicherungsmaßnahmen und Dokumentation der Messergebnisse sind so angelegt, dass der erforderliche Nachweis der Ableitung radioaktiver Stoffe erfolgt.

1.5.2 Strahlenexposition in der Umgebung

Radioaktive Stoffe, die beim Abbau in die Raumluft gelangen, werden durch zahlreiche Maßnahmen weitestgehend in der Anlage zurückgehalten. Ein geringer Anteil muss trotz der wirksamen Rückhalteverfahren kontrolliert über die Abluft und das Abwasser abgeleitet werden. In die Berechnung der maximalen Strahlenexposition in der Umgebung gehen alle relevanten Beiträge aus dem Betrieb der Anlage KKK und anderen kerntechnischen Anlagen, sofern sie einen Beitrag zur Strahlenexposition am Standort liefern, ein. Entsprechend den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung [4] wird für die ungünstigste Einwirkungsstelle in der Umgebung die maximale Strahlenexposition an dieser Einwirkungsstelle ermittelt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden in Kapitel 7 dargestellt. Die aus der StrISchV [4] vorgegebenen Grenzwerte werden eingehalten.

1.6 Ereignisanalyse

In der Ereignisanalyse werden Ereignisabläufe beim Abbau, die bei Eintreten sicherheitstechnisch relevant sind, hinsichtlich Ablauf und Auswirkungen sowie hinsichtlich der möglichen Strahlenexposition der Umwelt analysiert. Unter Berücksichtigung des "Leitfadens zur Stilllegung, zum Sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen und Anlagenteilen nach § 7 Atomgesetz" [5], den Stilllegungsleitlinien [6] und den "Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke" [17] wurden die zu unterstellenden Ereignisse bestimmt und untersucht (siehe hierzu Kapitel 9).

Als hinsichtlich seiner radiologischen Auswirkungen ungünstigstes Ereignis wurde ein "Lastabsturz im Fasslager" ermittelt. Die berechnete resultierende Strahlenexposition in der Umgebung ergibt hierfür max. 0,62 mSv für die am höchsten belastete Personengruppe. Dieser Wert liegt um mehr als eine Größenordnung unter dem Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrISchV [4] durch Freisetzung radioaktiver Stoffe.

2 Standort

Das Anlagengelände des KKK befindet sich im südöstlichen Landesteil von Schleswig-Holstein in Geesthacht. Der Standort ist auf dem Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan vom September 2014 der Stadt Geesthacht (Abbildung 2-1) dargestellt. Das Anlagengelände ist im Flächennutzungsplan als Fläche für Versorgungsanlagen (gelbe Fläche) ausgewiesen. Es umfasst ca. 24 ha.

Grundlage für die folgenden Betrachtungen zu den Aspekten Besiedlung, Boden- und Wassernutzung, Gewerbe- und Industriegebiete ist ein Bewertungsradius von 10 km (vgl. Abbildung 2-2).

2.1 Geographische Lage

Der Standort liegt etwa 34 km südöstlich des Stadtzentrums von Hamburg auf dem nördlichen Ufer der Elbe bei Flusskilometer 580,5. Bergedorf, der nächstgelegene Ortsteil der Freien und Hansestadt Hamburg, ist etwa 15 km vom Standort entfernt (Abbildung 2-2). Das Gelände des Standorts gehört zum Geesthachter Ortsteil Krümmel im Landkreis Herzogtum Lauenburg (Schleswig-Holstein). Das Anlagengelände wird nach Süden, zur Elbe hin, durch die in NW-SO-Richtung parallel zum Fluss verlaufende Elbuferstraße begrenzt. Das Anlagengelände ist eingetragen im Grundbuch der Stadt Geesthacht Blatt 5800 mit den Flurstücken 1/13, 1/15, 2/11, 13/13, 13/15, 25/92 und 25/95.

Nahe der Nordwestseite des Geländes verläuft die Krümmelstraße. Die östliche Begrenzung bildet das Gelände des Helmholtz-Zentrums Geesthacht (HZG). Im Osten der Anlage befindet sich etwa 1 km entfernt der Geesthachter Ortsteil Grünhof-Tesperhude. Im Nordosten schließt sich an den Standort das Freiluftschaltanlagengelände an.

Das Flussbett der Elbe verläuft im Bereich des Standortes in SO-NW-Richtung in einer mindestens 20 km breiten Tal-Ebene. Während südlich der Elbe eine ausgedehnte Marschlandschaft von zahlreichen Gräben durchzogen wird, zeigt das Gelände nördlich der Elbe den Charakter einer stark gegliederten Hügellandschaft. In dieser erheben sich einzelne unbewohnte Hügel bis zu Höhen zwischen 70 und 90 m über NN.

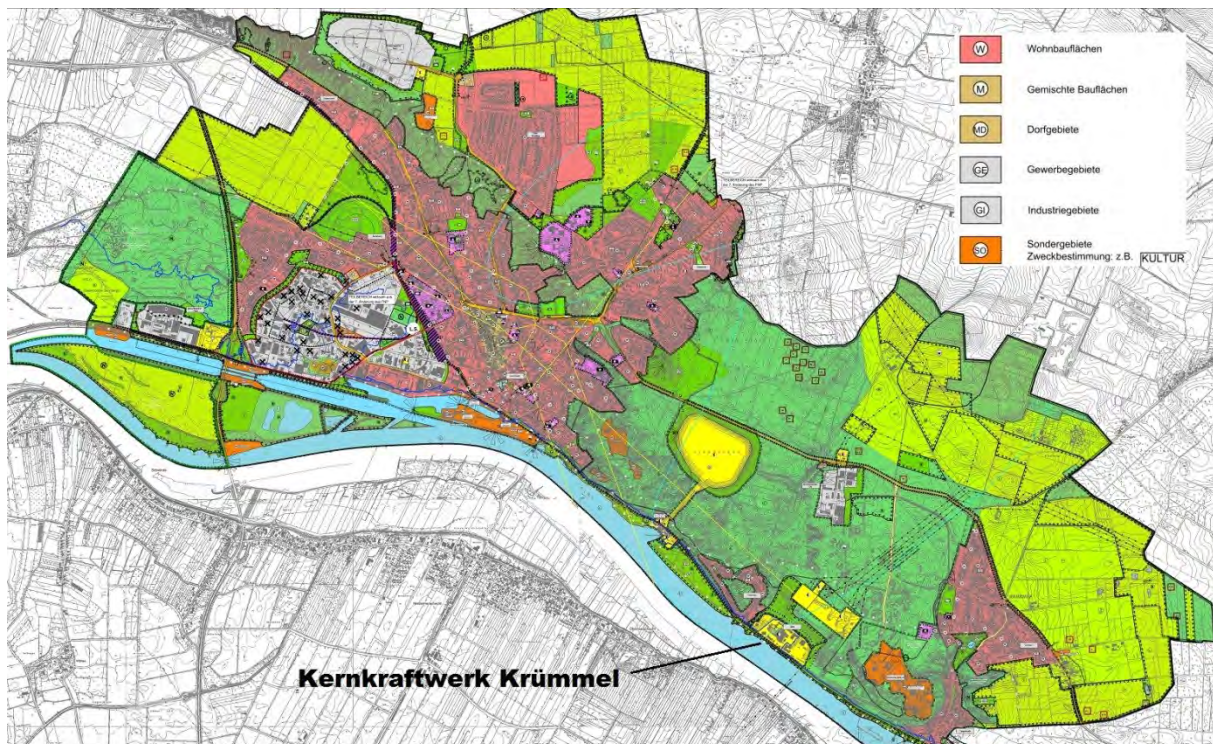


Abbildung 2-1: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan Geesthacht (Stand: September 2014)

2.2 Besiedlung

Die dem Kraftwerksstandort am nächsten gelegene Siedlung, der Geesthachter Ortsteil Krümmel, berührt das Anlagengelände unmittelbar. Der Stadtkern von Geesthacht ist 4 km entfernt. Etwa 1 km entfernt, getrennt durch das Gelände des Helmholtz-Zentrums Geesthacht (HZG), liegt der Ortsteil Grünhof-Tesperhude.

Die im 10 km-Umkreis gelegenen Städte Geesthacht und Lauenburg weisen 29.571 bzw. 11.231 Einwohner auf. Die Bevölkerungsdichte der Städte beträgt 885 bzw. 1180 Einwohner/km², im Kreis Herzogtum Lauenburg beträgt sie im Mittel 150 Einwohner/km² (Statistisches Landesamt SH, IHK Lübeck, Stand: 15.06.2015, (<http://www.herzogtum-lauenburg.de/> Strukturdaten des Kreises). Im südöstlich jenseits der Elbe angrenzenden Landkreis Lüneburg beträgt die Bevölkerungsdichte 133 Einwohner/km². Im südlich der Elbe angrenzenden Landkreis Harburg beträgt die Bevölkerungsdichte 195 Einwohner/km² (<https://www.regionalstatistik.de/GENESIS> , Jahr 2013)

Im 50 km Bereich befinden sich die Millionenstadt Hamburg mit ca. 1,7 Mio. Einwohner und Lüneburg mit ca. 69.000 Einwohnern.



Abbildung 2-2: Standortumgebung im 10 km Radius mit Sektoren

2.3 Boden- und Wassernutzung

2.3.1 Bodennutzung

Das umliegende Gelände nördlich der Elbe, die Lauenburger Geest, ist mit Wald und Büschen, z. T. mit starkem Unterholz, bedeckt. Es ist hügelig, mit vom Fluss herauf einschneidenden kleinen Schluchten. Im ca. 5 km-Umkreis befinden sich folgende zum europäischen Netz NATURA 2000 gehörende Naturschutz- bzw. Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Gebiete (Abbildung 2-3): Elbe zwischen Geesthacht und Hamburg (FFH 2526-332), Besenhorster

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Sandberge und Elbinsel (FFH DE 2527-391), GKSS Forschungszentrum Geesthacht (FFH DE 2528-301), Elbniederungen zwischen Schnackenburg und Geesthacht (FFH DE 2528-331), Gewässersystem der Luhe und Neetze (FFH DE 2626-331) und Elbe mit hohem Elbufer von Tesperhude bis Lauenburg mit angrenzenden Flächen (FFH DE 2628-392). Südlich der Elbe liegt Marschland, flaches, von vielen Entwässerungsgräben durchzogenes Gelände. In diesem Gebiet sind noch einzelne Feuchtgebiete erhalten.

Auf dem Anlagen- und Betriebsgelände des KKK selbst sind keine geschützten Gebiete bzw. Objekte wie Naturschutzgebiete, Biosphärenreservate, FFH-Gebiete und Naturdenkmale vorhanden.

Das Gelände in der nächsten und weiteren Umgebung des Kernkraftwerkes ist auf beiden Seiten der Elbe vorwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt.

Das Gebiet wird als Naherholungsgebiet genutzt. Der Tourismus ist gering ausgeprägt.

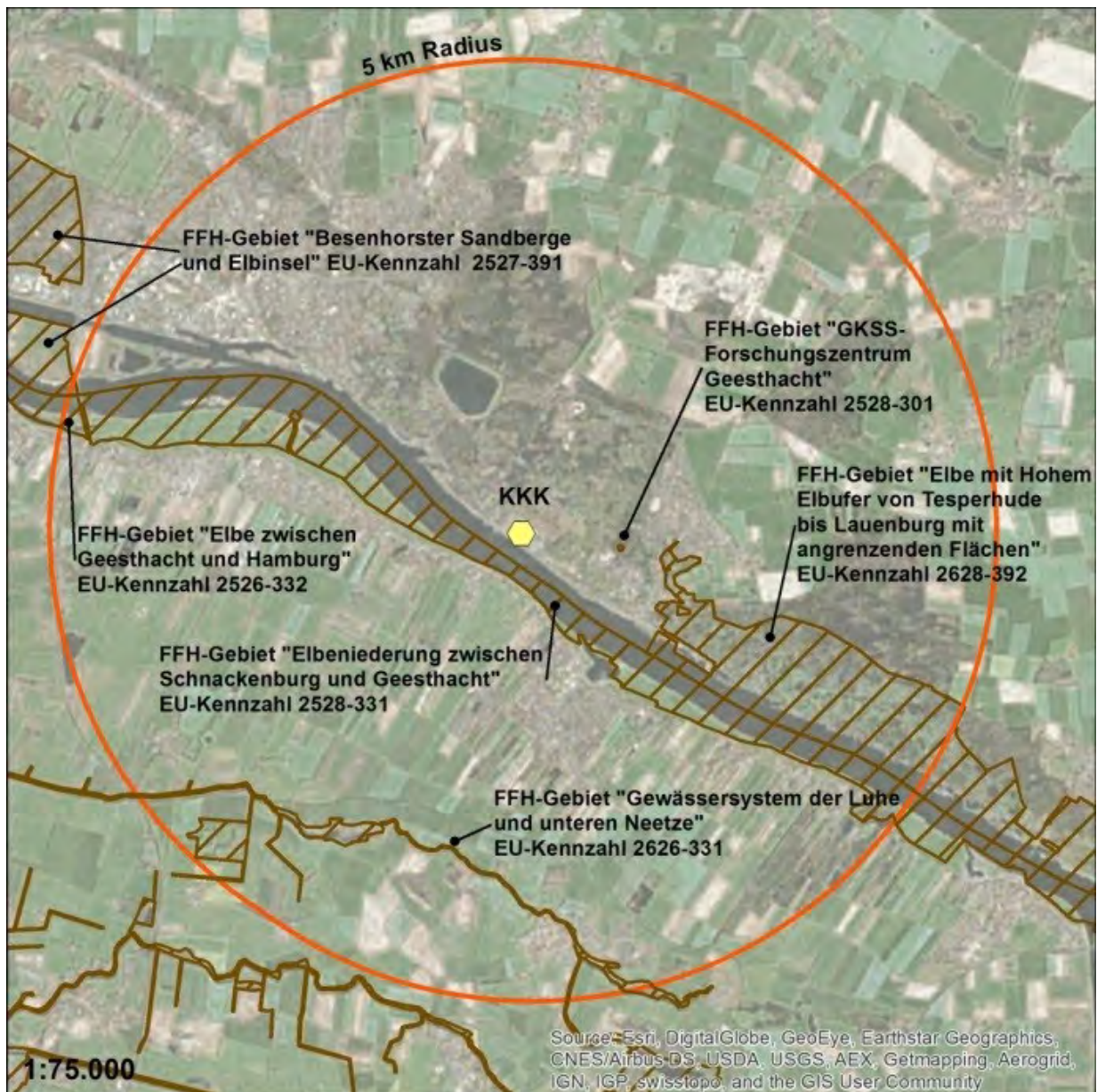


Abbildung 2-3: FFH-Gebiete im 5 km-Umkreis des KKK

2.3.2 Wassernutzung

Die Elbe wird im Bereich des KKK vorwiegend für den Transport von Gütern genutzt. Dabei nimmt der Warenverkehr in den letzten Jahren stetig zu.

Wesentliche Entnahmestellen sind das Pumpspeicherwerk von Vattenfall Europe, die Schleuse in Geesthacht sowie der Elbe-Seitenkanal bei Artlenburg.

2.4 Gewerbe- und Industriegebiete

Folgende Gewerbe- und Industriegebiete liegen im Umkreis von ca. 5 km (siehe auch Abbildung 2-1):

- das Industriegebiet "Grüner Jäger, Ost" mit dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht (ca. 1 km nordöstlich vom KKK)
- Gewerbegebiet „West“ (ca. 5 km westlich vom KKK)
- Gewerbegebiet „Mitte“ (ca. 4 km nordwestlich vom KKK)
- Gewerbegebiet „Nord“ (ca. 6 km nordwestlich vom KKK)

In den genannten Gewerbegebieten befindet sich überwiegend kleinere Gewerbebetriebe wie z.B. Automobilreparaturwerkstätten, Fuhrbetriebe, Einzelhandel, Apparatebau usw.

Im Industriegebiet „Grüner Jäger“ befinden sich u.a. eine Quarzschmelze, eine Maschinenfabrik sowie ein Maschinenteilehersteller.

Etwa 4,5 km nordöstlich vom KKK entfernt befindet sich der Abfallwirtschaft Südholstein (AWSH) Recyclinghof Wiershop.

Eine Niederdruck-Gasleitung für Erdgas führt bis an das Betriebsgelände heran.

Im 10 km Betrachtungsraum befinden sich keine militärischen Einrichtungen.

2.5 Verkehrswege

2.5.1 Straßen

Das KKK liegt an der zweispurigen Elbuferstraße (Kreisstraße K63). Von dieser führen mehrere Straßen zur Bundesstraße 5. Diese in einem Abstand von etwa 1,5 km im Norden vorbeiführende Straße verbindet die Stadt Hamburg mit der Stadt Lauenburg. Auf dem südlichen Elbufer führt in etwa 750 m Entfernung die Verbindungsstraße zwischen Marschacht und Artlenburg vorbei.

2.5.2 Schienenverkehrswege

Am KKK befindet sich ein Industriestammgleis der Stadt Geesthacht. Dieses Gleis wird von der Eisenbahngesellschaft Altona-Kaltenkirchen-Neumünster (AKN) bis zum KKK betrieben. Der weitere Verlauf der Gleisanlage östlich des KKK ist stillgelegt.

Auf dem Anlagengelände des KKK befindet sich ein Gleisanschluss.

Die nächste Bahnlinie mit Personenverkehr (Lüneburg – Lübeck) ist 11 km entfernt.

2.5.3 Wasserstraßen

Der Schifffahrtsweg Elbe führt unmittelbar im Südwesten am Standort vorbei. Bedeutende Häfen befinden sich nicht in unmittelbarer Nähe. Östlich des Standortes bindet der Elbe-Seiten-Kanal bei Artlenburg in die Elbe ein.

2.5.4 Flugplätze und Luftstraßen

Im Umkreis von rund 50 km befinden sich der internationale Flughafen Hamburg (35 km NW), die Flugplätze Uetersen (52 km NW) und Lübeck-Blankensee (47 km NNO) sowie die Landeplätze Lüneburg (20 km SSO), Hamburg-Finkenwerder (40 km WNW), und Hartenholm (58 km NNW).

Der Standort KKK ist als Flugbeschränkungsgebiet ED-R 3 ausgewiesen, das nur nach Anmeldung und Freigabe durch die Deutsche Flugsicherung GmbH durchfliegen werden darf. Flugbeschränkungsgebiete besitzen definierte vertikale und horizontale Ausmaße. Permanente Flugbeschränkungsgebiete sind im Luftfahrthandbuch veröffentlicht und werden auf den Luftfahrtkarten der International Civil Aviation Organisation grafisch dargestellt sowie mit dem Ländercode und einem „R“ (restricted) gefolgt von einer Seriennummer gekennzeichnet. Diese Gebiete werden eingerichtet um Anlagen am Boden zu schützen oder weil in ihnen Gefahren für die Luftfahrt bestehen. Für den Luftraum über dem Standort besteht für den Flugbetrieb ein Überflugverbot in einem Umkreis von 1,8 km und unterhalb 700 m über Grund.

2.6 Meteorologische Verhältnisse

Die Jahres-Durchschnittstemperatur in der Umgebung des Standortes liegt bei 9,2°C (www.norddeutscher-klimamonitor.de, Jahre 1981 – 2010, DWD NKDZ).

2.6.1 Ausbreitungsstatistik

Die Überwachung meteorologischer Daten am Standort erfolgt 150 m über dem Betriebsgelände am Kamin des KKK. Für die Jahre 2005 – 2014 erfolgte eine Auswertung und Mittel-

Vattenfall Europe Nuclear Energy

wertbildung der erfassten Daten hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten (Abbildung 2-4) und der Windrichtung (Abbildung 2-5).

Windgeschwindigkeiten unter 2 m/s, die zu einer geringen Durchmischung der Abluft führen (Inversionswetterlage), treten mit einer Häufigkeit < 5 % auf. Als Hauptwindrichtungen sind West-Windrichtungen mit ca. 55 % Anteil an allen Windrichtungen anzusehen.

Inversionswetterlagen treten vor allem in den Monaten November bis Februar auf. Sie können mehrere Tage andauern und zu einer Anreicherung der Luftmassen mit Aerosolen führen. In den Ausbreitungsrechnungen wird dies entsprechend der Berechnungsvorschrift der StrlSchV [18] berücksichtigt.

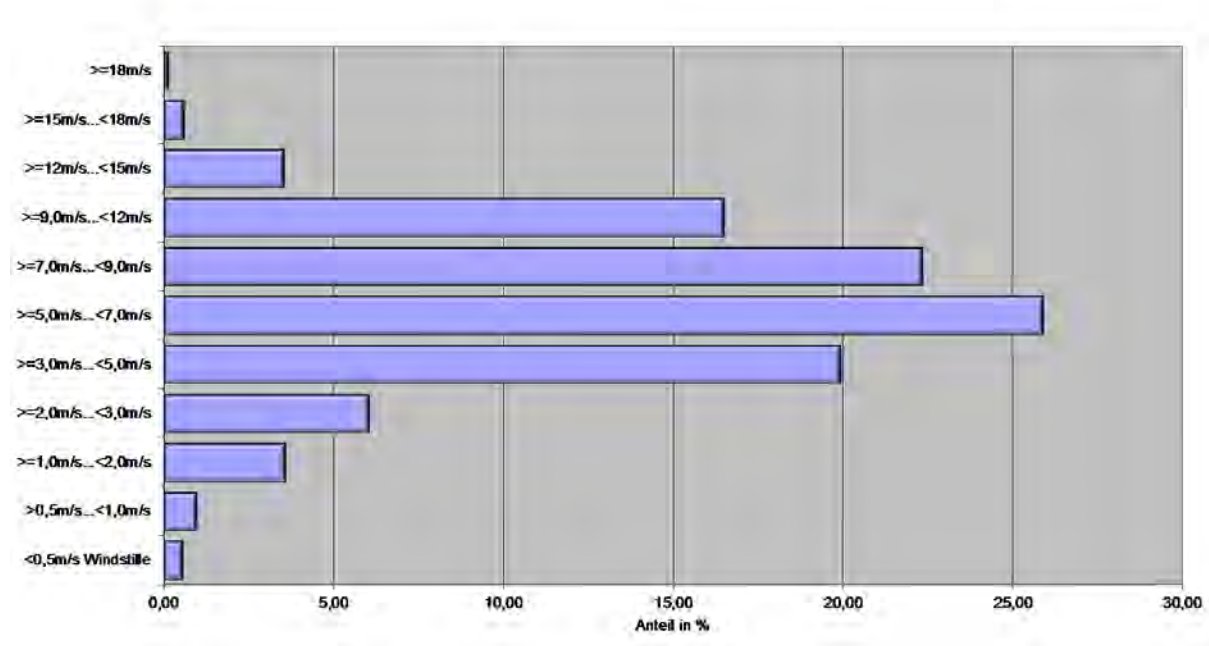


Abbildung 2-4: Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit Krümmel (Jahre 2005 – 2014) am Fortluftkamin (150 m Höhe)

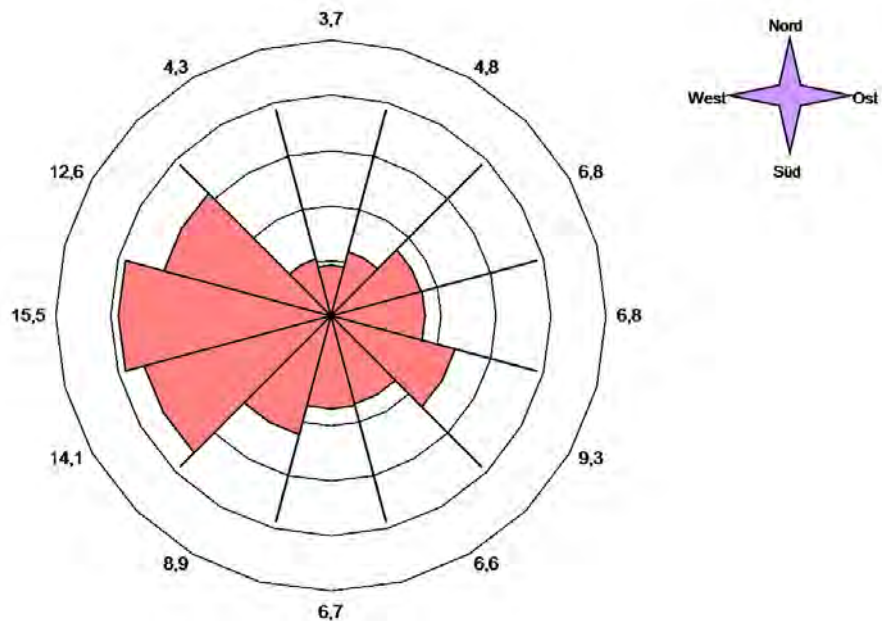


Abbildung 2-5: Windrichtungshäufigkeitsverteilung Krümmel (Jahre 2005 – 2014) am Fortluftkamin (150 m Höhe), Angaben in %

2.6.2 Niederschläge

Der langjährige Mittelwert (1981 – 2010) für den Niederschlag für die Metropolregion Hamburg beträgt ca. 730 mm, die denen im Raume Geesthacht entsprechen. Dies wird durch Auswertungen der Niederschlagsmengen am Standort für die Jahre 2005 – 2014 bestätigt. Die mittlere Anzahl der Regentage beträgt ca. 132 Tage. Die Anzahl der Starkregentage mit mindestens 20 mm Niederschlag pro Quadratmeter betrug im Mittel 2 Tage. Die höchsten Niederschlagsmengen mit durchschnittlich 216 mm werden im Sommerquartal beobachtet (entnommen 08/2014 www.norddeutscher-klimamonitor.de).

2.7 Geologische Verhältnisse

Nach den vorliegenden Bohrungen ergibt sich folgender Aufbau des im Anlagenbereich liegenden Baugrunds:

In Tiefen von etwa +3,5 m bis +6,0 m über NN stehen vorwiegend gemischtkörnige Sande mit kiesigen und steinigen Einlagerungen an, die in ihrem oberen Teil örtlich Schluff- und Gytjaschichten enthalten. Es dürfte sich um Ablagerungen der Weichselvereisungen handeln. Darunter stehen bis -29,0 m unter NN vorwiegend feinkörnige Sande an, denen eine Reihe meist geringmächtiger Gytja- und Schluffschichten eingeschaltet sind. Als markanter

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Leithorizont wurde in allen Bohrungen in Tiefen zwischen -5,5 m und -9,25 m unter NN eine 1,2 m bis 2,2 m mächtige, verfestigte Gyttja angetroffen.

Zwischen den Beckenschluffen und den Gytjen wurden fließende Übergänge festgestellt, die von einem reinen Schluff über einen schwach organischen Schluff zur Tongyttja und schließlich zur Gyttja führen. Die Gesamtmächtigkeit der Gytjen und Schluffe einschließlich der Einlagerung in den hangenden wechselzeitlichen Sanden liegt zwischen 2 und 5 m.

Die vorwiegend feinkörnigen Sande mit Gyttja- und Schluffeinlagerungen sind limnische Ablagerungen des Holstein-Interglazials, wie sie in ähnlicher Ausbildung und Mächtigkeit auch in der weiteren Umgebung bekannt sind.

Die ältesten von den durch Bohrungen erfassten Schichten stellen tonige bis stark tonige Schluffe dar, die unterhalb von unter NN -29,05 m angetroffen wurden.

Das Tragverhalten des Bodens ist insgesamt als gut zu bewerten.

2.8 Hydrologische Verhältnisse

2.8.1 Oberflächengewässer

Das KKK liegt am rechtsseitigen Ufer der unteren Mittelelbe bei Stromkilometer 580,5 (Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2) im Bereich der Ortschaft Geesthacht. Die Elbe bildet hier die Grenze zwischen Schleswig-Holstein im Norden und Niedersachsen im Süden; 5,4 Kilometer unterstrom des Kernkraftwerks befindet sich das Wehr Geesthacht bei Elbe-km 585,9. Es bildet bei mittleren Tiden die Tidegrenze, so dass sich der Tidehub nicht auf die Wasserstände oberhalb des Wehres auswirkt. Die Elbe wird durch das Wehr der Staustufe Geesthacht im Bereich des Kraftwerkes auf einer Stauspiegelhöhe von zurzeit +4,0 m NN gehalten. Unterhalb der Staustufe Geesthacht befinden sich die tiedenabhängig wiedervernässten Borghorster Elbwiesen auf einer Fläche von ungefähr 40 bis 90 Hektar.

Das Nordufer im Bereich des Kernkraftwerks wird durch eine Erhöhung des Elbufers gebildet. Dort liegt das Ufer entsprechend hoch und steigt auch jenseits des Anlagengeländes weiter an, so dass auf einen Hochwasserschutz durch Deiche verzichtet wurde. Aus diesem Umstand ist der Überwachungsbereich auf dem Betriebsgelände bis zu einem Wasserstand von +8,50 m NN ohne weitere Maßnahmen gegen Hochwasser geschützt. Mit temporären Maßnahmen ist ein Schutz bis +9,70 m NN möglich.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Das gegenüberliegende Ufer bildet dagegen das weite Niederungsgebiet der Winsener- und Lüneburger Elbmarsch und wird durch eine durchgehende Deichlinie geschützt. Die entsprechende Deichstrecke gehört zum Deichverband Artlenburg und weist in Höhe des Kraftwerks eine Deichkronenhöhe von ca. +9,50 m NN auf.

Der Abfluss in der Elbe unterliegt jahreszeitlichen, wetterbedingten Schwankungen. In der Tabelle 2-1 sind daher die mittleren Abflüsse für das Gesamtjahr bzw. das Sommerhalbjahr ausgewiesen.

Tabelle 2-1: Mittlerer Abfluss der Elbe am Pegel Neu Darchau bei Flusskilometer 536,4

Mittlerer Abfluss Pegel Neu Darchau [28] (Langzeitmittelwert 1926-2012)	
im Abflussjahr ¹⁾	712,0 m ³ /s
im Sommerhalbjahr	557,0 m ³ /s

¹⁾ Abflussjahr: 01.11. des Vorjahres bis zum 31.10

Der Verlauf der Tagesmittelwerte der Wassertemperatur der Elbe am Standort ist der Abbildung 2-6 zu entnehmen.

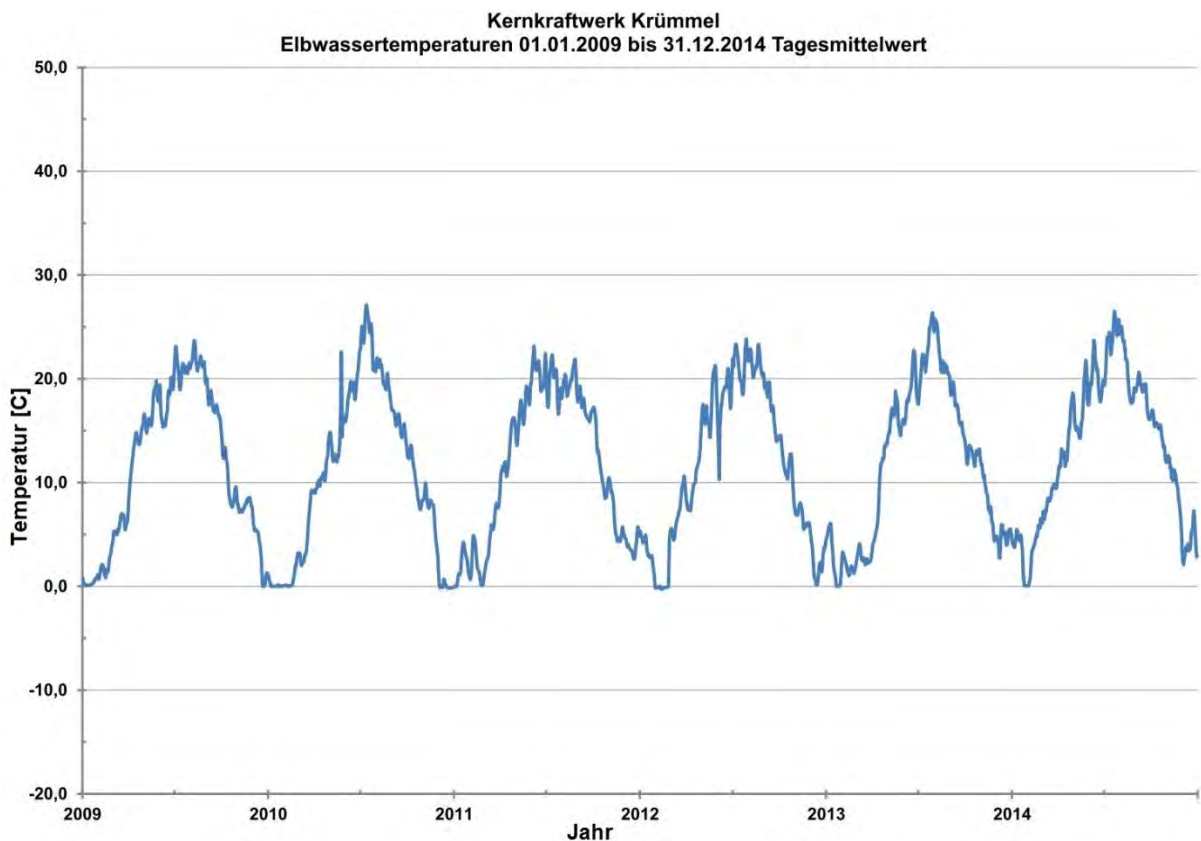


Abbildung 2-6: Jahresverlauf der Elbwassertemperatur 2009 - 2014, Krümmel

2.8.2 Grundwasser

Der Grundwasserstand in der Umgebung des Standortes wird in ufernahen Bereichen vom Wasserstand der Elbe beeinflusst. Im Übrigen weisen große Unterschiede in den Grundwasserständen daraufhin, dass verschiedene, nicht direkt miteinander in Verbindung stehende Wasserschichten vorhanden sind. Außerdem können sich oberhalb von bindigen Schichten Stauwasserhorizonte ausgebildet haben.

2.8.3 Trinkwassergewinnung

Die Trinkwasserversorgung von Geesthacht und den umliegenden Gemeinden wird durch Grundwasser gewährleistet. Das Wasserwerk Krümmel befindet sich 1 km unterhalb des Standortes am Geesthang; eine Brunnenreihe im Geesthang ist im Mittel ca. 1 km vom Standort entfernt. Etwa 4,5 km nordwestlich dient eine weitere Tiefbrunnengruppe der öffentlichen Wasserversorgung der Stadt Geesthacht. Alle Anlagen liegen in Wassereinzugsgebieten. Darüber hinaus verfügen einige landwirtschaftliche Betriebe über Wasserpumpen.

2.8.4 Kühlwasseranalysen

Es erfolgt eine kontinuierliche Überwachung der Gesamt-Gammaaktivitäts-Konzentration des aus der Elbe entnommenen Kühlwassers sowie des wiedereingeleiteten Kühlwasser-/Abwassergemisches gemäß KTA 1504 [7].

Im Rahmen der wasserrechtlichen Genehmigung erfolgt die Überwachung hinsichtlich Menge und Sauerstoffgehalt des Kühlwassers. Des Weiteren wird die Temperatur des entnommenen Elbwassers sowie des eingeleiteten Kühl- und Abwassers kontinuierlich mit registrierenden Geräten gemessen.

2.9 Seismische Verhältnisse

Der Standort Krümmel liegt in der Norddeutschen Tiefebene, die im Vergleich zu allen anderen Gebieten in Deutschland, die erdbebenärmste Zone ist (sehr geringe Seismizität). Der Standort gehört auch heute noch nicht zu einer Erdbebenzone gemäß DIN EN 1998-1/NA:2011-01, Erdbebenzonenkarte. Trotzdem wurde bei der Errichtung der Gebäude am Standort von einem abdeckenden Erdbeben mit der Intensität $I = 6$ der Medwedew-Sponheuer-Karnik-Skala (MSK) ausgegangen. Für den Nachweis der Gebäude und Einrichtungen sind die Spektralbeschleunigungen der Bemessungsantwortspektren von Bedeutung, dabei haben diese in den vergangenen Jahren eine Aktualisierung erfahren. Für das Bemess-

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Die radiologischen Auswirkungen (Strahlenexposition) für die Umgebung, die sich aus dem Abbau und Restbetrieb ergeben, werden im Kapitel 7.6 unter Berücksichtigung der radiologischen Vorbelastung dargestellt. Die Dosisgrenzwerte der Strahlenexposition zum Schutz der Bevölkerung und der der Umwelt nach § 46 und § 47 StrlSchV [4] werden deutlich unterschritten.

2.11 Zusammenfassende Standortbewertung

Die zusammenfassende Bewertung des Standorts Krümmel ergibt keine Anhaltspunkte für mögliche Einschränkungen beim Abbau des KKK.

3 Beschreibung des Ausgangszustandes der Anlage KKK

Die Beschreibung des Ausgangszustandes umfasst die Darstellung des Funktionsprinzips des KKK, die bauliche Beschreibung der Anlage, die technische Beschreibung der weiterbetrieblenen Systeme und Anlagen, die Anlagenhistorie und die Beschreibung des radiologischen Anlagenzustands zum Zeitpunkt der Genehmigungserteilung. Dabei sind Außerbetriebnahmen und Änderungen an Systemen, durch die bereits unter den Regelungen der bestehenden Betriebsgenehmigung eine Anpassung der Betriebsweise an die Erfordernisse des LSSB erreicht wird, weitestgehend berücksichtigt. Der beschriebene Zustand kann sich bis zur Inanspruchnahme einer Stilllegungsgenehmigung im Einzelfall noch ändern, erhebliche Änderungen sind dabei ausgeschlossen.

3.1 Funktionsprinzip des KKK

Das KKK ist ein Siedewasserreaktor mit Zwangsumlauf, mit einer thermischen Reaktorleistung von 3.690 MW und besitzt zum Zeitpunkt der Abschaltung eine elektrische Bruttoleistung von 1.402 MW. In dem Reaktor werden 840 Brennelemente eingesetzt. Als Brennstoff wird angereichertes Urndioxid und als Moderator und Kühlmittel Leichtwasser verwendet.

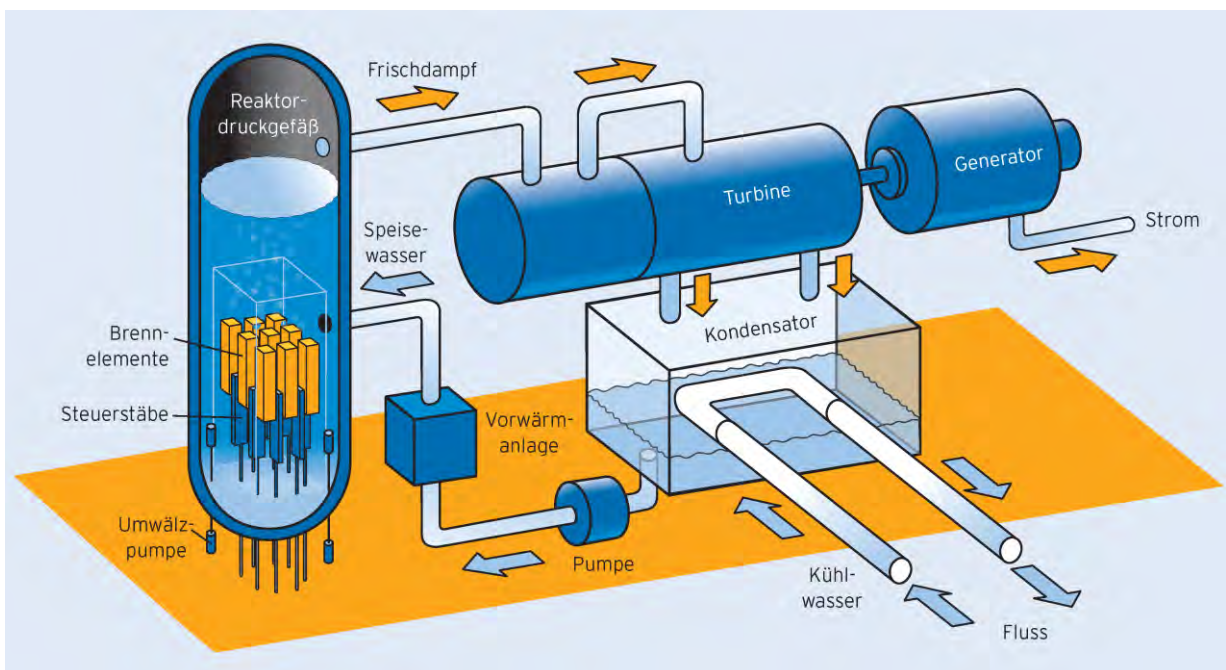


Abbildung 3-1: Energieumwandlung im Siedewasserreaktor (Skizze)

Das Funktionsprinzip des KKK ist in Abbildung 3-1 dargestellt. Die BE befinden sich in dem bis über die Kernoberkante gefüllten Reaktor-druckgefäß. Während des Reaktorbetriebes

Vattenfall Europe Nuclear Energy

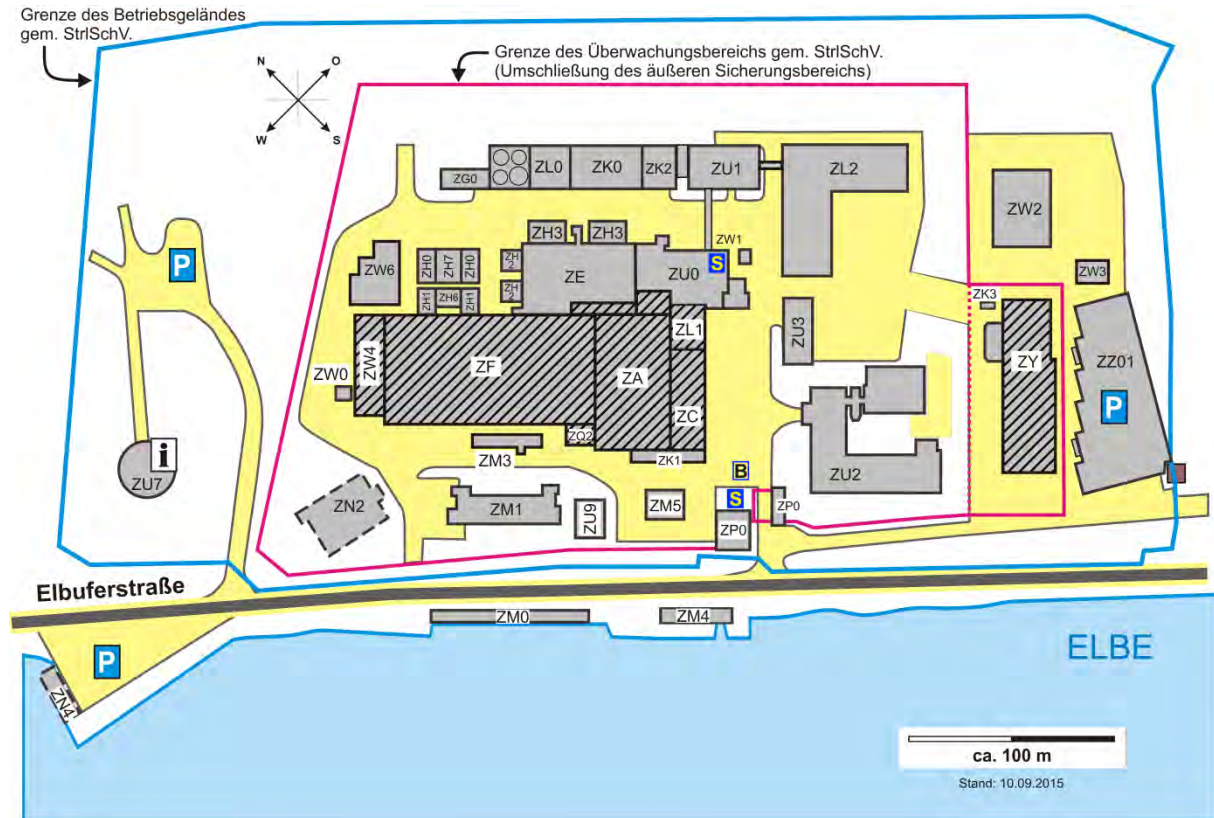
wird das Wasser über die Umwälzpumpen zirkuliert. Das Wasser tritt von unten in den Kern ein und verdampft teilweise beim Durchströmen des Kerns durch die in den Brennstäben durch Kernspaltung entstehende Wärme. Der Frischdampf mit einer Temperatur von 286 °C und einem Druck von ca. 70 bar wird der Turbine direkt zugeführt. Die Turbine ist mit einem Generator gekoppelt. Der aus der Turbine austretende Dampf wird im Kondensator verflüssigt. Dazu ist Kühlwasser erforderlich, das in einem separaten Kühlkreislauf der Elbe entnommen wird.

Der größte Teil des Kondensats wird gefiltert und gereinigt dem Reaktor über Pumpen wieder zugeführt, wobei es in den Vorwärmanlagen auf eine Temperatur von etwa 215 °C erwärmt wird.

Die Leistungsregelung erfolgt sowohl mit neutronenabsorbierenden Stoffen in den Steuerstäben als auch mit den drehzahlgeregelten internen Umwälzpumpen.

3.2 Gebäude und Anlagenteile

3.2.1 Gesamtanordnung



- | | |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ZA REAKTORGEBÄUDE | ZM4 NEBENKÜHLWASSERENTNAHMEBAUWERK |
| ZC FESTSTOFFLAGER | ZM5 KÜHLWASSERPUMPENHAUS |
| ZE SCHALTANLAGENGEBÄUDE | ZN2 BELÜFTUNGSBAUWERK |
| ZF MASCHINENHAUS | ZN4 KÜHLWASSERWIEDEREINLEITUNGSBAUWERK |
| ZG0 VOLLENTSALZUNGSANLAGE, DEIONAT-,
TRINKWASSER- UND CHEMIKALIENBEHÄLTER | ZP0 WACHGEBÄUDE |
| ZH0 MASCHINENTRAFO, BOXEN | ZQ2 EMISSIONSÜBERWACHUNGSGBÄUDE |
| ZH1 EIGENBEDARFSTRAFO | ZU0 BETRIEBSGEBÄUDE 1 |
| ZH2 FREMDNETZTRAFO | ZU1 BETRIEBSGEBÄUDE 2 |
| ZH3 NIEDERSpannungSTRAFO | ZU2 VERWALTUNGSGBÄUDE 1 |
| ZH6 SPRÜHFLUTANLAGE | ZU3 VERWALTUNGSGBÄUDE 2 |
| ZH7 TRAFOÖLKÜHLANLAGE | ZU7 INFORMATIONSZENTRUM |
| ZK0 NOTSTROMDIESELGEbÄUDE | ZU9 FEUERWEHRGERÄTEHAUS |
| ZK1 TEILDIESELGEbÄUDE | ZW0 GASFLASCHENLAGER 1 |
| ZK2 DIESELGEbÄUDE 2 | ZW1 GASFLASCHENLAGER 2 |
| ZK3 NOTSTROMERSATZANLAGE (NEA) | ZW2 EINGANGS- UND AUSSENLAGER |
| ZL0 HILFSKESSELGEbÄUDE | ZW3 ÖLLAGER |
| ZL1 HEISSE WERKSTATT | ZW4 LAGERGEbÄUDE |
| ZL2 WERKSTATTGEbÄUDE | ZW6 LAGERHALLE |
| ZM0 KÜHLWASSERENTNAHMEBAUWERK | ZY STANDORTZWISCHENLAGER |
| ZM1 KÜHLWASSERPUMPENBAUWERK | ZZ01 PARKDECK |
| ZM3 MESSKANAL | |
-
- | | |
|----------|----------------------|
| S | SAMMELPLATZ |
| B | BEREITSTELLUNGSPLATZ |
| | KONTROLLBEREICH |

Abbildung 3-2: Standort-Übersichtsplan des Kernkraftwerks Krümmel

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Der Übersichtsplan in Abbildung 3-2 zeigt die Anordnung der Anlage KKK und enthält die Zuordnung der Anlagenkennzeichen (AKZ) zu den in diesem Bericht verwendeten Gebäudenamen.

