

# Stilllegung und Abbau Kernkraftwerk Brunsbüttel

## Sicherheitsbericht

Revision 2

Februar 2015

	BEREICH	DATUM	NAME	UNTERSCHRIFT
Erstellt	[REDACTED]	12.02.2015	[REDACTED]	[REDACTED]
Geprüft	[REDACTED]	12.02.2015	[REDACTED]	[REDACTED]
Freigegeben	[REDACTED]	12.02.2015	[REDACTED]	[REDACTED]

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis.....	11
Abkürzungsverzeichnis.....	12
1 Das Vorhaben im Überblick .....	14
1.1 Der Antrag auf Stilllegung und Abbau .....	14
1.2 Gesamtvorhaben – Zusammenhang zwischen beantragter § 7 Abs. 3 Genehmigung, LasmA und der Umweltverträglichkeitsprüfung .....	16
1.2.1 Reststoffbehandlung einschließlich Abfallbearbeitung.....	17
1.2.2 Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LasmA) .....	18
1.3 Vorbereitende Maßnahmen.....	18
1.4 Ablauf des Abbaus.....	19
1.4.1 Abbauphase 1 .....	21
1.4.2 Abbauphase 2 .....	22
1.4.3 Zeitlicher Ablauf.....	22
1.5 Strahlenschutz und Strahlenexposition .....	23
1.5.1 Schutzziel.....	23
1.5.2 Strahlenexposition in der Umgebung.....	24
1.6 Ereignisanalyse.....	24
2 Standort.....	26
2.1 Geographische Lage.....	26
2.2 Besiedlung .....	27
2.3 Boden- und Wassernutzung.....	28
2.4 Gewerbe- und Industriebetriebe, militärische Anlagen .....	30
2.5 Verkehrswege .....	31
2.5.1 Straßen .....	31
2.5.2 Schienenverkehrswege .....	32
2.5.3 Wasserstraßen.....	32
2.5.4 Flugplätze und Luftstraßen.....	33
2.6 Meteorologische Verhältnisse .....	34
2.6.1 Ausbreitungsstatistik .....	35
2.6.2 Inversionen.....	36
2.6.3 Niederschläge .....	36
2.7 Geologische Verhältnisse.....	36
2.8 Hydrologische Verhältnisse.....	37
2.8.1 Oberflächengewässer .....	37
2.8.2 Grundwasser.....	39

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

2.8.3	Trinkwassergewinnung.....	39
2.8.4	Kühlwasseranalysen .....	39
2.9	Seismische Verhältnisse .....	40
2.10	Radiologische Vorbelastung.....	40
2.11	Zusammenfassende Standortbewertung.....	41
3	Beschreibung des Ausgangszustandes der Anlage Kernkraftwerk Brunsbüttel.....	42
3.1	Funktionsprinzip des Kernkraftwerks Brunsbüttel.....	42
3.2	Gebäude und Anlagenteile.....	44
3.2.1	Gesamtanordnung.....	44
3.2.2	Reaktorgebäude.....	48
3.2.3	Maschinenhaus .....	52
3.2.4	Maschinentransformatorgebäude .....	55
3.2.5	Warten-, Betriebs- und Schaltanlagegebäude .....	55
3.2.6	Betriebsgebäude .....	56
3.2.7	Notstromdieselgebäude.....	57
3.2.8	Gebäude Netzersatzanlage Objektsicherung .....	58
3.2.9	Hilfskesselgebäude .....	58
3.2.10	UNS-Gebäude.....	59
3.2.11	Feststofflager .....	60
3.2.12	Kühlwasserbauwerke .....	61
3.2.13	Vollentsalzungsanlage.....	62
3.2.14	Transportbereitstellungshallen I und II.....	62
3.2.15	Standortzwischenlager Brunsbüttel .....	63
3.2.16	Gasturbinenkraftwerk .....	63
3.2.17	Geplantes Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle und Pufferlagerflächen .....	63
3.3	Weiterbetriebene Systeme und Anlagen während des Nachbetriebs .....	63
3.3.1	Systeme zur Nachwärmeabfuhr .....	64
3.3.2	Lüftungstechnische Anlagen .....	64
3.3.3	Kühlwassersysteme .....	67
3.3.4	Elektrotechnische Anlagen und Einrichtungen.....	67
3.3.4.1	Starkstromanlagen.....	68
3.3.4.2	Notstromversorgung im Nachbetrieb.....	68
3.3.4.3	Reaktorschutz, Leit- und Messtechnik.....	68
3.3.5	Unabhängiges Notstandssystem .....	69
3.3.6	Abwasser- und Reststoffbehandlungsanlagen.....	69
3.3.6.1	Abwasserbehandlungsanlagen .....	69