Der Standort Krümmel grenzt mit seiner südwestlichen Längsseite an die Elbuferstraße, die in diesem Abschnitt in nahezu nordwestlicher Richtung dem Lauf der Elbe folgt. Von hier aus erfolgt über das Wachgebäude mit Kraftfahrzeugschleuse der Zugang zum Überwachungsbereich. Innerhalb dieses Bereiches befinden sich auch das SZK sowie mit wenigen Ausnahmen alle Gebäude der Anlage.

Das Betriebsgelände ist von einem Massivzaun umgeben. Der äußere Sicherheitsbereich wird durch einen Detektionszaun umschlossen. Gleichzeitig stellt er nach StrlSchV [4] die äußere Grenze des Überwachungsbereichs dar.

Der Kraftwerksblock, mit einer nordwestlich-südöstlich verlaufenden Längsachse, ist parallel zur Elbe in Kompaktbauweise innerhalb einer Ringstraße angeordnet. Das Reaktorgebäude einschließlich der Aufbereitungsanlage bildet dabei als zentraler Mittelkörper mit

- dem Maschinenhaus einschließlich angeschlossenen Lagergebäude,
- dem Schaltanlagegebäude mit zugehöriger Warte,
- dem Betriebsgebäude 1,
- der Heißen Werkstatt,
- dem Feststofflager,
- dem Teildieselgebäude und
- dem Emissionsüberwachungsgebäude

einen Baukörper aus aneinander angrenzenden, bautechnisch jedoch getrennten Gebäuden. Die zum Kontrollbereich gehörenden Gebäude und Gebäudeteile sind in Abbildung 3-2 gekennzeichnet.

Wegen des hohen Grundwasserstandes und zum Schutz gegen Hochwasser sind die Außenwände des Kraftwerkblockes bis kurz unter der Geländehöhe (+8,20 m ü. NN) in einer bituminösen Wanne abgedichtet und bis Oberkante Erdgeschosssohle (+8,50 m bzw. +8,70 m) hochwassergeschützt.

Außerhalb der Ringstraße befinden sich in nordöstlicher Richtung die Gebäude für die Vollentsalzungsanlage und den Hilfskessel sowie für vier der insgesamt sechs Notstromdiesel. Diese sind allerdings auf zwei Gebäudeteile verteilt (ZK0 und ZK2). Daran schließen sich

Vattenfall Europe Nuclear Energy

in östlich bis südöstlicher Richtung ein weiteres Betriebsgebäude 2 sowie das Werkstatt- und das Verwaltungsgebäude an.

Auf der südwestlichen Längsseite der Anlage KKK endet die öffentliche Gleisanlage aus Richtung Hamburg kommend als Transport- und Montagezufahrt. Weiterhin liegen hier die Kühlwasserpumpenhäuser für die Kühlwasserentnahme sowie das Kraftschlussbecken des Kühlwasserrücklaufes. Dazwischen ist das Feuerwehrgerätehaus angeordnet.

Außerhalb des äußeren Sicherungsbereichs befinden sich

- die Freiluftschaltanlagen der Firmen „TenneT“ und „50Hertz“,
- die Bauwerke zur Entnahme- und Wiedereinleitung des Kühlwassers,
- das Wareneingangs- und Außenlager,
- die Parkplätze und
- das Informationszentrum.

Die Gebäude sind flach gegründet. Pfahlgründungen existieren nur im Bereich des nachträglich errichteten Lagergebäudes und Emissionsüberwachungsgebäudes.

Die für den Abbau der Anlage KKK relevante Gesamtmasse von nach erster Abschätzung ca. 541.000 Mg, die im Wesentlichen aus den Teilmassen der nuklearen Hauptkomponenten, aller weiteren Komponenten und Bauteile sowie der Gebäude besteht, setzt sich näherungsweise aus den Massen der Strukturen, Systeme und Komponenten in Tabelle 3-1 zusammen. In der Gebäudemasse sind neben den Gebäuden des Kontrollbereichs alle Gebäude im Überwachungsbereich enthalten.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Tabelle 3-1: Ungefähre Massen der Strukturen, Systeme und Komponenten im KKK

	Masse [Mg]
Typ	Gesamt
Nukleare Hauptkomponenten:	ca. 7.000
RDB und Einbauten exkl. Coreschrotte	1.300
Kondensationskammer	450
Biologischer Schild	850
Turbine, Generator, Kondensator	4.400
Komponenten, Bauteile:	ca. 27.000
Armatur	2.200
Behälter	1.400
Pumpe	900
Wärmetauscher	1.400
Motor	700
Stellantrieb	100
Ausschalt Sicherungen und Halterungen	1.450
Elektrische Einrichtungen	1.300
Kabel	1.600
Kabelprieschen	650
Stahlbau, Treppen, Roste	2.600
Lüftungsanlagen	500
Rohrleitungen	7.900
Isolierungen	1.400
Hebezeuge	900
Schleusen	150
Mobile Einrichtungen	100
Lagergestelle	200
Auskleidungen und Liner	1.450
Kleinteile	200
Gebäudemassen	ca. 505.000
Zusatzmassen	ca. 2.000
Gesamt	ca. 541.000

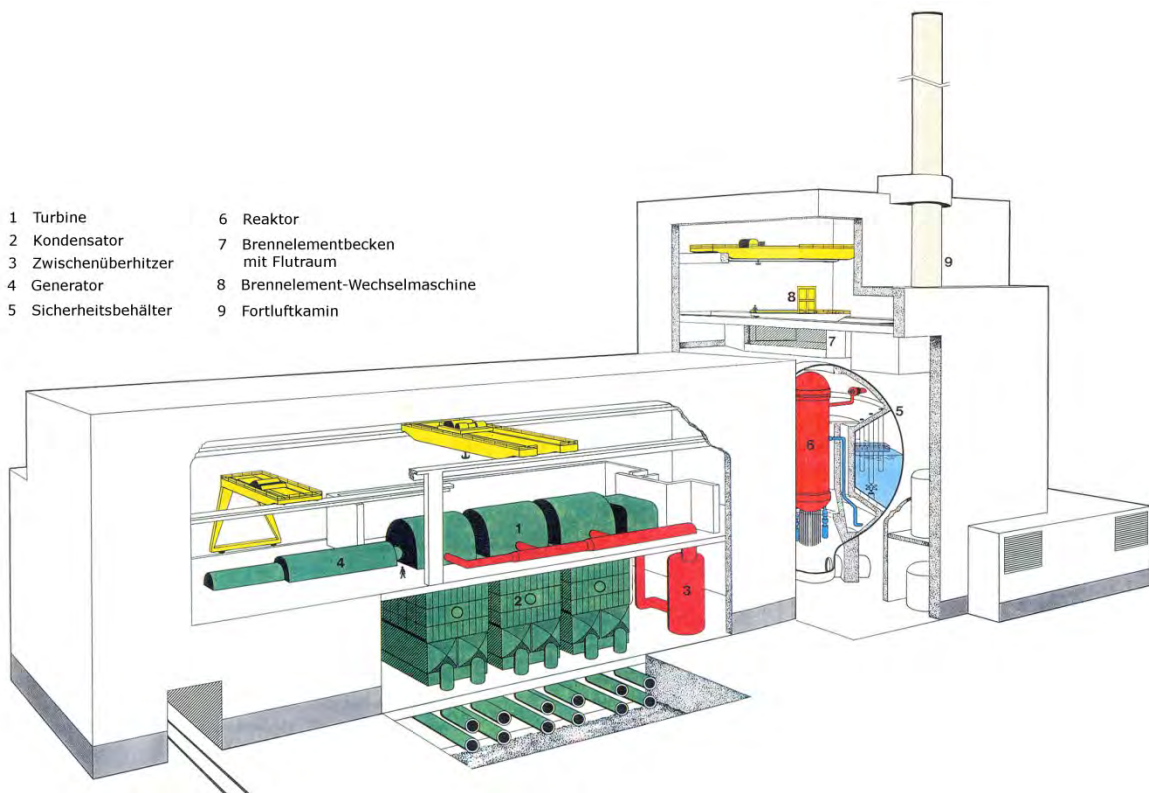


Abbildung 3-3: Reaktorgebäude und Maschinenhaus

Im Folgenden werden insbesondere solche Gebäude ausführlicher beschrieben, in denen im Rahmen der Abbaumaßnahmen mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird. Darüber hinaus werden Gebäude aufgeführt, die für Versorgungs- und Unterstützungsaufgaben erforderlich sind.

3.2.2 Reaktorgebäude (ZA)

Die Abbildung 3-3 zeigt das Reaktorgebäude mit den Großkomponenten Reaktor, Sicherheitsbehälter, Brennelementlagerbecken, Brennelement-Wechselmaschine sowie das Maschinenhaus mit Turbine, Generator, Kondensator und Zwischenüberhitzer. Die Anordnung des Kamins und des Teildieselgebäudes ist der Abbildung 3-3 ebenfalls zu entnehmen.

Das etwa 70 m hohe Reaktorgebäude (vgl. Abbildung 3-3) schließt an die südöstliche Querseite des Maschinenhauses an. Es ist eine Stahlbetonkonstruktion, deren Wände und Decken den Anforderungen der Aktivitätsrückhaltung und der Strahlenabschirmung genügen.

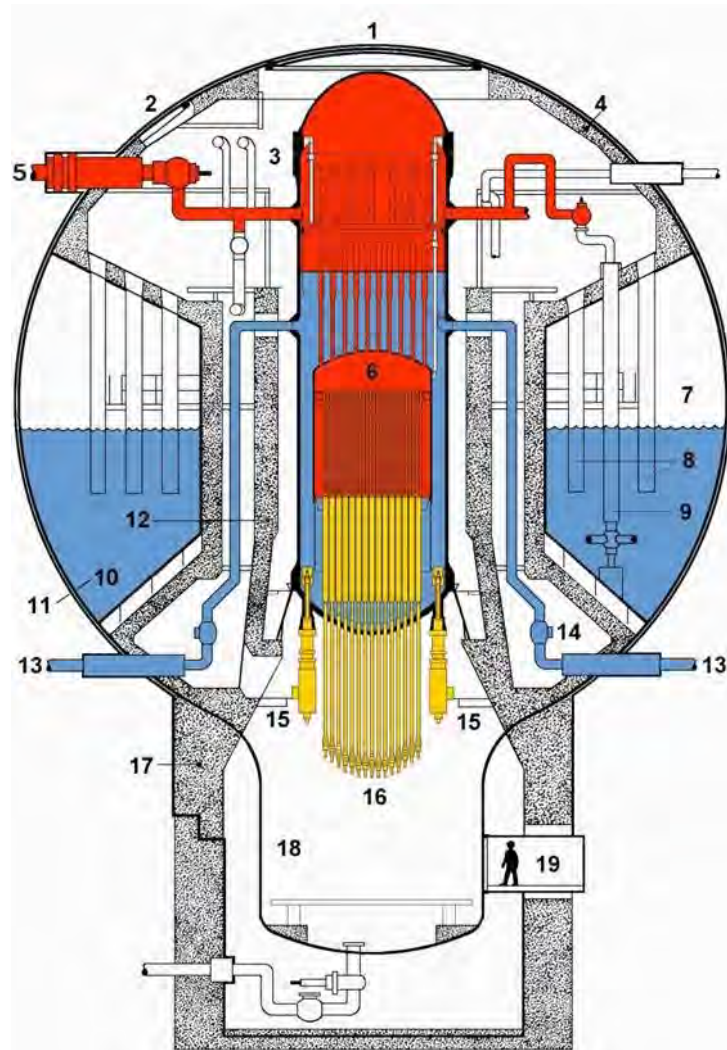
Vattenfall Europe Nuclear Energy

Das Gebäude ist dadurch gekennzeichnet, dass es etwa zur Hälfte einen freien Raum von etwa 28 m Höhe zur Aufnahme des SHB umschließt. Der im Mittelpunkt des Gebäudes angeordnete SHB umschließt seinerseits den RDB. Der SHB ist ein kugelförmiger Stahlbehälter mit im unteren Kugelbereich zylindrisch ausgeführter Bodenwanne. Er ruht auf der sogenannten Standzarge, einer doppelwandigen Zylinderschale aus Beton, die sich von der Sohlplatte bis etwa +14,70 m erstreckt.

Die Abmessungen des Reaktorgebäudes werden maßgeblich durch den SHB, das Brennelementlagerbecken und den Reaktorgebäudekran bestimmt. Die Außenwände bestehen aus 1,50 m dicken Stahlbetonwänden, die netzartig mit Sonderbetonstahl (St. 110/135, gerippt Ø 25) innen und außen bewehrt sind. Die Dachdecke besteht aus einer massiven Stahlbetondecke von ebenfalls 1,50 m Dicke. Der oberhalb der Dachdecke angeordnete Kaminmessraum belastet die Decke nicht. Die Längswände des Messraumes sind tragende Wände, die sich einerseits auf der südwestlichen Gebäudeaußenwand und andererseits über einen Spannbetonquerträger auf die nordwestliche und südöstliche Außenwand abstützen.

Im SHB (vgl. Abbildung 3-4) befinden sich folgende Einrichtungen, Systeme und Komponenten:

- RDB mit Einbauten,
- Kondensationskammer, Druckabbau- und Druckentlastungssystem,
- Biologischer Schild,
- Splitterschutzbeton,
- diverse Bühneneinbauten,
- Rohrleitungen und Armaturen,
- Schleusen und Lüftungsanlagen und
- Hilfs- und Nebenanlagen.



1	Beladendeckel	11	Dichthaut
2	Montageöffnung	12	Biologischer Schild
3	Oberer Ringraum	13	Speisewasserleitung
4	Splitterschutzbeton	14	Unterer Ringraum
5	Frischdampfleitung	15	Umwälzpumpen
6	Reaktordruckbehälter	16	Steuerstabantriebe
7	Kondensationskammer	17	Fundamente
8	Kondensationsrohre	18	Bodenwanne
9	Entlastungssystem	19	Personenschleuse
10	Druckschale		

Abbildung 3-4: Sicherheitsbehälter mit Einbauten

Im Reaktorgebäude (vgl. Abbildung 3-3 und Abbildung 5-5) sind folgende wesentlichen Einrichtungen, Systeme und Komponenten untergebracht:

Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Kote -3,50 m bis +11,50 m
 - Ölversorgung für die internen Zwangsumwälzpumpen,
 - Schnellabschaltsystem und zugehörige Behälter (Tanks),
 - Pumpen der Hochdruckeinspeisesysteme,
 - Pumpen des Reaktorgebäude- und Sicherheitsbehälterrückfördersystems,
 - Pumpen und Wärmetauscher der Not- und Nachkühl- sowie zugehörige Zwischenkühlwassersysteme,
 - Messumformer des Reaktorschutzes (Transmitter),
 - Einrichtungen der Abwasser- und Abfallaufbereitungssysteme,
 - SHB-Zugänge (+8,50 m)
 - Montageöffnung (+8,50 m),
 - Transportöffnung zum Maschinenhaus (+8,50 m),
 - Teilsteuerstelle (TEST).

- Kote +15,0 m bis +30,0 m
 - Behälter und Pumpen des Vergiftungssystems,
 - Kühler und Pumpen des Lagerbeckenkühlsystems,
 - Pumpen des Reaktorwasserreinigungssystems,
 - Regenerativwärmetauscher, Filter und Kühler des Reaktorwasserreinigungssystems,
 - Einrichtungen der Abwasser- und Abfallaufbereitungssysteme,
 - Nebenwarte für Abwasser- und Abfallaufbereitungssysteme.

- Kote +35,0 m bis +48,0 m
 - Brennelement-Trockenlager,
 - Lagerbeckenfilter,
 - Pumpen, Kühler und Rekombinatoren des Wasserstoffabbausystems,
 - Zuluft-, Fortluft- und Umluft- Lüftungsanlage mit Ventilatoren und Filtern,
 - SHB-Schleuse (Nebenschleuse).

- Kote +52,5 m
 - Brennelementlagerbecken, Flutraum- und Absetzbecken,
 - Reaktorgebäudekran und Brennelement-Wechselmaschine,
 - Ventingbehälter, Handhabungsstation für Brennelementtransport- und Lagerbehälter 1.

- Kote +72,0 m
 - Emissionsüberwachung.

Im südlichen Teil des Reaktorgebäudes liegt auf der untersten Kote (-3,50 m) die Teilsteuerstelle. Sie hat nur einen Zugang über das Teildieselgebäude.

Auf dem Dach des Aufbereitungstraktes ist der Fortluftkamin aus Stahlbeton mit einer Mündungshöhe auf Höhenkote +158 m zur Ableitung der Fortluft angeordnet. Auf Reaktordachhöhe (+71,50 m) umschließt der Kaminmessraum den Kamin.

Der Zugang zum Reaktorgebäude erfolgt vom Betriebsgebäude 1 (+13,10 m) aus über den Kontrollbereichseingang zum nördlichen Treppenhaus. Dieses führt von der Kote +52,50 m bis zur Kote +0,50 m hinunter. Ein zweites Treppenhaus ist auf der diagonal entgegengesetzten Seite des Gebäudes angeordnet. Ein weiterer Zugang führt von der Heißen Werkstatt zum Reaktorgebäude.

Materialtransporte erfolgen über eine Durchfahrt im Feststofflager, die an der südöstlichen Seite in das Reaktorgebäude eintritt (+8,50 m). Auf derselben Höhenkote an der nordwestlichen Seite des Reaktorgebäudes führt ein Transporttor in das Maschinenhaus.

Neben diversen lokalen Montageöffnungen im Inneren besitzt das Gebäude zwei vertikale Montageschächte. Der große Montageschacht verläuft von der Kote +8,50 m über alle Geschosse bis zur Kote +52,50 m. Über diesen Zugang kann der Reaktorgebäudekran große Lasten bis auf die +52,50 m-Ebene bewegen. Der kleine Montageschacht bedient die Kote +0,50 m bis zur Kote +48,0 m, wobei die Öffnungen in den einzelnen Ebenen durch auffahrbare Bühnen abgedeckt sind.

Das Gebäude ist Teil des Kontrollbereiches.

3.2.3 Maschinenhaus (ZF)

Das etwa 47 m hohe Gebäude ist mit seiner Längsseite von etwa 99 m Länge parallel zur Elbe angeordnet. Es hat die größte Grundfläche aller Gebäude. Zwischen Maschinenhaus und angrenzendem Reaktorgebäude befindet sich eine Dehnungsfuge. Mauerwerkswände sind nur in geringem Umfang vorhanden. Die Montage- und Transportdurchfahrt liegt quer zum Gebäude nahe der nordwestlichen Gebäudewand. Das Gebäude ist eine Stahlbetonkonstruktion. Die Böden und Wände sind dekontbeschichtet. Die Last wird über eine massi-

Vattenfall Europe Nuclear Energy

ve Stahlbetongrundplatte auf den Baugrund übertragen. Der unterhalb der Erdgleiche liegende Gebäudeteil wird von einer wasserdichten Isolierung umschlossen.

Die zentralen Anlagenteile im Maschinenhaus sind der in Längsrichtung aufgestellte Turbosatz mit Hoch- und Niederdruckturbine, die senkrechten Behälter für die Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer, die Hoch- und Niederdruckvorwärmer und die Kondensatoranlage. Der Turbosatz ist auf einer schwingungsisolierten Stahlbetonplatte montiert.

Im Maschinenhaus sind hauptsächlich folgende Einrichtungen, Systeme und Komponenten untergebracht (siehe hierzu auch Abbildung 3-5):

- Kote +1,20 m bis +3,50 m
 - Hauptkühlwasserleitungen des Kondensators,
 - Nebenkühlwasserleitungen der Betriebskühlkreise,
 - Wärmetauscher und Pumpen der Betriebskühlkreise,
 - Hauptkondensatsammler und -pumpen,
 - Heizkondensatkühler und Nebenkondensatpumpen,
 - Niederdruck-Einsteckvorwärmer,
 - Kondensatrückspeisebehälter mit Pumpen und Rückspeisebehälter der Kondensataufbereitung.

- Kote +8,50 m bis +13,00 m
 - Pumpenflur an der Nordostseite des Maschinenhauses mit Reaktorspeisewasser-, Dichtungssperrwasser-, Steuerstabspülwasserpumpen,
 - Hoch- und Niederdruckvorwärmanlage,
 - Zwischenüberhitzer/Wasserabscheider,
 - Turbinenkondensator und Abgasanlage,
 - Wärmetauscher und Pumpen der Betriebskühlkreisläufe und die Vorevakuierungspumpen des Kondensators,
 - Gleis- und Montagedurchfahrt als nordwestlich, quer zum Gebäude verlaufender Transportflur,
 - Zugang zum Lagergebäude und Emissionsüberwachungsgebäude,
 - Transportöffnung zum Reaktorgebäude.

- Kote +16,50 m bis +20,50 m
 - Turbinenölversorgung mit Vorratsbehälter, Filtern und Pumpen,

Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Hilfs- und Stopfbuchsdampferzeugeranlagen,
 - Frisch- und Entnahmedampfleitungen, Umleitstation,
 - Generatorkühl- und Hilfssysteme sowie Ausleitungen zu den Maschinen- und Eigenbedarfstransformatoren,
 - Kondensatreinigungsanlage mit Filtern und Vorratsbehältern.
-
- Kote +24,50 m bis +37,30 m
 - Turbinensatz mit Stell- und Schnellschlussventilen sowie Schränken für Turbinenölsteuerung,
 - Krananlage Maschinenhaus,
 - Speisewasserbehälter,
 - Hauptmontageöffnung,
 - Gebäudekran,
 - Durchgang zum Lagergebäude.

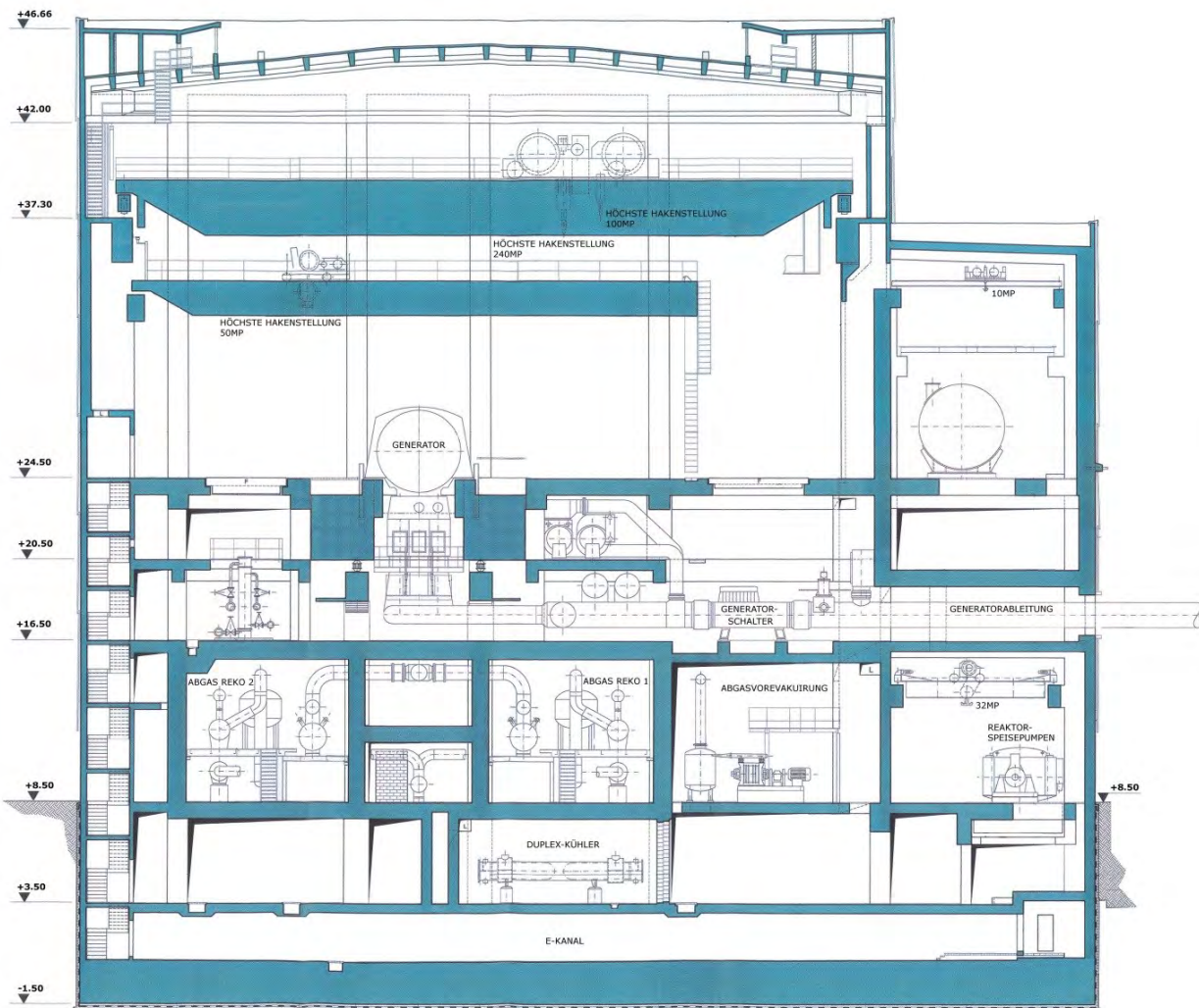


Abbildung 3-5: Maschinenhaus – Querschnitt

Der Zugang zum Haupttreppenhaus des Maschinenhauses erfolgt über den Kontrollbereichseingang auf +13,10 m des Betriebsgebäudes 1. Insgesamt verfügt das Gebäude über vier innenliegende Treppenhäuser.

Über der Gleisdurchfahrt auf +8,50 m befindet sich die große Montageöffnung (Maße 15,5 m x 6,2 m), die bis zum Turbinenflur auf +24,50 m reicht. Die kleine Montageöffnung (Maße 4,0 m x 5,5 m) im Bereich der Gleisdurchfahrt reicht bis zum Kellergeschoss auf +3,50 m hinab.

Über unterschiedliche Zugänge sind das Reaktorgebäude, das Lagergebäude und das Emissionsüberwachungsgebäude erreichbar.

Das Maschinenhaus ist Teil des Kontrollbereiches.

3.2.4 Lagergebäude (ZW4)

Das nicht unterkellerte Lagergebäude ist an der nordwestlichen Seite mit dem Maschinenhaus verbunden. Es handelt sich hier um einen nichtunterkellerten 5-geschossigen Massivbau in Stahlbetonbauweise. In dem Gebäude werden Mischabfälle gehandhabt sowie Komponenten und Werkzeuge aufbewahrt. Auf den Ebenen +8,50 m und +24,50 m ist es vom Maschinenhaus über Schleusen zugänglich. Es besitzt auf der Nordwestseite ein innenliegendes Treppenhaus. Drei Tore erlauben das Ausschleusen von Abfällen und Material aus dem Kontrollbereich.

Das Lagergebäude ist Teil des Kontrollbereiches.

3.2.5 Maschinentransformatorgebäude (ZH0)

Die beiden Transformatorengebäude, die ursprünglich für die Aufnahme der beiden Maschinentransformatoren genutzt wurden, befinden sich nordöstlich des Maschinenhauses und stehen auf einer Stahlbetonfundamentplatte, die als Ölauffangwanne ausgebildet ist. Das Gebäude ist in Stahlbetonbauweise errichtet. Aus Schallschutzgründen sind die Maschinentrafos umbaut. Die einzelnen Transformatoren sind durch Brandschutzwände voneinander geschottet. Die Maschinentransformatoren wurden ausgebaut. Eines der Gebäude enthält den Eigenbedarfstransformator einschließlich Sprühwasserlöschanlage.

3.2.6 Schaltanlagegebäude mit Warte (ZE)

Das Schaltanlagegebäude (Abbildung 3-6) grenzt nordöstlich an das Maschinenhaus bzw. das Reaktorgebäude, ist aber nicht mit diesen durch einen Zugang verbunden. Es ist als Stahlbeton-Skelettbauwerk, teilweise in Beton- und Mauerwerksausfachung, ausgeführt. Das Dach ist als massive Betondecke hergestellt.

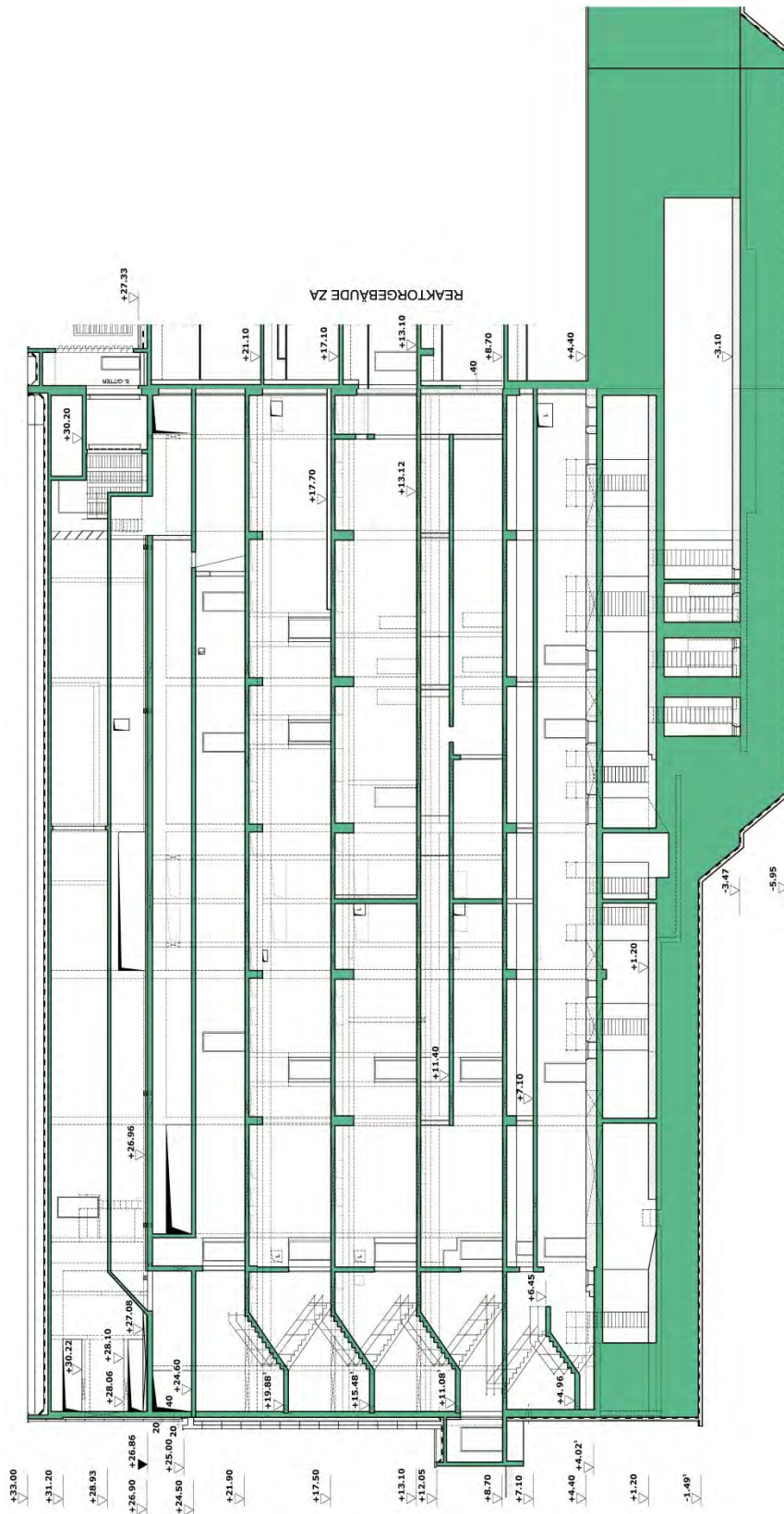


Abbildung 3-6: Schaltanlagegebäude - Querschnitt

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Das Gebäude versorgt die Gesamtanlage mit elektrischer Energie aller Spannungsebenen und hat eine zentrale Funktion für die Steuerung und Überwachung von Systemen und Komponenten. Folgende wesentliche Einrichtungen und Komponenten sind dort untergebracht:

- Kote -3,10 m bis +11,40 m
 - redundanzweise getrennte Kabelkanäle, Kabelzugschächte und Kabeltrassen zur Aufnahme der Kabel für die 10 kV, 0,6 kV und 0,4 kV-Schaltanlagen,
 - begehbare, redundanzweise getrennte Kabelkanäle mit Übergängen zum Reaktorgebäude und zum Maschinenhaus,
 - 10 kV, 0,6 kV und 0,4 kV-Schaltanlagen.

- Kote +13,10 m
 - Batterieversorgung aller vier Scheiben,
 - Umrichteranlagen für die Axialpumpen,
 - Gesicherte Gleich- und Wechselstromversorgung.

- Kote +17,50 m bis +30,00 m
 - redundanzweise getrennte Elektronikanlagen,
 - Prozessrechneranlagen,
 - Kraftwerkswarte und wartennahes Archiv,
 - Objektsicherungszentrale,
 - 24 V-Verteilung,
 - leittechnische Einrichtungen des Reaktorschutzsystems und der betrieblichen Leittechnik,
 - Zu- und Abluftanlagen.

- +33,0 m (Dachbereich)
 - Kältemaschinen.

Erschlossen wird das Schaltanlagegebäude durch ein vorgelagertes Treppenhaus an der Nordostseite mit Zugängen über die Koten +13,10 m und +21,10 m (Zugang zur Warte).

In der Mitte des Treppenhauses befindet sich ein Lastenaufzug. Ein weiteres innenliegendes Treppenhaus befindet sich in der Südwestecke.

3.2.7 Betriebsgebäude 1 (ZU0)

Das Betriebsgebäude 1 schließt sich in südöstlicher Richtung an das Schaltanlagegebäude an. Es ist als Stahlbetonskelettbauwerk ausgeführt. Es enthält Büro-, Labor- und Sozialräume, einen Lagerbereich sowie den Kontrollbereichszugang.

Das Betriebsgebäude 1 kann von außen durch zwei freistehende Treppenhäuser begangen werden, welche sich an der südöstlichen Seite und der nordöstlichen Seite befinden.

Die unter Erdgleiche liegende Ebene auf Höhe +4,40 m wird über das nordöstliche Treppenhaus sowie einen Treppenraum, welcher nur die Ebenen +4,40 m und +8,70 m verbindet, erschlossen. Dieser Treppenraum befindet sich im südöstlichen Teil des Gebäudes.

Teile des Gebäudes auf +4,40 und +13,10 m, in denen sich u.a. Heiße Umkleide, Labore und Waschwasserbehälter befinden, gehören zum Kontrollbereich.

3.2.8 Notstromdieselgebäude (ZK0)

Das eingeschossige Notstromdieselgebäude (ZK0) liegt in nordöstlicher Richtung an der Außenseite der Ringstraße zwischen dem Hilfskesselhaus (ZL0) und einem weiterem Notstromdieselgebäude (ZK2). Die Außenwände im Kellergeschoss zu den Nachbargebäuden und die Rauminnenwände sind in Stahlbeton gefertigt. Die längsseitigen Außenwände sind als Stahlbetonskelett mit vorgefertigten Stahlbetonsandwich-Fertigteilplatten hergestellt. Die Dachdecke besteht aus einer Stahlbetonbinderdecke. Das Gebäude hat doppelwandige Außentore.

In dem Gebäude sind, räumlich und brandschutztechnisch getrennt, drei Notstromdieselaggregate mit den zugehörigen Hilfseinrichtungen untergebracht. Die Räume des Kellergeschosses enthalten jeweils zwei Kraftstoffbehälter und einen Schmierölbehälter. Im Erdgeschoss befindet sich je Raum jeweils ein Notstromdieselaggregat mit den Lüftungsanlagen. Der Leitstand und der Erregerschrank sind in einem davon getrennten Raum untergebracht.

3.2.9 Dieselgebäude 1 (ZK2)

Dieses Gebäude schließt sich dem Notstromdieselgebäude (ZK0) in südöstlicher Richtung an. Die Außenwände des generell aus Stahlbeton gefertigten Gebäudes sind durch eine Schubverbügelung zusätzlich gegen Trümmerlasten geschützt. Der Zugang zum Gebäude erfolgt über gesicherte Türen.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

In dem Gebäude ist ein Notstromdieselaggregat mit den zugehörigen Hilfseinrichtungen untergebracht. Im Kellergeschoss sind zwei Tanklagerräume, ein weiterer Schmierölbehälterraum und zwei Traforäume vorhanden. Im Erdgeschoss befindet sich das Notstromdieselaggregat mit den Lüftungsanlagen und der elektrischen Versorgung. Auf dem Dach befindet sich eine gegen Einwirkungen Dritter geschützte Dieselauspuffanlage.

3.2.10 Teildieselgebäude (ZK1)

Das Teildieselgebäude schließt sich unmittelbar südwestlich an das Reaktorgebäude an und ist nur über einen eigenständigen Zugang von außen zu betreten. Es ist eine vollständige Stahlbetonkonstruktion mit Außenwänden zwischen 0,80 m (Erdbereich) und 0,40 m (über Erdboden). Die Dachdecke ist ebenfalls 0,40 m dick. Der weitaus größte Teil des Gebäudes liegt unter der Erde, das Erd- und Obergeschoß setzen sich in einem 5,8 m schmalen Streifen an der Südwestwand des Reaktorgebäudes entlang fort.

Das Gebäude enthält zwei brandschutztechnisch voneinander getrennte Notstromdiesel mit den jeweils zugehörigen Aufstellungsräumen der Lüftungstechnischen und leittechnischen Einrichtungen sowie die entsprechenden Hochspannungsschaltanlagen. Weiterhin befinden sich darin die erforderlichen Dieseltankräume. Durch das Teildieselgebäude führen Nebenkühlwasserleitungen in das Reaktorgebäude.

Es existiert ein durch alle Geschosse durchführendes brandgeschütztes Treppenhaus, das über einen Montageflur auf +8,50 m direkt ins Freie führt. Neben dem Treppenhaus befinden sich auf den verschiedenen Ebenen Montageluken.

3.2.11 Emissionsüberwachungsgebäude (ZQ2)

Das Gebäude steht im südlichen Eckbereich zwischen Reaktorgebäude und Maschinenhaus und ist als Stahlbetonkonstruktion auf einer Pfahlgründung ausgeführt. Das einzige Geschoss des Gebäudes ist mit dem Treppenhaus des Maschinenhauses verbunden. Das dort installierte Überwachungssystem besteht aus Mess- und Probenahmeeinrichtungen, die über herausgeführte Rohrleitungen mit dem Kamin und der Abblaseleitung des Druckentlastungssystems verbunden sind. Die Einrichtungen dienen der Überwachung einer Freisetzung bei auslegungsüberschreitenden Störfällen im Leistungsbetrieb.

Das Emissionsüberwachungsgebäude ist Teil des Kontrollbereiches.

3.2.12 Feststofflager (ZC) und Heiße Werkstatt (ZL1)

Das in Stahlbetonbauweise ausgeführte Feststofflager ist an der Südostseite des Reaktorgebäudes angeordnet und durch ein Zwischentor in der Gleisdurchfahrt vom Reaktorgebäude getrennt. Es befindet sich darin die Heiße Werkstatt. Die Heiße Werkstatt ist nur vom Reaktorgebäude und vom Kontrollbereichseingang im Betriebsgebäude 1 her zugänglich. Darüber hinaus verfügen die Heiße Werkstatt und das Feststofflager über jeweils eine Transportöffnung. Weiterhin sind in diesem Teil des Gebäudes die Umfülleinrichtung für Fässer, die Dekontaminationsbox, die Montagezufahrt zum Reaktorgebäude und Lagerräume für schwach aktive Teile angeordnet. Darüber hinaus verfügt das Feststofflager über Lagerkeller. Hierzu gehören ein Fasslager sowie zwei nur von oben zugängliche Kammern (Kavernen). Die Kavernen dienen zur Aufnahme fester aktivierter und/oder kontaminierter Materialien.

Das Feststofflager und die Heiße Werkstatt sind Teil des Kontrollbereiches.

3.2.13 Vollentsalzungsanlage (ZG0) und Hilfskesselgebäude (ZL0)

Die Vollentsalzungsanlage (ZG0) und das Hilfskesselgebäude (ZL0) schließen in nordwestlicher Richtung an das Notstromdieselgebäude (ZK0) an und liegen in nordöstlicher Richtung an der Außenseite der Ringstraße. Das Gebäude der Vollentsalzungsanlage (ZG0) besteht aus einer Stahlbetonskelettkonstruktion mit vorgehängten Beton-Fassadenplatten, unterkellert von einer massiven Stahlbetonkonstruktion mit wasserdichter Isolierung.

Das Hilfskesselgebäude (ZL0) schließt sich an das Gebäude der Vollentsalzungsanlage an und besteht aus einer Stahlbetonskelettkonstruktion.

Die Rauchgase der Hilfskessel werden über einen freistehenden Stahlblechkamin abgeführt.

3.2.14 Kühlwasserbauwerke

Die für das KKK benötigte Kühlwassermenge wird der Elbe überwiegend durch ein am Ufer angeordnetes Entnahmbauwerk entnommen und nach Gebrauch wieder in die Elbe zurückgeleitet. Ein weiteres Entnahmbauwerk dient der Versorgung von zwei der vier Nachkühlstränge. Die zur Entnahme des Kühlwassers erforderlichen Pumpen sind in Kühlwasserpumpenhäusern angeordnet. Alle Kühlwasserbauwerke sind voneinander und den zu ver-

Vattenfall Europe Nuclear Energy

sorgenden Gebäuden Reaktorgebäude, Maschinenhaus und Dieselgebäude getrennt in südwestlicher Richtung angeordnet.

Die Gebäude der Kühlwasserversorgung sind in Stahlbeton-Bauweise ausgeführt.

Kühlwasserentnahmebauwerk (ZM0)

Das erforderliche Kühlwasser wird durch das am Fluss uferparallel angeordnete sechsflutige Entnahmebauwerk (ZM0) entnommen. Dieses schließt in der Höhe mit dem Ufergelände bzw. der Uferstraße ab. Konstruktiv ist das Bauwerk durch eine Tauchwand aus Stahlbeton gekennzeichnet, um das Kühlwasser aus der Tiefe zu entnehmen und Treibgut und Eischollen abzuhalten. Von diesem Bauwerk fließt der Kühlwasserstrom durch einen trompetenförmig ausgebildeten, verdeckt geführten sechsflutigen Stahlbeton-Kanal zum Kühlwasserpumpenbauwerk 1 (ZM1).

Das Kühlwasserentnahmebauwerk befindet sich außerhalb des Überwachungsbereichs (siehe Abbildung 3-2).

Kühlwasserpumpenbauwerk (ZM1)

Das Bauwerk umfasst sechs Reinigungsstraßen mit je einer Grob- und einer dahinter geschalteten Feinrechenanlage, die mit den sechs Hauptkühlwasserpumpen verbunden sind. Alle Kammern und Pumpenräume haben Zugänge durch abgedeckte Einstiege. Die Grob- und Feinrechenanlagen und die Pumpenaggregate sind massiv überbaut. Unter den Hauptkühlwasserpumpen sind in Kammern die Nebenkühlwasser- und Feuerlöschpumpen aufgestellt. An sonstigen Betriebsräumen enthält das Pumpenbauwerk E-Schalträume und einen Raum zur Anordnung der Messgeräte für die Überwachung der Radioaktivität und zur Beweissicherung des entnommenen und wiedereingeleiteten Kühlwassers.

Kühlwasserwiedereinleitungsbauwerk (ZN4)

Das Bauwerk leitet das rücklaufende Kühlwasser unterstromseitig der Entnahmestelle in die Elbe ein. Mit dem Kühlwasser werden durch das Wiedereinleitungsbauwerk auch Regenwasser und die Betriebsabwässer des Kraftwerkes in den Fluss eingeleitet. Zur optimalen Abstimmung der Wassereinleitung auf die Belange der Durchmischung und der Querströmungsverhältnisse für die Schifffahrt wurde 80 m hinter dem Auslauf eine 100 m lange ge-

Vattenfall Europe Nuclear Energy

schlitzte Prallwand uferparallel angeordnet, die vom Kühlwasserstrom schräg durchströmt wird.

Das Kühlwasserwiedereinleitungsbauwerk befindet sich außerhalb des Überwachungsbereichs (siehe Abbildung 3-2).

Nebenkühlwasserentnahmebauwerk (ZM4)

Das zweiflutige Entnahmebauwerk 2 ist oberstromseitig des Kühlwasserentnahmebauwerks angeordnet. Über das Nebenkühlwasserentnahmebauwerk erfolgt die Kühlwasserversorgung von zwei der vier Nachkühlsträngen. Das Kühlwasser gelangt durch einen versetzt angeordneten Kanal unter der Elbuferstraße hindurch zum Kühlwasserpumpenhaus.

Das Nebenkühlwasserentnahmebauwerk befindet sich außerhalb des Überwachungsbereichs (siehe Abbildung 3-2).

Kühlwasserpumpenhaus (ZM5)

Das Kühlwasserpumpenhaus ist unmittelbar vor der Südwestseite des Teildieselgebäudes angeordnet. In der Mitte des symmetrisch aufgebauten Gebäudes bindet der zweiflutige Zulaufkanal ein. Hier ist jeweils ein Feinrechen und die Möglichkeit zum Einsetzen von Dammtafeln vorhanden. In den an beiden Seiten des Wasserbereiches anschließenden Pumpenkammern sind die Nebenkühlwasserpumpen der Nachkühlstränge aufgestellt. Jede Pumpenkammer ist über ein separates Treppenhaus erreichbar.

3.2.15 Standortzwischenlager Krümmel (SZK)

Auf dem Betriebsgelände befindet sich in südöstlicher Richtung das SZK, in dem seit November 2006 mit BE beladene Transport- und Lagerbehälter vom Typ CASTOR® V/52 (zurzeit nur 85er-Zulassung) zwischengelagert werden. Das SZK hat einen eigenen Überwachungs- und Kontrollbereich. Im Zuge des Abbaus des KKK muss die gemeinsam von SZK und KKK genutzte Infrastruktur entkoppelt werden.

Zur Nutzung des SZK als Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung wird ggf. eine entsprechende Genehmigung zur Einlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung beantragt (LasmAiZ). Ggf. befindet sich

zum Zeitpunkt der Genehmigungserteilung in unmittelbarer Nachbarschaft des SZK die Baustelle zur Erweiterung der Lagerkapazitäten (LasmAaZ).

Die Aktivitäten zur Erweiterung der Lagerkapazitäten sind wegen des vorhandenen Abstandes des Baufeldes und der vorhandenen Abgrenzungen rückwirkungsfrei auf den Abbaubetrieb im KKK.

3.3 Weiterbetriebene Systeme und Anlagen während des LSSB

Mit dem Übergang der Anlage vom Leistungsbetrieb in den LSSB änderten sich die Anforderungen an die verschiedenen Systeme und Anlagenteile. Ziel während des LSSB ist es, den zu betreibenden System- und Anlagenumfang auf das erforderliche Maß zu reduzieren. System- und Anlagenteile konnten sukzessive abgeschaltet und längerfristig außer Betrieb genommen werden, wenn sie weder betrieblich genutzt noch zur Einhaltung der noch relevanten Schutzziele benötigt werden. Die Schutzziele "Unterkritikalität" und „Nachwärmeabfuhr“ sind, so lange noch Brennelemente und SBS in der Anlage vorhanden sind, zu beachten. Für die verbleibenden SBS werden diese Schutzziele jedoch inhärent sicher eingehalten. Mit der Herstellung der Kernbrennstofffreiheit werden die Schutzziele "Unterkritikalität" und „Nachwärmeabfuhr“ entfallen.

Zur Gewährleistung der verbleibenden Schutzziele:

- „Einschluss radioaktiver Stoffe“ und
- „Begrenzung der Strahlenexposition“

bleibt die Funktion bestimmter Systeme und Einrichtungen der Anlage in dem erforderlichen Umfang erhalten. Dazu gehören auch übergreifende Hilfsfunktionen wie beispielsweise eine Notstromversorgung und Hilfsmedien.

Um den Betrieb dieser Systeme sicherzustellen, werden auch Infrastruktur und Hilfssysteme im erforderlichen Umfang weiter betrieben, betriebsbereit gehalten bzw. wurden an die Anforderungen des LSSB angepasst. Hierzu gehören am Ende des LSSB die nachfolgend mit ihren Aufgaben beschriebenen Systeme und Anlagenteile.

3.3.1 Systeme zur Nachwärmeabfuhr

Die Abfuhr der Nachwärme aus dem Brennelementlagerbecken erfolgt mit dem Lagerbeckenkühlsystem. Darüber hinaus stehen noch zwei der vier Stränge des Nachkühlsystems, einschließlich Zwischen- und Nebenkühlwasser gemäß den geltenden betrieblichen Regelungen zur Verfügung. Zur Störfallbeherrschung sind außerdem die Stränge des Gebäude- und des Sicherheitsbehälterrückfördersystems verfügbar.

3.3.2 Lüftungstechnische Anlagen

Die während des LSSB weiterhin im nuklearen Bereich genutzten Lüftungsanlagen dienen hauptsächlich der Druckstaffelung einzelner Bereiche im Kontrollbereich, der Sicherstellung einer gerichteten Luftströmung, zur Unterdruckhaltung gegenüber der Außenatmosphäre und zur Ableitung der Fortluft über den Fortluftkamin (siehe Abbildung 3-7). Die Luftwechselraten bei der Versorgung mit gefilterter, temperierter feuchter Außenluft sind in Abhängigkeit der zulässigen Aerosolkonzentrationen in den Anlagenräumen des Kontrollbereiches und der geforderten Arbeitsplatzbedingungen angepasst. Da die erzeugte Verlustwärme im Gebäude durch den fehlenden Kreisprozess und die verringerte Nachwärme der BE gering ist, werden, um Taupunktunterschreitung und Kondenswasseranfall zu minimieren, ggf. Luffterhitzer oder Luftentfeuchter betrieben.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

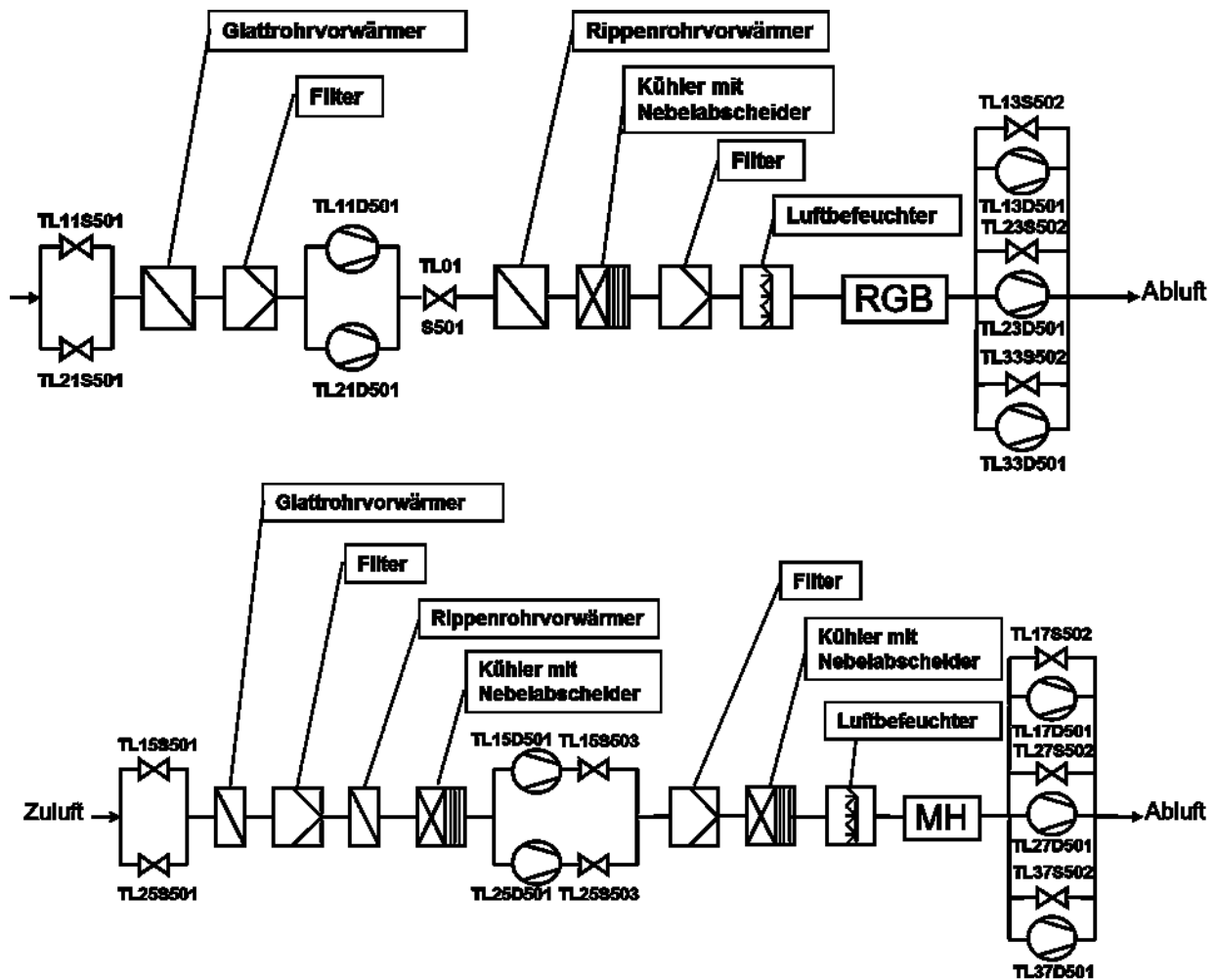


Abbildung 3-7: Lüftungstechnische Anlagen im Reaktorgebäude (oben) und Maschinenhaus (unten)

Die für den LSSB erforderlichen Lüftungsanlagen bestehen im Wesentlichen aus folgenden Strängen:

- Zu- und Abluftanlagen für den Kontrollbereich im Maschinenhaus, Reaktorgebäude und Betriebsgebäude 1,
- Anlagen zur Messung, Überwachung und Bilanzierung der abgeleiteten Luftaktivität,
- Filteranlagen sowie Abluftanlagen aus Räumen mit kontaminierten Medien (z.B. Aufbereitung, Heiße Werkstatt und Dekontboxen),
- Komponenten zur Entrauchung im Brandfall,
- Ein automatischer Lüftungsabschluss zum Schutz von Personal und der Anlage bei externem Auftreten explosiver Gase,
- Zu-, Um- und Abluftanlagen für das Betriebs- und Schaltanlagegebäude,

- Lüftungsanlagen für die Notstromversorgung im erforderlichen Umfang und
- Neben- und Hilfssysteme für Erwärmung, Kühlung und Befeuchtung der Luft in noch erforderlichem Umfang.

3.3.3 Kühlwassersysteme

Weiterhin betrieblich und teilweise sicherheitstechnisch erforderlich sind die Bauwerke und einzelne Anlagenteile für die Entnahme, Förderung und Rückführung des Kühlwassers. Zu den weiterhin notwendigen Systemen, einschließlich der betroffenen Hilfs- und Nebensysteme, zählen im Wesentlichen die folgenden:

- Nebenkühlwasser für die Betriebskühlkreisläufe,
- Nebenkühlwasser und teilweise das Zwischenkühlwasser der Nachkühlstränge und
- Systeme und Anlagen für die Kühlwasserreinigung und -überwachung.

3.3.4 Elektrotechnische Anlagen und Einrichtungen

Die elektrotechnische Infrastruktur für den LSSB ist in Abbildung 3-8 und Abbildung 3-9 dargestellt.

Sie besteht im Wesentlichen aus der über Trafos realisierten Versorgung der 10kV-Blockeigenbedarfsschienen aus dem 380kV-Hauptnetz oder 110kV-Fremdnetz, aus Einrichtungen zur Versorgung der unterlagerten 660V-, 380V-, 220V- und 24V-Spannungsebenen mit ihren sicherheitstechnisch oder betrieblich benötigten Verbrauchern. Für die sicherheitstechnisch notwendigen Verbraucher gibt es eine Notstromversorgung.

3.3.4.1 Starkstromanlagen

Von den Blockeigenbedarfsschienen (Abbildung 3-8) werden entweder direkt die 10kV-Verbraucher oder über Transformatoren sämtliche unterlagerten Spannungsebenen mit ihren Verbrauchern (Pumpen, Lüfter, Armaturen, Beleuchtung etc.) versorgt.

Unter anderem wird auch ein 10-kV-Außenring (Baustromring) von den Blockschienen versorgt. Alternativ kann dieser Ring von zwei Mittelspannungseinspeisungen aus zwei verschiedenen Versorgungsnetzen eingespeist werden.

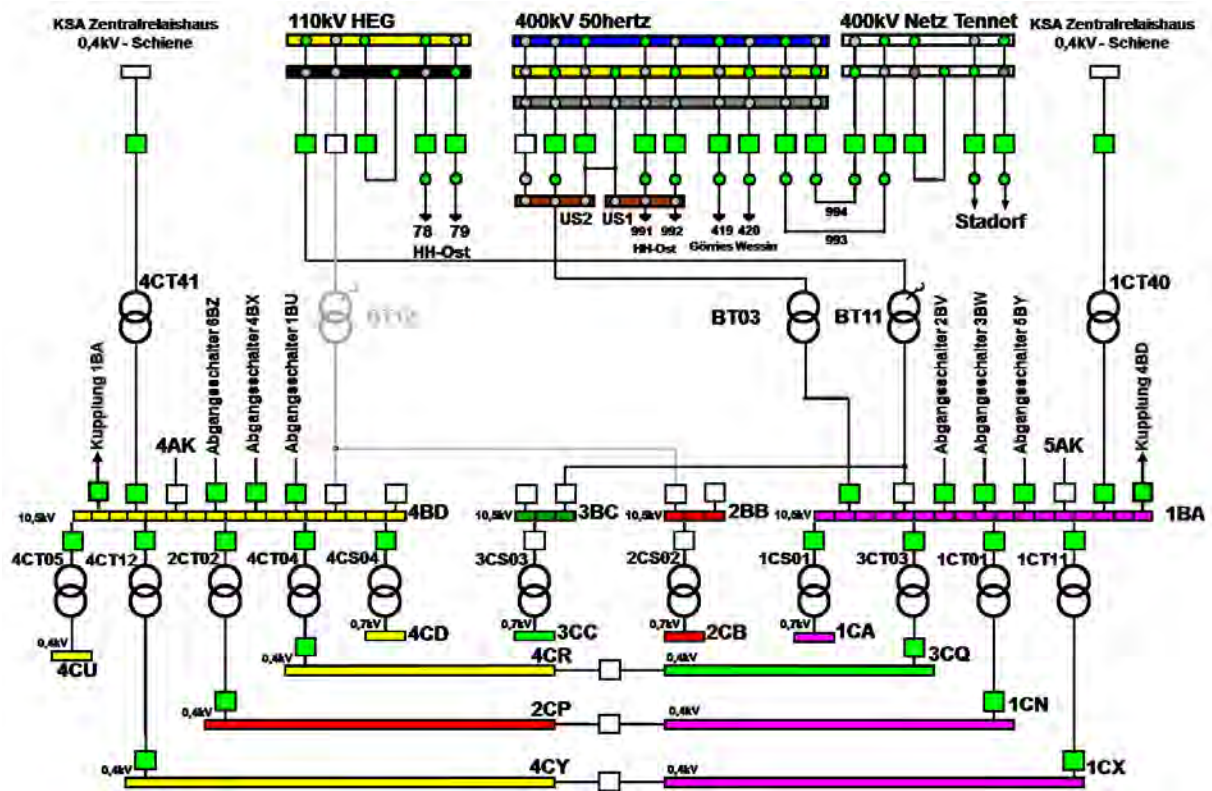


Abbildung 3-8: Elektrischer Übersichtsplan der Blockschienen (Stand: LSSB)

3.3.4.2 Notstromversorgung

Die Versorgung sicherheitsrelevanter Verbraucher, die beispielsweise für:

- Nachwärmeabfuhr,
- Unterdruckhaltung,
- Brandschutz,
- Leittechnik,
- Aktivitätsüberwachung und
- Objektsicherung

benötigt werden, erfolgt im Falle des Ausfalls der 380kV- und 110kV-Versorgungen von einem durch sechs Notstrom-Dieselegeneratoren gespeisten Notstromsystem (Abbildung 3-9). Soweit erforderlich, werden Verbraucher unterbrechungslos durch Batterien versorgt.

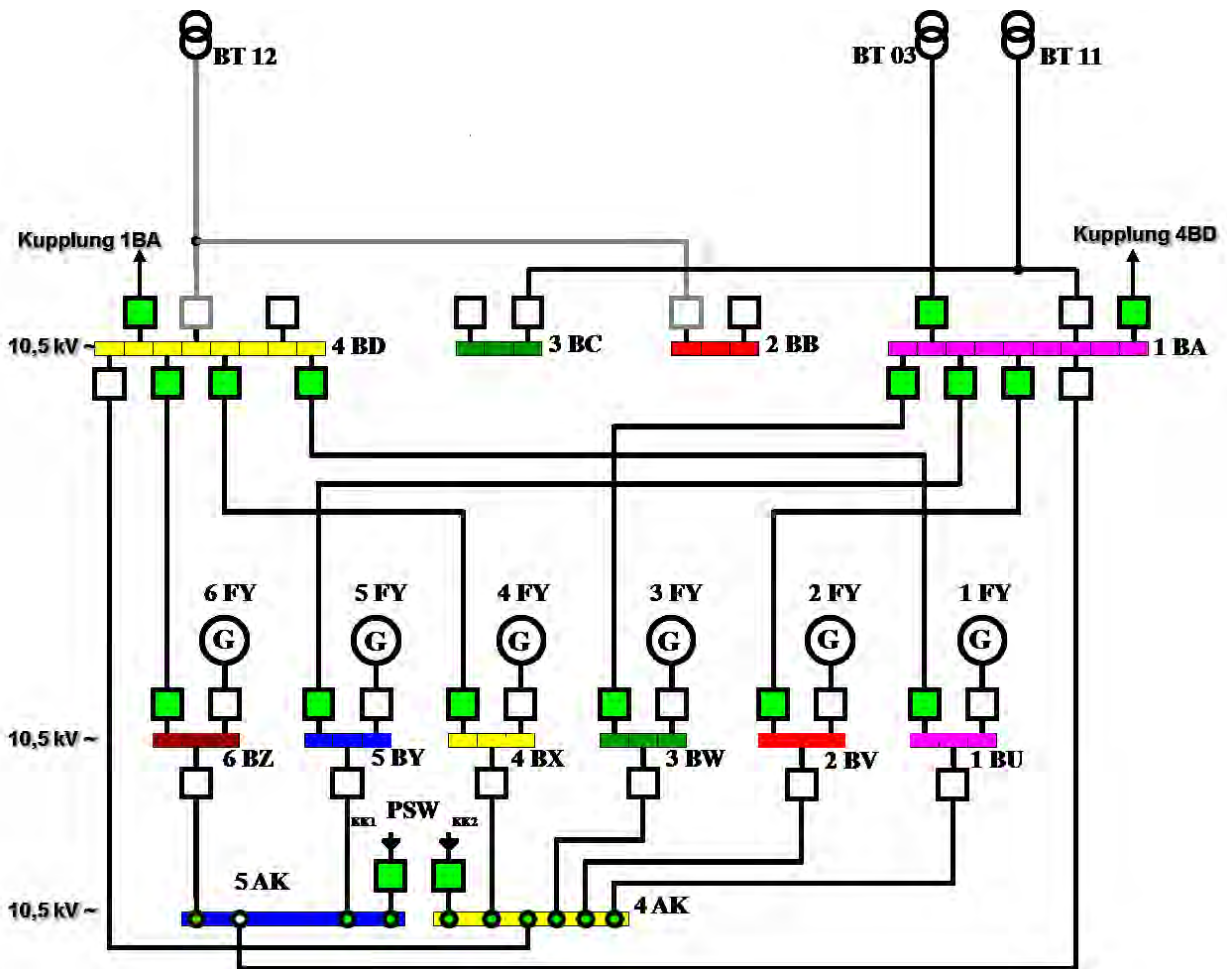


Abbildung 3-9: Elektrischer Übersichtsplan der Notstromversorgung (Stand: LSSB)

3.3.4.3 Reaktorschutz, Leit- und Messtechnik

Während des LSSB sind Maßnahmen des Reaktorschutzsystems zum automatischen Start von Notstromdieselegeneratoren erforderlich. Andere Systeme werden im LSSB nicht vom Reaktorschutzsystem angeregt.

Bei Bedarf werden andere Komponenten des Reaktorschutzsystems übergangsweise zur betrieblichen Erkennung und Signalisierung von Systemzuständen verwendet.

Die sonstige Leittechnik mit ihren Steuerungen und Automatisierungseinrichtungen sowie die erforderlichen Messeinrichtungen bleiben für die noch erforderlichen Systeme und Anlagen-teile verfügbar, wie z. B. die Messstellen für Druck und Temperatur in den Gebäuden des Kontrollbereiches.

3.3.5 Teilsteuierstelle

Die TEST dient weiterhin im LSSB zur Beherrschung bestimmter anlageninternen Ereignisabläufe, sogenannter Einwirkungen von Innen (EVI), sowie der Beherrschung von Störfällen bei Einwirkungen von Außen (EVA).

3.3.6 Abwasser- und Abfallbehandlungsanlagen

3.3.6.1 Abwasserbehandlungsanlagen

Da während des gesamten LSSB weiterhin Abwässer aus den Strahlenschutzbereichen am Standort Krümmel anfallen, werden Systeme und Behälter der Abwassersammlung und der Abwasseraufbereitung mit ihren Nebensystemen in erforderlichem Umfang weiterbetrieben. Anfallende Abwässer werden entsprechend ihrer Verunreinigung durch Filter- und Verdampferstränge behandelt.

Nach der Aufbereitung wird das Abwasser in Abgabebehälter gepumpt, auf Aktivität überprüft und bei Unterschreitung der genehmigten Abgabegrenzwerte unter Beachtung der Anforderungen aus der wasserrechtlichen Erlaubnis zur Abgabe in die Elbe freigegeben (vgl. Abbildung 3-10). Ggf. werden die Abgabeeinrichtungen während des LSSB den reduzierten Kühlwassermengen angepasst. Die abgeschiedenen Feststoffe werden in den Konzentratbehandlungsanlagen weiterverarbeitet.

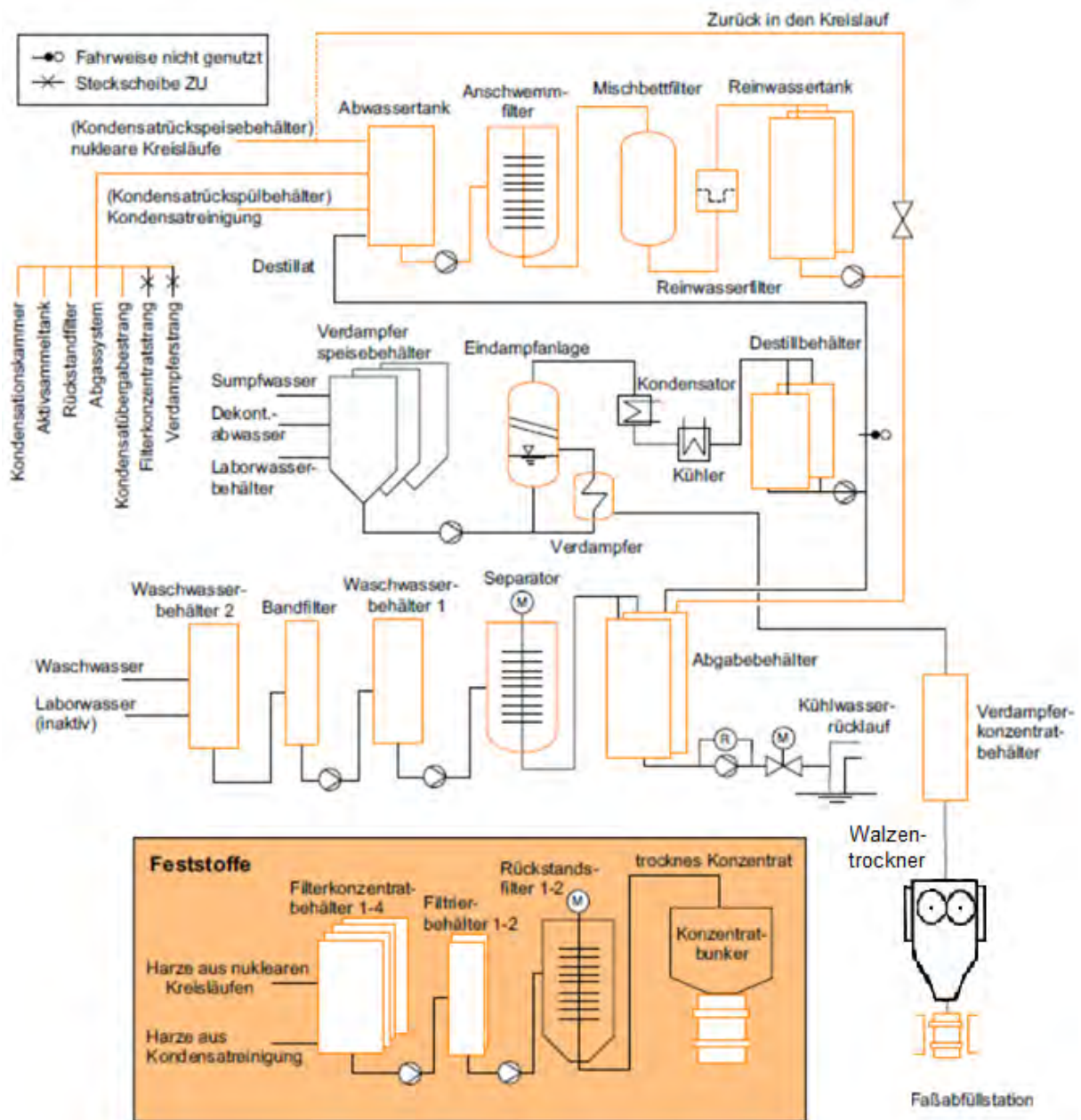


Abbildung 3-10: Abwasser- und Konzentrataufbereitung

3.3.6.2 Abfallbehandlungsanlagen

Die Einrichtungen zur Behandlung fester radioaktiver Abfälle sind weiterhin in Betrieb. Je nach Art des anfallenden Abfalls und dem Grad der radioaktiven Verunreinigung müssen die Abfälle entsprechend behandelt werden.

Zu den weiterhin anfallenden bzw. zu behandelnden Abfällen zählen:

Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Filterharze aus den nuklearen Kreisläufen (Der Anfall von Filterharzen ist im LSSB deutlich minimiert, da die Filter des Reaktorwasserreinigungssystems und die der Kondensatreinigung nicht mehr betrieben werden.),
- Filter aus Lüftungsanlagen (Radioaktives Iod ist in der Anlage nicht mehr vorhanden, sodass noch bestehende Aktivkohlefilter nicht mehr benötigt werden.),
- Verdampferkonzentrate,
- Sekundärabfälle, die bei Dekontamination und Konditionierung anfallen (z. B. Strahlmittel) und
- sonstige Abfälle aus dem Kontrollbereich (z.B. Putzlappen).

Zur weiteren Behandlung stehen Sortier-, Abfüll-, Dekontaminations- und Verdichtungsanlagen zur Verfügung.

3.3.7 Kommunikationseinrichtungen

Die Aufgabenstellung der vorhandenen Kommunikations-, Ruf- und Alarmeinrichtungen bleibt im LSSB unverändert. Die folgenden Anlagen und Systeme sind im erforderlichen Umfang in Betrieb:

- Externe Telefonanlage inkl. Fax, Internetanschluss und Direktstandleitungen,
- Interne Telefonanlage inkl. Notruf und Personensuchanlage,
- Betriebs- und Behördenfunk,
- Elektroakustische Ruf- und Lautsprecheranlage,
- Betriebs- und Objektschutzfernsehanlage,
- Wechselsprechanlagen und
- Türstandsanzeigen.

3.3.8 Aktivitäts- und Umgebungsüberwachung sowie Probennahmesystem

Zu diesen Einrichtungen zählen die erforderlichen Strahlenschutzeinrichtungen wie radiologische Monitore und Dosimeterausgabe zur Personen- und Materialüberwachung am Kontrollbereichsein- und -ausgang, Einrichtungen zur Aktivitätsüberwachung (Ortsdosisleistung, Aerosolaktivität) in Gebäuden und Betriebsräumen, Freimesseinrichtungen sowie die Einrichtungen der Kreislaufüberwachung zum Erkennen von radioaktiven Stoffen in Systemen. Radioaktive Stoffe in der Fortluft und dem Abwasser aus dem Kontrollbereich werden erfasst und bilanziert. Die zur Überwachung, Kontrolle und Bilanzierung notwendigen Proben aus

den verschiedenen Systemen werden durch ein Probeentnahmesystem bzw. bei Bedarf durch Handprobenahmen bereitgestellt.

Zur laufenden Betriebsüberwachung dient ein radiochemisches Labor im Kontrollbereich. Für kontinuierliche Emissions-Immissions-Messungen und zur Auswertung von Proben aus der Umgebung steht ein weiteres Labor außerhalb des Kontrollbereiches zur Verfügung. Für die Umgebungsüberwachung existiert ein externes Labor.

3.3.9 Zwischenkühlwassersysteme

Die Zwischenkühlwassersysteme einschließlich Dosiereinrichtungen für die Betriebskühlkreise werden neben den sicherheitstechnisch bedeutsamen Anforderungen zur Schutzzielerfüllung (Nachwärmeabfuhr sowie Kühlung der Notstromaggregate) noch für einige der angeschlossenen betrieblich notwendigen Kühlstellen, wie z. B. Druckluftversorgung und Kälteanlagen sowie für Kühlstellen in der Abwasser- und Konzentrataufbereitung benötigt und sind in ihrer Betriebsweise an den LSSB angepasst.

3.3.10 Sonstige Versorgungs- und Hilfssysteme

3.3.10.1 Messgasversorgung

Die Messgasversorgung stellt in allen erforderlichen Bereichen Messgas für Strahlenschutz- und Überwachungseinrichtungen für die radiologischen Messungen (Aktivitätsmessungen) zur Verfügung. Es handelt sich dabei um die Versorgung der Personenkontaminationsmonitore und Labormessplätze mit einem speziellen Gasgemisch aus Argon und Kohlendioxid.

3.3.10.2 Vollentsalzungsanlage

Der Bedarf an demineralisiertem Wasser (Deionat) wird sich im Restbetrieb erheblich verringern. Die bereits vorhandene Kompaktanlage ist ausreichend und wird weiterbetrieben.

3.3.10.3 Trinkwasserversorgung und Schmutzwasserentsorgung sowie Wasseraufbereitung

Die Trinkwasserversorgung der Anlage erfolgt durch die Stadtwerke Geesthacht. Als Vorsorge gegen mögliche Unterbrechungen hat das Kraftwerk einen Vorratsbehälter und ein eigenes Hydrophor-(Druckspeicher) und Pumpensystem. Die Ableitung des Schmutzwassers erfolgt über eine separate Leitung ins Schmutzwassernetz der Stadtwerke Geesthacht und

damit zum Klärwerk Geesthacht. Das in der Wasseraufbereitungsanlage aus dem Trinkwasser erzeugte Deionat wird in Vorratsbehältern gespeichert und gelangt über ein Verteilersystem zu den Verbrauchsstellen, u.a. in den Kontrollbereich. Es wird zum Füllen und Spülen von Kreisläufen und zum Dekontaminieren bzw. als Löschwasser im Kontrollbereich benötigt.

3.3.10.4 Hilfsdampf- und Heizungsanlagen

Das bereits während des LSSB installierte neue Wärmeerzeugungssystem dient als Wärmequelle für die betrieblich notwendigen Wärmetauscher sowie der Gebäudeheizung. Das Hilfsdampfsystem und die ölgefeuerten Hilfskessel befinden sich im Standby.

Die Wärmeversorgung der Anlagengebäude erfolgt durch Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen und durch elektrische Heizungen.

3.3.10.5 Druckluftanlage

Die Druckluftherzeugung erfolgt über eine Luftverdichterstation. Die Druckluft wird über das Druckluftnetz im KKK verteilt. Sie wird u. a. zum Betätigen von diversen Lüftungsclappen und als Hilfsenergie für Werkzeugmaschinen benötigt.

3.3.10.6 Entwässerungs-, Entlüftungs- und Entleerungssysteme

Die Entwässerungs- und Entlüftungssysteme, Entleerungen, Rückführsysteme, das Abwassersammelsystem und das Sumpfsystem sind im LSSB im erforderlichen Umfang in Betrieb.

3.3.10.7 Ableitung von Niederschlagswasser

Die Systeme zur Ableitung, Rückhaltung und Behandlung von Niederschlagswasser bleiben weiterhin in Betrieb. Dies gilt ebenso für die Gebäudeentwässerungssysteme und die Ölabscheidung.

3.3.11 Sonstige Einrichtungen im Kontrollbereich

3.3.11.1 Reaktordruckbehälter

Der RDB umschließt als druckfester Behälter die Einbauten, die zur Führung des Kühlmittels sowie zur Fixierung und Führung von BE, Steuerstäben und Instrumentierung erforderlich sind. Die BE und Steuerstäbe sind aus dem RDB entfernt. Dampftrockner und Wasserabscheider befinden sich im RDB. Der RDB ist teilweise mit Wasser gefüllt. Der RDB-Deckel ist aufgesetzt.

3.3.11.2 Brennelementlagerbecken

Das Brennelementlagerbecken ist mit korrosionsbeständigem Stahl ausgekleidet. Eine mögliche Beschädigung wird durch ein Leckageüberwachungssystem erkannt. Durch ein Schleusenschütz kann das Brennelementlagerbecken gegen das Absetzbecken abgesperrt werden. Während des LSSB ist das Schleusenschütz in der Regel gesetzt.

Im Brennelementlagerbecken sind Gestelle zur Lagerung der noch vorhandenen BE, Steuerstäbe und die Brennstabköcher, notwendige Werkzeuge zur Brennelementhandhabung und ein Abstellpodest für den CASTOR[®]-Behälter installiert.

Das Wasser im Brennelementlagerbecken kann über ein Lagerbeckenkühlsystem oder über das Nachkühlsystem gefiltert werden. Im Bedarfsfall kann überschüssiges Wasser in die Kondensationskammer oder zum Abwasseraufbereitungssystem abgelassen und wieder entnommen werden.

3.3.11.3 Flutraum- und Absetzbecken

Das Flutraum- und Absetzbecken wird ebenfalls auf Leckagen überwacht und ist mit korrosionsbeständigem Stahl ausgekleidet. Der Bereich ist entleert und durch das Schleusenschütz vom Brennelementlagerbecken getrennt. Es besteht die Möglichkeit, Flutraum und Brennelementlagerbecken mit Wasser zu fluten und dann durch Ziehen des Schleusenschützes zu verbinden. Dafür ist vorher der RDB zu öffnen und der obere Flansch des RDB mit Hilfe des Flutkompensators mit dem Flutraumboden zu verbinden. In diesem Fall kann überschüssiges oder notwendiges Wasser über das Nachkühlsystem oder das Lagerbeckenkühlsystem durch Fahrweisen gemäß BHB in die Kondensationskammer oder zum Abwasseraufbereitungssystem abgelassen werden bzw. von der Kondensationskammer oder vom Abwasseraufbereitungssystem wieder zugeführt werden.

3.3.11.4 Kondensationskammer

Die Kondensationskammer hat im LSSB ihre Funktion als Notwärmesenke verloren. Sie dient bei Brennelementlagerbeckenleckagen als Speicher für das aus dem Reaktorgebäudeumpf zurück geförderte Wasser. Sie erfüllt außerdem noch betriebliche Aufgaben als Zwischenwasserspeicher, falls im Bedarfsfall aus dem RDB, Flutraum, Lager- oder Absetzbecken kurzzeitig Wasser zwischengespeichert werden muss.

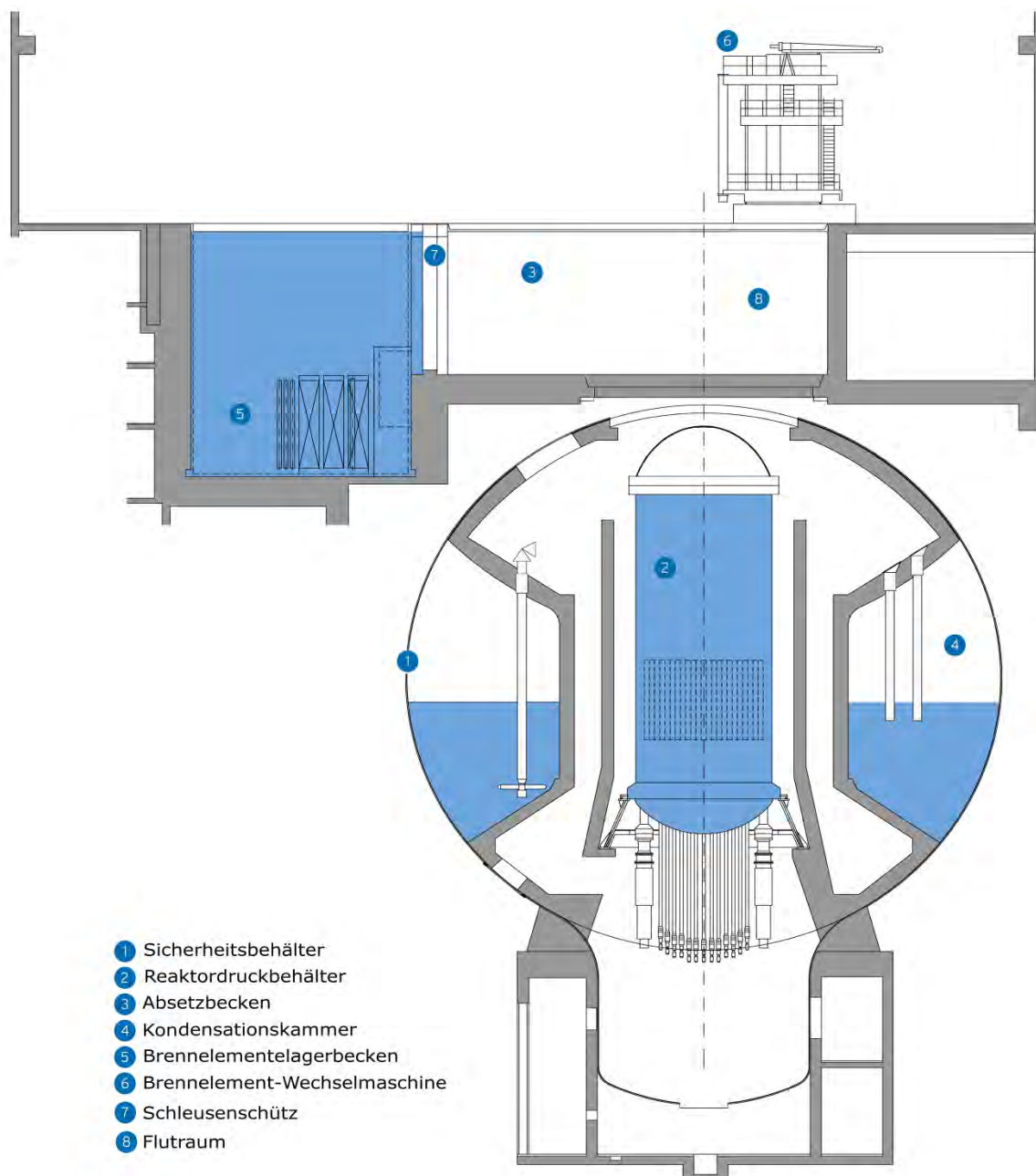


Abbildung 3-11: RDB mit Flutraum/Absetzbecken und Brennelementlagerbecken

3.3.11.5 Brennelement-Wechselmaschine

Die Brennelement-Wechselmaschine war hauptsächlich zum Be- und Entladen der BE im Reaktor und zum Beladen der CASTOR[®]-Behälter erforderlich. Nach dem Herstellen der Brennelementfreiheit wird sie noch zur Herstellung der Brennstofffreiheit (Einladen der SBS in CASTOR[®]-Behälter), für Handhabungsvorgänge im RDB und im Brennelementlagerbecken benötigt und kann in modifizierter Form ggf. bei den Abbauarbeiten des RDB mit Einbauten eingesetzt werden (vgl. Abbildung 3-11).

3.3.11.6 Werkstätten und Labore

Folgende sonstige Einrichtungen sind im Kontrollbereich im erforderlichen Umfang noch im Betrieb:

- Atemschutzwerkstatt,
- Heiße Wäscherei,
- Strahlenschutzlabor,
- Heiße Werkstatt,
- Dekontaminationsboxen,
- Aufzüge/Hebezeuge und
- Hygienetrakt.

3.3.12 Brandschutzsysteme

Während des LSSB werden weiterhin zur Sicherstellung des allgemeinen, vorbeugenden, passiven und aktiven Brandschutzes in der Anlage KKK Brandschutzeinrichtungen und -ausrüstungen in erforderlichem Umfang vorgehalten. Einrichtungen und Vorgehen entsprechen dem administrativen Regelwerk und sind in der Brandschutzordnung beschrieben.

Zur Schulung der Mitarbeiter, Überprüfung des vorbeugenden Brandschutzes, Wartung der Ausrüstung und zur Erstbrandbekämpfung wird eine Werkfeuerwehr im Kraftwerk vorgehalten, die nach Alarmierung der öffentlichen Feuerwehr durch diese unterstützt wird. Die Brandschutzordnung wird an die sich ändernden Anforderungen des Betriebs angepasst.

Die bewegliche Feuerlösch- und Brandschutzausrüstung einschließlich der Fahrzeuge und die persönlichen Schutzausrüstungen des Personals der Werkfeuerwehr sind zentral im Gebäude der Werkfeuerwehr stationiert.

Zur Branderkennung, -eindämmung und -bekämpfung stehen folgende Brandschutzeinrichtungen und -ausrüstungen zur Verfügung:

- Brandmeldeanlage einschließlich Druckknopfmelder,
- Löschwasserversorgung und Feuerlöschsysteme,
- Sprühflutanlagen,
- Schaum-Feuerlöschanlagen,
- CO₂-Feuerlöschanlage,
- Entrauchungskomponenten und
- mobile feuertechnische Wehr- und Brandschutzausrüstung.

3.3.13 Anlagen und Einrichtungen für den Objektschutz

Diese Einrichtungen umfassen den Kraftwerkszugang mit Fahrzeugschleuse, Detektionseinrichtungen an der äußeren Umschließung, Anlagen zur Überwachung der Zugänge zum Inneren Sicherungsbereich, die Objektsicherungs-, Kamera- und Fernsehanlage, die Objektsicherungsbeleuchtung sowie die Objektsicherungszentralen.

3.3.14 Anlagen und Einrichtungen für den Notfallschutz

Komponenten und Maßnahmen des anlageninternen Notfallschutzes dienen im Leistungsbetrieb dem Ziel, die Auswirkungen eines Ereignisses außerhalb der Auslegung des Kernkraftwerkes zu begrenzen sowie auslegungsüberschreitende Zustände mit möglichst geringen Schäden zu beenden. Mit diesen Anlagen und Einrichtungen können anlagentechnische Maßnahmen, die im Notfallhandbuch detailliert beschrieben sind, zur Prävention (Verhinderung von Kernschäden) und Schadensminimierung (Begrenzung radiologischer Auswirkungen bei Kernschäden) durchgeführt werden. Nach der Entfernung des Kernbrennstoffs aus der Anlage verlieren sie ihre Bedeutung.

3.4 Anlagenhistorie

Anfang des Jahres 1974 wurde mit der Errichtung des KKK begonnen, nachdem zuvor, am 07.09.1972, die Eignung der Standortwahl von der Genehmigungsbehörde des Landes Schleswig-Holstein in einem Vorbescheid bestätigt worden war. Bis zur ersten Kritikalität der Anlage im September 1983 wurden die verschiedenen Bau- und Anlagenteile im Rahmen von atomrechtlichen Genehmigungsverfahren in vierzehn Teilerrichtungsgenehmigungen genehmigt und errichtet. Am Ende der nicht-nuklearen Inbetriebsetzungsphase wurde die erste Betriebsgenehmigung erteilt. Nach vier Betriebszyklen erhielt die Anlage im April 1988 die unbefristete zweite Betriebsgenehmigung.

Die nachfolgende Tabelle 3-2 gibt einen chronologischen Überblick über die Phasen der Errichtung und der Inbetriebsetzung bis zum Erreichen des unbefristeten Betriebes der Anlage KKK im April 1988.

Tabelle 3-2: Kurzübersicht – Einrichtung/Inbetriebsetzung

Datum	Vorgang/Ereignis
14.07.1971	Antragstellung auf Errichtung eines Kernkraftwerkes als Siedewasserreaktor mit folgenden Leistungsmerkmalen: 1316 MW (brutto elektrisch); 3690 MW (thermisch); Typ/Baulinie: 69
18.12.1973	Genehmigungsbescheid (1. Teilerrichtungsgenehmigung) zur Einrichtung der Baustelle, Aushub der Baugrube für den Kernkraftwerksblock bis zur Unterkante der Fundamentplatte
1982 – 1983	Inbetriebsetzungsphase (Vorbetriebliche Prüfungen, Warmprobetrieb, Nicht-nukleare Prüfungen bei beladenem Kern)
14.09.1983	Erteilung der 1. Betriebsgenehmigung (befristet auf 4 Betriebszyklen)
14.09.1983	Erstmalige Kritikalität
28.09.1983	Erstmalige Generator-Synchronisation
21.01.1984	Erstmaliges Erreichen der thermischen Nennleistung (100 %)
23.02.1984	Beginn des Probetriebs (Nachweis vereinbarter Leistungsmerkmale)
28.03.1984	Aufnahme des kommerziellen Leistungsbetriebes - Übergabe an Betreiber (Hamburgische Electricitätswerke AG)
11.04.1988	Erteilung der 2. Betriebsgenehmigung (unbefristet)

Während der etwa 28-jährigen Betriebszeit wurden in atomrechtlichen Genehmigungsverfahren wesentliche Änderungen in die Anlage eingebracht, die sowohl Änderungen an beste-

Vattenfall Europe Nuclear Energy

henden Anlagenteilen als auch neue Einrichtungen umfassten. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Anlagenänderungen enthält die nachfolgenden Tabelle 3-3.

Darüber hinaus wurden im Rahmen von atomrechtlichen Verwaltungsverfahren eine Vielzahl von Änderungen und Erweiterungen an Gebäuden, Anlagenteilen und Komponenten als Folge von Instandhaltungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen sowie Umbauten und Erweiterungsmaßnahmen vorgenommen. Hierunter fällt auch die Erhöhung der elektrischen Bruttoleistung auf 1.402 MW ab Beginn des Oktobers 2005 durch Anwendung wirkungsgradverbessernder Maßnahmen an der Turbine. Alle diese Maßnahmen hatten das Ziel, die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Anlage zu verbessern.

Die Berechtigung zum Leistungsbetrieb erlosch mit der 13. Novelle des AtG [1] vom 06.08.2011. Am 24.08.2015 hat die Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG den Antrag nach § 7 (3) Atomgesetz auf Stilllegung und Abbau gestellt.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Tabelle 3-3: Zusammenstellung der wichtigsten Anlagenänderungen

Datum	Gegenstand der Genehmigung
12.04.1984	Errichtung und Nutzung eines Verwaltungsgebäudes sowie eines Werkstattgebäudes
10.05.1985	Ersatz von 2 elektromagnetisch betätigten Sicherheitsvorsteuerventilen (SVV) des Druckentlastungssystems gegen motorgesteuerte SVV
09.05.1986	Änderung der Schutzanregung zur Überwachung der Hauptwärmesenke Erweiterung des Betriebskennfeldes
03.06.1986	Betrieb eines geänderten Kernflutsystems
29.09.1987	Erweiterung der anlagengebundenen Brennelement-Transportbehälter-Handhabungseinrichtungen
06.10.1987	Errichtung und Betrieb des Systems zur Inertisierung des SHB sowie der gefilterten Druckentlastung des SHB und deren Betrieb im Rahmen der Gesamtanlage
08.04.1988	Durchführung erweiterter Hochwasserschutzmaßnahmen Einsatz erweiterter Überwachungs- und Schutzmaßnahmen zum Steuerstabfehleinfahren und beim Ausfall mehrerer Zwangsumlaufpumpen
28.03.1989	Neuverlegung und Betrieb von Kühlwasserrücklaufleitungen der Nebenkühlkreise der Nachkühlstränge und des Betriebskühlkreises 2 Errichtung und Betrieb einer Betriebsfilteranlage für den Beckenflur
07.05.1991	Errichtung und Betrieb eines Lagergebäudes (ZW4)
25.09.1991	Errichtung und Betrieb einer diversitären Druckbegrenzungseinrichtung (Notdruckbegrenzung)
17.05.1993	Errichtung und Betrieb des Lagerbeckenhilfskühlkreislaufes
1986, 1987, 1988, 1990, 1991, 1999, 2006	Genehmigungen zum Einsatz und Betrieb diverser weiterentwickelter Brennelement- und Steuerstabtypen

3.5 Radiologie

3.5.1 Radiologischer Ausgangszustand

Der radiologische Zustand der Anlage KKK zum Zeitpunkt des Beginns des Restbetriebs ist durch folgende wesentliche Merkmale gekennzeichnet:

- Seit der Abschaltung der Anlage aus dem Leistungsbetrieb am 04. Juli 2009 nimmt die Gesamtaktivität kontinuierlich ab.
- Die kurzlebigen radioaktiven Stoffe, insbesondere die radiologisch relevanten Iod-Nuklide, sind zwischenzeitlich abgeklungen.
- Ein wesentlicher Teil der Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten im Kontrollbereich ist nicht oder nur geringfügig kontaminiert.
- Die noch vorhandenen bis zu 200 SBS weisen eine äußerst geringe Wärmeentwicklung von ca. 5 Watt je Stab auf (Gesamtleistung bis zu 1 kW).