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

3.3.6.2	Reststoffbehandlungsanlagen.....	71
3.3.7	Kommunikationseinrichtungen.....	71
3.3.8	Aktivitäts- und Umgebungsüberwachung sowie Probenahmesysteme .....	72
3.3.9	Zwischenkühlwassersysteme .....	72
3.3.10	Sonstige Versorgungs- und Hilfssysteme .....	73
3.3.10.1	Messgasversorgung.....	73
3.3.10.2	Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung sowie Wasseraufbereitung .....	73
3.3.10.3	Hilfsdampf- und Heizungsanlagen .....	73
3.3.10.4	Druckluftanlage.....	74
3.3.10.5	Entwässerungs-, Entlüftungs- und Entleerungssysteme .....	74
3.3.10.6	Ableitung von Niederschlagswasser .....	74
3.3.11	Sonstige Einrichtungen im Kontrollbereich .....	75
3.3.11.1	Reaktordruckbehälter.....	75
3.3.11.2	Brennelementlagerbecken, Absetzbecken und Flutraum .....	75
3.3.11.3	Kondensationskammer .....	75
3.3.11.4	Brennelement-Wechselmaschine.....	76
3.3.11.5	Werkstätten und Labore.....	77
3.3.12	Brandschutz .....	77
3.3.13	Anlagen und Einrichtungen für den Objektschutz .....	78
3.3.14	Anlagen und Einrichtungen für den Notfallschutz .....	78
3.4	Anlagenhistorie .....	78
3.4.1	Radiologischer Ausgangszustand .....	80
3.4.1.1	Aktivierete Anlagenteile und Gebäudestrukturen .....	81
3.4.1.2	Kontaminierte Anlagenteile und Gebäudestrukturen .....	82
3.4.1.3	Radioaktive Betriebsabfälle.....	82
4	Arbeitsbereiche, Abbauverfahren und Abbaueinrichtungen .....	83
4.1	Arbeitsbereiche .....	83
4.1.1	Zerlegeplätze .....	83
4.1.2	Stau- und Pufferlagerflächen.....	84
4.1.3	Dekontamination .....	84
4.1.4	Konditionierung .....	85
4.1.5	Radioaktivitätsmessungen.....	85
4.2	Zerlege-, Dekontaminations- und Konditionierungsverfahren .....	85
4.2.1	Zerlegeverfahren.....	86
4.2.1.1	Mechanische Zerlegeverfahren.....	86
4.2.1.2	Thermische Zerlegeverfahren .....	87