Sollten die SBS nicht bereits im LSSB abtransportiert werden können, erfolgt in Abbauphase 1 die Auslagerung der SBS (Gesamtaktivität ca. 10^{16} Bq) in Transportbehälter und Einlagerung der Transportbehälter in das SZK, wodurch die Aktivität in der Anlage weiter reduziert wird. Nach erfolgtem Abtransport der SBS beträgt die verbleibende Aktivität $< 2 \cdot 10^{17}$ Bq. Diese ist hauptsächlich im Kristallgitter der Kern- und RDB-Einbauten und Teilen des RDB selbst gebunden (im Wesentlichen Kobalt-60, Nickel-63 und Eisen-55) und damit nicht direkt freisetzbar. Ein kleiner Teil des Aktivitätsinventars liegt als Kontamination vor und befindet sich überwiegend auf den inneren Oberflächen der Anlagenteile.

Für den Restbetrieb nicht mehr relevante Radionuklide:

- Das Spaltprodukt Jod-131 wird nicht mehr gebildet und ist aufgrund seiner Halbwertszeit von ca. 8 Tagen vollständig abgeklungen.
- Das Spaltprodukt Jod-129 wurde im Vergleich zum Jod-131 nur in unbedeutenden Mengen gebildet. Es hat eine Halbwertszeit von mehr als 15,7 Mio. Jahren.
- Das Aktivierungsprodukt Stickstoff-16 wird nicht mehr gebildet und ist aufgrund seiner Halbwertszeit von ca. 7 Sekunden vollständig abgeklungen.
- Radioaktive Edelgase, die als Spaltprodukte gebildet wurden, werden zum größten Teil in den Brennstäben zurückgehalten. Kleinere Mengen können aus gasundichten Brennstäben freigesetzt werden. Aufgrund ihrer geringen Halbwertszeit sind die radi-

Vattenfall Europe Nuclear Energy

oaktiven Edelgase bis auf Krypton-85 (Halbwertszeit 10,8 Jahre) zerfallen. Das Krypton-85 ist bis zum Erreichen der Brennstofffreiheit bei Störfallbetrachtungen als Leitnuklid anzusetzen und zu berücksichtigen.

Im Restbetrieb sind im Wesentlichen folgende radioaktive Stoffe in der Anlage vorhanden:

- die Aktivierungsprodukte Kobalt-60, Eisen-55 und Nickel-63 mit Halbwertszeiten von 5,3 , 2,7 bzw. 100 Jahren,
- die Spaltprodukte Cäsium-137 und Strontium-90 mit Halbwertszeiten von 30,1 Jahren und 28,5 Jahren und
- Tritium in Wasserkreisläufen sowie in Steuerelementen mit einer Halbwertszeit von 12,3 Jahren.

Für die Strahlenexposition des Personals und der Umgebung sind während des Restbetriebes die radiologisch wirksamen Nuklide Kobalt-60, Cäsium-137 und Strontium-90 zu berücksichtigen. Sämtliche Maßnahmen im Rahmen des Strahlenschutzes werden von diesen Radionukliden abgeleitet, da sowohl die Radiotoxizität als auch das vorhandene Aktivitätsinventar der übrigen Nuklide von untergeordneter Bedeutung sind.

3.5.2 Aktivierte Anlagenteile und Gebäudestrukturen

Während des Leistungsbetriebes wurde der RDB mit seinen Einbauten und dessen Umfeld durch Neutronenstrahlung aktiviert.

Die relevanten Radionuklide der Aktivierung sind:

- Kobalt-60,
- Eisen-55 und
- Nickel-63.

Diese Aktivität ist hauptsächlich im Stahl der Reaktorkomponenten eingebunden. Sie ist auf verschiedene Reaktorkomponenten verteilt, wobei die Höhe der Aktivität im Wesentlichen von der Nähe zur Spaltzone und dem Kobaltgehalt in den Werkstoffen bestimmt ist.

Während des Leistungsbetriebes wurde außerdem außerhalb des RDB die Innenseite des zylindrischen Teils des Biologischen Schildes durch Neutronenstrahlung aktiviert. Im aktivier-

ten Beton des Biologischen Schildes befinden sich zusätzlich insbesondere die Radionuklide:

- Europium-152 und
- Europium-154.

Noch während des Genehmigungsverfahrens werden Neutronenflussrechnungen zur Bestimmung der Aktivierung der Komponenten durchgeführt werden. Eingangsgrößen in diesen Rechnungen werden

- die geometrische Anordnung der kernnahen Strukturen,
- die Material- und Legierungszusammensetzung dieser Strukturen und
- die Betriebshistorie der Anlage

sein.

Als Ergebnis wird eine genauere Kenntnis der Gesamtaktivität insbesondere der zuvor genannten Radionuklide als auch deren Verteilung erwartet. In einem weiteren Schritt werden die Ergebnisse durch einen Vergleich mit Messwerten validiert. Damit wird zu Beginn des Abbaus das Aktivierungsprofil bekannt sein.

3.5.3 Kontaminierte Anlagenteile und Gebäudestrukturen

Kontaminationen an Innenoberflächen von Anlagenteilen sind dort vorhanden, wo diese von radioaktiven Betriebsmedien durchströmt wurden. Dies betrifft insbesondere den Wasser-Dampf-Kreislauf und anbindende Systeme.

Neben der Kontamination an Strukturen, Systemen und Komponenten können auch geringe Kontaminationen an Außenoberflächen innerhalb des Kontrollbereichs, z. B. auf Wänden, Böden und sonstigen Anlagenteilen, vorhanden sein.

Die kontaminationsbedingte Aktivität der Oberflächen beträgt zum Zeitpunkt des Beginns des Restbetriebes nur einen kleinen Anteil der in der brennstofffreien Anlage gebunden vorhandenen Aktivität.

3.5.4 Radioaktive Betriebsabfälle

Die radioaktiven Betriebsabfälle werden bis zum Beginn des Abbaus teilweise aus der Anlage KKK entfernt sein. Die zu Beginn der Abbauphase noch vorhandenen betrieblichen radioaktiven Abfälle im KKK werden mit den betrieblichen Einrichtungen behandelt und konditioniert, in geeignete Transportbehälter verpackt und anschließend für einen Abtransport bereitgestellt bzw. in einem Zwischenlager gelagert.

3.5.5 Radiologische Charakterisierung

Die radiologische Charakterisierung dient der Schaffung der Grundlagen für das Abbau- und Entsorgungskonzept. Dabei wird auf Erfahrungen aus dem Anlagenbetrieb und aus anderen Anlagen zurückgegriffen. Die radiologische Charakterisierung dient als Eingangsgröße für eine Freigabe nach § 29 StrlSchV [4]. Darüber hinaus werden die Informationen auch bei der strahlenschutztechnischen Planung berücksichtigt.

Die globale radiologische Charakterisierung der Anlage erfolgt zunächst anhand einer Zusammenstellung und Auswertung der für die Betriebshistorie relevanten Unterlagen. Dazu werden u.a. gesichtet:

- Änderungsanträge,
- Stör- und Mängelmeldungen,
- Instandsetzungsmeldungen und
- Meldepflichtige Ereignisse.

Auf dieser Basis erfolgt die Untergliederung der Anlage nach sinnvollen Kriterien in verschiedene Bereiche und die Abgrenzung von Bereichen mit zu erwartender homogener Nuklidzusammensetzung. Nach Auswahl der zu untersuchenden relevanten Radionuklide und Festlegung der Schlüsselnuklide wird ein Probenahmeplan erstellt, erkundende Messungen werden durchgeführt und Proben gemäß Probenahmeplan entnommen. Nach entsprechender Probenvorbereitung und Analytik erfolgen die Auswertung der Ergebnisse und die Bestimmung der anlagenrelevanten Nuklidvektoren.

Die detaillierte radiologische Charakterisierung von Strukturen, Systemen und Komponenten ist vor Beginn der jeweiligen Abbaumaßnahme durchzuführen. Im Sinne des Minimierungsgebotes wäre eine radiologische Charakterisierung zu einem früheren Zeitpunkt mit zusätzli-

Vattenfall Europe Nuclear Energy

cher Strahlenexposition des Personals verbunden. Daher wird die detaillierte radiologische Charakterisierung im Rahmen der Systembewertung als Bestandteil der Planung der Abbaumaßnahme durchgeführt. Anzahl und Art der durchzuführenden Messungen und Messorte werden definiert. Darüber hinaus fließt in die Betrachtungen die verfahrenstechnische Historie der Strukturen, Systeme und Komponenten ein.

Die Analyse gezogener Proben erfolgt an den entsprechenden Messplätzen. Bei Bedarf werden zusätzliche Analysen beauftragt. Die radiologische Charakterisierung erfolgt für alle abzubauenen Strukturen, Systeme und Komponenten. In der dafür erzeugten Dokumentation werden auch die aus Messwerten und Hochrechnungen gewonnenen Nuklidverteilungen verarbeitet. Weiterhin sind in dieser Dokumentation das anzustrebende Entsorgungsziel der jeweiligen Materialien, Angaben zu Strahlenschutzmaßnahmen für den Abbau der betreffenden Systemkomponenten und Demontagevorgaben festzulegen.

Für die radiologische Charakterisierung der Strukturen, Systeme und Komponenten kommen die Auswertung von Materialproben und ggf. gammaspektrometrische In-Situ-Messungen in Frage.

Für die Ermittlung der Kontamination und ggf. Aktivierung von Strukturen, Systemen und Komponenten werden die Höhe, die nuklidspezifische Zusammensetzung, die räumliche Verteilung und das Eindringverhalten der Kontamination an Oberflächen bestimmt.

Aus der Höhe der Oberflächenkontamination und ggf. Aktivierung von Strukturen, Systemen und Komponenten ergeben sich in Verbindung mit der Nuklidverteilung Daten für die Abbauplanung, die Arbeitssicherheit und den Strahlenschutz.

Zur Ermittlung der Kontamination und ggf. Aktivierung von Strukturen, Systemen und Komponenten kann auch auf Materialproben zurückgegriffen werden, z. B. wenn die Zugänglichkeit der Komponente für die Bestimmung der Höhe der Kontamination bzw. Aktivierung eingeschränkt ist. Die Probenahme kann aber auch aus Ablagerungen, Beschichtungen usw. erfolgen.

4 Arbeitsbereiche, Abbauverfahren und Abbaueinrichtungen

Voraussetzung für den Abbau von Anlagenteilen ist, dass diese für den Restbetrieb oder die spätere Nutzung nicht mehr benötigt werden. Anlagenteile sind z. B.

- Messeinrichtungen,
- Ortssteuerstellen,
- Kabel, Kabelpritschen, Kabelkanäle,
- Schaltanlagen,
- elektrische Antriebe,
- Transformatoren,
- Motoren,
- Armaturen,
- Pumpen,
- Rohrleitungen und
- Behälter inklusive Einbauten.

4.1 Arbeitsbereiche

Für den Abbau werden verschiedene Arbeitsbereiche und Lagerflächen eingerichtet. Im Wesentlichen sind dies:

- Demontage- und Zerlegebereiche,
- Stauflächen bzw. Pufferlagerflächen,
- Bereiche zur Dekontamination,
- Bereiche zur Konditionierung und
- Bereiche für Radioaktivitätsmessungen.

Innerhalb des Kontrollbereichs werden die Bereiche zur Zerlegung bzw. Nachzerlegung von Anlagenteilen und die Bereiche zur Dekontamination, Konditionierung und für Radioaktivitätsmessungen vorzugsweise im Maschinenhaus eingerichtet (siehe beispielhaft Abbildung 4-1). Diese Bereiche werden zudem über eigene Stauflächen verfügen. Weitere Bereiche zur Zerlegung und Konditionierung der Brennelementlagerbeckeneinbauten und des RDB mit seinen Einbauten werden im Reaktorgebäude auf dem Beckenflur (Ebene +52,5 m) eingerichtet.

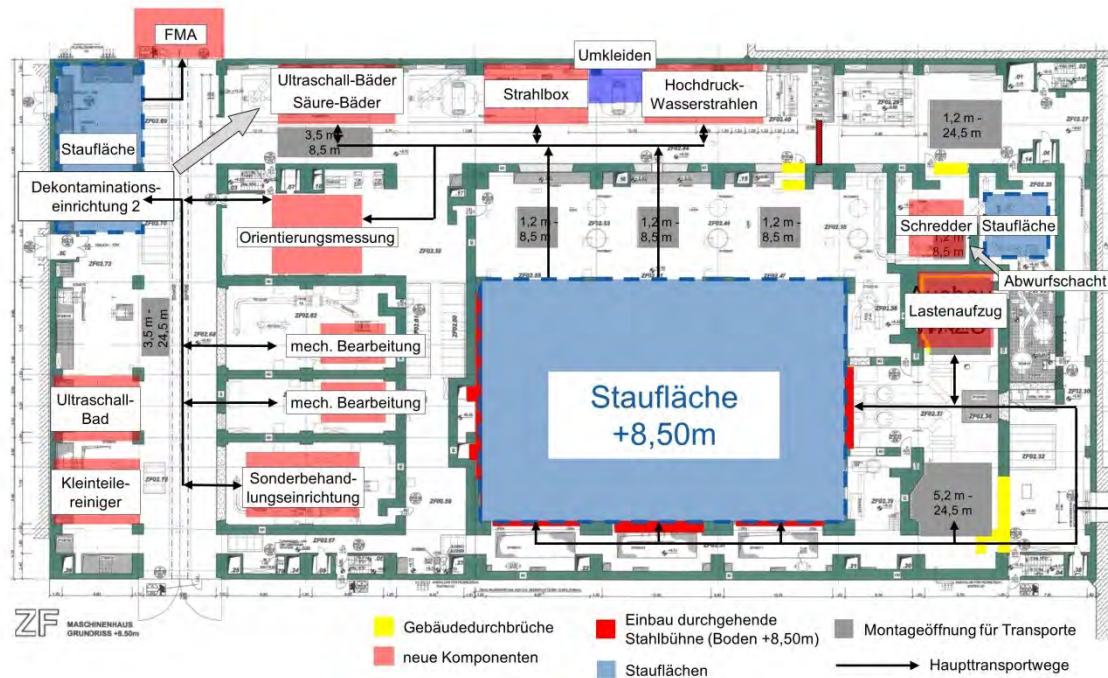


Abbildung 4-1: Beispielhafte Darstellung von Arbeitsbereichen im Maschinenhaus

Im Überwachungsbereich, d.h. außerhalb des Kontrollbereichs, werden die Bereiche zur Zerlegung bzw. Nachzerlegung von Anlagenteilen aus dem Überwachungsbereich vorzugsweise in den betroffenen Gebäuden (Dieselgebäude, Hilfskesselgebäude usw.) und in der Kalten Werkstatt eingerichtet.

Die Einrichtung erfolgt unter Berücksichtigung der Belange des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, des Strahlenschutzes, des Brandschutzes sowie der Baustatik entsprechend den jeweils gültigen gesetzlichen und technischen Vorschriften und Regelungen.

Nachfolgend werden die wesentlichen Arbeitsbereiche beschrieben.

4.1.1 Zerlegeplätze

In der Regel werden die verschiedenen Anlagenteile vor Ort demontiert, ggf. für den Transport vorzerlegt und zu den speziell eingerichteten Zerlegebereichen oder direkt zu den Stauflächen transportiert.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Die Zerlegebereiche für die trockene Nachzerlegung verfügen typischerweise über folgende Einrichtungen:

- Zerlegewerkzeuge: z. B. Schraub- und Hydraulikwerkzeuge,
- Trennwerkzeuge: z. B. Sägen, Schneidwerkzeuge, Kabelschälmaschinen,
- Einhausungen und Heißarbeitsplätze bei Erfordernis,
- Mobile oder systemgebundene Absaugung bei Erfordernis und
- Hebezeuge und Abschirmung bei Erfordernis.

Die Zerlegebereiche für die Unterwasserzerlegung von Komponenten stehen im Absetzbecken (Flutraum), im Brennelementlagerbecken und im RDB zur Verfügung. Diese Zerlegebereiche verfügen typischerweise über folgende Einrichtungen:

- Zerlegebehälter ggf. mit Zerlegegestell,
- mobile oder systemgebundene Wasserreinigungsanlage,
- Schneideinrichtung und
- mobile oder systemgebundene Absaugung.

4.1.2 Stau- und Pufferlagerflächen

Für Anlagenteile, die nicht sofort zum nächsten Arbeitsbereich weitertransportiert werden, werden Stau- und Pufferlagerflächen eingerichtet.

Die Einrichtung von Stauflächen erfolgt an geeigneten Orten im Kontrollbereich des KKK.

Darüber hinaus werden am Standort außerhalb des Kontrollbereichs weitere Pufferlagerflächen zur Aufnahme der im KKK anfallenden Reststoffe und der im Kontrollbereich zu behandelnden Reststoffe eingerichtet. Die für die Einrichtung der Pufferlagerflächen zugrunde zu legenden Vorschriften und Regelwerke werden berücksichtigt. Mit Fortschritt des Abbaus können Anpassungen erforderlich werden.

Die Pufferlagerung erfolgt unter Verwendung geeigneter Verpackungen bzw. Behälter (IP-2 Zulassung). Durch die Lagerung von und den Umgang mit radioaktiven Stoffen sowie durch Transport- und Bereitstellungsvorgänge auf dem Anlagengelände während des Restbetriebs und des Abbaus resultiert eine zusätzliche Direktstrahlung. Um die Einhaltung des Grenzwertes der Gesamtstrahlenexposition sicherzustellen, und zur Minimierung der Strahlenexpositionen im Sinne des § 6 StrISchV [4], werden geeignete Maßnahmen wie die Nutzung

von Abschirmungen, die Einhaltung von Abständen oder die optimierte Aufstellung von Behältern auf den Pufferlagerflächen durchgeführt. Der Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte ist in Kapitel 7.6 dargelegt.

4.1.3 Dekontamination

Für die Reinigung kontaminierter Anlagenteile steht die vorhandene Dekontaminationseinrichtung in der Heißen Werkstatt zur Verfügung. Weitere Dekontaminationseinrichtungen werden im Kontrollbereich, vorzugsweise im Maschinenhaus installiert. Die Dekontamination von Komponenten soll vorwiegend im KKK erfolgen, kann aber auch durch qualifizierte externe Dienstleister in einer kerntechnischen Einrichtung mit eigener Umgangsgenehmigung durchgeführt werden.

4.1.4 Konditionierung

Ein geringer Anteil der anfallenden Reststoffe ist radioaktiver, zu konditionierender Abfall. Unter Konditionierung versteht man alle Schritte zur Herstellung endlagergerechter Abfallgebinde. Dies erfolgt am Standort oder in einer externen Einrichtung.

Am Standort erfolgt die Konditionierung vorzugsweise in den Einrichtungen im Maschinenhaus. Komponenten können aber auch vor Ort konditioniert werden, beispielsweise reaktor-nahe Komponenten.

4.1.5 Radioaktivitätsmessungen

In den Kontroll- und Überwachungsbereichen am Standort werden Arbeitsbereiche ausgewiesen, in denen es möglich ist, Radioaktivitätsmessungen durchzuführen. Bei der Auswahl der Bereiche wird darauf geachtet, dass die Untergrundstrahlung die vorzunehmenden Messungen nicht unzulässig beeinträchtigt. Die für die Messeinrichtungen zugrunde zu legenden Vorschriften und Regelwerke werden berücksichtigt. Es wird unterschieden zwischen Bereichen für Orientierungs- und Freigabemessungen. Rekontaminationen und Kontaminationsverschleppungen werden beispielsweise durch örtliche Trennung, Lüftungstechnische Vorkehrungen sowie administrative Vorgaben verhindert.

4.2 Zerlege-, Dekontaminations- und Konditionierungsverfahren

Für Zerlegung, Dekontamination und Konditionierung stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Als Auswahlkriterien werden berücksichtigt:

- Strahlenexposition für Personal,
- Rückhaltung von Aktivität,
- Arbeitssicherheit,
- Betriebsbewährung,
- Produktion von Sekundärabfall,
- Effizienz,
- Platzbedarf,
- Logistik- und Transportanforderungen und
- Wirtschaftlichkeit.

Aus Umweltgesichtspunkten ist eine konkrete Festlegung der technischen Alternativen bei den Zerlege-, Dekontaminations- und Konditionierungsverfahren nicht erforderlich, weil industrieerprobte Verfahren angewandt werden und grundsätzlich kein qualitativer Unterschied im Hinblick auf Umweltauswirkungen besteht. Die Auswirkungen auf die Schutzgüter werden auf der Basis der beantragten Abgabewerte in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung bewertet. Die Einhaltung der Schutzziele ist auch bei Einsatz verschiedener technischer Verfahren nicht in Frage gestellt.

4.2.1 Zerlegeverfahren

Im Folgenden werden die wichtigsten Verfahren beschrieben, die während der verschiedenen Abbauphasen zu Trennzwecken zum Einsatz gebracht werden können. Die Auswahl des Verfahrens erfolgt im Einzelfall. Zusätzlich können zu den unter Kapitel 4.2 genannten Kriterien folgende Auswahlkriterien entscheidend sein:

- fernbedienbarer Einsatz,
- Einsatz unter Wasser,
- Raumbedarf,
- Eigenschaften des zu trennenden Werkstoffes und
- Werkzeugverschleiß.

4.2.1.1 Mechanische Zerlegeverfahren

Nach der Demontage kommen mechanische Zerlegeverfahren zum Einsatz, die auf dem mechanischen Abtrag des zu zerlegenden Materials beruhen. Der Anwendungsbereich mechanischer Zerlegeverfahren umfasst alle Materialien gleichermaßen, insbesondere Metalle und Beton. Zu den mechanischen Verfahren zählen z. B.:

- Sägen,
- Fräsen,
- Bohren,
- Drehen,
- Scheren,
- Schleifen,
- Schneiden,
- Schreddern,
- Meißeln,
- Wasserabrasivstrahlschneiden und
- Bauschuttbrechen.

4.2.1.2 Thermische Zerlegeverfahren

Beim thermischen Zerlegen wird das zu zerlegende Material aufgeschmolzen, ausgeblasen oder im Sauerstoffstrom verbrannt. Zu den thermischen Verfahren zählen z. B.:

- autogenes Brennschneiden,
- Plasmaschmelzschneiden,
- Kontakt-Lichtbogen-Metall-Schneiden,
- Funkenerosion,
- Laserstrahl-Schneiden und
- Schmelzen.

4.2.2 Dekontaminationsverfahren

Kontaminationen sind auf der Oberfläche anhaftende Verunreinigungen von Materialien durch radioaktive Stoffe. Durch geeignete Dekontaminationsverfahren lassen sich diese Verunreinigungen beseitigen. Dekontamination wird eingesetzt, um die Strahlenexposition des

eingesetzten Personals zu minimieren, Kontaminationsverschleppungen zu verhindern oder um abgebaute Materialien freigeben zu können. Die Auswahl des Verfahrens erfolgt im Einzelfall. Zusätzlich können zu den unter Kapitel 4.2 genannten Kriterien folgende Auswahlkriterien entscheidend sein:

- Höhe und Art der Kontamination,
- Dekontaminationsziel und
- Zugänglichkeit der Kontamination.

4.2.2.1 Mechanische Dekontaminationsverfahren

Bei mechanischer Dekontamination erfolgt die Reinigungswirkung durch eine direkte Bearbeitung der kontaminierten Oberfläche mit einem geeigneten Werkzeug. Je nach Verfahren sind keine oder geringe Materialabträge bis relativ hohe Materialabträge (Strahlverfahren) erzielbar. Es werden beispielsweise folgende Techniken zum Einsatz gebracht:

- Wischen,
- Bürsten,
- Saugen,
- Nadeln,
- Drehen,
- Fräsen,
- Hochdruckreinigen,
- Strahlverfahren,
- Schaben und
- Schmirgeln.

4.2.2.2 Chemische Dekontaminationsverfahren

Bei der chemischen Dekontamination werden bestimmte Stoffe mit dem kontaminierten Material in Verbindung gebracht. Die chemische Dekontamination kann für einzelne Anlagenteile oder geschlossene Systeme eingesetzt werden. Es können z. B. folgende Mittel benutzt werden, die eine Dekontamination bewirken:

- Lösungsmittel,
- Säure und

- Komplexbildner.

4.2.2.3 Weitere Dekontaminationsverfahren

Weitere Dekontaminationsverfahren sind:

- Elektropolieren und
- Ultraschall.

4.2.3 Konditionierungsverfahren

Ein geringer Anteil der anfallenden Reststoffe ist radioaktiver, zu konditionierender Abfall. Unter Konditionierung versteht man die Schritte zur Herstellung endlagergerechter Gebinde. Es wird angestrebt, das Volumen der endlagergerechten Gebinde möglichst gering zu halten. Im Rahmen der Konditionierung werden folgende Verfahren eingesetzt:

- Pressen,
- Trocknen,
- Zementieren und
- Verpacken.

4.3 Abbaueinrichtungen

Die Auslegungsgrundsätze für die Abbaueinrichtungen sind im Kapitel 1.4 dargelegt.

4.3.1 Manueller Abbau

Für den Abbau der Anlage KKK sind im Wesentlichen erprobte, handelsübliche Industriegeräte vorgesehen. Hierzu zählen z. B.:

- Schraubwerkzeuge,
- Bohrmaschinen,
- Gradschleifer (Fräser),
- Nibbler,
- Scherwerkzeuge,
- Stich-, Band- und Kreissägen,
- Trennschleifer,

- Schneidbrenner und
- Abkreisvorrichtungen.

Zur Minimierung der Strahlenexposition des eingesetzten Personals werden bei Bedarf die Werkzeuge fernhantiert eingesetzt. Die unter Wasser eingesetzten Werkzeuge sind standardmäßig für den Unterwassereinsatz ausgelegt oder werden entsprechend modifiziert.

4.3.2 Fernbedienter Abbau

Für den fernbedienten Abbau sind zum Teil speziell konstruierte Einrichtungen und -geräte oder Änderungen an industrieeüblichen Geräten erforderlich. Vor ihrem Einsatz beim Abbau werden diese Einrichtungen und Geräte in der Regel einem Testbetrieb/Kalterprobung unterzogen.

Bei der Konstruktion von Abbaueinrichtungen und -geräten, die in Bereichen hoher Dosisleistung eingesetzt werden, werden die bei Ausfall dieser Einrichtungen und Geräte erforderlichen Maßnahmen berücksichtigt. Neben der Interventionsplanung wird durch entsprechende Konstruktion sichergestellt, dass auch bei Betriebsstörungen die Vorgaben nach § 6 StrlSchV [4] eingehalten werden. Falls erforderlich werden die Bedienpulte gegen Strahlung abgeschirmt. Die Arbeiten unter Wasser werden, ggf. unter Einsatz von Unterwasserkameras, überwacht.

5 Der Abbau der Anlage KKK

Der Abbau der atomrechtlich genehmigten Anlagenteile wird in verschiedene Phasen unterteilt. Es sind drei Phasen vorgesehen, davon zwei auf der Grundlage atomrechtlicher Genehmigungsschritte und unter atomrechtlicher Aufsicht.

Während der ersten beiden Phasen des Abbaus werden kontaminierte und aktivierte bzw. nicht kontaminierte und nicht aktivierte Anlagenteile aus dem Kontrollbereich im Rahmen der gesetzlichen Anforderungen abgebaut. Abschließend soll die Kontaminationsfreiheit der Gebäude (einschließlich der darin ggf. verbleibenden Anlagenteile) und des betroffenen Betriebsgeländes nachgewiesen werden. Nach Freigabe bzw. Herausgabe der Gebäude und des Geländes wird die Anlage aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen.

Der potentielle konventionelle Abriss der Gebäude, soweit sie nicht einer Nachnutzung zugeführt werden, erfolgt im Rahmen der Phase des Abrisses der Gebäude nach Maßgabe des dafür gültigen Rechts.

Die Abbauphase 1 umfasst im Wesentlichen folgende Arbeiten:

- Anpassung der Infrastruktur an die Erfordernisse des Abbaus; die Abbaureihenfolge im Maschinenhaus berücksichtigt dabei die Anforderungen der Reststoffbearbeitung,
- Errichtung und Betrieb von Einrichtungen zur Reststoffbearbeitung und Abfallbehandlung im Kontrollbereich (überwiegend im Maschinenhaus),
- Stillsetzen betrieblicher Systeme, falls diese nicht mehr erforderlich sind oder durch neue Systeme ersetzt werden,
- Schaffung von Transportwegen, -öffnungen und Materialschleusen,
- Schaffung zusätzlicher Transporteinrichtungen und -mittel,
- Einrichten von Arbeitsbereichen,
- Einrichtung von Pufferlagerflächen,
- Abbau des Reaktordruckbehälterdeckels,
- Abbau der Einbauten des RDB,
- Abbau des oberen Teils des SHB einschließlich des Sicherheitsbehälterdeckels,
- Abbau von Anlagenteilen im Reaktorgebäude, im Maschinenhaus und in weiteren Anlagenbereichen,
- Abbau von Anlagenteilen im Überwachungsbereich,
- Entsorgung ggf. noch vorhandener SBS,
- Entsorgung anfallender und ggf. noch vorhandener Betriebsabfälle,

Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Umwidmung von Anlagenräumen und -flächen für eine veränderte Nutzung für Stilllegung und Abbau und
- ggf. Abbau von Gebäuden ohne Kontrollbereich.

In der Abbauphase 2 werden alle in Abbauphase 1 begonnenen und noch nicht abgeschlossenen Arbeiten fortgeführt sowie im Wesentlichen folgende Arbeiten durchgeführt:

- Abbau des zylindrischen Teils und der Bodenkalotte des Reaktordruckbehälters,
- Abbau des verbliebenen Teils des Sicherheitsbehälters,
- Abbau des Biologischen Schildes,
- Abbau der verbliebenen Anlagenteile im Kontroll- und übrigen Überwachungsbereich,
- Abbau der verbliebenen Restbetriebssysteme,
- Abbau der Einrichtungen zur Reststoffbearbeitung und Abfallbehandlung,
- Dekontamination und Freimessen der Gebäudestrukturen und des betroffenen Betriebsgeländes sowie Entlassung der Anlage KKK aus dem AtG [1] und
- ggf. Abbau von weiteren Gebäuden ohne Kontrollbereich.

Die Phase des potentiellen Abrisses der Gebäude umfasst im Wesentlichen folgende Arbeiten:

- Abriss von Gebäuden, soweit sie nicht einer Nachnutzung zugeführt werden.

5.1 Anpassung der Restbetriebssysteme

Mit Inanspruchnahme der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (SAG) geht die Anlage in den Restbetrieb über. Mit Herstellung der Brennelementfreiheit werden aufgrund der geringen Reaktivität bzw. Nachwärmeleistung der SBS die Schutzziele "Unterkritikalität" und „Nachwärmeabfuhr" inhärent eingehalten.

Während des Abbaus der Anlage werden weiterhin verschiedene Systeme und Versorgungseinrichtungen (Restbetriebssysteme) zur Einhaltung der verbliebenen Schutzziele „Einschluss radioaktiver Stoffe" und „Begrenzung der Strahlenexposition" und zur sicheren Durchführung der Arbeiten benötigt.

Die Restbetriebssysteme werden während des Abbaus kontinuierlich an die Erfordernisse angepasst. Hierzu werden die Restbetriebssysteme modifiziert sowie ggf. auch Ersatzsysteme

me geschaffen. Die Auslegungsgrundsätze für die Ersatzsysteme sind in Kapitel 1.4 dargestellt. Sofern neue Ersatzsysteme betriebsbereit sind, können die vorhandenen Restbetriebsysteme schrittweise stillgelegt und abgebaut werden. Aus betrieblichen Gründen kann es erforderlich sein, dass Restbetriebssysteme und Ersatzsysteme parallel betrieben werden. Wechselseitige Beeinflussungen werden in diesem Falle berücksichtigt.

Bei den Ersatzsystemen kann es sich auch um außerhalb des Kontrollbereichs errichtete Versorgungs- und Überwachungssysteme handeln, deren Verbindungen von außen in die abzubauenen Räume und Anlagenteile führen. Die Ersatzsysteme werden vorzugsweise von außerhalb der Gebäude (z. B. in einem Container) aufgestellten Leitständen betrieben. Im Folgenden werden die wesentlichen Versorgungseinrichtungen und Systeme näher erläutert.

5.1.1 Systeme zur Nachwärmeabfuhr

Mit der Herstellung der Brennelementfreiheit im LSSB sind die Systeme zur Nachwärmeabfuhr nicht mehr erforderlich, da die Nachwärme in den verbleibenden SBS gering ist und bereits über die Oberflächen des Brennelementlagerbeckens abgeführt wird. Zu Beginn des Restbetriebs werden ausgewählte Stränge der Nachwärmeabfuhr ggf. noch für betriebliche Zwecke zum Umpumpen von Wasser zwischen Brennelementlagerbecken, Flutraum, Absatzbecken und der Kondensationskammer sowie zum Reinigen dieses Wassers betrieblich genutzt (siehe hierzu Abbildung 5-1). Dies ist insbesondere dann noch erforderlich, wenn bei Abbaumaßnahmen eine Wasserüberdeckung aus strahlenschutztechnischen Gründen, in jedem Fall solange noch SBS im Brennelementlagerbecken vorhanden sind, benötigt wird. Sofern auch dies nicht mehr erforderlich ist, können die Systeme abgebaut werden.

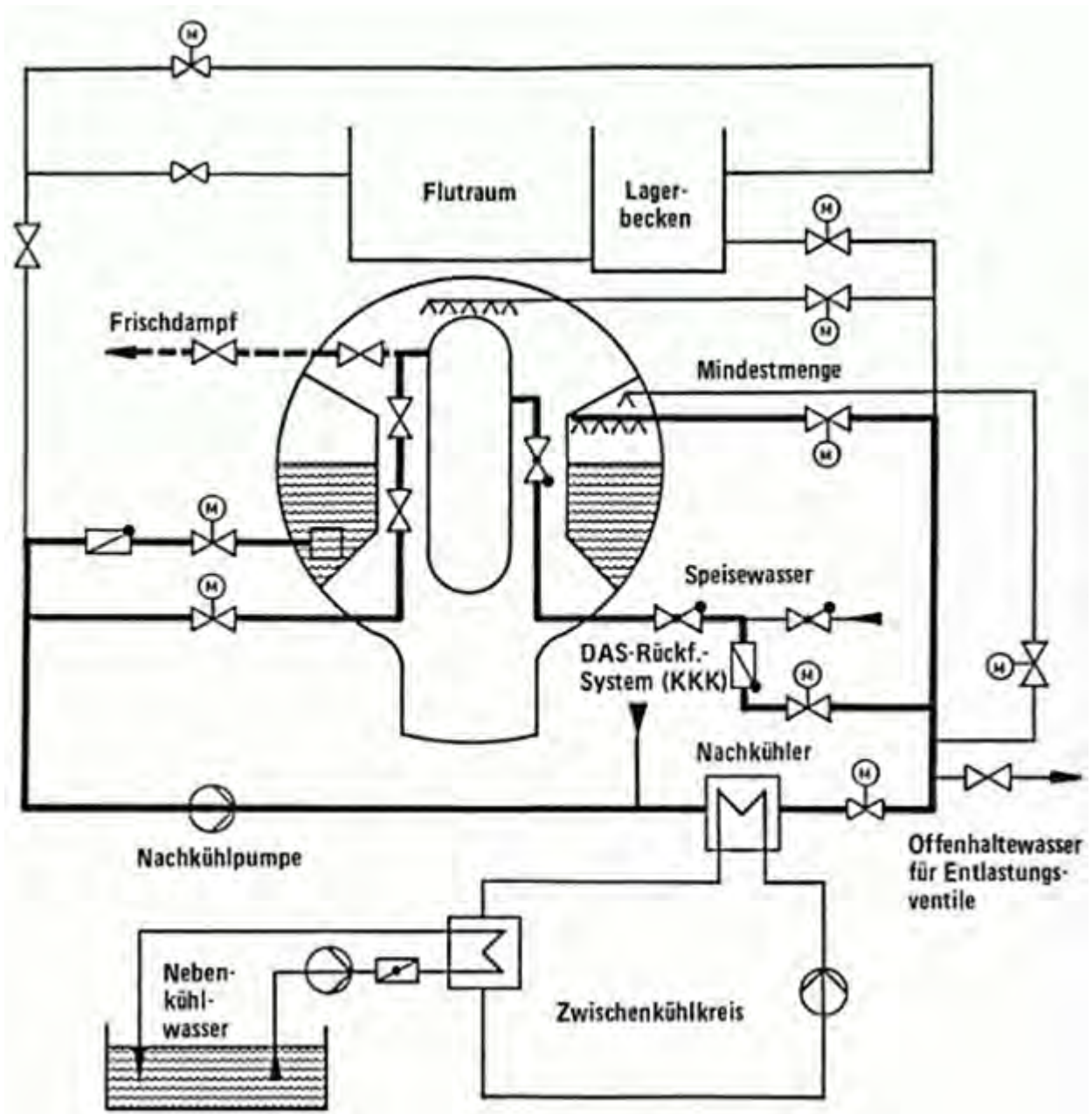


Abbildung 5-1: Schematischer Aufbau des Nachkühlsystems, Strang 3 mit Anschlüssen zum Lagerbecken und zum Flutraum

5.1.2 Kühlwassersysteme

Die vorhandenen Kühlwassersysteme sind während des Restbetriebs sicherheitstechnisch nicht mehr erforderlich, da das Schutzziel „Nachwärmeabfuhr“ aufgrund der geringen Nachwärme für die SBS inhärent sicher erfüllt wird. Es handelt sich im Wesentlichen um folgende Systeme:

- Betriebskühlkreis 1,
- Betriebskühlkreis 2 und
- Nebenkühlwasserkreise und Zwischenkühlkreise der Not- und Nachkühlstränge.

Diese Systeme können daher abgebaut werden.

5.1.3 Lüftung

Zu Beginn des Restbetriebes, spätestens jedoch nach Entfernen der SBS aus dem Brennelementlagerbecken, wird die Gaswarnanlage außer Betrieb genommen, da der Zweck der Gaswarnanlage, die Systeme zur Abschaltung und Nachwärmeabfuhr vor dem Eindringen von Gas zu schützen, nicht mehr gegeben ist.

Im Verlauf des Restbetriebes, spätestens zum Abschluss der Anlagen- und Ausrüstungsdemontage, wird die bestehende Lüftungsanlage durch eine neue, temporäre Lüftungsanlage ersetzt. Aus Gründen der Vereinfachung von Abbaumaßnahmen und der Verbesserung der Energieeffizienz kann es sinnvoll sein, die neue, temporäre Lüftungsanlage frühzeitig in Betrieb zu setzen. Die neue, temporäre Lüftungsanlage wird frühestens in der Abbauphase 1 in Betrieb gesetzt, jedoch nicht, bevor ggf. noch vorhandene SBS entsorgt sind.

Die Bestandteile der neuen Lüftungsanlagen sind im Wesentlichen eine Zu- und Abluftanlage mit Filtern und Klappen, eine Anlage zur Abluftüberwachung und -bilanzierung, erforderliche Hilfssysteme sowie ein Fortluftkamin. Bei der Auslegung des Fortluftkamins werden die Eignung in Bezug auf die zu stellenden Anforderungen entsprechend den gültigen Regelungen, die Zulässigkeit der radiologischen Auswirkungen der geänderten Austrittshöhe der Fortluft auf die Umgebung und die Rückwirkungsfreiheit der Errichtung auf die atomrechtlich genehmigten Gebäude berücksichtigt.

Die neue Lüftungsanlage wird entsprechend den Erfordernissen geplant und gebaut. Bei Ausfall der Lüftungsanlage, beispielsweise verursacht durch Stromausfall, erfolgt ein Lüftungsabschluss des Kontrollbereiches und die Arbeiten innerhalb des Kontrollbereiches werden eingestellt.

Um Taupunktunterschreitung und Kondenswasseranfall zu minimieren, können z. B. Luftheizer betrieben werden.

5.1.4 Abwasseraufbereitung

Das während des Abbaus im Kontrollbereich anfallende, z. B. bei Dekontaminationsvorgängen mit radioaktiven Stoffen verunreinigte Abwasser wird innerhalb des Kontrollbereichs gesammelt und in der betrieblichen Abwasseraufbereitungsanlage oder entsprechenden Ersatzanlagen gereinigt. Nach der Aufbereitung wird das Wasser in die Abgabebehälter gepumpt, beprobt, überprüft und bei Unterschreitung der genehmigten Werte für die Abgabe in die Elbe geleitet. Die Überwachung der Ableitung radioaktiver Abwässer sowie die Überwachung der Umgebung erfolgt weiterhin nach den Bestimmungen der REI [8] und nach den Regeln des Kerntechnischen Ausschusses.

Im Verlauf des Abbaus werden die Filterstränge und der Verdampfer stillgesetzt und abgebaut. Danach werden die anfallenden Abwässer mit mobilen Filter- und Verdampferanlagen gemäß den wasserrechtlichen Auflagen aufbereitet und in die Elbe eingeleitet. Gleichfalls ist eine Abgabe von Abwässern an qualifizierte Dienstleister mit eigener Umgangsgenehmigung möglich.

Für das geplante LasmAaZ/LasmAiZ sind keine Ableitungen von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser vorgesehen.

Die aus dem konventionellen Bereich der Anlage anfallenden betrieblichen Abwässer (z. B. mobile Vollentsalzungsanlage) sowie das anfallende Niederschlagswasser werden direkt in die Elbe, unter Beachtung der Auflagen und Nebenbestimmungen aus der wasserrechtlichen Erlaubnis, eingeleitet.

In die Kläranlage der Stadt Geesthacht wird das häusliche Abwasser (Sanitärabwasser) unter Beachtung der Abwassersatzung der Stadt Geesthacht eingeleitet.

5.1.5 Stromversorgung/Elektrotechnische Einrichtungen

Während des Abbaus des Kraftwerks werden parallel zum Abbaufortschritt die elektrischen Einrichtungen schrittweise zurückgebaut, angepasst oder durch modulare Einrichtungen ersetzt. Dieses geschieht unter Einhaltung der notwendigen Sicherheitsanforderungen. Basis für die elektrische Versorgung beim Abbau wird der 10 kV-Außenring sein, der bereits während der Errichtung des Kraftwerks zur elektrischen Energieversorgung verwendet wurde. Der Außenring wird aus zwei voneinander unabhängigen Netzen versorgt (siehe hierzu Abbildung 5-2).

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Der Außenring ist ringförmig um das Reaktor- und Schaltanlagegebäude, das Lagergebäude und das Maschinenhaus angeordnet und verfügt über mehrere Mittelspannungskompaktstationen an strategischen Versorgungspunkten. In den Kompaktstationen wird die Spannung durch Transformatoren von 10 kV auf die benötigte Spannung gewandelt und dann über lokale Schalt- und Absicherungsanlagen über Kabel den jeweiligen Verbrauchern zugeführt. Für temporäre Anforderungen während des Abbaus können die Kompaktstationen durch Parallelschaltung weiterer modularer Kompaktstationen leistungsmäßig erhöht bzw. durch den Anschluss von Baustromverteilern für weitere Verbraucher erweitert werden.

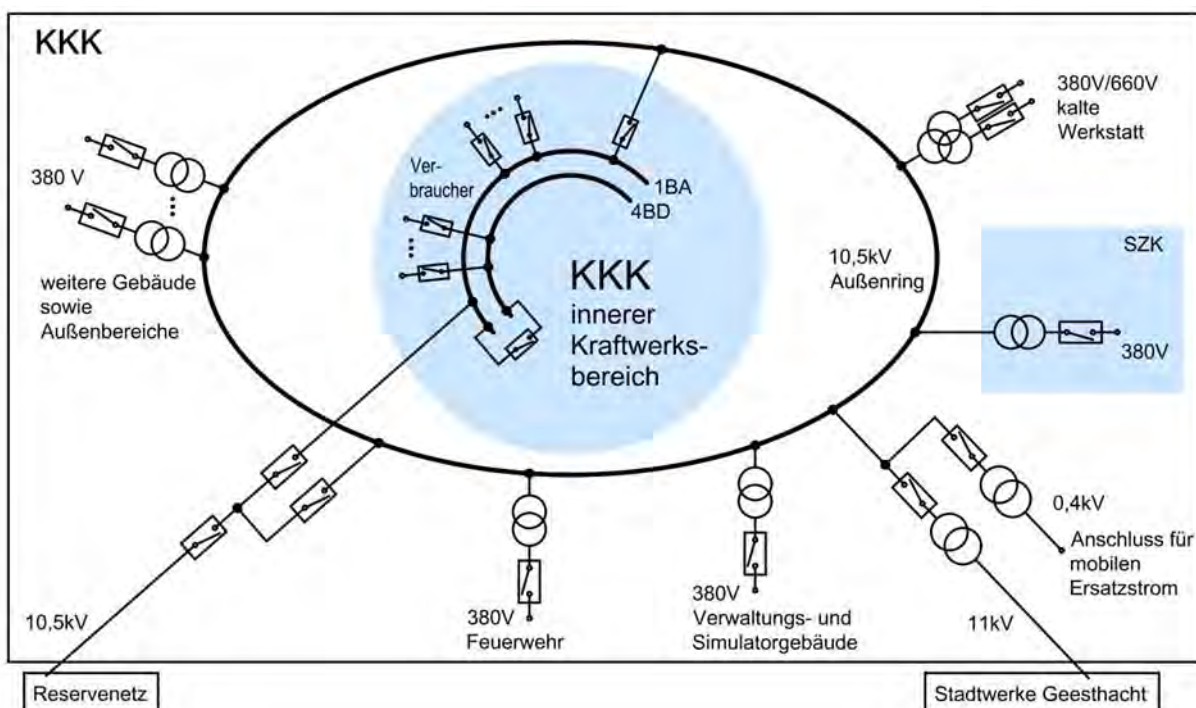


Abbildung 5-2: Elektrischer Übersichtsplan

Für sicherheitstechnisch weiterhin erforderliche Systeme (wie z. B. die Brandmeldeanlage, die Fluchtwegbeleuchtung, die Messtechnik zur Strahlungsüberwachung etc.) werden Netzersatzanlagen bzw. Batterien eingesetzt.

Maßnahmen des Reaktorschutzes³ sind nicht mehr erforderlich, da die ausgelösten Maßnahmen im Restbetrieb nicht mehr vorhanden sind und für die Einleitung von Maßnahmen zur Einhaltung der Schutzziele ausreichend Zeit besteht.

Die Leittechnik mit ihren Steuerungen und Automatisierungseinrichtungen sowie die erforderlichen Messeinrichtungen bleiben für die noch erforderlichen Systeme und Anlagenteile verfügbar, wie z. B. die Messstellen für Druck und Temperatur in den Gebäuden des Kontrollbereichs.

5.1.6 Versorgungssysteme

Versorgungssysteme bleiben weiterhin in erforderlichem Umfang in Betrieb, bis sie nicht mehr benötigt und abgebaut oder aber durch Ersatzsysteme ersetzt werden. Diese sind im Wesentlichen:

- Messgasversorgung,
- Wasserreinigung für Brennelementlager-, Flut- und Absetzbecken,
- Deionatversorgung,
- Trinkwasserversorgung und Schmutzwasserentsorgung
- Heizungsanlagen,
- Druckluftanlage und
- Entwässerungs-, Entlüftungs- und Entleerungssysteme.