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

4.2.2	Dekontaminationsverfahren.....	87
4.2.2.1	Mechanische Dekontaminationsverfahren .....	87
4.2.2.2	Chemische Dekontaminationsverfahren.....	88
4.2.2.3	Weitere Dekontaminationsverfahren .....	88
4.2.3	Konditionierungsverfahren.....	88
4.3	Abbaueinrichtungen .....	89
4.3.1	Manueller Abbau .....	89
4.3.2	Fernbedienter Abbau.....	90
5	Der Abbau der Anlage KKB .....	91
5.1	Anpassung der Systeme an den Restbetrieb .....	92
5.1.1	Lüftung .....	93
5.1.2	Abwasseraufbereitung.....	94
5.1.3	Stromversorgung / Elektrotechnische Einrichtungen .....	94
5.1.4	Versorgungssysteme.....	97
5.1.5	Aktivitätsüberwachung.....	97
5.1.6	Kommunikation .....	97
5.1.7	Brandschutz .....	97
5.1.8	Hebezeuge, Aufzüge und Transportfahrzeuge .....	98
5.2	Abbauphase 1.....	98
5.2.1	Abbaumaßnahmen im Reaktorgebäude.....	98
5.2.1.1	Abbau des Reaktordruckbehälter-Deckels .....	100
5.2.1.2	Abbau der Reaktordruckbehälter-Einbauten .....	101
5.2.1.3	Abbau des oberen Teils des Sicherheitsbehälters .....	106
5.2.1.3.1	Abbau des Splitterschutzes.....	107
5.2.1.3.2	Herstellen eines neuen Transportweges .....	108
5.2.1.3.3	Abbau der Kondensationskammerdecke.....	109
5.2.1.3.4	Außenwandung der Kondensationskammer.....	109
5.2.2	Abbaumaßnahmen im Maschinenhaus .....	109
5.2.3	Weitere Teile des Kontrollbereichs .....	112
5.2.4	Überwachungsbereich.....	112
5.3	Abbauphase 2.....	113
5.3.1	Abbaumaßnahmen im Reaktorgebäude.....	113
5.3.1.1	Isolierung des Reaktordruckbehälters .....	113
5.3.1.2	Mantel des Reaktordruckbehälters.....	114
5.3.1.3	Kalotte des Reaktordruckbehälters .....	115
5.3.1.4	Abbau des verbliebenen, oberen Teils des Sicherheitsbehälters .....	116
5.3.1.4.1	Abbau des Innenzylinders.....	116

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

5.3.1.4.2	Abbau des Bodens der Kondensationskammer.....	116
5.3.1.4.3	Abbau der Seitenwände des unteren Ringraums .....	116
5.3.1.5	Biologischer Schild .....	116
5.3.1.6	Sumpf des Sicherheitsbehälters.....	117
5.3.1.7	Weitere Abbaumaßnahmen im Reaktorgebäude .....	117
5.3.2	Maschinenhaus .....	118
5.3.3	Weitere Teile des Kontrollbereichs .....	118
5.3.3.1	Feststofflager und Heiße Werkstatt.....	118
5.3.3.2	Schaltanlagegebäude .....	119
5.3.3.3	Betriebsgebäude.....	119
5.3.4	Überwachungsbereich.....	119
5.3.5	Rückzug aus den Gebäuden .....	119
6	Umgang mit radioaktiven Stoffen.....	121
6.1	Entlassung von radioaktiven Stoffen aus der atomrechtlichen Überwachung ....	122
6.2	Messverfahren und Probenahme .....	124
6.3	Freigabe.....	124
6.4	Herausgabe .....	125
6.5	Behandlung und Lagerung radioaktiver Stoffe.....	126
7	Strahlenschutz.....	130
7.1	Strahlenschutzaufgaben .....	130
7.2	Strahlenschutzbereiche.....	130
7.2.1	Überwachungsbereich.....	130
7.2.2	Kontrollbereich .....	131
7.2.3	Sperrbereich.....	132
7.3	Personenüberwachung und Personenschutzmaßnahmen .....	132
7.3.1	Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition des Personals.....	132
7.3.2	Arbeitsplatzüberwachung .....	133
7.3.3	Überwachung der Dosisgrenzwerte.....	133
7.3.4	Inkorporationsüberwachung .....	134
7.3.5	Arbeitsmedizinische Vorsorge .....	134
7.3.6	Strahlenschutzunterweisung .....	134
7.3.7	Dokumentation der Personenüberwachung.....	134
7.4	Anlagenüberwachung .....	135
7.4.1	Kontaminationsüberwachung .....	135
7.4.2	Ortsdosisleistung in Strahlenschutzbereichen .....	135
7.4.3	Aktivitätskonzentration in Teilabluft und Fortluft.....	135
7.4.4	Abgabe von radioaktiven Stoffen mit dem Wasser .....	136