5.1.7 Aktivitätsüberwachung

Die Aktivitätsüberwachung erfolgt mit stationären und mobilen Messgeräten. Die Aktivitätsüberwachung erkennt das Auftreten und die Veränderung radiologischer Parameter in Systemen und Räumen. Radioaktive Stoffe in Fortluft und Abwasser aus dem Kontrollbereich werden erfasst und bilanziert. Ortsdosisleistung, luftgetragene und oberflächengebundene radioaktive Stoffe in den Arbeitsbereichen werden zum Schutz des Personals überwacht. Die Einrichtungen bleiben in erforderlichem Umfang in Betrieb. Z. B. bleibt die Edelgasüberwachung in der Kamin-Fortluft bis zur Entfernung der SBS aus der Anlage KKK in Betrieb, da nach der Entfernung der SBS keine Möglichkeit der Edelgasfreisetzung besteht. Eine Aerosolüberwachung der Fortluft bleibt bis zum Ende der Reststoffbearbeitung im Kontrollbereich

³ Reaktorschutz: Elektronische Einrichtungen zur automatischen Auslösung von Schutzmaßnahmen

der Anlage KKK in Betrieb. Bei Bedarf werden neue Überwachungseinrichtungen geschaffen.

5.1.8 Kommunikation

Die Kommunikationseinrichtungen bleiben in erforderlichem Umfang in Betrieb, bis sie nicht mehr benötigt und abgebaut oder aber durch Ersatzsysteme ersetzt werden.

5.1.9 Brandschutzsysteme

Die bereits vorhandenen stationären und mobilen Brandschutzeinrichtungen sowie der bauliche, anlagentechnische, organisatorische und abwehrende Brandschutz sowie die baulichen und betrieblichen Brandschutzmaßnahmen werden während des Abbaus kontinuierlich den Abbaugegebenheiten unter Beachtung der gesetzlichen und technischen Vorschriften und Regelungen angepasst. Zusätzliche Einrichtungen werden temporär installiert, wenn dies die vorgesehenen Abbaumaßnahmen erfordern. Durch Reduzieren von Brandlasten in den Abbauphasen wird die Brandgefahr geringer.

5.1.10 Hebezeuge, Aufzüge und Transportfahrzeuge

Es werden die bereits vorhandenen Hebezeuge, Aufzüge und Transportfahrzeuge verwendet. Diese können den Anforderungen entsprechend angepasst werden. Bei Erfordernis werden neue Hebezeuge und Aufzüge aufgestellt bzw. Transportfahrzeuge bereitgestellt. Die Anforderungen leiten sich aus dem konventionellen Regelwerk ab. Sollten im Einzelfall bei postuliertem Lastabsturz Freisetzungen möglich sein, die oberhalb zulässiger Werte liegen, werden die höherwertigen Anforderungen des Kerntechnischen Regelwerkes berücksichtigt.

5.2 Abbauphase 1

Mit dem Abbau verbunden sind auch bautechnische Maßnahmen, wie z. B. die Schaffung von Wand- und Deckenöffnungen, das Einbringen von Transport- und Handhabungseinrichtungen oder die Einrichtung von Stauplächen in den Gebäuden. Die Maßnahmen erfolgen unter Berücksichtigung der atom- und bauordnungsrechtlichen Erfordernissen.

5.2.1 Abbaumaßnahmen im Reaktorgebäude

In allen Bereichen des Reaktorgebäudes und des Maschinenhauses wird die Transportlogistik angepasst. Zur Anpassung der Transportlogistik werden z. B.:

- Demontagen an den bestehenden Zugängen des SHB sowie zum RDB vorgenommen. Die Demontagen umfassen in diesem Bereich nicht mehr benötigte Anlagenteile wie z. B. Behälter, Bühnen, Rohrleitungen, Armaturen sowie elektro- und leittechnische Komponenten und
- Hebezeuge neu errichtet oder optimiert.

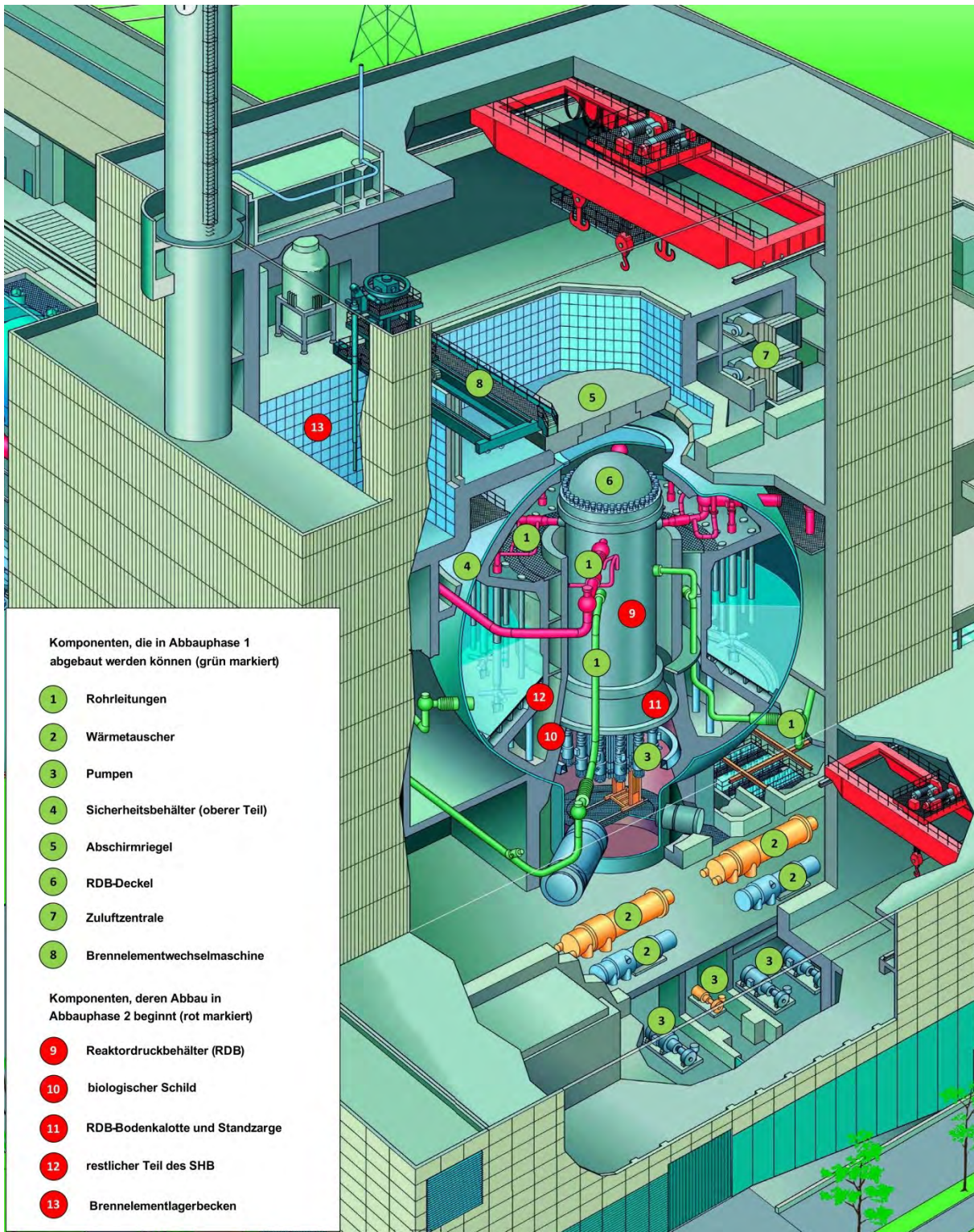


Abbildung 5-3: Reaktorgebäude – schematische Darstellung mit Zuordnung der Hauptkomponenten zur vorgesehenen Abbauphase

In der Abbauphase 1 erfolgt die Demontage von SHB-Einbauten. Die Demontage umfasst dabei alle verfahrenstechnischen Einbauten wie Rohrleitungssysteme mit allen Armaturen,

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Konsolen und Halterungen sowie Bühnen, Schleusen und elektrischen Einrichtungen. Weiterhin werden Einbauten der Kondensationskammer abgebaut. Zur Vorbereitung der Demontage der Kondensationskammer können weitere Zugänge hergestellt werden.

Ebenfalls in der Abbauphase 1 beginnt die Demontage von verfahrenstechnischen Einbauten im Reaktorgebäude. Auf allen Ebenen des Reaktorgebäudes, von $-3,5$ m bis $+52,5$ m (vgl. Abbildung 5-5), werden Komponenten abgebaut.

Auf der Ebene $+52,5$ m (vgl. Abbildung 5-5), welches die Ebene des Beckenflures ist, werden die Abschirmriegel, der Ventingbehälter, der SHB-Deckel sowie weitere nicht mehr benötigte Werkzeuge und Vorrichtungen abgebaut, um Platz zu schaffen für die Einrichtung von Arbeitsbereichen zum Abbau des RDB-Deckels und der RDB-Einbauten. Die nicht mehr benötigten Brennelementlagergestelle werden ebenfalls ausgebaut.

Zu Beginn der Abbaumaßnahmen lagern ggf. noch SBS im Brennelementlagerbecken. Abbauarbeiten insbesondere auf Ebene $+52,5$ m erfolgen nur, wenn die erforderliche Rückwirkungsfreiheit auf den im Brennelementlagerbecken befindlichen Kernbrennstoff sichergestellt ist. Die Entsorgung der SBS erfolgt prioritär, d. h. während dieser Zeit werden in betroffenen Raumbereichen Abbauarbeiten soweit erforderlich ausgesetzt. Darüber hinaus werden die Abbaumaßnahmen so geplant, dass alle technischen und insbesondere räumlichen Voraussetzungen zur schutzzielgerichteten Durchführung der Entsorgungskampagnen gegeben sind. Abbaumaßnahmen, die rückwirkungsfrei auf die Entsorgung der SBS sind, können parallel zu deren Entsorgung durchgeführt werden, wie z. B. der Abbau von Einbauten des SHB.

5.2.1.1 Abbau des Reaktordruckbehälter-Deckels

Der RDB-Deckel mit einem Gewicht von ca. 140 Mg kann sowohl auf der Ebene $+52,5$ m als auch an anderen geeigneten Orten im Kontrollbereich zerlegt werden.

Für die Vorzerlegung des RDB-Deckels wird ein Absetz- und Zerlegegestell benötigt, welches den RDB-Deckel bzw. die einzelnen Segmente beim Abtrennen fixiert.

Eine Nachzerlegung ist zudem auch im Maschinenhaus oder bei Dienstleistern an einem anderen Standort möglich.

In Abhängigkeit des eingesetzten Zerlegeverfahrens wird der Arbeits- und Zerlegebereich eingehaust, ggf. kommen mobile Luftfilteranlagen zum Einsatz. Vor Zerlegung erfolgt falls erforderlich eine Dekontamination des Deckels.

Die Zerlegung des RDB-Deckels erfolgt unter Beachtung des radiologischen Strahlenschutzes. In Abhängigkeit von der Wirksamkeit der zuvor durchgeführten Dekontaminationsmaßnahmen kann ggf. auf eine fernhantierte Zerlegung verzichtet werden, wenngleich diese jedoch möglich ist. Es können thermische und mechanische Trennverfahren eingesetzt werden. Eine Zerlegung des RDB-Deckels unter Wasser ist aufgrund der radiologischen Gegebenheiten und bei Berücksichtigung der Belange des Strahlenschutzes voraussichtlich nicht erforderlich.

Die Segmente können bis zum Abschluss der Zerlegearbeiten im Absetz- und Zerlegegestell verbleiben. Diese werden nach Beendigung der Zerlegung einzeln direkt zur weiteren Behandlung transportiert, alternativ können sie auch in bereitstehende Behältnisse, Container oder Transportwannen gesetzt und für die weitere Behandlung an einen anderen Ort im Kontrollbereich wie z. B. im Maschinenhaus oder optional an externe Dienstleister übergeben werden.

5.2.1.2 Abbau der Reaktordruckbehälter-Einbauten

Nach der Schaffung der erforderlichen Arbeitsflächen auf der Ebene des Beckenflurs (+52,5 m) kann damit begonnen werden, die Einbauten des RDB auszubauen und zu zerlegen. Die Anordnung der Einbauten im RDB (Leistungsbetrieb) ist in der Abbildung 5-4 dargestellt. Zu den wesentlichen RDB-Einbauten gehören:

- Dampftrockner (ca. 66 Mg),
- Dampf-Wasserabscheider einschließlich Kerndeckel (ca. 103 Mg),
- Oberes Kerngitter (ca. 5,5 Mg),
- Kernmantel (ca. 63 Mg),
- Unteres Kerngitter (ca. 10 Mg),
- Steuerstabführungsrohre (ca. 31 Mg),
- Axialpumpen (ca. 41 Mg),
- Speisewasserverteiler (ca. 2 Mg) und
- Kernflussmessgehäuserohrverband (ca. 5 Mg).

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Die Einbauten wurden, je nach Abstand und Abschirmung zum Kern, durch Neutronenstrahlung aktiviert und sind an ihren Oberflächen kontaminiert. Aufgrund der Dosisleistung ist für die Einbauten zumindest teilweise ein fernbedienter bzw. fernhantierter Abbau notwendig, aus Strahlenschutzgründen kann eine Unterwasserzerlegung erforderlich sein.

Für die Zerlegung der vorstehend aufgelisteten RDB-Einbauten sind verschiedene Varianten möglich, wobei nicht jede Zerlegevariante auf jedes Einbauteil angewendet werden kann. Diese Varianten sind:

- die reaktornahe Zerlegung im Absetz- und/oder Brennelementlagerbecken,
- die vollständige Zerlegung in Einbaulage ("In-Situ-Variante") und
- der Ausbau der Komponente und Zerlegung an einem geeigneten Ort im Kontrollbereich (z. B. Beckenflur) oder extern.

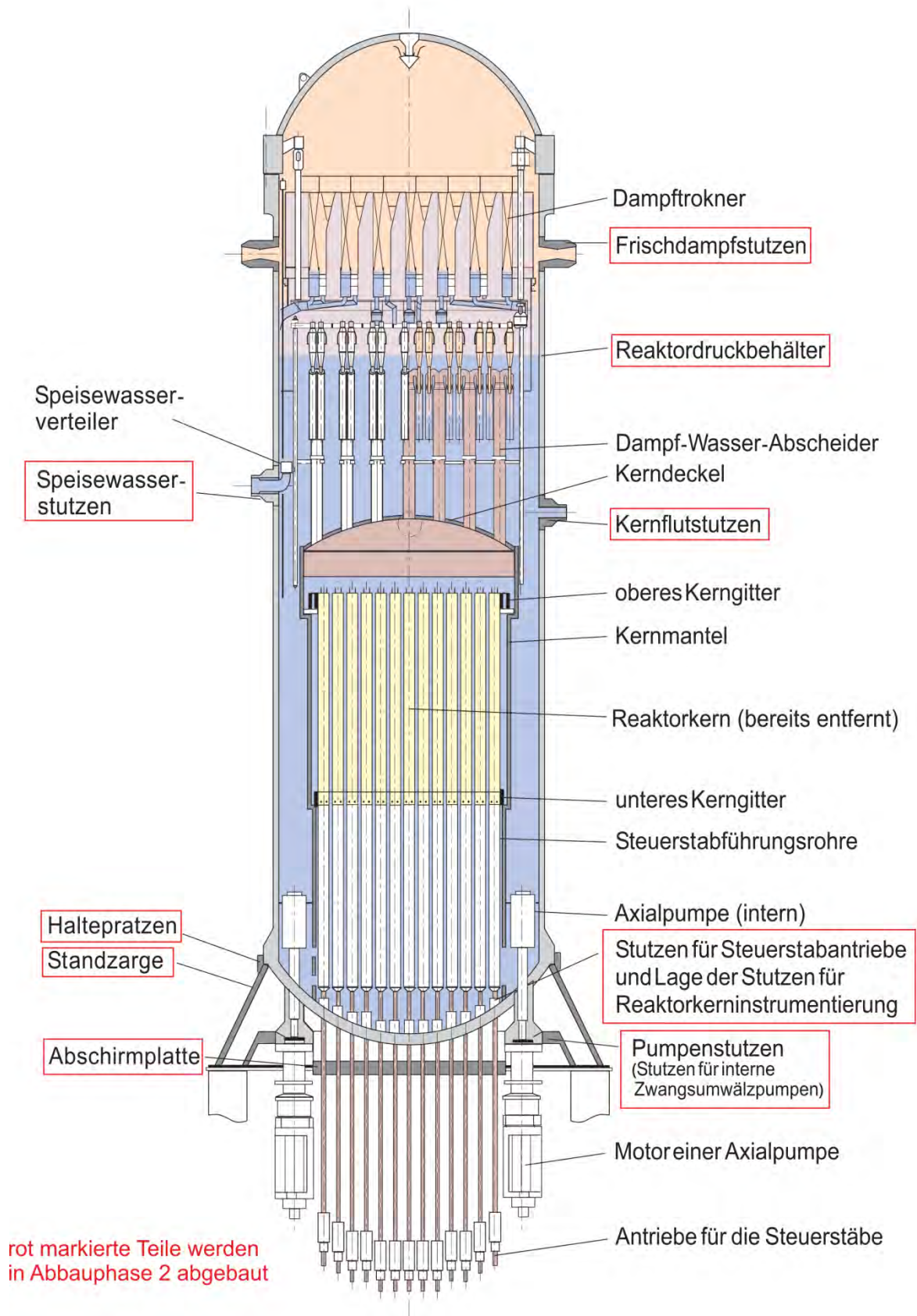


Abbildung 5-4: RDB mit Einbauten

Tabelle 5-1: Zerlegung der RDB-Einbauten

RDB-Einbauteil	Reaktornahe Zerlegung (im Becken)	In-Situ Zerlegung	Ausbau und Zerlegung im Kontrollbereich
Dampftrockner	X	X	X
Dampf-Wasserabscheider	X	X	
Oberes Kerngitter	X	X	
Kernmantel mit Rückströmraumabdeckung	X	X	
Unteres Kerngitter	X	X	
Steuerstabführungsrohre	X	X	X
Speisewasserverteiler	X	X	X
Axialpumpen	X	X	X
Kernflussmessgehäuse-rohrverband	X	X	

Die Tabelle 5-1 beschreibt, welche Einbauteile mit welcher Variante zerlegt werden können. Fett markiert sind die Varianten, welche auf Basis des aktuellen Kenntnisstandes für das jeweilige Einbauteil zur Anwendung kommen sollen. Bei mehrfacher Fettmarkierung kommen voraussichtlich beide Varianten zum Einsatz. Aufgrund des sich erweiternden Kenntnisstandes kann sich die jeweils anzuwendende Variante noch ändern.

Es wird zunächst die Variante erläutert, nach der nach derzeitigem Planungsstand die Mehrzahl der Einbauten abgebaut werden soll. Hierbei handelt es sich um die reaktornahe Zerlegung (Nachzerlegung) im Absetz- und/oder Brennelementlagerbecken, bei der die Einbauten aus dem RDB herausgetrennt oder demontiert und unter Wasser im Absetz- oder Brennelementlagerbecken nachzerlegt werden.

Arbeitsbereiche- und Zerlegebereiche

Für den Abbau der RDB-Einbauten sind mindestens folgende Bereiche vorgesehen:

- ein Arbeits- und Zerlegebereich im Brennelementlagerbecken,
- ein Arbeits- und Zerlegebereich im Absetzbecken,

Vattenfall Europe Nuclear Energy

- ein Arbeits- und Zerlegebereich im RDB und
- Arbeitsbereiche auf der Ebene +52,5 m (z. B. zur Verpackung und Abfallgebinderfertigung).

Um Zerlegebereiche in den umgebenden Becken räumlich abzugrenzen, können Zerlegebehälter verwendet werden. Diese Behälter umfassen Unterbaukonstruktionen zur Aufnahme der zu zerlegenden Komponente, die zu zerlegende Komponente selbst und nach Erfordernis die Schneideinrichtungen. Um die im Wasser befindlichen feindispersen Verunreinigungen zu filtern, werden ggf. mobile Wasserreinigungsanlagen betrieben.

Im Rahmen der Demontage, Zerlegung und Verpackung der RDB-Einbauten werden auch fernhantierte Arbeiten im RDB durchgeführt werden. Die Arbeiten können von der Brennelementwechselbühne, der Hilfsbrücke oder von neu zu errichtenden Arbeitsbühnen erfolgen, für welche unter Umständen die Schienen der Brennelementwechselbühne verlängert werden. Für die Zerlegeaufgaben im RDB sind Schneideinrichtungen vorgesehen, die unter Wasser eingesetzt und betrieben werden können.

Verpackungsstation

Für die Verpackung der zerlegten RDB-Einbauten sind verschiedene Vorgehensweisen möglich. Im Folgenden wird die Variante der Verpackung unter Wasser beschrieben.

Die Verpackungsstation befindet sich unter Wasser und hat eine ausreichende Kapazität für Primärverpackungen (z. B. Einsatzkörbe). Die einzelnen Segmente aus der Unterwasserzerlegung werden dort in die Primärverpackungen abgesetzt. Danach können die beladenen Primärverpackungen in bereitgestellte Behälter mit entsprechender Abschirmung (z. B. MO-SAIK®-Behälter) eingestellt werden. Der Behälter wird aus dem Wasser gehoben, entwässert und anschließend in einer Trocknungsanlage getrocknet.

Optional ist es möglich, auf die Primärverpackungen zu verzichten und die zerlegten Teile der RDB-Einbauten direkt in die bereitgestellten Behälter mit entsprechender Abschirmung einzustellen, anschließend aus dem Wasser zu heben, zu entwässern und in einer Trocknungsanlage zu trocknen.

Eine andere Variante ist z. B. das "trockene" Einstellen der Primärverpackungen (z. B. Einsatzkörbe) in bereitgestellte Behälter mit entsprechender Abschirmung (z. B. MOSAIK®-

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Behälter). Der Transport erfolgt mittels Abschirmglocke und die Verpackung in einer Verpackungsstation auf dem Beckenflur. Die zu verpackende Primärverpackung wird unter Beachtung ausreichender Wasserüberdeckung in die Abschirmglocke gezogen und aus dem Wasser gehoben. Nach dem Abtropfen des Wassers erfolgt der Transport zur Verpackungsstation. Dort wird die Primärverpackung in einen bereitgestellten Endlagerbehälter eingestellt und dieser dann verschlossen und getrocknet.

Alternativ besteht die Möglichkeit der trockenen Verpackung in Endlagerbehälter auf dem Beckenflur.

Steuerstand und Beobachtungseinrichtungen

Die Steuerstände für Zerlegewerkzeuge, Schneid- sowie Handhabungseinrichtungen werden jeweils bevorzugt in der Nähe der Arbeits- und Zerlegebereiche eingerichtet. Zum Steuerstand gehören Bedien- und Anzeigeräte bzw. -elemente und Beobachtungseinrichtungen.

Sind bei den angewendeten Demontage- und Zerlegeverfahren erhöhte Aerosolemissionen zu erwarten, werden geeignete Vorsorgemaßnahmen (z. B. Einhausungen, mobile Absaugungen) zur Rückhaltung vorgesehen.

Zerlegevorgang

Die RDB-Einbauten können mit dem Reaktorgebäudekran bzw. der Brennelementwechsellmaschine herausgehoben und zu den Zerlegeplätzen transportiert werden. Beim Transport zum Zerlegeplatz kann je nach Dosisleistung aus Strahlenschutzgründen eine Wasserüberdeckung erforderlich sein.

Am jeweiligen Zerlegeplatz werden die RDB-Einbauten bzw. ihre Segmente in Absetz- und Zerlegegestelle eingesetzt und sofern erforderlich fixiert. Mit geeigneten Schneideinrichtungen werden die Einbauten bzw. ihre Segmente entsprechend der Größe der Primärverpackungen zerlegt. Dann werden die einzelnen Segmente wie im Abschnitt vorstehend beschrieben verpackt. Die somit erzeugten Abfallgebilde werden zu einem geeigneten Lagerort transportiert.

Bei einigen RDB-Einbauten kann es sinnvoll sein, diese bereits im RDB auf Primärverpackungsgröße zu zerlegen. Bei der vollständigen Zerlegung in Einbaulage, der sogenannten "In-Situ-Variante" wird die Komponente unmittelbar im RDB in ihrer Einbaulage unter Wasser

zerlegt. Die Arbeiten können sowohl von der Ebene des Beckenflures (unabhängig vom Füllstand im Brennelementlagerbecken) als auch von einer Ebene im Bereich des oberen RDB-Flansches bzw. des Absetzbeckenbodens bei geflutetem RDB aus erfolgen. In diesem Falle kann im Bereich des oberen RDB-Flansches bzw. des Absetzbeckenbodens eine Bedienplattform mit Steuerstand errichtet werden.

Der RDB ist Arbeits- und Zerlegebereich. Falls erforderlich, wird an der oberhalb des RDB positionierten Bedienplattform ein Hubmast mit Manipulatoren montiert und zur fernbedienten Zerlegung genutzt. Die Zerlegung kann aber auch fernhantiert erfolgen. Die Segmente werden in Primärverpackungen im RDB gesammelt und zur weiteren Verpackung abtransportiert.

Im gefluteten Brennelementlagerbecken können parallel dazu weitere Zerlegearbeiten durchgeführt werden. Bei Komponenten wie beispielsweise dem Dampftrockner oder den Steuerstabführungsrohren besteht unter der Voraussetzung der Dekontaminierbarkeit sowie einer hinreichend geringen Aktivierung ggf. die Möglichkeit, diese Komponenten trocken an einem geeigneten Ort im Kontrollbereich wie z. B. auf dem Beckenflur oder im Maschinenhaus zu zerlegen.

Bei der Variante Ausbau der Komponente und Zerlegung an einem geeigneten Ort im Kontrollbereich (z. B. Beckenflur) oder extern wird das jeweilige Einbauteil ausgebaut, bei ungestörter Transportfähigkeit zu einem der vorstehend genannten Orte zur Nachzerlegung transportiert und dort zerlegt und verpackt. Voraussetzung für diese Variante ist, dass der radiologische Zustand des Einbauteils einen Transport und eine Zerlegung ohne Abschirmung mittels Wasserüberdeckung zulässt.

5.2.1.3 Abbau des oberen Teils des Sicherheitsbehälters

Die Demontage des kugelförmigen Bereiches des SHB oberhalb der Einspannung erfolgt von oben nach unten. Es ist geplant, den SHB einschließlich seiner Einbauten in sieben Hauptschritten abzubauen. Die Zuordnung der Schritte zu den Abbauphasen ist in der nachstehenden Tabelle 5-2 dargestellt.

Tabelle 5-2: Hauptschritte beim Abbau des oberen Teils des SHB

Schritt	Beschreibung (siehe Abbildung 5-6)	Geplant in Abbauphase
1	Abbau des Splitterschutzes (1)	1
2	Einrichtung neuer Transportwege	1
3	Abbau der Kondensationskammerdecke (2)	1+2
4	Außenwandung der Kondensationskammer (3)	1+2
5	Abbau des Innenzylinders (4)	2
6	Abbau des Bodens der Kondensationskammer (5)	2
7	Abbau der Seitenwände des unteren Ringraums (6)	2

Die in der Abbauphase 1 geplanten Maßnahmen werden nachstehend beschrieben. Die Beschreibung der in der Abbauphase 2 geplanten Maßnahmen findet sich in Kapitel 5.3.

Abbau des Splitterschutzes

Im Zuge des 1. Hauptschrittes (vgl. Tabelle 5-2) erfolgt der Abbau des oberen Bereiches des SHB (vgl. Abbildung 5-6) und seiner Einbauten bis auf eine Höhe von ca. +35,0 m (vgl. Abbildung 5-5) bezogen auf das Gebäude.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

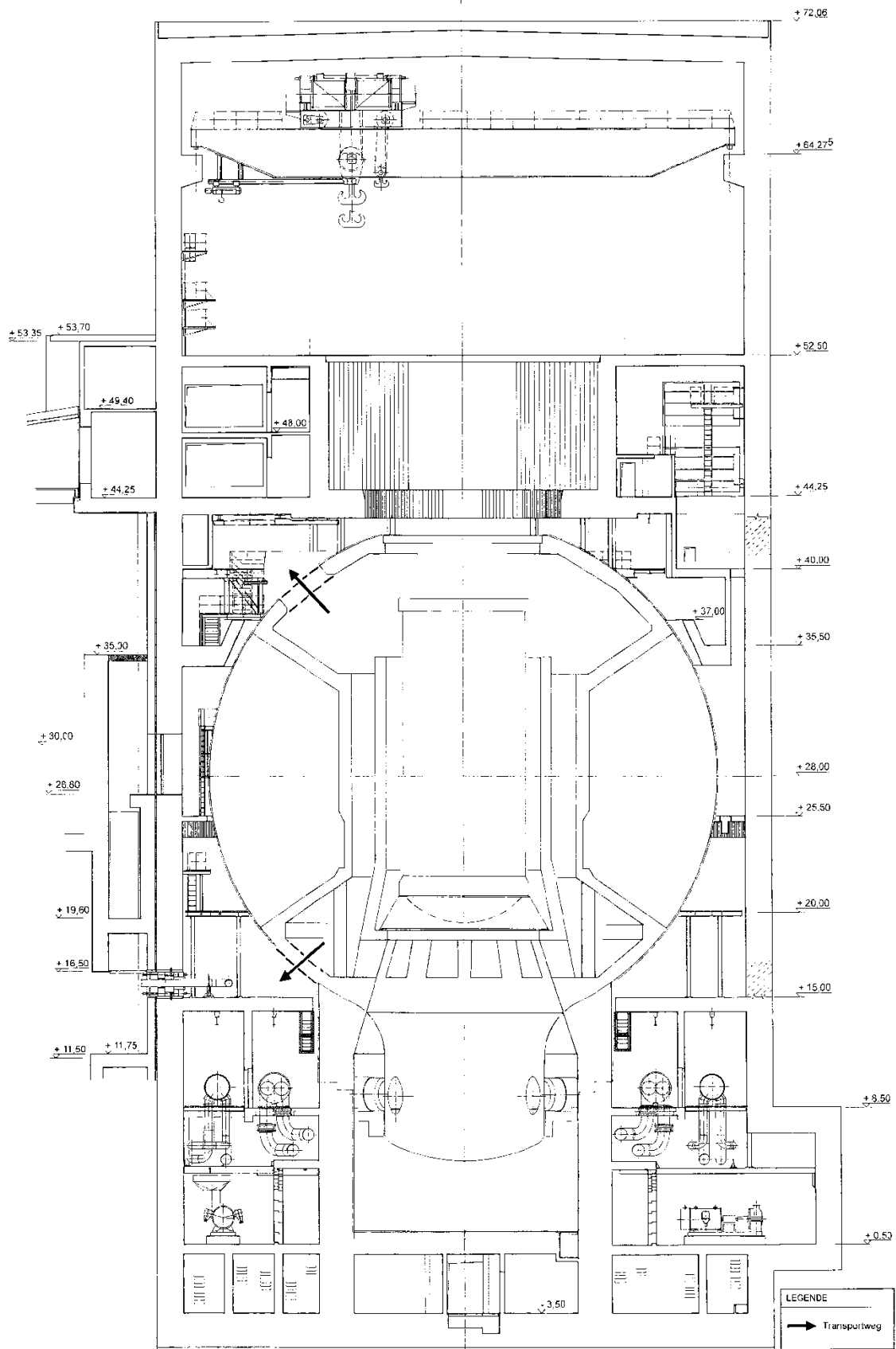


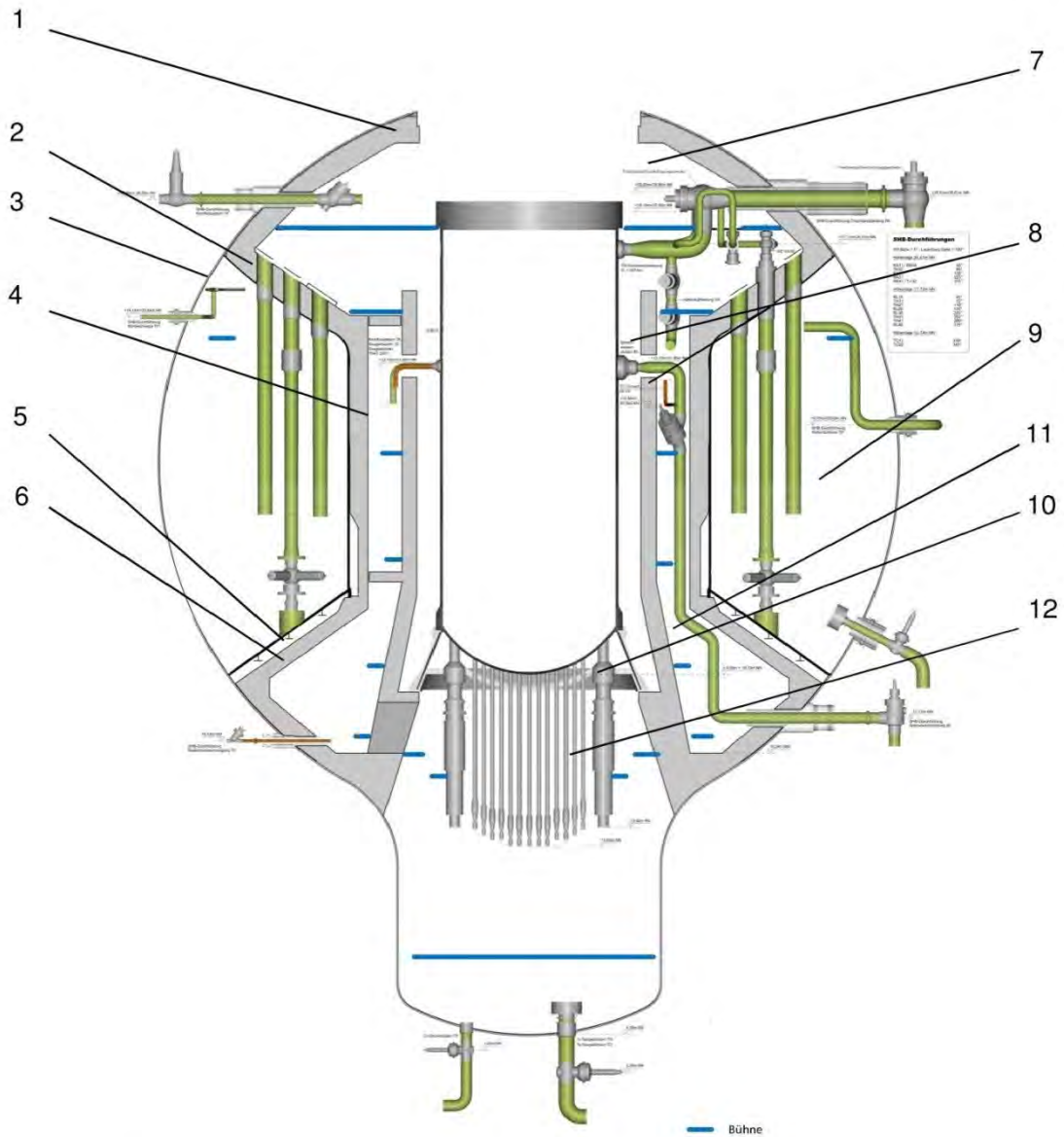
Abbildung 5-5: Schnitt durch das Reaktorgebäude mit SHB

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Für die Durchführung der Arbeiten werden mindestens ein ausreichend großer Zugang zum Inneren des SHB (vgl. Abbildung 5-5) und ein Transportweg geschaffen. Nach Erfordernis werden im Inneren des SHB Arbeitsbühnen installiert.

Der Abbau des Splitterschutzes schließt die Dichthaut (Liner) an der Außenseite und die Druckhülle mit ein.

Vattenfall Europe Nuclear Energy



- | | | | |
|---|--------------------------------------|----|------------------------------|
| 1 | Splitterschutzbeton | 7 | Oberer Ringraum |
| 2 | Kondensationskammerdecke | 8 | Ringraum Biologischer Schild |
| 3 | Außenwandung der Kondensationskammer | 9 | Kondensationskammer |
| 4 | Innenzylinder Kondensationskammer | 10 | Axialpumpen-Antriebe |
| 5 | Boden der Kondensationskammer | 11 | Unterer Ringraum |
| 6 | Seitenwand unterer Ringraum | 12 | Steuerstabsantriebsraum |
| — | Bühnen | | |

Abbildung 5-6: Aufbau des Sicherheitsbehälters

Herstellen neuer Transportwege

Im Zuge des 2. Hauptschrittes (vgl. Tabelle 5-2) werden neue Transportwege eingerichtet. Dazu werden Komponenten und Einrichtungen auf den Ebenen +15,0 m und +20,0 m außerhalb des SHB demontiert. Im Zuge der Schaffung der Transportwege auf der Ebene +15,0 m werden nach Erfordernis Zugänge zum SHB hergestellt.

Abbau der Kondensationskammerdecke

Im Zuge des 3. Hauptschrittes (vgl. Tabelle 5-2) erfolgt der Abbau der Decke der Kondensationskammer. Um die Zerlegearbeiten durchführen zu können, ist geplant, durch Demontagen außerhalb des SHB, Freiräume zu schaffen und Hebezeuge (z. B. Rundlaufkran) auf Höhe der Ebene +44,0 m zu errichten, die für das Heben und den Transport der Zerlegeteile benötigt werden. Die Zerlegung der Stahlbetondecke erfolgt anschließend unter Verwendung der in Kapitel 4.2 beschriebenen Verfahren.

Außenwandung der Kondensationskammer

Im Zuge des 4. Hauptschrittes (vgl. Tabelle 5-2) erfolgt der Abbau der Außenwandung der Kondensationskammer. Dies umfasst in den entsprechenden Bereichen die Druckschale und die Dichthaut (Liner). Der Abbau erfolgt etwa bis auf die Ebene +15,0 m unter Verwendung der in Kapitel 4.2 beschriebenen Verfahren.

5.2.2 Abbaumaßnahmen im Maschinenhaus

Parallel zu den Demontagen im Reaktorgebäude werden Demontagen im Maschinenhaus durchgeführt. Versorgungssysteme bleiben weiterhin in erforderlichem Umfang in Betrieb, bis sie nicht mehr benötigt, angepasst bzw. abgebaut oder aber durch Ersatzsysteme ersetzt werden.

Der Umfang der Demontagen im Maschinenhaus richtet sich zunächst nach den Anforderungen, die sich aus der Einrichtung von Anlagen und Ausrüstungen zur Reststoffbearbeitung im Maschinenhaus ergeben. Darüber hinaus können in der Abbauphase 1, je nach vorhandenen Kapazitäten, weitere Komponenten demontiert werden. Diejenigen Komponenten, die in der Abbauphase 1 noch nicht demontiert wurden, werden schließlich in der Abbauphase 2 demontiert.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Wesentliche Großkomponenten im Maschinenhaus sind die Turbine, der Kondensator mit den integrierten Duplex-Vorwärmern, die Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer, der Speisewasserbehälter und weitere Wärmetauscher.

Einen weiteren, wesentlichen Umfang an abzubauenen Komponenten stellen die Rohrleitungen des Frischdampf- und Speisewassersystems, des Anzapfdampf- und Nebenkondensatsystems sowie die Kühlwasserleitungen mit den zugehörigen Pumpen und Armaturen dar. Im Übrigen befinden sich im Maschinenhaus eine Vielzahl von abzubauenen Hilfs- und Nebensystemen.

Die Abbildung 5-7 zeigt einen Längsschnitt durch das Maschinenhaus.

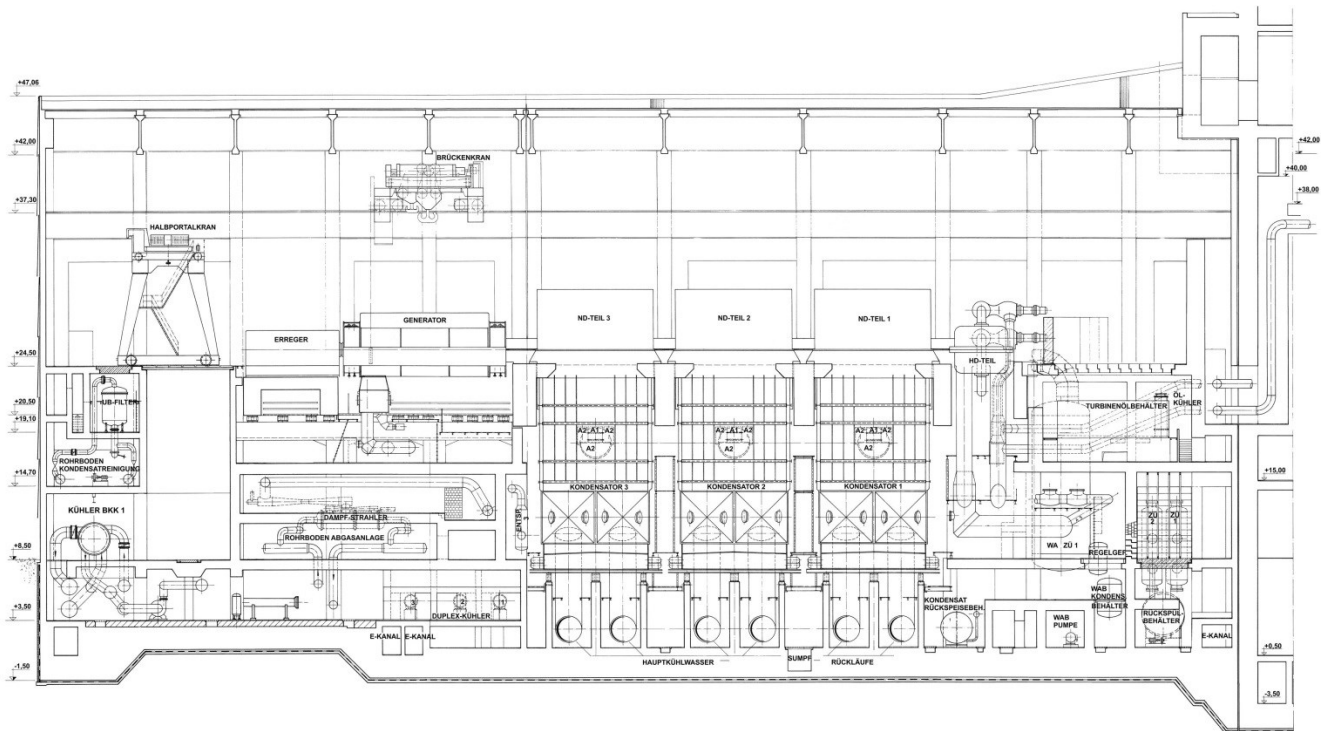


Abbildung 5-7: Maschinenhaus – Längsschnitt

Auf dem Turbinenflur (Ebene +24,5 m) werden zur Vorbereitung der Reststoffbearbeitung die erforderlichen Demontage- und Zerlegearbeiten ausgeführt.

Dafür stehen als Hebezeuge u. a. die Maschinenhauskrane zur Verfügung. Falls erforderlich kommen Spezialhebezeuge und -transporteinrichtungen zum Einsatz.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Für die Demontage von drei Niederdruck-Turbinen bestehend aus den Turbinenhauben, den äußeren und inneren Innengehäusen, den Leitschaufelträgern, den Einströmringsen und den Turbinenwellen mit den Laufschaufeln stehen bereits Zerlegeeinrichtungen zur Verfügung. Dies gilt auch für die Hochdruck-Turbine. Ebenfalls ist die Zerlegung bei qualifizierten externen Dienstleistern mit eigener Umgangsgenehmigung möglich.

Auf der +24,5 m Ebene ist außerdem der Speisewasserbehälter und der Kondensatvorratsbehälter zu zerlegen.

Die beiden Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer sind vertikal aufgestellte Komponenten, die sich von der Ebene +8,5 m bis auf die Ebene +20,5 m des Maschinenhauses erstrecken. Vorzugsweise werden die Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer in Teile getrennt. Eine mögliche Trennungsebene ist z. B. der Übergang vom unteren Wasserabscheideteil zum oberen Überhitzungsabschnitt, der sich etwa auf ca. +15,5 m befindet. Die Segmente werden dann auf der Ebene +24,5 m nachzerlegt. Alternativ ist auch eine sukzessive Zerlegung in Einbaulage möglich.

Auf der Ebene +8,5 m finden vorwiegend die Transporte aus dem und in das Maschinenhaus über die Gleisdurchfahrt statt. Auf dieser Ebene beginnen bzw. enden vorwiegend auch die vertikalen Transportwege zwischen den Ebenen +3,5 m bis +24,5 m.

Die wesentlichen Komponenten und Systeme im Bereich der Vorwärmer, die abgebaut werden, sind neben Rohrleitungen die Hoch- und Niederdruck-Vorwärmer selbst und die Stahlkonstruktion der Bühnen.

Die wesentlichen Komponenten und Systeme im Bereich des Pumpenflures sind die Speisewasserpumpen, weitere Pumpen und Aggregate sowie die beiden Wärmetauscher des Betriebskühlkreises I.

Hinzu kommen Teile der Kondensatoren, welche jeweils aus zwei Kondensatorhälften bestehen und sich über die Ebenen +8,5 m bis +20,5 m erstrecken. Es ist geplant, die Kondensatoren mit den Anzapfleitungen und den Duplex-Vorwärmern in Segmente zu zerlegen und abzubauen.

Der Abbau auf der Ebene +1,2/+5,2 m umfasst im Wesentlichen die sechs Hauptkühlwasserleitungen, Wärmetauscher (z.B. Betriebskühlkreis II), die Hauptkondensatpumpen, eine Viel-

zahl von kleineren Pumpen, die beiden Rückspülbehälter und die Kondensatrückspeisebehälter.

Die Demontagen auf der Ebene +16,5 m umfassen im Wesentlichen den Kondensator mit den darin eingebauten beiden Duplex-Vorwärmern, die Umleitstation, die Kondensatvorratsbehälter, den Stopfbuchsdampf- und den Hilfsdampferzeuger, die Zirkulationspumpen und Teile der beiden Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer.

Die Demontagen auf der Ebene +20,5 m umfassen im Wesentlichen die Anschwemmfilter und die Komponenten, die aus der Ebene +16,5 m in die Ebene +20,5 m hineinragen (die beiden Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer, der Stopfbuchs- und der Hilfsdampferzeuger sowie Teile des Kondensators) sowie den Turbinenölbehälter auf +18,5 m.

Auf den Ebenen +37,3 m bis +47 m wird mit dem Abbau der Infrastruktur (beispielsweise der Maschinenhauskrane) begonnen, sobald diese nicht mehr benötigt wird.

Die beschriebenen Maßnahmen dienen z. B. der Schaffung von Transportwegen, Stauflächen und Flächen zur Reststoffbearbeitung und Abfallbehandlung sowie auch dem Brandschutz und der Schaffung von Flucht- und Rettungswegen.

Für die Reststoffbearbeitung kommen die in Kapitel 4.2 aufgeführten Maschinen bzw. Techniken und Verfahren zum Einsatz. Die Anforderungen des Personenschutzes und Strahlenschutzes können durch Einhausungen, lokale Absaugungen, Schutzkleidung usw. sicher gewährleistet werden.

5.2.3 Abbaumaßnahmen außerhalb Kontrollbereich

Im Überwachungsbereich beginnt der Abbau nicht mehr benötigter Rohrleitungen und Komponenten (z. B. Transformatoren). Ggf. werden Gebäude ohne Kontrollbereich nach erfolgter Herausgabe ganz oder teilweise abgebaut. In Tabelle 5-3 sind beispielhaft Gebäude ohne Kontrollbereich inner- und außerhalb des Überwachungsbereiches aufgelistet. Bei einem Abbau wird die Rückwirkungsfreiheit auf die atomrechtlich genehmigten Gebäude berücksichtigt. Die aus dem Abbau dieser Gebäude anfallenden Rückbauabfälle werden entsprechend den Regelungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) [9] entsorgt.