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

7.4.5	Kontamination von Sachgütern.....	136
7.4.6	Systemüberwachung.....	137
7.4.7	Prüfung und Wartung der Messgeräte.....	137
7.5	Aktivitätsrückhaltung.....	137
7.6	Abgabe radioaktiver Stoffe.....	138
7.6.1	Antragswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe.....	138
7.6.2	Strahlenexposition in der Umgebung.....	138
7.6.3	Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft.....	139
7.6.4	Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abwasser.....	140
7.6.5	Strahlenexposition durch Direktstrahlung.....	140
7.6.6	Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung.....	141
7.7	Umgebungsüberwachung.....	142
8	Organisation und Betrieb.....	144
8.1	Abbaureglement.....	144
8.1.1	Restbetriebshandbuch.....	144
8.1.2	Prüfhandbuch.....	146
8.1.3	Managementhandbuch.....	146
8.2	Aufbau-Organisation.....	147
8.2.1	Geschäftsführung / Strahlenschutzverantwortlicher.....	147
8.2.2	Standortleiter.....	147
8.2.3	Leiter der Anlage (LdA).....	148
8.2.4	Strahlenschutzbeauftragter.....	148
8.2.5	Betriebsorganisation, Fachbereiche.....	148
8.3	Qualifikation und Fachkunde.....	149
8.4	Dokumentation.....	149
9	Ereignisanalyse.....	150
9.1	Einleitung.....	150
9.2	Schutzziele und mögliche Ereignisse bei Stilllegung und Abbau.....	151
9.3	Sicherheitsbetrachtungen für Restbetrieb und Abbau des KKB.....	151
9.3.1	Einwirkungen von Innen.....	151
9.3.1.1	Lastabsturz bei der Demontage, Zerlegung und Verpackung der Reaktordruckbehältereinbauten und des Reaktordruckbehälters.....	151
9.3.1.2	Lastabsturz beim Transport von großen Einzelkomponenten im Kontrollbereich.....	152
9.3.1.3	Herabstürzen von Lasten auf Reststoff- und Abfallbehälter mit freisetzbarem radioaktivem Inventar.....	152
9.3.1.4	Absturz von beladenen Reststoff- und Abfallbehältern.....	153