Tabelle 5-3: Ausgewählte Gebäude ohne Kontrollbereich (inner- und außerhalb Überwachungsbereich)

AKZ	Gebäude	AKZ	Gebäude
ZE0	Schaltanlagegebäude	ZN2	Belüftungsbauwerk
ZH0	Maschinentrafo-boxen	ZW2	Eingangs- und Außenlager
ZK1	Teildieselgebäude	ZG0	Vollentsalzungsanlage
ZL0	Hilfskesselgebäude	ZK0	Notstromdieselgebäude 1
ZM1	Kühlwasserpumpenbauwerk	ZK2	Dieselgebäude 2
ZM5	Kühlwasserpumpenhaus	ZU9	Feuerwehrgerätehaus
ZM0/4	Kühlwasserentnahmebauwerke	ZN4	Kühlwasserwiedereinleitungsbauwerk
ZU1	Betriebsgebäude 2	ZU2	Verwaltungsgebäude 1

5.3 Abbauphase 2

Die Abbauphase 2 ist u. a. dadurch gekennzeichnet, dass die neue Infrastruktur im Abbau die alte Infrastruktur ersetzt. In der Abbauphase 2 werden alle verbliebenen kontaminierten und/oder aktivierten Anlagenteile abgebaut, Gebäude dekontaminiert, Freimessungen an den stehenden Strukturen durchgeführt und die Anlage aus dem AtG [1] entlassen.

5.3.1 Abbaumaßnahmen im Reaktorgebäude

5.3.1.1 Isolierung des Reaktordruckbehälters

Nach derzeitiger Planung wird der RDB abisoliert, bevor der RDB-Mantel zerlegt wird. Das Zerlegen der Isolierung erfolgt vorzugsweise manuell von oben nach unten.

5.3.1.2 Mantel des Reaktordruckbehälters

Für die Zerlegung des RDB-Mantels (und der Bodenkalotte) sind verschiedene Varianten möglich. Diese sind im Wesentlichen:

- **Vollständige Zerlegung in Einbaulage ("In-Situ-Variante")**

Bei der vollständigen Zerlegung in Einbaulage, der sogenannten "In-Situ-Variante", wird der zylindrische Teil des RDB (RDB-Mantel) teilweise fernbedient mittels geeigneter Trennverfahren in Trennstücke zerlegt. Die Stücke werden anschließend ausgehoben, verpackt und abtransportiert.

- **Vorzerlegung in Einbaulage und Nachzerlegung an einem geeigneten Ort im Kontrollbereich (z. B. Maschinenhaus) oder extern.**

Bei der Variante Vorzerlegung in Einbaulage und Nachzerlegung an einem geeigneten Ort im Kontrollbereich wird der RDB-Mantel in Segmente wie z. B. Schüsse oder große Segmentplatten zerlegt. Die Segmente werden anschließend zum Nachzerlegeplatz transportiert und dort zerlegt oder zu einem externen Dienstleister verbracht. Voraussetzung für diese Variante ist, dass unter radiologischen Gesichtspunkten ein Transport der Segmente zulässig ist.

- **Vorzerlegung in Einbaulage und Nachzerlegung im Absetz- oder Brennelement-lagerbecken**

Als Ausgangslage sind die RDB-Einbauten demontiert bzw. zerlegt und das Absetzbecken ist entleert und dekontaminiert. Weiterhin ist der Flutkompensator gezogen. Das Biologische Schild befindet sich in Einbaulage, wobei die Isolierung zwischen dem RDB und dem Biologischen Schild bereits demontiert ist. Zum Abbau des RDB-Mantels ist die Installation eines Arbeitsplatzes im Bereich des Biologischen Schildes +35,0 m (vgl. Abbildung 5-5) geplant. Bestandteile dieses Arbeitsplatzes sind eine mobile Luftfilteranlage, eine Schneideinrichtung mit Schneidgerät, ein Steuerstand und Beobachtungseinrichtungen. Weiterhin wird im Absetzbecken ein Nachzerlegeplatz mit Absetz- und Zerlegegestell eingerichtet. Zum Nachzerlegeplatz gehören nach Erfordernis eine Einhausung, eine mobile Luftfilteranlage, eine Schneideinrichtung mit Schneidgerät, ein Steuerstand und Beobachtungseinrichtungen.

Der RDB-Flansch wird mit der Schneideinrichtung abgetrennt und anschließend zum Nachzerlegeplatz transportiert, auf das Zerlegegestell abgesetzt und dort mit dem Schneidgerät zerlegt. Die Zerleteile werden unter Verwendung geeigneter Anschlagmittel und Hebezeuge in die bereitstehenden Verpackungen eingesetzt und abtransportiert.

Der RDB-Mantel wird in gleicher Vorgehensweise in Ringschüsse vorzerlegt und auf dem Nachzerlegeplatz nachzerlegt. Die Zerleteile werden in Abhängigkeit vom Grad der Aktivierung entweder vor Ort endlagerfertig verpackt und in das geplante LasmAaZ/LasmAiZ verbracht oder in geeigneten Behältern zur weiteren Bearbeitung in das Maschinenhaus, zu Stauflächen im Kontrollbereich oder zu eingerichteten Pufferlagerflächen transportiert.

5.3.1.3 Kalotte des Reaktordruckbehälters

Für die Zerlegung der Bodenkalotte sind prinzipiell die Varianten analog zum Abbau des RDB-Mantels aus Kapitel 5.3.1.2 zutreffend. Nachfolgend wird die Variante beschrieben, die nach derzeitigem Planungsstand zum Einsatz kommen soll.

Die Zerlegung der RDB-Kalotte erfolgt durch ein geeignetes Schneidverfahren auf einem Nachzerlegeplatz. Dazu wird die RDB-Kalotte zuerst aus der Einbaulage gelöst, zum Nachzerlegeplatz transportiert und mit der Schneideinrichtung zerlegt. Der Nachzerlegeplatz ist eingehaust und mit einer mobilen Luftfilteranlage ausgestattet. Die Zerleteile werden in geeignete Verpackungen gesetzt und weitestgehend endlagerfähig verpackt oder in das Maschinenhaus, zu eingerichteten Stauflächen im Kontrollbereich oder zu Pufferlagerflächen transportiert.

Die Standzarge wird entweder direkt im Anschluss oder im Zuge des Abbaus des Biologischen Schildes abgebaut.

5.3.1.4 Abbau des verbliebenen, oberen Teils des Sicherheitsbehälters

Abbau des Innenzylinders

Im Zuge des 5. Hauptschrittes (vgl. Tabelle 5-2) erfolgt der Abbau des Innenzylinders der Kondensationskammer. Der Abbau der Stahlbetonstrukturen erfolgt etwa bis auf die Ebene +35,0 m unter Verwendung eines der in Kapitel 4.2 beschriebenen Verfahren.

Abbau des Bodens der Kondensationskammer

Im Zuge des 6. Hauptschrittes (vgl. Tabelle 5-2) erfolgt der Abbau des geneigten Bodens der Kondensationskammer. Die Zerlegung umfasst die Auskleidungsbleche und die Tragkonstruktion der Kondensationskammer-Innenseite sowie die Stahlbetonstrukturen. Zum Einsatz kommt eines der in Kapitel 4.2 beschriebenen Verfahren.

Abbau der Seitenwände des unteren Ringraums

Im Zuge des 7. Hauptschrittes (vgl. Tabelle 5-2) erfolgt der Abbau der geneigten Seitenwände des unteren Ringraums. Zu zerlegen sind die verbliebenen Stahlbetonstrukturen sowie die Stahlverbundstützen. Zum Einsatz kommen die in Kapitel 4.2 beschriebenen Verfahren.

5.3.1.5 Biologischer Schild

Für den Abbau des Biologischen Schildes kommen zwei Varianten in Betracht. Bei der ersten Variante erfolgt eine Vorzerlegung des Biologischen Schildes in transportfähige Segmente mit anschließender Nachzerlegung an einem anderen geeigneten Ort im Kontrollbereich der Anlage. Die Nachzerlegung und Konditionierung kann auch bei einem externen Dienstleister erfolgen. Bei der zweiten Variante erfolgt die Zerlegung des Biologischen Schildes vollständig in Einbaulage.

Bei der Variante mit anschließender Nachzerlegung erfolgt die Zerlegung in transportfähige Segmente mit einer geeigneten Schneideinrichtung (z. B. mit einer Seilsäge), wobei zur Vorbereitung der Schnitte Kernbohrungen gesetzt werden. Der restliche Beton im Sockelbereich wird abgetragen. Zur Ausführung der Arbeiten werden geeignete Hebezeuge, Bühnen bzw. Gerüste und mobile Absaugungen installiert. Die Segmente werden in geeignete Verpackungen abgesetzt und zu einem anderen geeigneten Ort im Kontrollbereich der Anlage, zu eingerichteten Stauflächen oder zu Pufferlagerflächen transportiert. Anschließend erfolgt die Nachzerlegung und Konditionierung.

Bei der Variante mit der vollständigen Zerlegung in Einbaulage wird der Beton mit geeigneten Werkzeugen und Maschinen abgetragen (z. B. mit Betonspreizer und Presslufthammer). Es werden Stahl und Beton voneinander getrennt. Das Lockerungssprengen zur Trennung des Verbundes zwischen Armierungsstahl und Beton und zur Vorlockerung des Betons kann dabei zum Einsatz kommen. Dieses Verfahren wurde bereits erfolgreich beim Abbau des Kernkraftwerks Niederaichbach erprobt [24][25]. Zur Ausführung werden geeignete Hebezeuge, Bühnen und mobile Absaugungen installiert. Die abgebauten Stahl- und Betonmassen werden entsprechend ihrem radiologischen Zustand in endlagerfähige Behälter (z. B. aktivierte Bestandteile) verpackt oder in andere geeignete Behälter verbracht, um sie direkt der Freimessanlage zuzuführen, zu eingerichteten Stauflächen im Kontrollbereich oder zu Pufferlagerflächen zu transportieren.

5.3.1.6 Sumpf des Sicherheitsbehälters

Der SHB-Sumpf (unterer Bereich des SHB) wird in Einbaulage zerlegt. Die Demontage und Zerlegung des SHB-Sumpfes erfolgt von unten nach oben. Im Wesentlichen erfolgt die Zerlegung durch manuell geführte Trennschnitte mit geeigneten Schneidverfahren, wobei bei Bedarf eine Absaugvorrichtung und eine mobile Luftfilteranlage eingesetzt werden.

Danach erfolgt die manuelle Nachzerlegung in transportgerechte Stücke. Die Zerlegeteile werden in bereitstehende Verpackungen verbracht und abtransportiert.

Der Abbau der Dichthaut (Liner) erfolgt durch manuellen Einsatz von Trennwerkzeugen. Bei der Anwendung thermischer Trennverfahren werden Absaugvorrichtungen eingesetzt. Die Zerlegeteile werden verpackt und abtransportiert.

5.3.1.7 Weitere Abbaumaßnahmen im Reaktorgebäude

Die Rohrleitungen und Anlagenteile der verbliebenen Systeme werden bis auf die benötigte Infrastruktur demontiert, vorzugsweise Raum für Raum. Grundsätzlich kommen zwei Vorgehensweisen in Betracht:

- Entfernung der radiologisch höher belasteten Komponenten zu Beginn mit dem Vorteil einer frühen Absenkung der Dosisleistung,
- Entfernung der radiologisch geringer belasteten Komponenten zu Beginn mit dem Vorteil der Verringerung der Querkontaminationsmöglichkeiten.

Die Auswahl zwischen den beiden möglichen Vorgehensweisen erfolgt unter Beachtung § 6 StrlSchV [4] fallweise.

5.3.2 Maschinenhaus

Parallel zu den Arbeiten im Reaktorgebäude und den anderen Abbauarbeiten erfolgt, abhängig vom Fortschritt der Arbeiten auf den Ebenen +3,5 m bis +47,0 m (vgl. Abbildung 5-7) aus der Abbauphase 1, der weitere Abbau auf allen Ebenen des Maschinenhauses. Die Rohrleitungen und Anlagenteile der verbliebenen Systeme werden bis auf die benötigte Infrastruktur demontiert, vorzugsweise Raum für Raum.

Die Demontage der verbliebenen Infrastruktur erfolgt parallel zu dem Rückzug der Reststoffbearbeitung aus dem Maschinenhaus.

5.3.3 Weitere Teile des Kontrollbereichs

5.3.3.1 W4-Gebäude

Im W4-Gebäude werden zum Ende der Abbauphase 2 die Entsorgungsbereiche z. B. für Elektroschrotte, Öle, brennbare Abfälle aufgelöst. Die verbliebenen Restsysteme werden zurückgebaut. Nach dem Rückzug erfolgen die Freigabemessungen des Bauwerkes.

5.3.3.2 Feststofflager und Heiße Werkstatt

Das Feststofflager und die Heiße Werkstatt können bis kurz vor Abschluss der Abbauphase 2 als Lagerbereich und Dekontaminationsbereich zur Verfügung stehen. Dort werden im Wesentlichen die Komponenten und Einrichtungen in folgenden Raumbereichen abgebaut:

- Heißes Lager, Waschwasserbehälterraum, Feststofflager, Fasslager und Kavernen,
- Heiße Werkstatt, Gleisdurchfahrt und Dekontaminationsbox und
- Lager Heiße Werkstatt.

5.3.3.3 Betriebsgebäude 1

Abschließend werden im Kontrollbereich des Betriebsgebäudes 1 Ausrüstungen, Rohrleitungen und Komponenten abgebaut:

- Kontrollbereichseingang,
- Radiochemisches Labor,
- Heiße Umkleide,
- Heiße M&R-Werkstatt,
- Heiße Wäscherei und
- Atemschutzwerkstatt.

Die Rohrleitungen und Anlagenteile der verbliebenen Systeme werden bis auf die benötigte Infrastruktur demontiert, vorzugsweise Raum für Raum.

5.3.4 Überwachungsbereich

In der 2. Abbauphase werden im Überwachungsbereich, soweit erforderlich, die verbliebenen Rohrleitungen und Komponenten der Systeme und Ausrüstungen demontiert. Sobald die Infrastruktur nicht mehr benötigt wird, wird auch diese sukzessive abgebaut. Auch erdverleg-

te Rohrleitungen und Kabel werden, soweit erforderlich, abgebaut. Alle weiteren Gebäude werden, soweit nicht mehr benötigt, vollständig geräumt. Diese Arbeiten enden in der Regel mit der Herausgabe und nur bei Erfordernis mit der Beseitigung von Kontaminationen und anschließenden Freimessung der Gebäudestruktur. Zuletzt wird das Betriebsgelände für die vorgesehene Herausgabe auf Kontamination untersucht.

5.3.5 Rückzug aus den Gebäuden

Wie in den vorstehenden Kapiteln beschrieben, werden zum Ende der Abbauphase 2 die noch verbliebenen Anlagenteile abgebaut und aus den Gebäuden mit Kontrollbereich bzw. Überwachungsbereich transportiert. Hierzu werden systemtechnische Anpassungen und Ersatzmaßnahmen erforderlich. Dies betrifft im Wesentlichen:

- Lüftung,
- Beleuchtung,
- Abwassersammlung und -aufbereitung,
- Stromversorgung,
- Brandschutz und
- Zugänge zum Kontrollbereich.

Nach dem Freiräumen werden die Gebäude und die in den Gebäudeteilen verbliebenen Anlagenteile auf Kontamination überprüft und ggf. dekontaminiert. Oberhalb des Freigabewertes kontaminierte Betonstrukturen bzw. Anlagenteile werden weiter dekontaminiert (z. B. mittels mechanischem Oberflächenabtrag). Das Unterschreiten der Freigabewerte in einem bestimmten Bereich ist die Voraussetzung für den Rückzug aus diesem Bereich. Nachdem der betreffende Bereich verlassen wurde, wird der Zugang gegen Wiederbetreten abgesichert und lufttechnisch abgetrennt. Auf diese Weise wird verhindert, dass bereits freigemessene Bereiche von noch nicht freigemessenen Räumen aus erneut betreten und hierbei evtl. wieder kontaminiert werden.

Der Rückzug aus den Gebäuden erfolgt schrittweise, wobei die einzelnen Schritte im Rahmen der 2. Abbaugenehmigung noch festgelegt werden. Die Rückzugsschritte können teils auch parallel zum Abbau erfolgen.

Die klassische Variante für den Rückzug aus den Gebäuden beim Siedewasserreaktor erfolgt in Richtung auf den existierenden Kontrollbereichseingang. Bei dieser Variante würde

Vattenfall Europe Nuclear Energy

man also mit den Räumen, die am weitesten vom Kontrollbereichseingang entfernt liegen, beginnen. Im Kernkraftwerk Krümmel wäre dies das Lagergebäude (ZW4) gefolgt vom Maschinenhaus (ZF) und dem Reaktorgebäude (ZA). Parallel zum Rückzug aus dem Reaktorgebäude würde der Rückzug aus dem Feststofflager (ZC) und der Heißen Werkstatt (ZL1) erfolgen. In vertikaler Richtung erfolgt der Rückzug jeweils von der obersten und der untersten Ebene zur Ebene des Kontrollbereichseingangs. Die Abbildung 5-8 zeigt dies exemplarisch.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

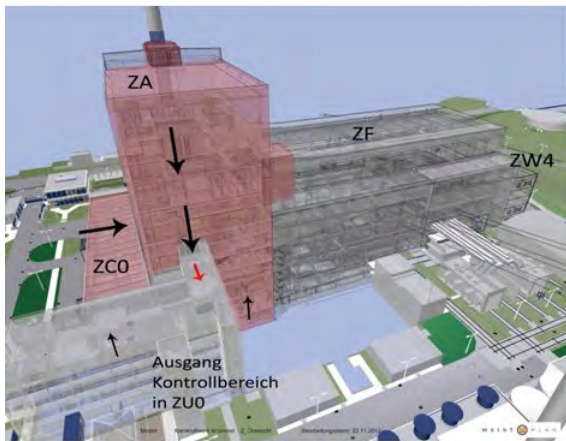
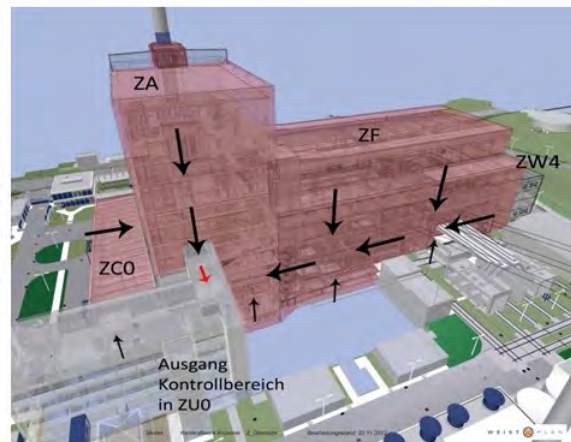
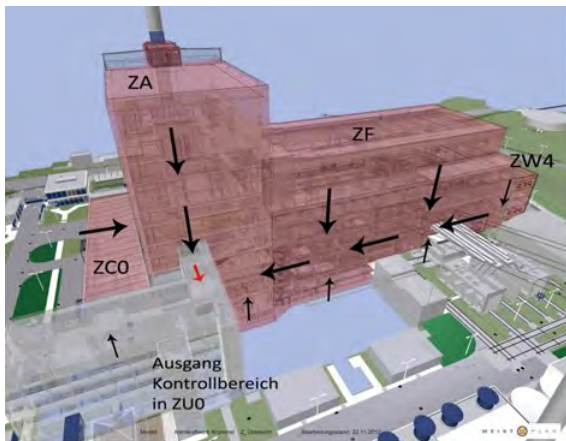


Abbildung 5-8: Möglicher Rückzug aus den Gebäuden über den Kontrollbereichseingang

Alternativ zu der zuvor beschriebenen Variante können auch andere Rückzugsstrategien vorteilhaft sein. Entscheidungskriterien dazu sind im Wesentlichen der jeweils in den Gebäuden erreichte Rückbaufortschritt und die Vermeidung von Quer- und Rekontaminationen.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Eine mögliche weitere Variante ist in folgender Abbildung 5-9 zu sehen.



Abbildung 5-9: Mögliche weitere Variante zum Rückzug aus den Gebäuden

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Nach Abschluss der Rückzugsschritte ist die Freimessung bzw. das Freigabeverfahren für die Gebäude und das Betriebsgelände gemäß § 29 StrlSchV [4] und die Entlassung aus dem AtG [1] vorgesehen.

6 Umgang mit radioaktiven Stoffen

Beim Abbau des KKK fallen radioaktive Reststoffe Abbildung 6-1 sowie ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile an, die gemäß AtG [1] entweder schadlos verwertet (z. B. durch Freigabe oder Wiederverwendung in einer anderen nach Atom- oder Strahlenschutzrecht genehmigten Anlage) oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden müssen.

Die detaillierten Regelungen zum Bereich der Abfallbehandlung und Freigabe von diesen Stoffen sind im Gesamtkomplex der einschlägigen Vorschriften enthalten ([1], [3] - [6], [9] - [11]).

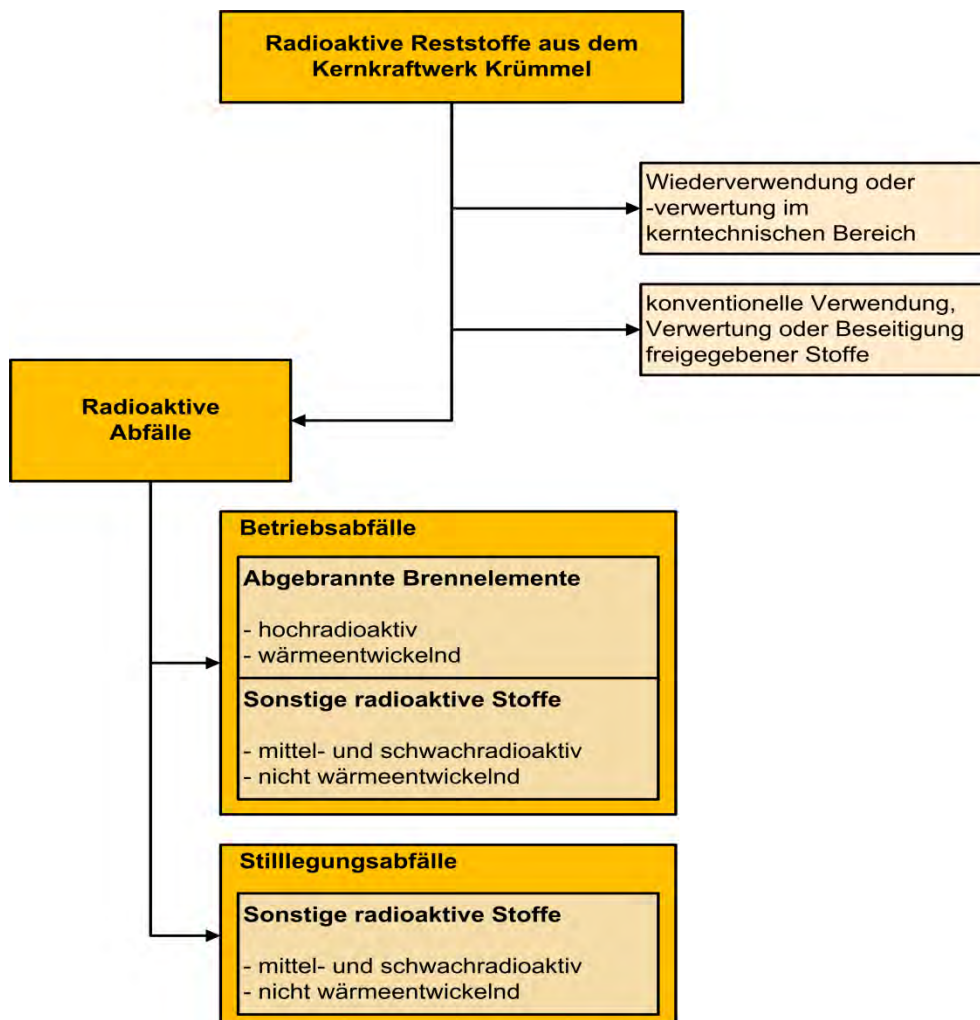


Abbildung 6-1: Differenzierung der radioaktiven Reststoffe

Alle technischen und organisatorischen Vorkehrungen zur Sammlung und Erfassung aller anfallenden Arten von radioaktiven Reststoffen sowie die vorgesehenen Wege der schadlosen Verwertung bzw. Beseitigung werden für den Abbau des KKK entsprechend den Anfor-

derungen der gesetzlichen Regelungen, z. B. StrlSchV [4] und den einschlägigen Richtlinien projektiert und umgesetzt. Aus der Abbildung 6-2 sind die verschiedenen Entsorgungspfade radioaktiver Reststoffe zu entnehmen.

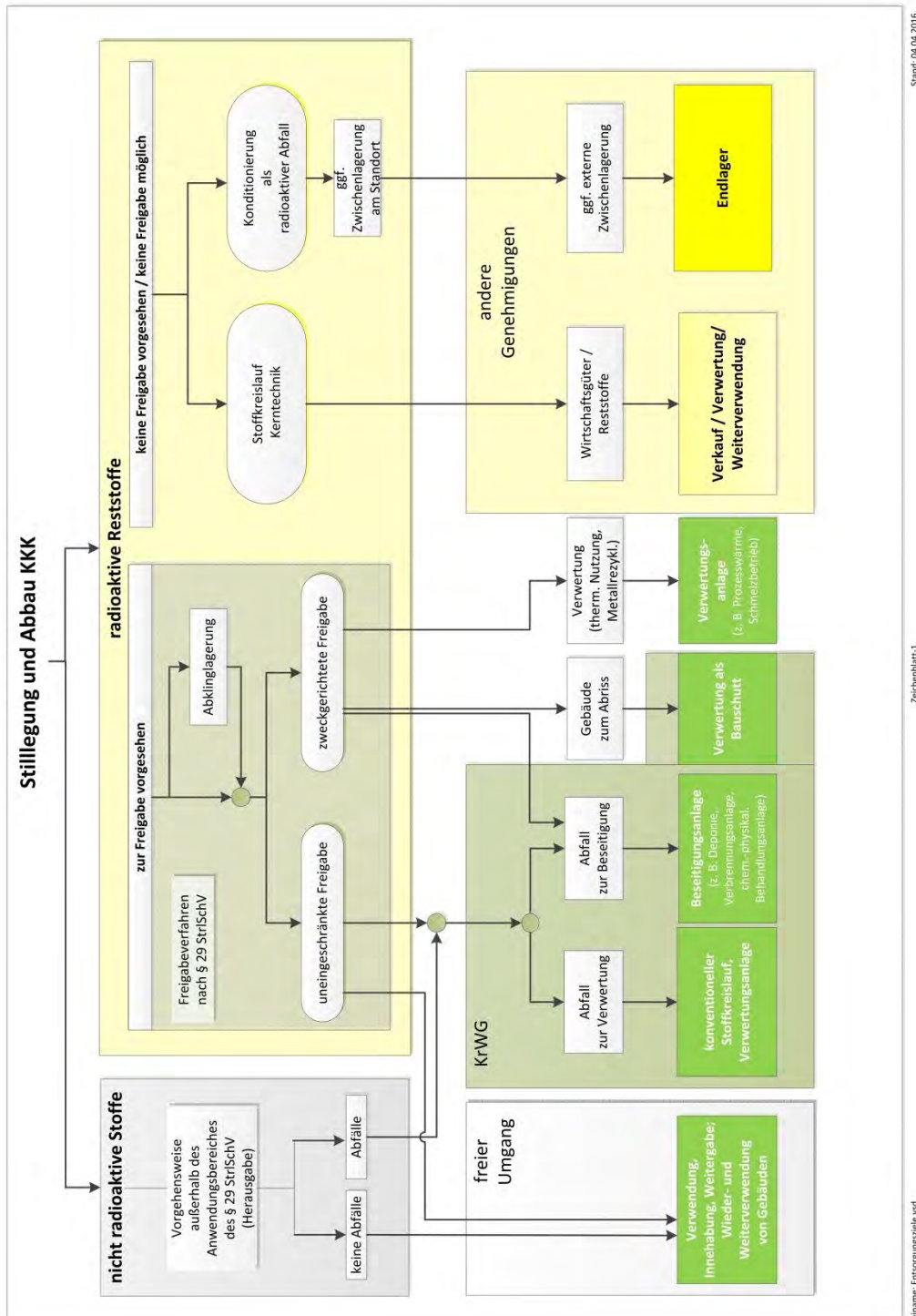


Abbildung 6-2: Entsorgungswege für radioaktive Reststoffe

6.1 Entlassung von radioaktiven Stoffen aus der atomrechtlichen Überwachung

Beim Abbau des KKK sind im Wesentlichen folgende Wege zur Entlassung bzw. Abgabe von radioaktiven Stoffen vorgesehen:

- Abgabe als radioaktiver Stoff zur Weiterverwendung,
- Reststoffbearbeitung am Standort und Freigabe am Standort,
- Externe Reststoffbearbeitung mit Freigabe beim externen Dienstleister (im In- und EU-Ausland) und
- Externe Reststoffbearbeitung, Rückführung der Reststoffe und Freigabe am Standort.

Die Gesamtmasse des KKK beträgt ca. 541.000 Mg. Davon fällt der überwiegende Anteil auf die Gebäudestrukturen, die weitestgehend freigegeben bzw. herausgegeben werden. Der Anfall radioaktiver Abfälle wird durch Bearbeitung in den Einrichtungen zur Verarbeitung radioaktiver Reststoffe weiter reduziert, so dass nur ein Bruchteil der Gesamtmasse des Kernkraftwerks der Endlagerung (ca. 8.000 Mg) zugeführt werden muss. Zur Veranschaulichung ist dies in Abbildung 6-3 grafisch dargestellt.

Die bei der Stilllegung anfallenden Mengen an Gegenständen, Gebäuden, Anlagen oder Anlagenteilen im Überwachungsbereich des KKK, die der atomrechtlichen Überwachung unterliegen, aber nicht kontaminiert oder aktiviert sind, werden durch Herausgabe gemäß Kapitel 6.4 aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen.

Die Bodenflächen des Überwachungsbereiches des KKK werden durch Freigabe nach § 29 StrlSchV [4] oder Herausgabe aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen bzw. herausgegeben.

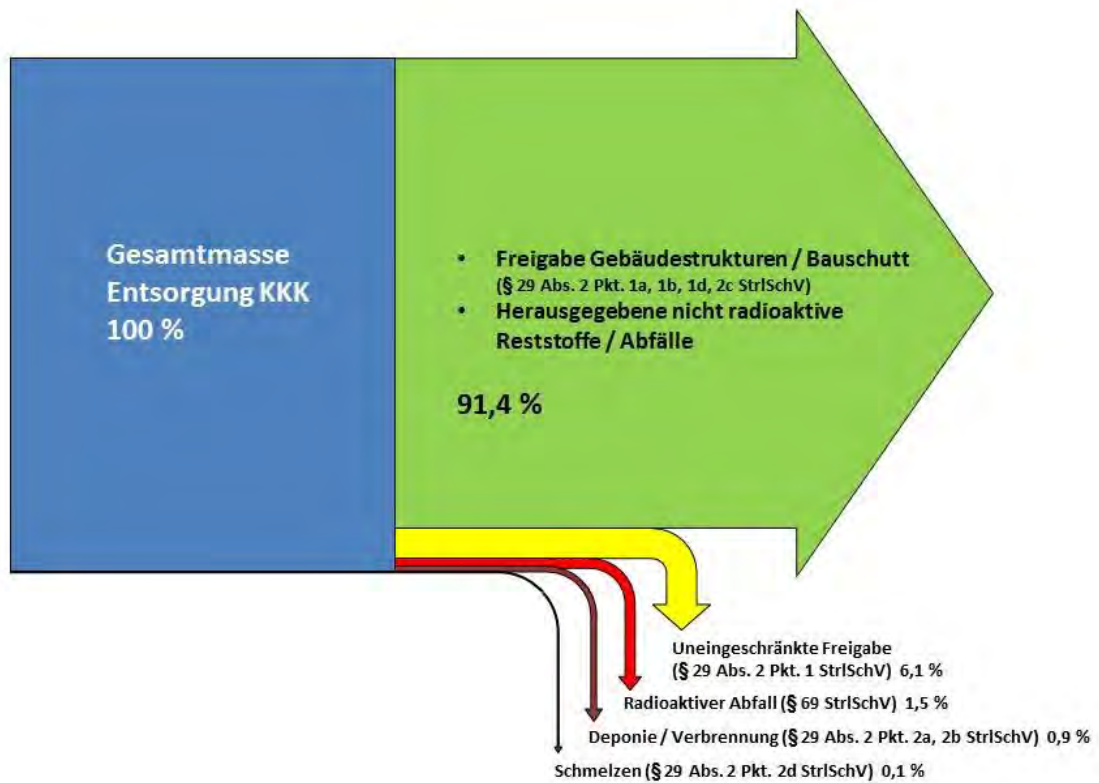


Abbildung 6-3: Prognostizierte Prozentanteile an der gesamten abzubauenen Masse einschließlich Sekundärabfällen

6.2 Messverfahren und Probenahme

Bei allen Stoffen und Gegenständen aus dem Kontrollbereich wird eine radioaktive Kontamination unterstellt. Diese werden im Kontrollbereich radiologisch untersucht und ggf. dekontaminiert.

Für die Freigabe von radioaktiven Stoffen werden am Standort Krümmel regelwerkskonforme Freimessungen durchgeführt, um die Einhaltung der Freigabekriterien nachzuweisen. Für die Freimessung von kontaminiertem Material stehen im KKK verschiedene Messverfahren zur Verfügung, welche für den Einzelfall festgelegt werden. Die Freimessung und die zugehörigen Probenahmeverfahren erfolgen nach den Maßgaben eines Freigabebescheids zum Freigabeverfahren.

6.3 Freigabe

Die Freigabe ist ein Verwaltungsakt, der die Entlassung radioaktiver Stoffe sowie beweglicher Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteile des KKK aus der atomrechtlichen Überwachung zur Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehabung oder zu deren Weitergabe an einen Dritten als nicht radioaktiver Stoff bewirkt.

Bei der Freigabe besteht der Grundsatz, dass eine Vermischung oder Verdünnung zur Erreichung der Freigabewerte nicht zulässig ist.

Für die Freigabe von radioaktiven Reststoffen aus der Abbauphase des KKK wird das bestehende Freigabeverfahren für den Abbau angepasst. Diese Anpassung kann ggf. schon während des LSSB erfolgen. Sie resultiert in einem neuen Freigabebescheid. Hierbei werden alle Entsorgungswege aus der Tabelle 1, Anlage III der StrlSchV sowie die Regelung des § 29 (6) StrlSchV „Freigabe im Einzelverfahren“ [4] (siehe hierzu auch Abbildung 6-2) genutzt.

Die Verfahren zur Freigabe von Reststoffen als nicht radioaktive Stoffe werden in Abhängigkeit von der Stoffart und dem Entsorgungsziel festgelegt. Im Freigabeverfahren werden die wesentlichen Daten (Nuklidvektor, Eignung und Kalibrierung der Messeinrichtungen, Herkunft des Stoffes und ggf. Homogenitätsnachweis) geprüft und dokumentiert. Die Freigabemessung erfolgt in der Freimessanlage oder mittels geeigneter anderer Messeinrichtungen.

Die Freimessung von KKK-Gebäuden und -Gebäudeteilen beim Rückzug des Kontrollbereiches wird grundsätzlich an der stehenden Struktur (dazu zählen auch herausgetrennte Strukturteile) durchgeführt. Nach erfolgter Freigabe werden die Gebäude wahlweise abgebrochen oder wiederverwendet.

Die erfolgreiche Dekontamination der radioaktiven Reststoffe, d. h. das Unterschreiten der in der StrlSchV [4] vorgegebenen massen- und oberflächenspezifischen Freigabewerte, wird durch die Entscheidungsmessung bestätigt.

Alle relevanten Daten werden in der Freigabedokumentation zusammengestellt.

Mit erteilter Freigabe können die Reststoffe konventionell entsorgt werden. Die freigegebenen Reststoffe unterliegen den Bestimmungen des KrWG [9].

Ist eine Unterschreitung der Freigabewerte nicht möglich und auch durch eine erneute Dekontamination nicht zu erwarten, werden die radioaktiven Reststoffe der Abklinglagerung oder der Behandlung radioaktiver Abfälle zugeführt und zu Endlagergebinden konditioniert.

6.4 Herausgabe

Für die nicht radioaktiven Stoffe, die aus dem genehmigungspflichtigen Umgang des KKK und aus Bereichen stammen, in denen eine Kontamination oder Aktivierung auf Grund der Betriebshistorie nicht zu unterstellen ist, wird durch Plausibilitätsbetrachtungen oder Kontrollmessungen zur Beweissicherung belegt, dass diese herauszugebenden Stoffe nicht unter die Bestimmungen des § 29 StrlSchV [4] fallen. Die relevanten Daten aus den Plausibilitätsbetrachtungen und die Ergebnisse der Kontrollmessungen werden dokumentiert.

Dementsprechend können auch Bodenflächen ohne eine Freigabe nach § 29 StrlSchV [4] aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen (herausgegeben) werden.

6.5 Herausbringen

Beim Herausbringen von beweglichen Gegenständen, wie z. B. Werkzeugen, aus dem KKK-Kontrollbereich gemäß § 44 (3) StrlSchV [4] ist zu prüfen, ob sie aktiviert sind. Darüber hinaus ist zu prüfen, ob diese Gegenstände kontaminiert sind. Diese Vorgehensweise ist weiterhin anzuwenden.

6.6 Behandlung und Lagerung radioaktiver Stoffe

Beim Abbau des KKK wird das Ziel verfolgt, den Anfall radioaktiver Abfälle so gering wie sinnvoll möglich zu halten. Dies wird durch die Auswahl geeigneter Einrichtungen und Geräte zur Durchführung der Abbaumaßnahmen, Dekontaminationsmaßnahmen und durch das Vermeiden des Einbringens von nicht benötigten Materialien in den Kontrollbereich erreicht.

Die Behandlungsmethoden von radioaktiven Stoffen bzw. Abfällen aus der Stilllegung des KKK sind mit den Methoden der Behandlung von radioaktiven Stoffen bzw. Abfällen aus der Betriebsphase vergleichbar (Abbildung 6-4). Für die Sammlung, Sortierung, Lagerung und Konditionierung radioaktiver Stilllegungsabfälle und deren Dokumentation gelten grundsätzlich die gleichen Randbedingungen wie für die Betriebsabfälle.

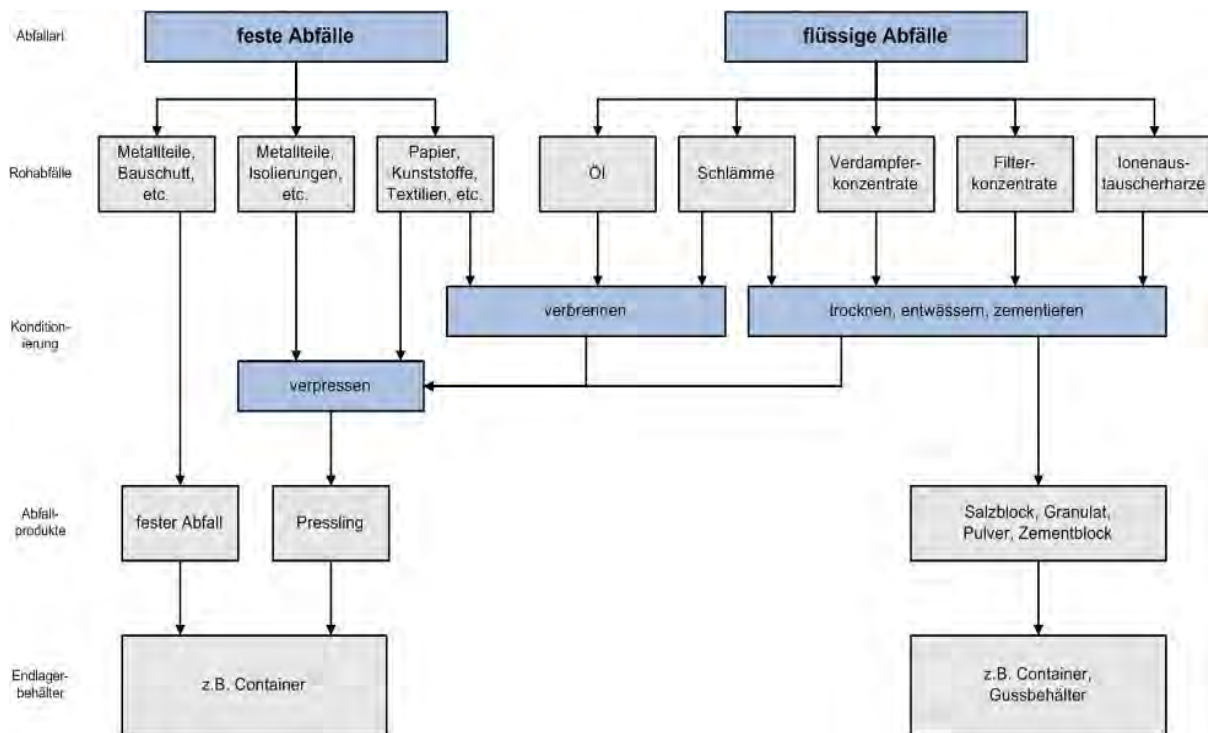


Abbildung 6-4: Behandlungswege für radioaktive Abfälle

Im Einzelfall erfolgt zur Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen des Personals die Behandlung bzw. die Konditionierung der radioaktiven Abfälle nur so weit, dass eine längerfristige Zwischenlagerung möglich ist, bzw. die radioaktiven Abfälle später ohne erheblichen Aufwand zu der dann aktuell geforderten, endlagergerechten Form konditioniert werden können.

Im Bedarfsfall erfolgt eine Abklinglagerung zur Unterschreitung der Freigabewerte. Dies kann im KKK, an einem anderen Standort in einer Umverpackung oder in Form von Gießlingen bei einem externen Dienstleister im Rahmen ihrer Genehmigungen erfolgen.

Die Lagerung von noch nicht konditionierten Abfällen im KKK wird nach den Anforderungen aus den gesetzlichen Regelungen (z. B. StrISchV [4]) und den einschlägigen Richtlinien (z. B. KTA-Regel 3604 [27]) projiziert und gemäß den Anforderungen aus dem BMU-Leitfaden zur Stilllegung [5] dargestellt. Ebenso wird das Thema Transportbereitstellung und/oder die Zwischenlagerung konditionierter Abfallgebände auf dem Betriebsgelände gemäß den Anforderungen aus dem BMU-Leitfaden zur Stilllegung [5] umgesetzt.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Die Lagerung von konditionierten radioaktiven Abfällen, die zur Endlagerung im Bundesendlager für radioaktive Stoffe mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung bestimmt sind, kann vollständig oder teilweise am Standort im geplanten LasmAaZ/LasmAiZ erfolgen. Die Planungen für das aufzunehmende Volumen sind noch nicht abgeschlossen, da das aufzunehmende Volumen vom Betriebsbeginn des Bundesendlagers sowie der Möglichkeit, Lagerkapazitäten an anderen Standorten zu nutzen, abhängt. In einer möglichen größten Ausbaustufe von LasmAaZ/LasmAiZ würden die zu erwartenden radioaktiven Stoffe in Form von endlagergerechten Gebinden untergebracht werden können.

Die Lagerung von anfallenden und im Kontrollbereich zu behandelnden radioaktiven Reststoffen erfolgt sowohl im Kontrollbereich als auch auf dafür vorgesehenen Pufferlagerflächen im Überwachungsbereich des KKK. Eine mögliche Anordnung der Pufferlagerflächen (rote Flächen) ist Abbildung 6-5 zu entnehmen. Ebenso ist eine mögliche Anordnung des LasmAaZ (grüne Fläche) dieser Abbildung zu entnehmen.

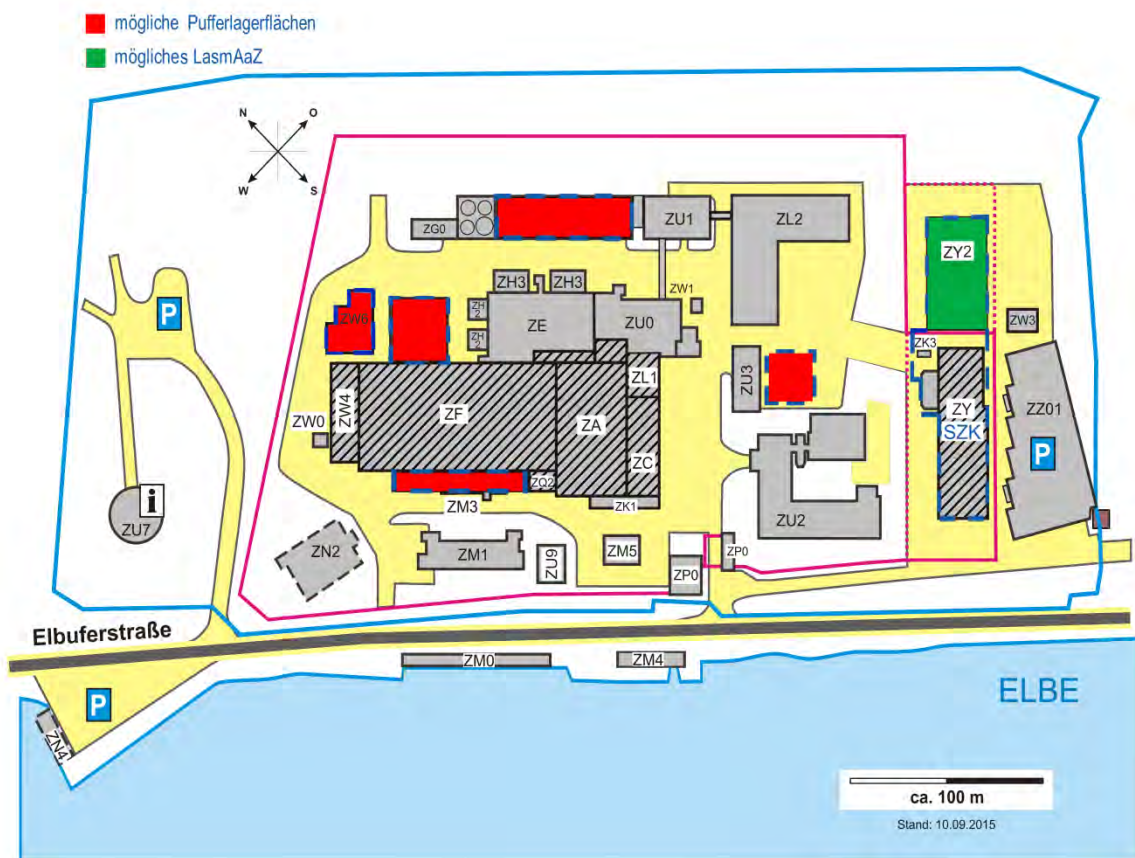


Abbildung 6-5: Geplante Pufferlagerflächen und LasmAaZ (ZY2)/ LasmAiZ (SZK) (Gebäudebezeichnungen siehe Abbildung 3-2)

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Die radioaktiven Reststoffe werden entsprechend ihrem jeweiligen Zustand erfasst und dokumentiert. Die Sortierung und Behandlung der radioaktiven Reststoffe (Zerlegung, Dekontamination, radiologische Messung, Konditionierung) kann auch in externen Einrichtungen erfolgen.