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

9.3.1.5	Ereignisse bei Transportvorgängen einschließlich Verkehrsunfall eines Transportfahrzeuges beim Transport von beladenen Reststoff- und Abfallbehältern auf dem Anlagengelände KKB.....	153
9.3.1.6	Beschädigung oder Ausfall zusätzlicher mobiler Lüftungstechnischer Einrichtungen bei der Demontage und Zerlegung kontaminierter und aktivierter Anlagenteile im Kontrollbereich .....	153
9.3.1.7	Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt .....	154
9.3.1.8	Beschädigung oder Ausfall der Infrastruktureinrichtungen im Abbau	154
9.3.1.9	Leckage des Abwasserverdampfers .....	154
9.3.1.10	Auslaufen des Konzentratbehälters .....	155
9.3.1.11	Absturz eines Lagerfasses mit Ionenaustauscherharzen beim Handhaben oder Verpacken und Ereignisse beim Abfüllen.....	155
9.3.1.12	Leckage eines Nasszerlegebereichs.....	155
9.3.1.13	Brand im Bereich der Reststoffbehandlung / Abfallkonditionierung ..	156
9.3.1.14	Brand eines Aktivkohlefilters .....	157
9.3.1.15	Weitere anlageninterne Brände .....	157
9.3.1.16	Thermische Zersetzung von Ionenaustauscherharzen (Fassbrand, Behälterbrand) .....	157
9.3.1.17	Brandbedingter Ausfall der Infrastruktur im Abbau .....	158
9.3.1.18	Chemische Einwirkungen.....	158
9.3.1.19	Aktivitätsfreisetzung aus defekten Brennstäben.....	158
9.3.2	Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen .....	159
9.3.3	Ausfall der netzseitigen Drehstromversorgung .....	159
9.3.4	Ausfall der stationären Lüftungsanlagen zur Unterdruckhaltung .....	159
9.3.5	Einwirkungen von Außen.....	160
9.3.5.1	Erdbeben, Erdbeben.....	160
9.3.5.2	Wind- und Schneelasten, Starkregen.....	160
9.3.5.3	Blitzschlag .....	161
9.3.5.4	Hochwasser / Überflutung.....	161
9.3.5.5	Waldbrände .....	162
9.3.5.6	Flugzeugabsturz .....	162
9.3.5.7	Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen .....	162
9.3.5.8	Externe Brände.....	163
9.3.5.9	Eindringen von Gasen .....	163
9.3.6	Wechselwirkungen mit anderen Anlagen am Standort .....	164
9.3.6.1	Gasturbinenkraftwerk.....	164
9.3.6.2	Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle .....	164



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

9.3.6.3	Standortzwischenlager Brunsbüttel.....	164
9.3.6.4	Pufferlagerung .....	165
9.3.6.5	Windkraftanlagen .....	166
9.3.6.6	Versagen von Behältern mit hohem Energiepotential.....	166
9.3.6.7	Umstürzen einer baulichen Einrichtung.....	167
9.3.6.8	Versagen von gemeinsam genutzten Einrichtungen .....	167
9.4	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	167
	Begriffsbestimmung.....	169
	Quellenangaben.....	175

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Der zeitliche Ablauf des Vorhabens.....	23
Abbildung 2.1: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (2005) Brunsbüttel* .....	27
Abbildung 2.2: Umgebung des KKB .....	28
Abbildung 2.3: NATURA 2000-Gebiete – Überblick* .....	29
Abbildung 2.4: Industrie- und Gewerbegebiete .....	31
Abbildung 2.5: Oberer Luftraum im 70 km Umkreis* .....	33
Abbildung 2.6: Unterer Luftraum im 70 km Umkreis* .....	34
Abbildung 2.7: Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit, Brunsbüttel .....	35
Abbildung 2.8: Windrichtungshäufigkeitsverteilung, Brunsbüttel .....	36
Abbildung 2.9: Jahresverlauf der Tagesmittelwerte der Elbwassertemperatur, Brunsbüttel ..	39
Abbildung 3.1: Energieumwandlung im Siedewasserreaktor (Skizze) .....	42
Abbildung 3.2: Übersichtsplan Standort des Kernkraftwerks Brunsbüttel .....	44
Abbildung 3.3: Reaktorgebäude und Maschinenhaus .....	48
Abbildung 3.4: Sicherheitsbehälter mit Einbauten .....	50
Abbildung 3.5: Maschinenhaus – Querschnitt .....	54
Abbildung 3.6: Übersichtsschema Lüftungsanlage (Nachbetrieb) .....	66
Abbildung 3.7: Elektrischer Übersichtsplan Nachbetrieb .....	67
Abbildung 3.8: Übersichtsdarstellung Abwasser- und Konzentrataufbereitung.....	70
Abbildung 3.9: RDB hochgeflutet und mit Flutraum und Brennelementlagerbecken verbunden .....	76
Abbildung 5.1: Elektrischer Übersichtsplan Restbetrieb .....	96
Abbildung 5.2: Reaktorgebäude – Querschnitt.....	99
Abbildung 5.3: RDB mit Einbauten.....	102
Abbildung 5.4: Aufbau des Sicherheitsbehälters .....	108
Abbildung 5.5: Maschinenhaus – Vertikalschnitt .....	110
Abbildung 6.1: Differenzierung der radioaktiven Reststoffe .....	121
Abbildung 6.2: Entsorgungswege für radioaktive Reststoffe.....	122
Abbildung 6.3: Prognostizierte Massenströme .....	123
Abbildung 6.4: Behandlungswege für radioaktive Abfälle.....	126
Abbildung 6.5: Verantwortlichkeiten bei der Entsorgung intern und extern konditionierter, radioaktiver Abfälle.....	129

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Zuordnung der Kurzbezeichnungen .....	45
Tabelle 3.2:	Massen der Komponenten, Systeme und Baustrukturen (abgeschätzt).....	47
Tabelle 3.3:	Kurzübersicht – Einrichtung / Inbetriebsetzung.....	79
Tabelle 3.4:	Zusammenstellung der wichtigsten Änderungsgenehmigungen .....	80
Tabelle 5.1:	Zerlegung der RDB-Einbauten .....	103
Tabelle 5.2:	Hauptschritte beim Abbau des oberen Teils des SHB .....	107
Tabelle 5.3:	Gebäude ohne Kontrollbereich (inner- und außerhalb Überwachungs- bereich) .....	113
Tabelle 7.1:	Strahlenexpositionen durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus dem KKB und eines LasmA.....	139
Tabelle 7.2:	Strahlenexposition durch Direktstrahlung .....	141
Tabelle 7.3:	Summe der Strahlenexpositionen.....	142

## Abkürzungsverzeichnis

AKZ	Anlagenkennzeichen
AtG	Atomgesetz
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BE	Brennelement
BKK	Betriebskühlkreis
BMI	Bundesministerium des Innern
EVA	Einwirkungen von Außen
EVI	Einwirkungen von Innen
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FNP	Flächennutzungsplan
GTW	Gasturbinenwerk
HEW	Hamburgische Electricitäts-Werke AG
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf
KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel
KKS	Kernkraftwerk Stade
Koka	Kondensationskammer
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
LasmaA	Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle
LBO	Landesbauordnung
LdA	Leiter der Anlage
LVD	Leistungsverteilerdetektor
Mg	Megagramm (=10 <sup>6</sup> g)
MHB	Managementhandbuch
NHB	Notfallhandbuch
NWG	Nachweisgrenze
PHB	Prüfhandbuch
RBHB	Restbetriebshandbuch
RDB	Reaktordruckbehälter
REI	Richtlinie zur Emissions- u. Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen
SAG	Stilllegungs- und Abbaugenehmigung
SHB	Sicherheitsbehälter

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
SZB	Standortzwischenlager Brunsbüttel
TBH	Transportbereitstellungshalle
UNS	Unabhängiges Notstandssystem
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
WAZÜ	Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
ZKW	Zwischenkühlwasser

## 1 Das Vorhaben im Überblick

Das Kernkraftwerk Brunsbüttel (KKB) nahm am 09. Februar 1977 seinen kommerziellen Betrieb auf. Es besitzt eine elektrische Nettoleistung von 771 MW<sub>el</sub> und hat in seiner Betriebszeit ca. 118,86 Mio. MWh Strom produziert (netto). Die ursprüngliche Betriebsgenehmigung war unbefristet.

Durch die 13. Atomgesetznovelle zum Atomgesetz (AtG) /1/ hat das Kernkraftwerk Brunsbüttel mit Ablauf des 06. August 2011 die Berechtigung zum Leistungsbetrieb verloren. Der gegenwärtige Nachbetrieb ist von der 1983 erteilten unbefristeten Betriebsgenehmigung mit umfasst. Die Stilllegung des Kernkraftwerks und sein Abbau bedürfen nach den Regelungen des Atomgesetzes § 7 Abs. 3 einer gesonderten Genehmigung.