Radioaktive Abfälle werden im KKK eindeutig gekennzeichnet. Die relevanten Daten werden dabei mittels elektronischer Buchführungssysteme gemäß § 70 StrlSchV [4] erfasst, verarbeitet und allen Beteiligten bereitgestellt. Damit wird gewährleistet, dass bis zur Ablieferung an das Bundesendlager der Verbleib und der Behandlungszustand der Rohabfälle sowie der behandelten Abfälle jederzeit bekannt sind. Die bereits implementierten Meldungen bzw. Berichterstattungen an die zuständige Aufsichtsbehörde und das Bundesamt für Strahlenschutz bleiben hiervon unberührt.

Gemäß § 74 (2) StrlSchV [4] werden detaillierte Ablaufpläne und qualifizierte Verfahren für die Konditionierung zur Zwischen- und Endlagerung von radioaktiven Abfällen erarbeitet und beim Bundesamt für Strahlenschutz beantragt. In diesen Ablaufplänen werden alle erforderlichen Arbeits- und Prüfschritte sowie die jeweiligen Zuständigkeiten festgelegt. Die vereinbarte Vorgehensweise ist gemäß der BMU-Abfallkontrollrichtlinie [11] (Abbildung 6-6) festgelegt und erläutert.

Radioaktive Reststoffe werden für Transportvorgänge innerhalb des Kontrollbereiches in geeignete Behälter gepackt. Dies können z. B. Mulden, Gitterboxen, Fässer, Big Bags oder Plastiksäcke sein. Alle Behälter werden eindeutig gekennzeichnet. Alle erforderlichen Angaben zum Inhalt der Transportbehälter werden beim Befüllen erfasst und können jederzeit aus dem elektronischen Buchführungssystem abgerufen werden.

Für den Transport der radioaktiven Reststoffe im Überwachungsbereich oder zu anderen Einrichtungen werden geschlossene Transportbehälter eingesetzt.

Zur längerfristigen Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen werden Transportbehälter gemäß den Endlagerbedingungen des Endlagers Konrad eingesetzt. Bei diesen Behältern handelt es sich um zugelassene Behältergrundtypen.

Die radioaktiven Abfälle werden bis zur Verfügbarkeit eines Bundes-Endlagers am Standort im geplanten LasmAaZ/LasmAiZ gelagert oder in ein anderes Zwischenlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung verbracht.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Der detaillierte Umfang der Dokumentation sowie die Festlegungen zur Verantwortlichkeit und Zuständigkeit bei der Erfassung, Pflege und Auswertung der Abfalldaten werden in der Reststoff- und Abfallordnung des RBHB geregelt.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

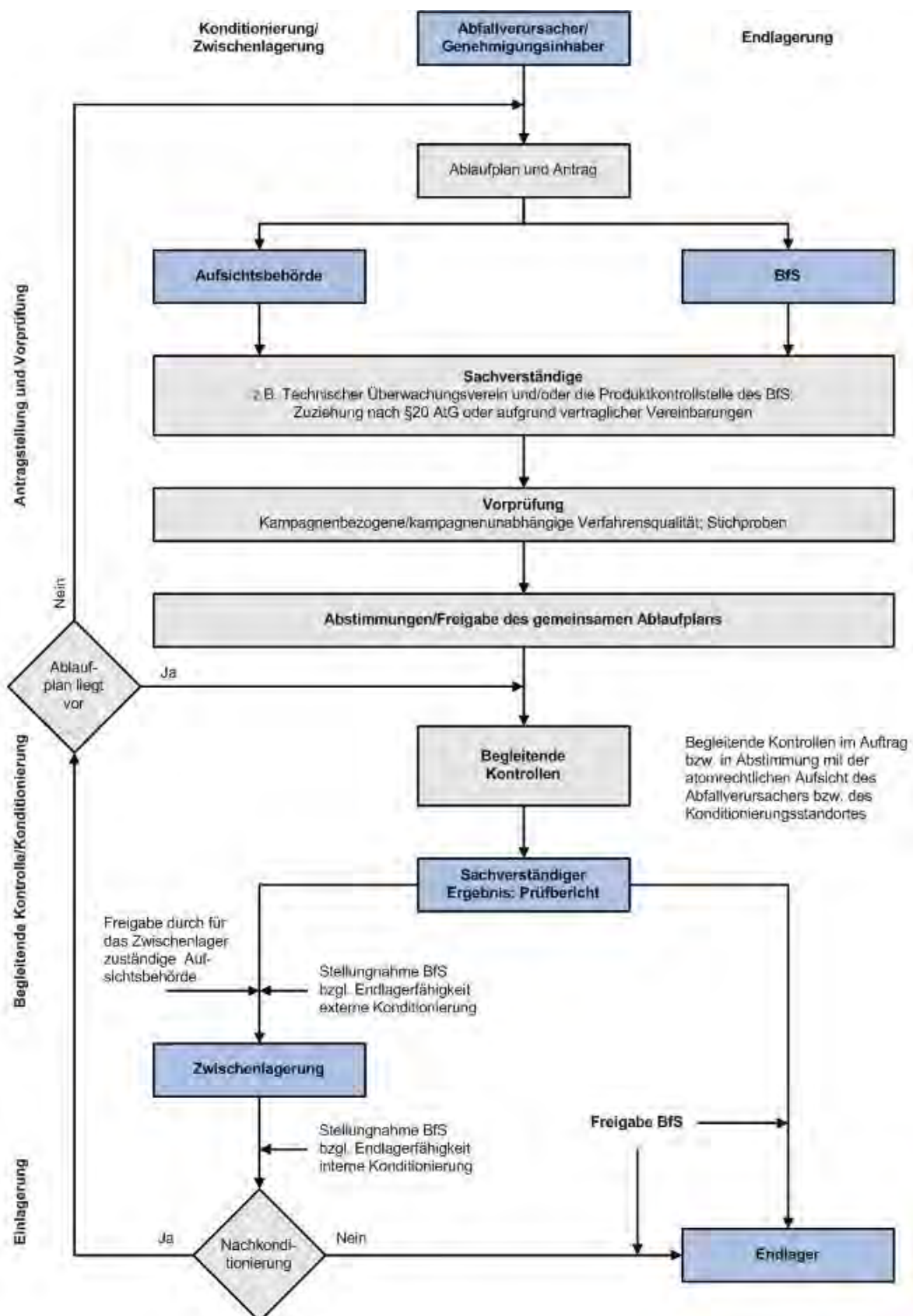


Abbildung 6-6: Verantwortlichkeiten bei der Entsorgung intern und extern konditionierter, radioaktiver Abfälle

7 Strahlenschutz

In diesem Kapitel werden zunächst die wesentlichen Strahlenschutzaufgaben in der Anlage KKK zusammengestellt. Nach der Definition der Strahlenschutzbereiche sowie der zugehörigen Erläuterungen werden die Aufgaben der Personenüberwachung dargestellt. Hierzu zählen die Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition des Personals sowie die Überwachung der Dosisgrenzwerte, der Kontamination und der Inkorporation sowie die zugehörige Dokumentation.

Es schließt sich die Darstellung der Aktivitätsüberwachung in der Anlage KKK an, wobei separat auf die Maßnahmen zur Aktivitätsrückhaltung eingegangen wird.

Abschließend wird die Überwachung der Abgabe radioaktiver Stoffe auf dem Luftpfad sowie auf dem Wasserpfad dargestellt und erläutert.

7.1 Strahlenschutzaufgaben

Wesentliche Strahlenschutzaufgaben während des Abbaus der Anlage sind wie folgt:

- Personendosimetrie,
- Umgebungsüberwachung,
- Überwachung der Dosisgrenzwerte,
- Überwachung von Radioaktivtransporten,
- Überwachung von radioaktiven Präparaten, Überwachung der Prozesse zur Behandlung und Entsorgung radioaktiver Reststoffe,
- Dokumentation aller strahlenschutzrelevanter Vorgänge,
- Ortsdosisleistungsmessungen in Strahlenschutzbereichen,
- Kennzeichnung der Strahlenschutzbereiche,
- Berücksichtigung des Strahlenschutzes bei geplanten Maßnahmen sowie die zugehörige Überwachung bezüglich der Einhaltung,
- Mitarbeit bei der Entwicklung sowie Abwicklung von Abbaumaßnahmen,
- Mitwirkung bei der Erstellung und Aktualisierung des RBHB,
- Erfahrungsrückfluss aus zuvor ausgeführten Abbaumaßnahmen aus strahlenschutztechnischer Sicht,
- Durchführen des Freigabe- und Herausgabeverfahrens und
- Herausbringen von Gegenständen aus dem Kontrollbereich.

7.2 Strahlenschutzbereiche

7.2.1 Betriebsgelände

Der Grundstücksbereich des KKK innerhalb des Massivzaunes (im Bereich der Elbuferstraße mit der Äußeren Umschließung identisch) wird als Betriebsgelände im Sinne des § 3 (2) Nr. 7 StrlSchV [4] bezeichnet. Das Betriebsgelände beinhaltet somit auch die Strahlenschutzbereiche (siehe hierzu Abbildung 3-2).

7.2.2 Überwachungsbereiche

Überwachungsbereiche sind nach § 36 (1) Nr. 1 StrlSchV [4] nicht zum Kontrollbereich gehörende 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.

Die äußere Grenze des Überwachungsbereiches der Anlage ist die Umschließung des Sicherungsbereiches (Abbildung 3-2).

Im Überwachungsbereich des Standortes KKK befinden sich außerdem das SZK sowie ggf. das darin eingeschlossene LasmAiZ und/oder das geplante LasmAaZ. Bei Beendigung der Abbauphase 2 und Entlassung aus dem AtG [1] reduziert sich der Überwachungsbereich auf SZK mit dem ggf. darin eingeschlossenen LasmAiZ und ggf. dem LasmAaZ.

7.2.3 Kontrollbereiche

Kontrollbereiche sind nach § 36 (1) Nr. 2 StrlSchV [4] 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.

Zum Kontrollbereich gehören:

- das Reaktorgebäude mit Aufbereitungstrakt (ZA),
- das Maschinenhaus (ZF),
- das Lagergebäude (ZW4),
- die Heiße Werkstatt (ZL1),

Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Teilbereiche des Schaltanlagen- und Betriebsgebäudes (Kontrollbereichsein- und -ausgang, Atemschutzwerkstatt, Wäscherei, radiochemisches und Strahlenschutzlabor),
- das Feststofflager (ZC),
- das Emissionsüberwachungsgebäude (ZQ2) und
- das Standortzwischenlager (ZY).

Der Kontrollbereich ist durch geeignete Maßnahmen gegenüber dem Überwachungsbereich abgegrenzt. Im Normalfall kann er nur über den Kontrollbereichsein- bzw. -ausgang betreten oder verlassen werden. Die Türen und Tore, die in den Kontrollbereich führen, sind durch Normschilder gekennzeichnet.

Bei jedem Aufenthalt im Kontrollbereich werden die Personendosen gemessen. Hierbei werden mindestens Name, Datum, Uhrzeit und Dosiswert protokolliert. Beim Ausgang aus dem Kontrollbereich wird an den Personen und den mitgeführten Gegenständen eine Radioaktivitätskontrolle durchgeführt.

Am Zu- und Ausgang des Kontrollbereichs sind die folgenden Einrichtungen und Hilfsmittel vorhanden:

- Einrichtungen zur Ein- und Ausgangskontrolle,
- Umkleieräume und sanitäre Anlagen,
- Wasch- und Dekontaminationseinrichtungen,
- Messgeräte zur Feststellung von Kontaminationen an Personen, Bekleidung oder Gegenständen,
- Ausgabe von Schutzkleidung oder zusätzlicher Schutzausrüstung (z. B. Atemschutzgeräte) und
- Ausgabe von Messgeräten zur Dosiserfassung.

Jede im Kontrollbereich des Kernkraftwerkes tätige, beruflich strahlenexponierte Person wird gemäß § 38 StrlSchV [4] unterwiesen.

Bei Bedarf werden weitere temporäre Kontrollbereiche im Überwachungsbereich eingerichtet, die ebenfalls durch Normschilder gekennzeichnet werden.

Die Voraussetzung für den Zutritt zu Strahlenschutzbereichen ist ausführlich in § 37 der StrlSchV [4] geregelt.

Der Strahlenschutzbeauftragte kann zusätzliche Regelungen für weitere Personengruppen anordnen (z.B. für Besucher).

7.2.4 Sperrbereiche

Die Bereiche des Kontrollbereiches, in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h sein kann, sind Sperrbereiche.

Die Sperrbereiche sind mit Normschildern "Sperrbereich – Kein Zutritt" gekennzeichnet. Sperrbereiche sind darüber hinaus gegen unkontrolliertes Hineingelangen abgesichert.

7.3 Personenüberwachung und Personenschutzmaßnahmen

7.3.1 Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition des Personals

Die Strahlenexposition der auf der Anlage KKK tätigen Personen wird unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles so gering wie möglich gehalten. Zur Erreichung dieses Zielles stehen im Wesentlichen folgende Maßnahmen zur Verfügung:

- Dekontamination von Anlagenteilen bzw. Arbeitsbereichen,
- Absicherung von Sperrbereichen gegen unkontrolliertes Hineingelangen,
- Kennzeichnung von Bereichen erhöhter Dosisleistung,
- Abstand einhalten,
- Einsatz von Abschirmungen,
- Aufenthaltszeit begrenzen,
- Einrichtung von Einhausungen oder mobilen Strahlenschutzzelten in Verbindung mit mobilen Filteranlagen,
- Einsatz von Schutzausrüstung,
- Vermeidung von Personenkontamination durch geeignete Schutzmaßnahmen,
- zeitliche Optimierung der Abbauprozesse,
- Einrichtung von Kontaminationszonen,
- Fernhandhabung und -bedienung und
- Personal-Unterweisungen.

7.3.2 Arbeitsplatzüberwachung

Alle Arbeiten in den Kontrollbereichen müssen vom gemäß § 31 StrlSchV [4] bestellten Strahlenschutzbeauftragten oder einer von ihm beauftragten Person freigegeben und vom Strahlenschutzpersonal überwacht werden. Bei umfangreichen und/oder dosisintensiven Arbeiten werden Arbeitsablaufpläne mit entsprechenden Dosisabschätzungen in Zusammenarbeit mit dem Strahlenschutzpersonal erstellt. Vor und während jeder Arbeit an kontaminierten und/oder aktivierten Gegenständen werden vom Strahlenschutzpersonal die Direktstrahlung und das Ausmaß der Kontamination gemessen sowie die weiteren Strahlenschutzmaßnahmen festgelegt.

7.3.3 Überwachung der Dosisgrenzwerte

Beruflich strahlenexponierte Personen, die in einem Kontrollbereich tätig sind, werden mit amtlichen Dosimetern sowie zusätzlich mit einem betrieblichen (nichtamtlichen), direkt ablesbaren Dosimeter ausgerüstet.

Bei Betreten und Verlassen des Kontrollbereiches werden mindestens Name, Datum, Uhrzeit und Dosiswert der direkt ablesbaren Dosimeter innerbetrieblich aufgezeichnet und archiviert.

Die amtlichen Dosimeter werden regelmäßig durch die behördlich bestimmte Messstelle ausgewertet. Die Einhaltung der Dosisgrenzwerte wird bis zum Vorliegen der amtlichen Auswertung mit Hilfe der innerbetrieblichen Aufzeichnungen sichergestellt.

Besteht anhand der innerbetrieblich aufgezeichneten Dosiswerte der Verdacht einer Dosisüberschreitung, so wird das amtliche Dosimeter umgehend vom Strahlenschutzbeauftragten oder einer beauftragten fachkundigen Person zur Auswertestelle eingesandt und der betreffenden Person die Zutrittsberechtigung zum Kontrollbereich bis auf weiteres entzogen.

Sollte unter bestimmten Expositionsbedingungen die Erfassung der Teilkörperdosis erforderlich sein, so werden die hierfür zugelassenen Teilkörperdosimeter ausgegeben und ausgewertet.

Bei der Bestimmung von Organdosen kommen die einschlägigen Berechnungsgrundlagen zur Anwendung.

7.3.4 Inkorporationsüberwachung

Das gesamte beruflich strahlenexponierte Personal wird regelmäßig hinsichtlich möglicher Inkorporation überwacht.

Besteht aufgrund von Luftaktivitätsmessungen oder äußerer Kontamination einer Person der Verdacht, dass diese radioaktive Stoffe in den Körper aufgenommen hat, so veranlasst der Strahlenschutzbeauftragte unverzüglich eine Inkorporationsmessung.

7.3.5 Arbeitsmedizinische Vorsorge

Die Beschäftigung beruflich strahlenexponierter Personen der Kategorie A in Kontroll- und Sperrbereichen ist nur dann erlaubt, wenn im Rahmen einer ärztlichen Untersuchung festgestellt und bescheinigt wurde, dass gegen ihren Einsatz keine gesundheitlichen Bedenken bestehen.

Die ärztliche Untersuchung der beruflich strahlenexponierten Personen wird von Ärzten durchgeführt, die von der zuständigen Landesbehörde zu Strahlenschutzuntersuchungen ermächtigt sind.

7.3.6 Strahlenschutzunterweisung

In der Anlage KKK werden regelmäßig Strahlenschutzunterweisungen durchgeführt. Umfang, Art und Inhalt der Unterweisung werden vom Strahlenschutzbeauftragten festgelegt.

Personen, die im Kontrollbereich tätig werden, müssen vorher an einer Strahlenschutzunterweisung teilgenommen haben.

Besucher, die den Kontrollbereich betreten, erhalten vorher Hinweise für das Verhalten im Kontrollbereich und bestätigen ihre Kenntnisnahme durch Unterschrift. Sie betreten den Kontrollbereich ausschließlich in Begleitung einer fachkundigen Person.

7.3.7 Dokumentation der Personenüberwachung

Beruflich strahlenexponierte Personen und Besucher, die den Kontrollbereich betreten, werden im Rahmen der Strahlenschutzüberwachung erfasst.

Die zugehörigen Aufzeichnungen enthalten mindestens Personalien und die Ergebnisse der betrieblichen Dosimetrie. Darüber hinaus werden für die beruflich strahlenexponierten Personen folgende Daten festgehalten:

- Ergebnisse der amtlichen Dosimetrie,
- Zeitpunkte und Ergebnisse der ärztlichen Untersuchungen,
- Zeitpunkte der Unterweisungen und
- Zeitpunkte und Ergebnisse der Inkorporationsmessungen.

Anhand der Aufzeichnungen wird kontrolliert, ob die Berechtigung zum Zutritt des Kontrollbereichs vorliegt. Die Aufzeichnungen werden für die Dauer der gesetzlich vorgeschriebenen Fristen aufbewahrt.

7.4 Anlagenüberwachung

7.4.1 Kontaminationsüberwachung

Ausgewählte Räume im Kontrollbereich der Anlage werden regelmäßig auf Kontamination überprüft. Kontaminierte Bereiche werden unverzüglich abgegrenzt, gekennzeichnet und dekontaminiert. Die Ausbreitung von Kontaminationen wird durch die Einrichtung von Kontaminationszonen (z. B. Schuhwechselzonen) eingeschränkt.

7.4.2 Ortsdosisleistung in Strahlenschutzbereichen

In ausgewählten Bereichen werden ortsfeste oder mobile Dosisleistungsmessgeräte installiert, deren Messwerte vor Ort und/oder in der Warte angezeigt werden. Bei Überschreitung der eingestellten Warnschwellen werden optische und akustische Signale ausgelöst.

7.4.3 Aktivitätskonzentration in Teilabluft und Fortluft

Die Teilabluft aus dem Reaktorgebäude, Maschinenhaus und dem Gebäude ZW4 wird auf ihre Aerosolkonzentration überwacht. Um die Quelle zu orten, werden durch den Strahlenschutz bei einem Aerosolanstieg die betroffenen Raumbereiche einzeln, z. B. mit tragbaren Aerosolsammlern, überprüft.

Die Abgabe der Fortluft aus dem Kontrollbereich erfolgt über den Kamin. Zur Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe wird die Abgabe der während des Abbaus der Anlage noch

vorhandenen radioaktiven Stoffe ermittelt. Die Aktivitätsabgaben mit der Fortluft werden gemäß KTA 1503.1 [12] bilanziert und dokumentiert.

7.4.4 Abgabe von radioaktiven Stoffen mit dem Wasser

Die Abwässer aus dem Kontrollbereich der Anlage KKK werden einer Abwasseraufbereitung zugeführt.

Flüssige radioaktive Stoffe werden in der betriebseigenen Abwasseraufbereitungsanlage behandelt und in Abgabebehältern gesammelt. Vor der Abgabe wird durch Auswertung einer repräsentativen Probe sichergestellt, dass die genehmigten Grenzwerte unterschritten werden. Während der Abgabe wird die Aktivität kontinuierlich durch eine Messstelle überwacht.

Die Dokumentation der Messergebnisse gemäß KTA 1504 [7] ist so angelegt, dass ein lückenloser Nachweis der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser möglich ist.

7.4.5 Kontamination von Sachgütern

Das Strahlenschutzpersonal führt routinemäßige Messungen zur Ermittlung der abwischbaren Kontamination von Boden, Wänden und Anlagenteilen durch.

Darüber hinaus werden bei Arbeiten mit Aktivitätsfreisetzungspotenzial zusätzliche Kontaminationsmessungen durchgeführt.

Werden Kontaminationen größer als die Grenzwerte nach § 44 (2) StrlSchV [4] festgestellt, so wird der betroffene Bereich abgegrenzt, gekennzeichnet und dekontaminiert. Es werden Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppung oder Personenkontamination getroffen und deren Einhaltung überwacht. Solche Maßnahmen sind z. B.:

- Absperrung und Kennzeichnung des Bereichs,
- Wechsel von Überschuhen und/oder Schutzkleidung,
- Messung von Personenkontamination und
- Dekontamination des Bereichs.

Die Messung, ihre Ergebnisse und die getroffenen Maßnahmen werden dokumentiert.

7.4.6 Systemüberwachung

Die Überwachung von im Restbetrieb noch zu betreibenden Teilsystemen bezüglich Aktivitätsübertritten wird mit entsprechenden Aktivitätsmessstellen durchgeführt. Während des Abbaus der Anlage wird die Überwachung der Systeme entsprechend angepasst.

7.4.7 Prüfung und Wartung der Messgeräte

Alle Messeinrichtungen, die der Personen-, Dosisleistungs- und Aktivitätsüberwachung dienen, werden wiederkehrenden Prüfungen unterzogen. Bei Abweichungen vom Prüfziel sind die Ursachen zu ermitteln und zu bewerten. Ggf. werden die Messeinrichtungen außer Betrieb genommen und instandgesetzt.

7.5 Aktivitätsrückhaltung

Die Maßnahmen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe werden beim Abbau der Anlage entsprechend den Maßnahmen im Leistungsbetrieb aufrechterhalten, soweit es der jeweilige Zustand der Anlage erfordert. Dazu gehören in erster Linie:

- Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung (Unterdruck),
- kontrollierte Ableitung der Fortluft,
- Kontrolle der Ableitung radioaktiver Flüssigkeiten,
- Abwassersammel- und -aufbereitungsanlagen,
- Lüftungstechnische Trennung von Räumen,
- mobile Absaugungen und
- Einhausungen.

Zur Vermeidung von Aktivitätsfreisetzungen innerhalb des Kontrollbereiches werden an Arbeitsorten mit erhöhtem Freisetzungspotenzial mobile Filtereinrichtungen eingesetzt.

Für die Rückhaltung von radioaktiven Gasen (H-3, Kr-85, C-14 in Form von CO₂) sind analog zum Leistungsbetrieb keine besonderen Maßnahmen erforderlich.

7.6 Abgabe radioaktiver Stoffe

7.6.1 Antragswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe

Die für den Rückbau beantragten Werte berücksichtigen die möglichen vorkommenden Abbaumaßnahmen und liegen insgesamt unter den für den Leistungsbetrieb genehmigten Grenzwerten. Die Angabe von zeitbezogenen Grenzwerten verhindert die kurzfristige Ausschöpfung der jährlichen Grenzwerte z.B. durch Abbaumaßnahmen. Da die Produktion und Speicherung radioaktiver Edelgase durch die bestehende Brennelementfreiheit weitgehend beendet ist (eine Ausnahme stellen die bis zu 200 SBS dar), können die beantragten Werte für die Ableitung radioaktiver Gase niedriger als im Leistungsbetrieb ausfallen. Radioaktive Aerosole entstehen im Wesentlichen bei den Arbeiten zum Abbau der Anlage, daher kann zurzeit nicht von einer Reduzierung dieser Ableitungswerte im Vergleich zum Leistungsbetrieb ausgegangen werden. Unabhängig davon wird der § 6 StrlSchV in allen Abbauphasen angewendet und das Aktivitätsinventar sinkt kontinuierlich während des Abbaus.

Für die Stilllegung und den Abbau der Anlage KKK wurden für die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft als maximal zulässige Werte beantragt:

Radioaktive Gase

Gesamtabgabe pro Jahr	$4,5 \times 10^{13}$ Bq
innerhalb von 2 Quartalen	$2,3 \times 10^{13}$ Bq

Radioaktive Aerosole

Gesamtabgabe pro Jahr	$1,5 \times 10^{10}$ Bq
Abgabe in 180 aufeinanderfolgenden Tagen	$7,4 \times 10^9$ Bq
Abgabe an einem Tag	$1,5 \times 10^8$ Bq

Radioaktive Abwässer

Für die Stilllegung und den Abbau der Anlage KKK werden zunächst für die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser folgende maximal zulässige Werte unverändert aus dem Leistungsbetrieb übernommen: Die mit dem Wasser aus dem Kraftwerk abgegebene Tritiumaktivität darf im Zeitraum eines Kalenderjahres höchstens $1,85 \times 10^{13}$ Bq betragen.

Die mit dem Wasser aus dem Kraftwerk abgegebenen sonstigen Radionuklide dürfen im Zeitraum eines Kalenderjahres höchstens 5×10^{10} Bq betragen.

Spätestens während des Abbaus erfolgt die Verlegung der Einleitstelle zur Entkopplung von den bestehenden Kühlwassersystemen. Die wasserrechtliche Erlaubnis wird erforderlichenfalls angepasst.

7.6.2 Strahlenexposition in der Umgebung

Die Begrenzung der Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe ist in § 47 StrlSchV [4] geregelt. Der Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte erfolgt nach den Vorgaben und Methoden der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift [26] zu diesem Paragraphen.

Bei allen Berechnungen wird die jährliche Vorbelastung am Standort durch andere kerntechnische Einrichtungen berücksichtigt. Dabei wird angenommen, dass die beantragten Werte der Jahresabgaben von radioaktiven Stoffen ausgeschöpft werden.

Die Strahlenexposition wird für die jeweils ungünstigste Einwirkungsstelle berechnet. Die ungünstigste Einwirkungsstelle ist definiert als eine Stelle in der Umgebung, bei der auf Grund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe die höchste Strahlenexposition der Referenzpersonen zu erwarten ist, unter Berücksichtigung realer Nutzungsmöglichkeiten durch Aufenthalt und durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel.

Gemäß den Vorschriften der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift [26] werden die hieraus resultierenden effektiven Dosen summiert.

7.6.3 Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft aus der Anlage KKK erfolgt bis zur Errichtung eines Ersatzsystems über den vorhandenen Fortluftkamin. Durch Anpassung des Lüftungskonzeptes spätestens in der Abbauphase 2 erfolgt die Ableitung radioaktiver Stoffe über ein geeignetes Ersatzsystem. Dabei erfolgt eine Neubewertung und ggf. Anpassung der zugelassenen Ableitungsgrenzwerte. Durch die geplante Zwischenlagerung nicht wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle sowohl in Form einer Nutzung nicht benötigter Kapazitäten im vorhandenen SZK (LasmAiZ) als auch bei Schaffung neuer Lagerkapazitäten beispielsweise durch Anbau an das SZK oder Neubau (LasmAaZ), kommen maximal zwei weitere Quellen für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft am Standort hinzu. Für beide Quellen ist die Einhaltung der Anforderungen des § 47 StrlSchV [4] nachzuweisen. Dieser Nachweis gilt als erbracht, wenn die in der StrlSchV (Anhang VII, Teil D) [4] festgelegten Grenzwerte jederzeit eingehalten werden. Die betrieblichen Emissionen dieser beiden Quellen werden bei der Dosisberechnung des Gesamtstandortes jedoch berücksichtigt.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Die während des Abbaus der Anlage radiologisch relevante Nuklidzusammensetzung der aerosolförmigen Ableitungen wird von den Nukliden Co-60 und Cs-137 dominiert. Die Nuklidzusammensetzung der gasförmigen Ableitungen setzt sich im Wesentlichen aus den Nukliden C-14 und H-3 zusammen.

Die Berechnungen gemäß § 47 StrlSchV [4] für diese Nuklidzusammensetzung ergeben als ungünstigste Einwirkungsstelle für die radioaktiven Ableitungen mit der Luft während des Abbaus des KKK unverändert einen Aufpunkt in der Zentralzone (Radius 2 km), Sektor 3 (vgl. Kapitel 2, Abbildung 2-2, Standortumgebung). Die zulässigen Grenzwerte werden deutlich unterschritten.

In der Tabelle 7-1 sind für diese ungünstigste Einwirkungsstelle (ungünstigster Aufpunkt) die berechneten effektiven Dosen zusammengestellt.

Tabelle 7-1: Strahlenexpositionen durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft

Expositions-pfad	Jährlich Exposition in mSv		
	Dosis durch äußere Strahlung	Dosis durch Ingestion	Summe
Fortluft KKK	0,0069	0,0054	0,0123
Emission durch Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeleistung (geplantes LasmAaZ + LasmAiZ)	0,0029	0,0317	0,0346
Vorbelastung durch Fortluft HZG			< 0,001
Summe der Exposition durch Ableitung mit der Fortluft	0,0098	0,0371	0,047
Grenzwert gemäß §47 StrlSchV [4]			0,3

Für die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Abluft am Standort KKK einschließlich der Vorbelastung beträgt die höchste effektive Dosis 0,047 mSv im Kalenderjahr. Sie liegt damit deutlich unterhalb des Grenzwerts von 0,3 mSv im Kalenderjahr.

Bei der Berechnung der Strahlenexpositionen wurde abdeckend von der Ausschöpfung konstanter Genehmigungswerte für radioaktive Ableitungen über die Fortluftpfade während der gesamten Zeitdauer des Abbaus ausgegangen. Zu Beginn des Abbaus KKK werden die radioaktiven Ableitungen des KKK über den Fortluftkamin erfolgen. Erst nachdem Anlagenteile demontiert und in das geplante LasmAaZ/LasmAiZ eingelagert werden, sind geringe radioaktive Ableitungen mit der Fortluft dieser Einrichtungen nicht auszuschließen.

7.6.4 Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abwasser

Für die Ableitung mit dem Abwasser werden auf Grund des Aktivitätsinventars der Anlage KKK und der durchzuführenden Tätigkeiten während des gesamten Abbaus der Anlage KKK die bisherigen Abgabegrenzwerte beibehalten.

Bei der Lagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung im geplanten LasmAaZ/LasmAiZ sind keine Ableitungen von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser vorgesehen.

Mögliche Vorbelastungen der Elbe im Einwirkungsbereich der radioaktiven Ableitungen des KKK ergeben sich durch die genehmigten Ableitungen des HZG. Hinzu kommen Ableitungen aus weiteren Einrichtungen und Anlagen (Krankenhäuser, Forschungsinstitute etc.), die ebenfalls mit radioaktiven Stoffen umgehen und diese ggf. direkt oder indirekt mit Wasser ableiten (vergleiche Kapitel 2.10).

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser erfolgt zurzeit noch über das Kühlwasserwiedereinleitungsbauwerk (ZN4). Es ist geplant, abbaubegleitend, wenn nicht schon vorher, im Bereich des Kühlwasserwiedereinleitungsbauwerks eine neue Abgabelitung zu verlegen. Diese ist bis zu einem Abstand von 70 m von der anlagenseitigen Uferlinie in die Elbe geplant.

Die resultierende potenzielle Strahlenexposition infolge der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser des KKK im Restbetrieb liegt im Fernbereich als auch im Nahbereich der Anlage für die beiden Varianten der Einleitungen jeweils unterhalb der nach § 47 (1) StrlSchV [4] einzuhaltenden Dosisgrenzwerte. Für die Effektivdosis am ungünstigsten Aufpunkt der ungünstigsten Einleitungsstelle resultiert mit einer entsprechenden Gesamtjahresdosis ein-

schließlich der Vorbelastung von 0,141 mSv die höchste Grenzwertausschöpfung von ca. 47 % des zulässigen Grenzwertes von 0,3 mSv im Kalenderjahr.

7.6.5 Strahlenexposition durch Direktstrahlung

Der höchste Wert der effektiven Dosis aus Direktstrahlung für eine Einzelperson aus der Bevölkerung liegt an der Grenze des Betriebsgeländes, am sogenannten Massivzaun. Als Strahlenquellen sind das KKK, das SZK mit geplantem LasmAiZ, das geplante LasmAaZ und Pufferlager zu betrachten. Für die Direktstrahlung aus dem KKK und dem SZK liegen aus dem Zeitraum des LSSB belastbare Messungen vor, aus denen hervorgeht, dass sich für die Ortsdosis am Massivzaun keine signifikante Erhöhung gegenüber der Umgebungsstrahlung ergibt.

Die Abschätzung der Direktstrahlung erfolgt für die jeweils ungünstigsten Aufpunkte am Massivzaun bei Ausnutzung der gesamten Lagerkapazität sowohl im geplanten LasmAaZ/LasmAiZ als auch für die Pufferlager. Es ergeben sich die in Tabelle 7-2 zusammengestellten Werte.

Tabelle 7-2: Strahlenexposition durch Direktstrahlung

Expositionsprofil	Jährliche Exposition in mSv
Gamma-Personendosis durch KKK/SZK am Detektionszaun (konservativ abdeckend für Massivzaun)	< 0,1
Gamma-Personendosis durch Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung	0,00075
Gamma-Personendosis am Detektionszaun durch Pufferlagerung	0,495
Neutronen-Personendosis durch SZK am Detektionszaun (konservativ abdeckend für Massivzaun)	< 0,1
Summe	< 0,695

7.6.6 Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung

Es wird sichergestellt, dass die Summe der Strahlenexposition aus Direktstrahlung und der Strahlenexposition aus Ableitungen mit der Luft und dem Abwasser unter Berücksichtigung der radiologischen Vorbelastung am Standort den Dosisgrenzwert des § 46 StrlSchV [4] von

Vattenfall Europe Nuclear Energy

1 mSv pro Kalenderjahr an keiner Stelle außerhalb des Betriebsgeländes überschreitet. Dies wird durch geeignete Messeinrichtungen überwacht. In

Tabelle 7-3 sind die effektiven Jahresdosen aus den Ableitungen aus Abluft und Abwasser sowie aus der Direktstrahlung zusammengestellt und dem zugehörigen Grenzwert gegenübergestellt.

Tabelle 7-3: Summe der Strahlenexpositionen

Expositionspfad	Jährliche Exposition in mSv
Exposition aus Abluft	0,047
Exposition aus Abwasser	0,141
Exposition aus Direktstrahlung	< 0,695
Summe	< 0,88
<i>Grenzwert gemäß § 46 StrlSchV [4]</i>	1,00

Für eine Einzelperson der Bevölkerung beträgt die effektive Dosis durch Strahlenexpositionen im Kalenderjahr weniger als 0,88 mSv. Dies liegt unter dem Grenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr.

7.7 Umgebungsüberwachung

Die Immissionsüberwachung gewährleistet eine Beurteilung der aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser sowie durch Direktstrahlung resultierenden Strahlenexposition des Menschen.

Sie erfolgt nach der Maßgabe der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen [8] des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), auf der Grundlage von Messprogrammen, solange die Möglichkeit der Ableitung und/oder Freisetzung radioaktiver Stoffe in Luft, Wasser und Boden besteht.

Die Immissionsüberwachung wird bis zur Kernbrennstofffreiheit unverändert beibehalten. Sie kann anschließend gemäß Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, Kapitel 4.5 [8] mit Zustimmung der Aufsichtsbehörde schrittweise reduziert werden.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

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

- Überwachung der Direktstrahlung von der Anlage,
- Überwachung der Luft und des Niederschlages,
- Überwachung der am Boden und auf Bewuchs abgelagerten Aerosolaktivität,
- Messung der Ausbreitungsbedingungen,
- Überwachung von Fischen, Sedimenten, Milch und Futtermitteln und
- Überwachung des Grundwassers, Trinkwassers und von Wasserpflanzen.

Hierzu wird ein Umgebungsüberwachungsprogramm entsprechend den Anforderungen und Vorgaben der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen [8] durchgeführt.

8 Organisation und Betrieb

8.1 Abbaureglement

Das Abbaureglement des KKK besteht im Wesentlichen aus:

- Restbetriebshandbuch (RBHB),
- Prüfhandbuch (PHB) und
- Managementhandbuch (MHB).

Für den Abbau wird ein RBHB erstellt und kontinuierlich an die sich ändernden Anforderungen während des Abbaus angepasst.

Auch das Prüfhandbuch und das Managementhandbuch werden entsprechend den jeweiligen Anforderungen des sich verändernden Betriebes und des fortschreitenden Abbaus fortgeschrieben.

Voraussetzung für den Abbau von Strukturen, Systemen und Komponenten ist deren formale Stillsetzung. Die zum jeweiligen Zeitpunkt des Abbaus nicht mehr benötigten Strukturen, Systeme und Komponenten können stillgesetzt werden. Dazu sind die Strukturen, Systeme und Komponenten zunächst formal außer Betrieb zu nehmen. Anschließend kann deren Stillsetzung nach einem geregelten Verfahren erfolgen. Die Stillsetzung bedeutet den Entfall der Strukturen, Systeme und Komponenten aus den Regelungen und Dokumenten für den Restbetrieb der Anlage. Der Abbau der Strukturen, Systeme und Komponenten bzw. einzelner Anlagenteile erfolgt nach einem geregelten Abbauerlaubnisverfahren, das die Bewertung der Auswirkungen auf die Einhaltung der relevanten Schutzziele sowie insbesondere der folgenden Kriterien ermöglicht:

- Rückwirkungsfreiheit auf benötigte Restbetriebssysteme,
- Arbeitsschutz,
- Strahlenschutz (Ortsdosisleistung, Kontaminationsgrad),
- Brandschutz und
- Umweltschutz.

Die für KKK gültigen Regelungen gelten nicht für ein LasmAaZ/LasmAiZ und für das SZK. Diese werden über ein jeweils eigenes Betriebsreglement geregelt.

8.1.1 Restbetriebshandbuch

Das RBHB ist in Anlehnung an KTA 1201 [13] gegliedert. Im RBHB sind die für den Abbau geltenden Auflagen und Regelungen zusammengestellt.

Das RBHB gliedert sich in Anlehnung an das BHB in folgende Teile:

- Teil 0 Inhalt und Einführung,
- Teil I Betriebsordnungen,
- Teil II Restbetrieb,
- Teil III Ereignisse und
- Teil IV Betrieb der Restbetriebssysteme.

Der Teil 0 des RBHB enthält die Gesamtinhaltsübersicht, erläutert in einer Einführung das RBHB und definiert die verwendeten Abkürzungen.

Der Teil I des RBHB enthält folgende Abschnitte:

- Personelle Betriebsordnung,
- Restbetriebsordnung,
- Instandhaltungsordnung/Abbauordnung,
- Strahlenschutzordnung,
- Wach- und Zugangsordnung,
- Alarmordnung,
- Brandschutzordnung,
- Erste-Hilfe-Ordnung und
- Reststoff- und Abfallordnung.

Der Teil II des RBHB beschreibt die Randbedingungen für den Restbetrieb und den Abbau. Die Inhalte sind u. a.:

- Auflagen und Bedingungen zum Restbetrieb und Abbau und
- Instandsetzung, Änderung (einschließlich Klassifizierung der Systeme) und Abbau.

Im Teil III des RBHB wird dargelegt, welche Maßnahmen bei Ereignissen getroffen werden müssen.

Im Teil IV des RBHB sind die Betriebsweisen für einzelne Komponenten und Systeme sowie die Meldungen und Grundstellungslisten der Komponenten und Systeme beschrieben. Der Teil IV umfasst außerdem die Systemschaltpläne mit Alphanumerik, Schaltplanbezeichnung und Zeichnungsnummer.

8.1.2 Prüfhandbuch

Wiederkehrende Prüfungen sind im Prüfhandbuch in Anlehnung an die KTA 1202 [14] zusammengefasst. Es besteht aus Prüfliste und Prüfanweisungen sowie den Anwendungshinweisen.

8.1.3 Managementhandbuch

Im Managementhandbuch sind die Grundsätze des Managementsystems für den Restbetrieb und den Abbau dargestellt. Das Managementhandbuch wird im Verlauf des Restbetriebes bzw. Abbaus an die sich ändernden Anforderungen des Managementsystems angepasst.

Das Managementsystem stellt definitionsgemäß ein Instrument dar, mit dem ein Unternehmen auf allen Führungsebenen seiner Verantwortung für einen sicheren Ablauf von Prozessen, in diesem Fall für den Restbetrieb und Abbau, nachkommt. Ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess und eine lernende Organisation sind Teil dieses Systems. Alle wesentlichen Aspekte, die während des Restbetriebs und Abbaus zu berücksichtigen sind, insbesondere Sicherheit, Qualität, Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutz werden hierin erfasst.

Das Managementsystem erfüllt die Anforderungen der KTA 1401 [16] und KTA 1402 [15], soweit die Bestimmungen in diesen beiden kerntechnischen Regeln für den Restbetrieb und den Abbau zutreffend sind, sowie die allgemeinen technischen Normen (konventionelles Regelwerk).

Bestehen zusätzliche spezielle Anforderungen aus Aspekten der kerntechnischen Sicherheit oder des Strahlenschutzes, so werden diese ebenfalls erfüllt.

8.2 Aufbau-Organisation

8.2.1 Geschäftsführung/Strahlenschutzverantwortlicher

Die Geschäftsführung der Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG trägt die Verantwortung für den gesamten Restbetrieb und den Abbau der Anlage KKK in Hinblick auf die personelle, organisatorische und wirtschaftliche Führung.

Ein Geschäftsführer nimmt die Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen im Sinne der §§ 31-33 StrlSchV [4] wahr.

Der Geschäftsführer ist verantwortlich für die Entwicklung, Einführung und kontinuierliche Verbesserung des geltenden Managementsystems.

8.2.2 Standortleiter

Der Standortleiter ist der Geschäftsführung direkt unterstellt. Ihm obliegt die übergeordnete Leitungsfunktion am Standort. Er besitzt Weisungsbefugnis gegenüber allen Mitarbeitern, ausgenommen

- des Leiters der Anlage, wenn dieser nicht gleichzeitig in Personalunion auch die Funktion des Standortleiters inne hat, hinsichtlich der Leitung und Beaufsichtigung des Restbetriebs und
- des Leiters des SZK hinsichtlich der Betriebsführung des SZK.

Dem Standortleiter obliegt die Leitung und Beaufsichtigung des Abbaus und der Entsorgung der dabei entstehenden Abfälle sowie ggf. noch vorhandener Betriebsabfälle. Er ist in diesem Rahmen für die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen, behördlichen Auflagen, betrieblichen Regelungen und Regeln der Technik zuständig. Der Aufgaben-, Verantwortungs- und Entscheidungsbereich des Standortleiters umfasst:

- die Koordination der Dienstleistungen des KKK für andere kerntechnische Anlagen am Standort,
- die Koordination des Personals am Standort und
- die Sicherstellung des Informationsaustausches am Standort.

Dem Standortleiter stehen zur Wahrnehmung seiner standortbezogenen Aufgaben Stabsbereiche zur Verfügung.

8.2.3 Leiter der Anlage

Der Technische Leiter (Leiter der Anlage) ist unmittelbar der Geschäftsführung unterstellt und wird, ebenso wie seine Vertreter, der Genehmigungsbehörde als atomrechtlich verantwortliche Person für den Restbetrieb und Abbau schriftlich benannt.

Der Technische Leiter ist dafür verantwortlich, dass der Restbetrieb und der Abbau unter Beachtung der:

- gesetzlichen Bestimmungen,
- behördlichen Genehmigungen und Auflagen,
- aufsichtsrechtlichen Maßnahmen und Anordnungen,
- Regeln der Technik und
- Betriebsanweisungen

und nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ordnungsgemäß verläuft. Ebenso ist er für die Umsetzung des Managementsystems verantwortlich.

Für die Durchführung dieser Aufgaben steht dem Technischen Leiter eine Betriebsorganisation zur Verfügung.

Funktionen des Leiters der Anlage in Personalunion:

Der Leiter der Anlage hat entweder auch die Funktion des Standortleiters in Personalunion inne, oder er übernimmt in Personalunion die Funktion des Fachbereichsleiters Betrieb. Im letzteren Falle sind Leiter der Anlage und Standortleiter zwei verschiedene Personen mit unterschiedlichen Fachkundanforderungen. Beide Führungsmodelle sind möglich.

8.2.4 Strahlenschutzbeauftragter

Zur Sicherstellung des Strahlenschutzes während des Restbetriebes und des Abbaus der Anlage werden Strahlenschutzbeauftragte durch den Strahlenschutzverantwortlichen bestellt und ein eigenständiger Fachbereich Überwachung in die Betriebsorganisation eingebunden. Der Leiter des Fachbereiches Überwachung wird als Strahlenschutzbeauftragter (gemäß §§ 32, 33 StrlSchV [4]) entsprechend § 31 StrlSchV [4] von der Geschäftsführung schriftlich bestellt. Weitere bestellte Strahlenschutzbeauftragte dienen diesem Strahlenschutzbeauftragten als Stellvertreter. Sie übernehmen bei Abwesenheit des Strahlenschutzbeauftragten seine Aufgaben.

8.2.5 Betriebsorganisation

Es steht eine Betriebsorganisation zur Verfügung, die die Anforderungen an den sicheren Restbetrieb und Abbau und die gesetzlichen Bestimmungen und behördlichen Anforderungen erfüllt. Sie umfasst alle erforderlichen Stellen, die für das Erreichen dieses Zieles erforderlich sind. Diese bestehen insbesondere aus den Fachbereichen Überwachung, Entsorgung, Restbetrieb und Abbau mit entsprechenden Teilbereichen sowie zusätzlichen Stabsfunktionen. Die weitere Konkretisierung der Organisation erfolgt im Rahmen des Genehmigungsverfahrens. Für Änderungen im Personalbestand atomrechtlich verantwortlicher Personen wird die Zustimmung der Aufsichtsbehörde eingeholt.

8.3 Qualifikation und Fachkunde

Das zur Erfüllung seiner Aufgaben im Rahmen des Restbetriebs und des Abbaus verantwortliche Personal verfügt über die erforderliche Qualifikation und über das jeweils notwendige Fachwissen. Dessen Erwerb und Erhalt wird durch entsprechende Aus- und Fortbildungsmaßnahmen gewährleistet und durch entsprechende Fachkundenachweise belegt. Die Festlegung der jeweiligen Einzelmaßnahmen wird auf die spezifischen Aufgaben und Verantwortlichkeiten der jeweiligen Funktionsinhaber ausgerichtet.