### 1.1 Der Antrag auf Stilllegung und Abbau

Am 01. November 2012 hat die Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG den Antrag nach § 7 Abs. 3 Atomgesetz auf Stilllegung und Abbau gestellt, der mit Schreiben vom 19. Dezember 2014 präzisiert wurde.

Der atomrechtliche Antrag umfasst:

1. Die Stilllegung des Kernkraftwerks Brunsbüttel.
2. 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 in dem Restbetrieb der Anlage unberührt und wirksam bleiben, soweit sie nicht durch die beantragte Stilllegungsgenehmigung ersetzt oder geändert werden.
3. Den Restbetrieb des KKB und dessen fortschreitende Veränderungen entsprechend den Regelungen des Restbetriebshandbuchs (RBHB).
4. Den Restbetrieb, d. h. Weiterbetrieb von Systemen und Komponenten und / oder die Errichtung und den 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.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

5. Anpassungen des Betriebs 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. Die Errichtung und das Einbringen von Systemen und Komponenten, die für den Abbau benötigt werden, sowie deren Nutzung und Betrieb.
7. Die Durchführung der für den Restbetrieb und den Abbau von Anlagenteilen erforderlichen Arbeiten einschließlich des Umgangs mit radioaktiven Stoffen gemäß Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /2/.
8. Ggf. die Nutzung externer Entsorgungsdienstleistungen an anderen Standorten unter den dort geltenden Genehmigungen.
9. Weiterentwicklung der Vorgehensweise am Standort zur Freigabe entsprechend den Regelungen des § 29 StrlSchV zur Entlassung von aktivierten oder kontaminierten beweglichen Gegenständen, Anlagen oder Anlagenteilen die bei Abbau oder Restbetrieb anfallen bzw. Freigabe entsprechend den Regelungen des § 29 StrlSchV von aktivierten oder kontaminierten Gebäuden und Bodenflächen zur Entlassung aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes als nicht radioaktive Stoffe gemäß eines während der Nachbetriebsphase neu zu entwickelnden Freigabeverfahrens. Wenn bewegliche Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteile weder aktiviert noch kontaminiert sind und daher nicht unter den Regelungsbereich des § 29 StrlSchV fallen, erfolgt die Entlassung weiter entsprechend der hierzu bislang praktizierten Vorgehensweise.
10. Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser bis zu den beantragten bzw. genehmigten Grenzwerten (vgl. Kapitel 7.6.1).
11. Nutzungsänderungen, d. h. Freiräumen, Einrichten und Nutzen von Raumbereichen z. B. für den Betrieb von Anlagen zum Abbau und zur weiteren Bearbeitung von Reststoffen innerhalb des Kontrollbereichs.
12. Den Ausbau und die Einrichtung von Transportwegen für den Transport von Material und zur Vereinfachung der Begehungsmöglichkeiten und die damit zusammenhängenden Änderungen der Anlage.
13. Den Abbau von nicht kontaminierten, kontaminierten und aktivierten Anlagenteilen im Kontroll- und Überwachungsbereich sowie andere atomrechtlich genehmigte Anlagenteile, in mehreren aufeinander abgestimmten Teilschritten, sogenannten Abbauphasen.
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 Durchfüh-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

rung des Abbaus und / oder als Ersatzsysteme errichtet wurden und nicht mehr benötigt werden.

### 1.2 Gesamtvorhaben – Zusammenhang zwischen beantragter § 7 Abs. 3 Genehmigung, LasmA und der Umweltverträglichkeitsprüfung

Zur Genehmigungsfähigkeit des Antrages zur „Stilllegung und zum Abbau“ des KKB nach § 7 Abs. 3 AtG 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 (vgl. Kapitel 1.2.1) und
- der Nachweis zum Verbleib der anfallenden radioaktiven Abfälle bis zu deren Ablieferung an ein Bundesendlager erbracht werden kann (vgl. Kapitel 1.2.2).