Das sonst tätige Personal (dem verantwortlichen Personal nachgeordnetes Eigen- und Fremdpersonal) verfügt über die zur Durchführung der Arbeiten notwendigen Kenntnisse.

8.4 Dokumentation

Die Dokumentation des Restbetriebes und der während des Abbaus durchgeführten Maßnahmen erfolgt gemäß den einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen und atomrechtlichen bzw. sonstigen behördlichen Anforderungen.

Die Strahlendosis des Personals und die Abgabe radioaktiver und nicht radioaktiver Stoffe werden dokumentiert.

9 Ereignisanalyse

9.1 Einleitung

Ziel der Ereignisanalyse ist es, darzulegen, dass bei der Stilllegung und dem Abbau der Anlage KKK zu unterstellende Ereignisse die Strahlenexposition die jeweils vorgegebenen Grenzwerte nicht überschreitet und somit keine unzulässigen Auswirkungen auf die Umwelt resultieren. Damit wird außerdem gezeigt, dass die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch den Restbetrieb sowie den Abbau des KKK getroffen ist (§ 7 (3) Nr. 2 AtG [1] in Verbindung mit § 7 (2) Nr. 3 AtG [1]).

Die Entfernung der SBS bis spätestens zum Ende der Abbauphase 1 reduziert das Aktivitätsinventar weiter. Nach deren Entsorgung verbleiben die bei stilllegungs- und abbauspezifischen Tätigkeiten sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisabläufe. Die hier dargestellten Ereignisse und deren Auswirkungen auf die Umgebung sind bei weitem nicht mit den unterstellten Ereignissen im Leistungsbetrieb vergleichbar. Unabhängig davon gilt weiterhin gemäß StrlSchV [4], dass jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden ist. Dazu sind die entsprechenden Vorschriften zu beachten und einzuhalten.

Das Spektrum der zu betrachtenden Ereignisse ergibt sich aus dem BMU-Leitfaden [5], den Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen [6], der Leitlinie für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen [10] und den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke [17]. Darüber hinaus sind standort- und abbauspezifische Gegebenheiten bei der Definition der zu betrachtenden Ereignisse zu berücksichtigen.

Die nachfolgende Ereignisanalyse, die sich auf die 2 Abbauphasen bezieht, zeigt auf, dass die in den genannten Unterlagen aufgeführten Anforderungen für die Stilllegung und den Abbau des KKK erfüllt werden.

Dazu werden die zu betrachtenden Ereignisse bezüglich ihres Ablaufes und ihrer Auswirkungen untersucht. Es werden im Wesentlichen Aspekte des Schutzes der Bevölkerung vor den Auswirkungen strahlenschutztechnisch/radiologisch bedeutsamer Ereignisse bewertet.

Den radiologischen Berechnungen für Störfälle werden die konservativen Vorgaben aus der Berechnungsvorschrift zu § 49 der StrlSchV [18] zugrunde gelegt. Es werden keine Abluffilter, obwohl vorhanden, berücksichtigt. Die Lüftungsanlage wird als in Betrieb angenommen.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Bei Einwirkungen von Außen wird sie als ausgefallen angenommen. Die in den Berechnungen verwendeten Nuklid-Vektoren wurden aus den radiologischen Bewertungen für den LSSB hergeleitet. Für die geplanten Zeiträume des Gesamtvorhabens ist die Verschiebung der radiologisch relevanten Nuklidanteile während des Abbaus auf Grund des radioaktiven Zerfalls durch die ausreichenden Abstände zu den Störfallplanungswerten abgedeckt.

Sofern sehr seltene Ereignisse betrachtet werden, ist dazu der Stellungnahme der Entsorgungskommission zu folgen [10], wonach zu zeigen ist, dass nach Eintritt eines derartigen Ereignisses im Bereich der nächsten Wohnbebauung keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes notwendig werden.

Nach Erreichen der Kernbrennstofffreiheit ist im Einklang mit den ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen [6], ausschließlich die Einhaltung der Schutzziele

- „Einschluss radioaktiver Stoffe“
- „Begrenzung der Strahlenexposition“

nachzuweisen. Diese Schutzziele werden verletzt, wenn Ereignisse auftreten, die Strahlenexpositionen durch radioaktive Stoffe bewirken, die die Grenzwerte gemäß StrlSchV [4] überschreiten.

Hierbei werden die folgenden Ereignisgruppen betrachtet:

- Einwirkungen von Innen
 - Leckagen an aktivitätsführenden Komponenten und Systemen
 - Mechanische Einwirkungen (z. B. Lastabsturz)
 - Thermische Einwirkungen (z.B. Brand)
- Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen
- Einwirkungen von Außen
 - Naturbedingte Einwirkungen
 - Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen
- Wechselwirkungen mit anderen Anlagen (einschließlich Pufferlagerung)

In der Abbauphase 1 können sich noch SBS im Brennelementlagerbecken befinden. Entsprechend den ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen [6] sind zusätzlich die Schutzziele

- „Unterkritikalität“
- „Nachwärmeabfuhr“

einzuhalten. Durch die Art der Lagerung und der geringen Anzahl der vorhandenen SBS ist aufgrund der physikalischen Gegebenheiten, wie geringe Reaktivität, Sicherstellung der Abstände im Köcher, vernachlässigbare Nachwärme, jederzeit sowohl die Unterkritikalität als auch die sichere Abfuhr der Nachwärme inhärent gewährleistet, so dass weitere Betrachtungen zu diesen Schutzziele entfallen können.

Radiologisch relevante Ereignisse durch Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt können auf Grund des drucklosen Anlagenzustands im Restbetrieb nicht mehr auftreten.

9.2 Sicherheitsbetrachtungen für Stilllegung und Abbau in den Abbauphasen 1 und 2

9.2.1 Einwirkungen von Innen

9.2.1.1 Leckagen an aktivitätsführenden Komponenten und Systemen

Leckage im Abwasserverdampferstrang

Eine „Leckage im Abwasserverdampferstrang“ wurde bereits als radiologisch relevantes Ereignis im Rahmen des Leistungsbetriebes und des LSSB analysiert und begutachtet. Die Übertragung auf den Restbetrieb ist abdeckend, da die während des Leistungsbetriebs generierten Iodnuklide bereits zerfallen sind und auch das übrige Nuklidspektrum zu Beginn des Restbetriebs bereits ca. 10 Jahre abgeklungen ist.

Für den Ereignisablauf wird unterstellt, dass der gesamte Konzentrationinhalt des Abwasserverdampfers und des Brüdengefäßes sowie eines Verdampfer-Speisebehälters ausläuft, teilweise verdampft und ungefiltert über den Fortluftkamin abgegeben wird. Die auf Basis der Berechnungsvorschrift der StrlSchV [18] errechnete maximale effektive Dosis beträgt ca. 0,015 mSv und liegt damit deutlich unter dem Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit §117 (16) StrlSchV [4]. Sofern der Abwasserverdampferstrang mit fortschreitendem Abbau nicht mehr erforderlich ist, entfällt dieses Ereignis.

Auslaufen des Konzentratbehälters

Der Verdampferkonzentratbehälter wird bei der Abschlammung des Abwasserverdampfers jeweils mit einer Teilmenge gefüllt. Erst nach vollständiger Auffüllung (ca. 3 - 4 Teilmengen) des Konzentratbehälters erfolgt die Entleerung. Die Mediumtemperatur ist insgesamt geringer, zusätzlich wird dabei kaltes Spülwasser zugespeist, so dass die radiologischen Auswirkungen beim Auslaufen eines solchen Behälters insgesamt geringer als beim Abwasserverdampfer sind und damit durch das Ereignis „Leckage im Abwasserverdampferstrang“ abgedeckt. Eine zusätzliche Analyse ist nicht erforderlich.

Leckage eines Nasszerlegebereiches bzw. der Kondensationskammer beim Abbau

Als Nasszerlegebereich können Flutraum und das Absetzbecken herangezogen werden. Im Kapitel 9.2.1.2 wird ein Leck im Flutkompensator als Folge eines Lastabsturzes einer Schwerkomponente unterstellt, wodurch sich das Brennelementlagerbecken bis zur Höhe der Schleusenunterkante, der Flutraum und das Absetzbecken entleeren. Das Wasser sammelt sich im unteren Bereich des Reaktorgebäudes und wird von dort entsorgt. Das Ereignis wird durch das Ereignis „Leckage am RDB“ abgedeckt.

Die Kondensationskammer dient während des Abbaus vorübergehend als Wasserspeicher. Die Auswirkungen einer möglichen Leckage werden durch das Ereignis „Leckage am RDB“ abgedeckt.

Leckage am RDB während des Abbaus

Alle möglichen Leckagen im Bereich Kondensationskammer, RDB, Flutraum, Absetzbecken und Brennelementlagerbecken werden durch dieses Ereignis abgedeckt. Durch ein RDB-Bodenleck gelangen ca. 3900 m³ in den unteren Bereich des Reaktorgebäudes und werden von dort entsorgt. Die maximale effektive Dosis beträgt ca. 0,13 mSv und liegt damit deutlich unter dem Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit §117 (16) StrlSchV [4].

Leck bei der Dekontamination

Das repräsentative Ereignis bezüglich des Einsatzes von chemischen Substanzen stellt die Dekontamination von Anlagenteilen im eingebauten Zustand dar. Diese wurde weitgehend bereits im LSSB durchgeführt. Dadurch wurde das Aktivitätsniveau durch Kontamination im

RDB-/Wasser-/Dampf-Kreislauf um Größenordnungen abgesenkt. Für Stilllegung und Abbau ist in diesem Zusammenhang nur die Dekontamination der Abwasseraufbereitungssysteme zu betrachten. Radiologische Folgen durch ein Leck bei der Dekontamination dieser Systeme können weitgehend ausgeschlossen werden, auch weil es sich hierbei um kurzzeitige Einwirkungen chemischer Substanzen unter ständiger Kontrolle des ausführenden Personals handelt. Sie sind aber auch aufgrund des eng begrenzten Umfangs durch das Ereignis „Leckage des Abwasserverdampfers“ abgedeckt.

9.2.1.2 Mechanische Einwirkungen

Lastabsturz bei der Demontage, Zerlegung und Verpackung der RDB-Einbauten und des RDB

In der Abbauphase 1 werden die Einbauten des RDB abgebaut, zerlegt und verpackt. Für den Transport derjenigen RDB-Einbauten, deren Lastaufnahmeeinrichtungen und Lastanschlagpunkte den erhöhten Anforderungen der KTA 3902 [19] bzw. KTA 3905 [20] genügen, kann in Verbindung mit den qualifizierten Hebezeugen der Lastabsturz ausgeschlossen werden. Für diejenigen Komponenten, für die keine nach den erhöhten Anforderungen der KTA-Regeln qualifizierten Anschlagmittel verfügbar sind, ist ein Lastabsturz zu unterstellen. Hierzu gehören z. B. die beiden Kerngitter und der Kernmantel. Das Ereignis mit dem größten Freisetzungspotential stellt der Lastabsturz auf den Flutkompensator dar. In diesem Fall entleeren sich das Brennelementlagerbecken bis zur Höhe der Schleusenunterkante, der Flutraum und das Absetzbecken vollständig. Das austretende Leckwasser sammelt sich auf der untersten Ebene im Reaktorgebäudesumpf. Das Ereignis wird durch das Ereignis „Leck am RDB während des Abbaus“ abgedeckt.

Die Zerlegung des RDB erfolgt in Abbauphase 2. In dieser Abbauphase ist der Flutkompensator nicht mehr vorhanden und der Flutraum mit Absetzbecken ist trocken. Der RDB kann je nach Abbaufahren oder Zeitpunkt noch mit Wasser gefüllt sein oder bereits trocken. Bei Unterstellung eines Lastabsturzes eines Bauteils in den RDB erfolgt bei trockenem RDB keine signifikante Aktivitätsfreisetzung, da die Aktivität vorwiegend im Material gebunden ist. Dies gilt auch, sollte der RDB noch mit Wasser gefüllt. In diesem kann es jedoch zum Austrag von Wasser kommen. Dieses Ereignis wird durch das Ereignis „Leck am RDB während des Abbaus“ abgedeckt.

Lastabsturz beim Transport von großen Einzelkomponenten im Kontrollbereich

Beim Transport von sonstigen großen Einzelkomponenten im Kontrollbereich wird ein Lastabsturz unterstellt, wenn nicht die gesamte Lastkette die erhöhten Anforderungen der KTA 3902 [19]/3905 [20] erfüllt. Radiologische Auswirkungen bei einem Absturz von kontaminierten Einzelkomponenten können durch geeignete Maßnahmen vor dem Transport (Dekontamination, Verpacken, Verschließen aller Öffnungen usw.) auf ein zulässiges Maß begrenzt werden. Das Ereignis ist radiologisch nicht relevant.

Herabstürzen von Lasten auf Reststoff- und Abfallbehälter mit freisetzbarem radioaktivem Inventar

Ein Absturz von Lasten auf Reststoff- und Abfallbehälter mit freisetzbarem radioaktivem Material kann während der Abbauphasen nicht ausgeschlossen werden.

Durch technische und administrative Maßnahmen wie geringe Hubhöhe und Vermeidung des Überfahrens von Abfallbehältern werden hier Freisetzungen zuverlässig verhindert. Damit ist ausreichend Vorsorge gegen eine Aktivitätsfreisetzung bei derartigen Ereignissen getroffen.

Absturz von beladenen Reststoff- und Abfallbehältern

Beladene Lagerfässer mit Filterkonzentraten, Reststoff- und Abfallbehälter mit freisetzbarem radioaktivem Material werden grundsätzlich mit entsprechend ausgelegten Hebezeugen und Anschlagmitteln transportiert.

Für Transportvorgänge mit Hebezeugen oder Anschlagmitteln ohne Nachweis der Einhaltung der zusätzlichen Anforderungen der KTA 3902 [19]/3905 [20] ist der Absturz solcher Abfallgebinde zu unterstellen. Als abdeckender Fall wird der Absturz eines Lagerfasses für Filterkonzentrate, das den größten Aktivitätsinhalt der in Frage kommenden Gebinde enthält, unterstellt, obwohl die Handhabung mit Hebezeugen oder Anschlagmitteln, die den zusätzlichen Anforderungen der KTA 3902 [19]/3905 [20] erfolgt. Die auf Basis der Berechnungsvorschrift der StrISchV [18] errechnete maximale effektive Dosis beträgt ca. 0,62 mSv und liegt damit deutlich unter dem Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit §117 (16) StrISchV [4].

Beschädigung eines Köchers für SBS bei der Handhabung

In der Abbauphase 1 befinden sich noch eine Anzahl von SBS im Brennelementlagerbecken. Bei der Umladung der SBS in die Köcher für SBS und Verbringung dieser in den Transportlagerbehälter kann es zu Handhabungsfehlern kommen, die zu Beschädigungen der SBS mit entsprechenden Freisetzungen führen können.

Die auf Basis der Berechnungsvorschrift der StrlSchV [18] errechnete maximale effektive Dosis beträgt ca. 0,01 mSv, liegt damit deutlich unter dem Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit §117 (16) StrlSchV [4] und ist vernachlässigbar gering.

9.2.1.3 Thermische und chemische Einwirkungen

Brand im Bereich der Reststoffbearbeitung/Abfallkonditionierung

Radioaktive Abfälle, die bereits in Abfallgebinden konditioniert vorliegen, z. B. hochdruckverpresste Abfälle oder Stahlteile in Fässern, Blechcontainern, dickwandigen Guss- oder Betonbehältern, sind grundsätzlich nicht brennbar. Daher können Brände nur bei nichtkonditionierte Abfällen zur Freisetzung radioaktiver Reststoffe führen.

Im Bereich der Reststoffbearbeitung/Abfallkonditionierung liegen unkonditionierte radioaktive Reststoffe vor. Diese werden in brennbaren Gebinden gesammelt. Es wird unterstellt, dass alle dort lagernden Abfälle innerhalb kurzer Zeit (30 Minuten) unabhängig vom auslösenden Ereignis vollständig abbrennen. Die radioaktiven Stoffe im brennbaren Abfall liegen hauptsächlich als Kontamination vor, von denen bei einem Brand ein Teil aerosolförmig freigesetzt werden kann.

Die auf Basis der Berechnungsvorschrift der StrlSchV [18] errechnete maximale effektive Dosis beträgt ca. 0,24 mSv und liegt damit deutlich unter dem Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit §117 (16) StrlSchV [4].

Weitere anlageninterne Brände

Durch stetige Reduzierung der Brandlasten und Zündquellen in der Anlage wird die Brandgefahr fortlaufend reduziert. Anlageninterne Brände sind jedoch grundsätzlich nicht auszuschließen. Signifikante Brandlasten während des Abbaus stellen die Kabel dar. Filter in Lüftungseinrichtungen stellen nur noch geringe Brandlasten dar, da die Aktivkohlefilter im Restbetrieb bereits entsorgt sind. Auch bei Ausfall der gesamten Stromversorgung im Kontrollbereich ist die Gewährleistung der Schutzziele weiterhin gegeben, da in einem solchen Fall alle

Stilllegungs- und Abbautätigkeiten eingestellt werden und die Einrichtungen zur Brandbekämpfung weiterhin verfügbar sind, da die elektrische Versorgung durch die doppelte Netzeinspeisung gegeben ist. Ein Brand in den Räumen der Ersatzstromanlage bzw. der Batterien führt zu keiner Aktivitätsfreisetzung, da in diesen Räumen keine radioaktiven Stoffe vorhanden sind.

Thermische Zersetzung von Ionenaustauscherharzen

Ionenaustauscherharze – Kugelharze oder Pulverharze – aus den Wasseraufbereitungsanlagen des Kontrollbereiches werden in dafür geeignete Behälter gefüllt. Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe nach einer thermischen Zersetzung der Harze ist nur bei einem massiven äußeren Brand im Raumbereich der Konzentratabfüllstation möglich. Es sind Temperaturen oberhalb von 500 °C erforderlich, damit das leicht flüchtige Cäsium in die Gasphase übergeht, während das schwerflüchtige Kobalt auch dann noch nahezu vollständig in den Zersetzungsprodukten der Harze gebunden bleibt. Brände mit einer Wärmeentwicklung, die zu derartigen Temperaturen im Abfallgebäude führen würden, können auf Grund der im Raumbereich begrenzten Brandlasten und der vorhandenen Brandschutzmaßnahmen ausgeschlossen werden.

Anlageninterne Explosionen

Im Restbetrieb gelten weiterhin die Regelungen zur Verhinderung von Explosionen. Im Restbetrieb sind zündfähige Gase weitgehend aus der Anlage entsorgt worden. Für Abbauarbeiten werden bei Heißarbeiten zündfähige Gase verwendet. Die verwendeten Mengen sind jedoch so gering, dass anlageninterne Explosionen nur lokal begrenzte Auswirkungen hätten. Die Schutzziele werden daher eingehalten.

9.2.1.4 Pufferlager im Überwachungsbereich

Die Pufferlagerung dient der temporären Lagerung von radioaktiven Reststoffen auf dem Betriebsgelände in Containern. Eine Freisetzung der als Kontamination vorliegenden radioaktiven Stoffe kann durch:

- Brand in einem Container,
- Absturz eines Containers beim Transport
- Transportvorgänge und
- Umstürzen baulicher Einrichtungen

sowie als Restrisikoereignisse:

- Flugzeugabsturz,
- Hochwasser und
- Erdbeben

erfolgen.

Brand in einem Container

Das durch einen Brand freisetzbare Aktivitätsinventar in den auf einer Pufferlagerfläche gelagerten Containern wird so begrenzt, dass die Störfallplanungswerte beim Brand eines oder mehrerer Container sicher eingehalten werden. Der Brand deckt auch weitere Ereignisse mit Integritätsverlust von Containern, wie z. B. bedingt durch einen Lastabsturz, ab, da durch die thermische Einwirkung die radioaktiven Stoffe stärker mobilisiert werden.

Für den Brand eines mit brennbaren Reststoffen beladenen Containers ergibt sich eine maximale effektive Dosis von ca. 0,47 mSv. Der Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit §117 (16) StrlSchV [4] wird damit nur zu 0,95% ausgenutzt.

Absturz eines Containers/Erdbeben/Umsturz baulicher Einrichtungen

Bei der Handhabung der Container ebenso durch Erdbeben kann es zu einem Absturz eines Containers kommen. Diese Ereignisse werden durch die Auswirkungen beim Brand eines Containers abgedeckt. Dies gilt auch für den Umsturz von baulichen Einrichtungen (einschließlich Krane).

Ereignisse bei Transportvorgängen einschließlich Verkehrsunfall eines Transportfahrzeuges beim Transport von beladenen Reststoff- und Abfallbehältern auf dem Betriebsgelände KKK

Radioaktive Stoffe werden in spezifischen Verpackungen transportiert, die entsprechend der Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB) [21] bzw. ADR (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße) [22] zugelassen sind. Die Zulassung der Reststoff und Abfallbehälter basiert u. a. auf der Erfüllung mechanischer und thermischer Anforderungen. Diese werden beim Trans-

port auf dem Anlagengelände auch in Unfallsituationen eingehalten. Die getroffenen Vorsorgemaßnahmen sind hinreichend wirksam.

9.2.2 Ausfälle und Störungen von Restbetriebssystemen

Ausfall der Stromversorgung

Bei einer Störung der Stromversorgung werden die laufenden Arbeiten, die ggf. zu einer Aktivitätsfreisetzung führen könnten, unverzüglich eingestellt bis die Stromversorgung wiederhergestellt ist. Darüber hinaus besteht durch die vorhandenen Netzersatzanlagen eine zusätzliche Absicherung der Stromversorgung für die Systeme, sofern ein Ausfall der externen Netzversorgung vorliegt.

Ausfall von Lüftungsanlagen

Die Auswirkungen durch Ausfälle der Lüftungsanlagen, dies gilt auch für mobile temporär eingesetzte Lüftungsanlagen, sind radiologisch durch die betrachteten Ereignisse im Abschnitt 9.2.1 abgedeckt, da mit dem Ausfall von Lüftungsanlagen und anderen Restbetriebssystemen keine unmittelbare Aktivitätsfreisetzung verbunden ist. Darüber hinaus werden die Demontage- und Zerlegungsarbeiten im betroffenen Bereich unverzüglich beendet. Durch diese Maßnahme wird eine weitere evtl. Freisetzung innerhalb der Anlage und eine zusätzliche vermeidbare Kontamination bzw. Strahlenexposition des arbeitenden Personals vermieden.

Dies gilt auch für andere Einrichtungen der Infrastruktur etwa der Brandmeldeanlage, Kommunikationsmittel, Kräne usw. Eine Verletzung der Schutzziele ist damit ausgeschlossen.

Ausfall der Infrastruktur im Abbau

Die Folgen von Ausfällen und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen decken die Folgen eines Ausfalls der sonstigen Infrastruktur im Abbau ab.

9.2.3 Einwirkungen von Außen

9.2.3.1 Naturbedingte Einwirkungen

Wind-, Schneelasten, Starkregen

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Die Auslegung der Anlage erfolgte bei der Errichtung gegen Wind-, Schneelasten und Starkregen gemäß dem Regelwerk, das die entsprechenden Lastannahmen und Bemessungsvorschriften für Bauten enthält. Der langjährige Leistungsbetrieb der Anlage hat gezeigt, dass die Anlage wirksam gegen diese Lasten geschützt ist. Dieser Sachverhalt gilt auch für Stilllegung und Abbau. Aktivitätsfreisetzungen sind bei diesen Ereignissen nicht zu unterstellen.

Blitzschlag

Die im KKK bereits seit der Errichtung vorhandenen Blitzschutz- und Erdungsanlagen wurden laufend entsprechend den Anforderungen des nuklearen Regelwerks angepasst. Der bisherige Betrieb des KKK hat gezeigt, dass die Anlage wirksam gegen Blitzeinwirkung ausgelegt ist. Während des Abbaus ist dieser Schutz weiterhin voll funktionstüchtig. Eine Aktivitätsfreisetzung ist als Folge eines Blitzeinschlags nicht zu unterstellen.

Hochwasser/Überflutung

Das KKK liegt an der Elbe, so dass grundsätzlich mit dem Auftreten von Hochwasser gerechnet werden muss. Hochwasserschutzmaßnahmen wurden daher bereits im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zur Anlagenerrichtung realisiert und durch temporäre Hochwasserschutzmaßnahmen, ergänzt, die auch die physikalisch maximal möglichen Hochwasserstände beherrschen.

Gegen das Ereignis Hochwasser ist somit ausreichende Vorsorge getroffen worden. Eine radiologische Bewertung dieses Ereignisses ist nicht notwendig, da keine Aktivitätsfreisetzung stattfindet. Dies gilt für den gesamten Standort, einschließlich der Pufferlager.

Erdbeben/Erdrutsch

Gemäß der europäischen makroseismischen Skala treten bei Erdbeben der Intensität I=VI, wie es am Standort angenommen wird, an Häusern, die sich vornehmlich in schlechterem Zustand befinden, leichte Schäden wie feine Mauerrisse und das Abfallen von z. B. kleinen Verputzteilen auf. Schäden durch Erdbeben dieser Größenordnung sind damit an den Gebäuden (Strukturen), Systemen und Komponenten der Anlage hinreichend unwahrscheinlich. Sofern trotzdem als Folge eine Leckage an einem nicht explizit gegen diese Einwirkung ausgelegten System mit radiologisch relevantem Inhalt auftritt, so wird dies durch die Aussagen zum Ereignis „Leckage im Abwasserverdampferstrang“ (siehe Kapitel 9.2.1.1) abgedeckt.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Danach unterschreitet die auftretende maximale effektive Dosis deutlich den Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit §117 (16) StrlSchV [4].

Der Standort befindet sich in einer teilweise vom Geesthang umschlossenen Lage. Bei der Vorbereitung des Baugeländes wurde entsprechend den einschlägigen Normen eine Neigung des Geesthanges gewählt, die einen Erdrutsch praktisch ausschließt. Unterstellt man trotzdem das Auftreten eines Erdrutsches, so führen die Auswirkungen nicht zu Freisetzungen von Aktivität, da der Kontrollbereich innerhalb der massiven Gebäude davon nicht betroffen wäre. Ggf. könnten Pufferlager in unmittelbarer Hanglage betroffen sein, in diesem Fall sind jedoch die Auswirkungen durch das Ereignis Brand in einem Container bei Weitem abgedeckt.

9.2.3.2 Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen

Flugzeugabsturz

Für die nicht gegen Flugzeugabsturz ausgelegten Bereiche erfolgte mit der Untersuchung der Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes auf das Lagergebäude ZW4 bereits bei dessen Genehmigung sowie erneut im Rahmen des Übergangs in den LSSB die Beurteilung der Notwendigkeit von Notfallschutzvorkehrungen. Diese Untersuchungen zeigen, dass für den dem Restrisiko zuzuordnenden Flugzeugabsturz der Eingreifrichtwert des Katastrophenschutzes sicher unterschritten wird.

Im Gegensatz dazu ist das Reaktorgebäude (ohne Aufbereitungstrakt) gegen Flugzeugabsturz ausgelegt. Da sich im Restbetrieb die Schutzziele auf die in Kapitel 9.1 genannten reduzieren, ist die vorhandene Auslegung insbesondere des Reaktorgebäudes, in dem sich zu Beginn der Abbauphase 1 ggf. noch SBS befinden, weiterhin ausreichend. Sobald die SBS in das SZK verbracht sind, spielt das Ereignis Flugzeugabsturz auch für das Reaktorgebäude keine Rolle mehr.

Beim Eintritt eines Flugzeugabsturzes auf ein Pufferlager werden mehrere Container mechanisch zerstört. Der in der Folge auftretende Brand mobilisiert radioaktive Stoffe aus den Containern. Dieses Ereignis wurde radiologisch bewertet und eine effektive Dosis von $1,33E-02$ mSv ermittelt. Dieser Wert stellt nur einen Bruchteil des Eingreifrichtwertes des Katastrophenschutzes dar.

Druckwellen auf Grund chemischer Reaktionen

Bereits bei der ursprünglichen Auslegung des KKK wurde die Explosion einer Gaswolke berücksichtigt. Die tragenden Teile der sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude wurden für die Belastungen aus einer Explosionsdruckwelle gemäß Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen [23] des Bundesministeriums des Inneren ausgelegt.

Die im 10 km-Umkreis um den Standort vorhandenen Betriebe gehen entweder nicht mit explosionsgefährlichen Stoffen um oder deren Menge ist zu gering. Gas-/Ölleitungen befinden sich in einem Abstand, der über dem nach oben genannter BMI-Richtlinie erforderlichen Sicherheitsabstand liegt. Auch vom Transport gefährlicher Güter auf der Straße oder auf den Schienen geht keine Gefährdung für den Abbau des KKK aus.

Auf der Elbe werden mit Schiffen ggf. explosionsfähige Stoffe in Form von Flüssiggas transportiert. Deren Häufigkeit sowie die daraus abzuleitende resultierende Häufigkeit einer Explosion am Standort sind jedoch so gering, dass dieses Ereignis dem Restrisiko zuzuordnen ist.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung sind für die Explosionsdruckwelle durch die Betrachtungen zum Erdbeben (siehe Kapitel 9.2.3.1) abgedeckt.

Externe Brände

Brände außerhalb des Betriebsgeländes KKK beeinflussen die radiologische Sicherheit in den Abbauphasen 1 und 2 nicht. Das Übergreifen von derartigen Bränden (z.B. von Waldbränden) wird durch einen ausreichenden Abstand und den realisierten Schutz der Gebäude sowie durch vorhandene Brandschutzeinrichtungen verhindert.

Äußere Einwirkungen explosiver Stoffe

Durch Freisetzung explosiver Gase könnte es zum Eindringen explosiver Gasgemische über die Lüftung in die Anlage kommen. Die Freisetzung des Gases und die Bildung des explosiven Gasgemisches erfolgt außerhalb des Betriebsgeländes. Ursache könnte ein Schiffsunfall direkt vor dem Betriebsgelände sein. Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der TEST und Sicherheitseinrichtungen zur Einhaltung der Schutzziele „Unterkritikalität“, „Abfuhr der Nachwärme“ und „Einschluss der Radioaktivität“ während des Leistungsbetriebs war ein Gaswarnsystem zur Frühwarnung des Betriebspersonals und Auslösung des Lüftungsabschlusses installiert. Die Schutzziele „Einhaltung der Unterkritikalität“ und „Abfuhr der Nachwärme“ sind im Restbetrieb inhärent sicher erfüllt. Damit ist der Schutz von Systemen, die im Leistungsbetrieb zur Einhaltung dieser Schutzziele erforderlich waren, nicht mehr notwendig. Für die in den SBS noch gebundene Aktivität besteht kein Risiko einer Freisetzung, da die Schutzziele „Einschluss der Radioaktivität“ und „Begrenzung der Strahlenexposition“ ausschließlich durch passive Strukturen, Systeme und Komponenten eingehalten werden. Damit ist ausreichend Vorsorge gegen das Ereignis auch ohne Gaswarnsystem getroffen.

9.2.4 Wechselwirkungen mit anderen Anlagen am Standort

9.2.4.1 Standortzwischenlager/geplantes LasmAaZ/LasmAiZ

Das SZK befindet sich am Standort KKK und ist in der Abbildung 3-2 dargestellt. Es handelt sich um ein freistehendes Gebäude zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in Transport- und Lagerbehältern, das nach der Entkopplung autark betrieben wird. Die im Sicherheitsbe-

richt des SZK dargestellten Aussagen zu den Auslegungsmerkmalen und den zu unterstellenden Störfällen werden durch die Stilllegung und den Abbau des KKK nicht beeinflusst.

Die für Transport- und Lagerbehälter nicht genutzte Fläche im SZK (geplantes LasmAiZ) sowie die vorgesehene Erweiterung des SZK (geplantes LasmAaZ) können als Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung dienen. Dort sollen konditionierte Abfälle bis zu ihrem Abruf durch ein Endlager zwischengelagert werden.

Eine Wechselwirkung zwischen dem geplantem LasmAaZ/LasmAiZ sowie SZK und dem KKK während des Abbaus kann aufgrund der Gebäudeausführungen und des vorhandenen Abstandes ausgeschlossen werden.

9.3 Zusammenfassende Bewertung der Ereignisbetrachtungen

Im Rahmen der vorliegenden Ereignisanalyse wurden die bei Stilllegung und Abbau der Anlage KKK aus dem BMU-Leitfaden [5], den Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen [6], der Leitlinie für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen [10] und den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke [17] zu unterstellenden Ereignisabläufe untersucht. Für Ereignisse, für die nicht nachgewiesen werden konnte, dass sie durch die Betrachtung anderer Ereignisse in ihren radiologischen Folgen mit abgedeckt werden, wurde die Strahlenexpositionen an der ungünstigsten Einwirkungsstelle (maximale effektive Dosis) in der Umgebung des KKK gemäß StrlSchV [4] berechnet.

Bei keinem der für den Restbetrieb des KKK betrachteten sicherheitstechnisch bedeutenden Ereignisabläufe sind Strahlenexpositionen in der Umgebung zu erwarten, die den festgelegten Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit §117 (16) StrlSchV [4] auch nur annähernd erreichen.

Als abdeckend hinsichtlich möglicher radiologischer Folgen für die Umgebung wurde das Ereignis „Lastabsturz im Fasslager“ ermittelt. Hierfür ergibt sich eine rechnerische Dosis von 0,62 mSv. Der errechnete Dosiswert für dieses Ereignis liegt weit unterhalb des Grenzwertes von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit §117 (16) StrlSchV [4]. Die Strahlenexpositionen aller weiteren betrachteten Ereignisabläufe unterschreiten noch deutlicher diesen Grenzwert.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Damit wird im vorliegenden Sicherheitsbericht nach Darlegung der zeitlichen Abwicklung des Abbaufahrens, der zur Anwendung gelangenden Abbaumethoden, der organisatorischen Maßnahmen, insbesondere der Berücksichtigung der durchzuführenden Strahlenschutzmaßnahmen und der darauf aufbauenden Störfallanalyse der Nachweis erbracht, dass beim Abbau der Anlage KKK die gemäß StrISchV [4] vorgegebenen Grenzwerte eingehalten und weit unterschritten werden und somit keine unzulässigen Auswirkungen auf die Umwelt resultieren.

10 Begriffsbestimmung

Abbau von Anlagenteilen	Demontage von Strukturen (Gebäuden, Einrichtungen, Systemen, Komponenten), Bearbeitung der anfallenden radioaktiven Reststoffe und Behandlung der anfallenden radioaktiven Abfälle.
Abfall, konventionell	Nicht kontaminierte und nicht aktivierte Reststoffe, die während des Abbaus außerhalb des nuklearen Bereichs eines Kernkraftwerkes anfallen sowie uneingeschränkt bzw. zur Beseitigung freigegebene radioaktive Reststoffe.
Abfall, radioaktiv	Radioaktive Reststoffe, die gemäß den Bestimmungen des Atomgesetzes geordnet beseitigt werden müssen.
Abfallgebinde	Einheit aus Abfallprodukt, auch mit Verpackung, und Abfallbehälter.
Ableitung	Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus der Anlage und den Einrichtungen des KKK auf hierfür vorgesehenen Wegen.
Abluft	Abluft ist die aus einem Raum abgeführte Luft.
Aerosole	Fein in der Luft verteilte feste oder flüssige Schwebstoffe, die radioaktiv sein können.
Aktivierung	Vorgang, bei dem ein Material durch Beschuss mit Neutronen, Protonen oder anderen Teilchen radioaktiv wird.
Aktivität	Zahl der je Sekunde in einer radioaktiven Substanz zerfallenden Atomkerne. Die Maßeinheit ist das Becquerel (Bq).
Aktivitätskonzentration	Aktivität pro Volumeneinheit.
Anlagengelände	Grundstück, das durch die zugehörigen Flurstücke gekennzeichnet ist.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Anlagenteile	Bauliche, maschinen- und elektrotechnische Teile und Komponenten der Anlage KKK.
Bearbeitung	Zerlegung, Sortierung, Sammlung, vorübergehende Lagerung und Dekontamination von radioaktiven Reststoffen sowie Aktivitätsmessungen an radioaktiven Reststoffen.
Behandlung	Verarbeitung von radioaktiven Abfällen zu Abfallprodukten (z. B. durch Kompaktieren, Verfestigen, Vergießen, Trocknen) und das Verpacken der Abfallprodukte.
Betriebsgelände	Gemäß §3 StrlSchV Grundstück, auf dem sich Anlagen oder Einrichtungen befinden und zu dem der Zugang oder auf dem die Aufenthaltsdauer von Personen durch den Strahlenschutzverantwortlichen beschränkt werden können. Am Standort Krümmel ist das Betriebsgelände durch den Masivzaun umgrenzt.
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.
Dosimeter	Messgerät zur Bestimmung der Dosis und/oder Dosisleistung.
Dosisleistung	In einem bestimmten Zeitintervall erzeugte Dosis dividiert durch die Länge des Zeitintervalls.
Endlager	Anlage zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, in der radioaktive Abfälle wartungsfrei, zeitlich unbefristet und sicher geordnet beseitigt werden.
Fortluft	Fortluft ist die in das Freie abgeführte Abluft.
Freigabe	Verwaltungsakt, der die Entlassung radioaktiver Stoffe sowie beweglicher Gegenstände, von Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen, die aktiviert oder mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind und die aus Tätigkeiten nach § 2 (1) Nr. 1 Buchstabe a, c oder d StrlSchV [4] stammen, aus dem Regelungsbereich

Vattenfall Europe Nuclear Energy

	<p>a) des Atomgesetzes [1] und</p> <p>b) darauf beruhender Rechtsverordnungen sowie verwaltungsbehördlicher Entscheidungen zur Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehabung oder zu deren Weitergabe an Dritte als nicht radioaktive Stoffe bewirkt.</p>
Freigabewert	Wert der massen- oder flächenspezifischen Radioaktivität, bei deren Unterschreitung eine Freigabe gemäß § 29 StrlSchV [4] zulässig ist.
Freimessung	Aktivitätsmessung, deren Ergebnis durch Vergleich mit den vorgegebenen Freigabewerten eine Entscheidung über die Freigabe des Materials ermöglicht.
Ingestion	Aufnahme von (radioaktiven) Stoffen durch Nahrungsmittel und Trinkwasser.
Inkorporation	Aufnahme von radioaktiven Stoffen in den menschlichen Körper.
Kompaktieren	Zusammenpressen von festem radioaktivem Abfall zu Presslingen zum Zwecke der Volumenreduktion.
Konditionierung	Behandlung radioaktiver Abfälle zur Herstellung lagerfähiger Abfallgebände.
Konditionierte radioaktive Abfälle	Zur Endlagerung vorbereitete radioaktive Abfälle
Kontamination	Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen.
Kontrollbereich	Bereich, 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.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung	Bauwerk am Standort KKK oder einem anderen Standort, in dem vernachlässigbar wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle bis zu ihrem Abtransport in das Endlager des Bundes zwischengelagert werden können.
Längerfristiger Stillstands-betrieb	Längerfristiger Stillstandsbetrieb ist der Nichtleistungsbetrieb bis zur Erklärung des Nachbetriebs oder Inanspruchnahme der ersten vollziehbaren Genehmigung nach § 7 (3) AtG [1] durch die Betreiberin der Anlage KKK.
Nachbetrieb	Zeitraum nach Erklärung des Betreibers auf den Leistungs-betrieb zu verzichten bis zur Inanspruchnahme der ersten voll-ziehbaren Genehmigung nach § 7 (3) AtG [1].
Nuklid	Ein Nuklid ist eine durch seine Protonenzahl, Neutronenzahl und seinen Energiezustand charakterisierte Atomart.
Nuklidvektor	Angabe der relativen Anteile einzelner Radionuklide an der Gesamtaktivität eines Stoffes.
Ortsdosis	Unter Ortsdosis versteht man die Äquivalentdosis (Produkt aus absorbierte Dosis und Qualitätsfaktor), die an einem be-stimmten Ort gemessen wird.
Ortsdosisleistung	In einem bestimmten Zeitintervall erzeugte Ortsdosis dividiert durch die Länge des Zeitintervalls.
Pufferlagerfläche	Fläche im Überwachungsbereich zur Aufnahme von im KKK abgebauten Anlagenteilen und von im Maschinenhaus bzw. Reaktorgebäude bearbeiteten und behandelten Stoffen. Die Pufferlagerung erfolgt unter Verwendung geeigneter Verpa-ckungen bzw. Behälter mit IP-2 Zulassung.
Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden.
Radionuklid	Instabiles Nuklid, das spontan ohne äußere Einwirkung unter

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Strahlungsemission zerfällt.

Radioaktive Stoffe	Stoffe, die ein Radionuklid oder ein Gemisch von mehreren Radionukliden enthalten und deren Aktivität oder spezifische Aktivität im Zusammenhang mit der Kernenergie oder dem Strahlenschutz nach den Regelungen des AtG [1] oder einer auf Grund des AtG [1] erlassenen Rechtsverordnung nicht außer Acht gelassen werden darf.
Restbetrieb	Unter Restbetrieb versteht man den Betrieb aller für die Stilllegung notwendigen Versorgungs-, Sicherheits- und Hilfssysteme sowie den Betrieb der für den Abbau von Komponenten, Systemen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen nach Erteilung der Stilllegungsgenehmigung.
Restbetriebshandbuch	Anweisungen für das Personal für den Restbetrieb der Anlage KKK und den Abbau von Anlagenteilen, einschließlich der Betriebsordnungen.
Reststoffe, nicht radioaktiv	Bei der Stilllegung und dem Abbau anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die weder kontaminiert noch aktiviert sind.
Reststoffe, radioaktiv	Während der Stilllegung und des Abbaus anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die kontaminiert oder aktiviert sind und schadlos verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden.
Sekundärabfall	Während Restbetrieb und Abbau durch zusätzlich in die Anlage KKK eingebrachte Materialien entstehende radioaktive Abfälle.
Sonderbrennstab	Einzelner aus Brennelementen ausgebauter Brennstab mit oder ohne Defekt
Sperrbereich	Zum Kontrollbereich gehörende Bereiche, in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h sein kann.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Standortzwischenlager	Lagerhalle zur trockenen Zwischenlagerung von mit abgebrannten Brennelementen beladenen CASTOR®Behältern am Standort eines Kernkraftwerks.
Staufläche	Lagerfläche im KKK für Materialien, die nicht sofort zum nächsten Arbeitsbereich weitertransportiert werden können. Diese Flächen befinden sich an geeigneten Orten im Kontrollbereich.
Stillsetzung	Endgültige Außerbetriebnahme von Systemen und Teilsystemen, die Voraussetzung für deren Abbau ist.
Störfall	Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Restbetrieb oder der Abbau aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden können und für den die Anlage KKK auszulegen ist oder für den bei Tätigkeiten Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.
Strahlenexposition	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper.
Strahlenschutzbeauftragte	Fachkundige Betriebsangehörige, die vom Strahlenschutzverantwortlichen (§ 31 (1) der StrlSchV [4]) unter schriftlicher Festlegung der Aufgaben, Befugnisse und innerbetrieblichen Entscheidungsbereiche schriftlich bestellt sind.
Strahlenschutzbereiche	Überwachungsbereich, Kontrollbereich und Sperrbereich, letzterer als Teil des Kontrollbereichs.
Strukturen, Systeme und Komponenten	Gesamtmenge aller Anlagenteile
System	Zusammenfassung von Komponenten zu einer technischen Einrichtung, die als Teil der Anlage selbstständige Funktionen ausführt.
Überwachungsbereich	Nicht zum Kontrollbereich gehörender betrieblicher Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von

Vattenfall Europe Nuclear Energy

mehr als 1 mSv oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.

Umgebungsüberwachung	Messungen in der Umgebung der Anlage zur Beurteilung der aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser sowie aus Direktstrahlung resultierenden Strahlenexposition sowie zur Kontrolle der Einhaltung maximal zulässiger Aktivitätsabgaben und Dosisgrenzwerte.
Umluft	Luft, die innerhalb eines Lüftungstechnisch begrenzten Bereiches umgewälzt oder rückgeführt wird.
Wiederkehrende Prüfungen	Prüfungen, die aufgrund von Rechtsvorschriften, Auflagen der zuständigen Behörden oder anlässlich anderweitiger Festlegungen im Allgemeinen in regelmäßigen Zeitabständen oder infolge bestimmter Ereignisse durchgeführt werden.
Zuluft	Luft, die einem Raum zugeführt wird.

11 Quellenangaben

- [1] Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. November 2015 (BGBl. I S. 2053) geändert worden ist

- [2] Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach §7 des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensverordnung - AtVfV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. Februar 1995 (BGBl. I S. 180), zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2006 (BGBl. I S. 2819) geändert

- [3] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 21. Dezember 2015 (BGBl. I S. 2490) geändert worden ist

- [4] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), zuletzt durch Artikel 5 der Verordnung vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010) geändert

- [5] Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes, BMU, Fassung vom 12. August 2009

- [6] Empfehlung der Entsorgungskommission – Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen vom 16.03.2015

- [7] KTA 1504 „Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser“, Fassung 2007-11

- [8] Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI), Fassung vom 07. Dezember 2005

- [9] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24.

Vattenfall Europe Nuclear Energy

Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 1a des Gesetzes vom 20. November 2015 (BGBl. I S. 2071) geändert worden ist

- [10] Empfehlung der Entsorgungskommission; Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, revidierte Fassung vom 10. Juni 2013
- [11] Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle, Fassung vom 19. November 2008
- [12] 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 2013-11
- [13] KTA 1201 „Anforderungen an das Betriebshandbuch“, Fassung 2009-11
- [14] KTA 1202 „Anforderungen an das Prüfhandbuch, Fassung 2009-11, überprüft 2014-11
- [15] KTA 1402 „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken, Fassung 2012-11
- [16] KTA 1401 „Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung“, Fassung 2013-11
- [17] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Fassung vom 22. November 2012, Neufassung vom 3. März 2015 (BAAnz AT 30.03.2015 B2)
- [18] Neufassung des Kapitels 4 der Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, Fassung vom 11. September 2003
- [19] KTA 3902 „Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken“, Fassung 2012-11; Berichtigung vom 02. Mai 2013
- [20] KTA 3905 „Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken“, Fassung 2012-11

Vattenfall Europe Nuclear Energy

- [21] Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt – GGVSEB), in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. März 2015 (BGBl. I S. 366), durch Artikel 489 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert
- [22] Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (fr.); Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR), aktualisierte Fassung vom 17. April 2015
- [23] BMI-Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen durch Auslegung der Kernkraftwerke hinsichtlich ihrer Festigkeit und induzierten Schwingungen sowie durch Sicherheitsabstände, BANz. Nr. 179 vom 13. September 1976
- [24] Vortrag „Abbau der aktivierten Innenschicht des Biologischen Schildes und angrenzender Gebäudestrukturen während des Abbaus des Kernkraftwerks Niederaichbach“, Jahrestagung Kerntechnik 1995
- [25] Freund, H.-U.; Bächler, M.; Obst, J.; Krutzik, N.; Tropp, R.; Zinn, R. (1996). „Europäische Kommission EUR 16867 – Demonstration des sprengtechnischen Abbruchs am biologischen Schild des Kernkraftwerks Niederaichbach (KKN)“; Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften; Reihe: Kernforschung und –technologie
- [26] Allgemeine Verwaltungsvorschrift § 47 Strahlenschutzverordnung
Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen, 28.08.2012
- [27] KTA 3604, Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken, Fassung 2005-11, überprüft 2010-11
- [28] Freie und Hansestadt Hamburg, HPA Hamburg Port Authority AöR, Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Elbegebiet, Teil III; Hamburg, 2012