Die nach § 19 b AtVfV vorzusehende Umweltverträglichkeitsprüfung hat sich auf die insgesamt mit dem Vorhaben geplanten Maßnahmen zu erstrecken.

Es ist eine UVP für

- die Stilllegung und den Abbau des KKB im Rahmen der bereits beantragten Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG,
- die Maßnahmen in der Abbauphase 2, welche mit mindestens einer weiteren Teilgenehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG zukünftig durch die Vorhabensträgerin zu beantragen sind,
- die Einrichtung von Pufferlagern und
- den nach der Entlassung der Restgebäudestruktur aus der atomrechtlichen Überwachung geplanten konventionellen Abriss

vorgesehen.

Der vorliegende Sicherheitsbericht beschreibt die Maßnahmen, die in der Abbauphase 1 vorgesehen sind und welche bereits nach § 7 Abs. 3 AtG 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



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

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 müssen die Unterlagen, die einem erstmaligen Antrag auf Erteilung einer Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG beizufügen sind, auch Angaben zu den insgesamt geplanten Maßnahmen zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage enthalten, die insbesondere die Beurteilung ermöglichen, ob die beantragten Maßnahmen weitere Maßnahmen nicht erschweren oder verhindern und

- ob eine sinnvolle Reihenfolge der Abbaumaßnahmen vorgesehen ist.

Der Sicherheitsbericht enthält zu den Maßnahmen, die antragsgemäß der Abbauphase 2 vorbehalten sind, eine Detaillierung, die eine Bewertung hinsichtlich der oben genannten Punkte ermöglicht.

Der konventionelle Abriss der nach Ende der Abbauphase 2 noch vorhandenen Gebäudestrukturen erfolgt nach Entlassung aus dem AtG außerhalb der § 7 Abs. 3 Genehmigung im Rahmen der dann gültigen allgemeinen technischen Regeln und Gesetze. Daher sind in diesem Sicherheitsbericht zur § 7 Abs. 3 Genehmigung keine Ausführungen zum konventionellen Abriss enthalten.

### 1.2.1 Reststoffbehandlung einschließlich Abfallbearbeitung

Im Wesentlichen zählen zur Reststoffbehandlung 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 des Kontrollbereichs ggf. weiter bearbeitet und dem konventionellen Wertstoffkreislauf zugeführt oder beseitigt (vgl. auch Kapitel 6). Eingeschränkt freigegebene Stoffe werden unter Berücksichtigung der radiologischen Gegebenheiten gesondert behandelt.

Grundsätzlich kann die Reststoffbehandlung und Abfallbearbeitung im bestehenden Kontrollbereich der Anlage KKB 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 KKB ist die Reststoffbehandlung und Abfallbearbeitung primär im bestehenden Kontrollbereich der Anlage, vorzugsweise im Maschinenhaus, vorgesehen. Diese Tätigkeiten sind Bestandteil der beantragten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG und werden daher in diesem Sicherheitsbericht detaillierter beschrieben.

## 1.2.2 Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LasmA)

Ein Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LasmA) ist auf dem Anlagengelände geplant. Die abgebauten Anlagenteile werden nach Erfordernis dekontaminiert, sodass insgesamt ca. 98 % der Gesamtmasse der Anlage KKB freigegeben werden kann und damit ca. 6.000 Mg schwach- und mittelradioaktive Abfälle zu entsorgen sind. Die radioaktiven Abfälle werden gemäß den „Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ der Entsorgungskommission (ESK) vom 10. Juni 2013 /12/ 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 Betreiben eines Lagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LasmA) werden gesondert beantragt. Konkrete Ausführungen zu diesem Genehmigungsverfahren sind in diesem Sicherheitsbericht nicht enthalten.

Eine konzeptionelle Abschätzung des dafür maximal erforderlichen Platz- und Raumbedarfs führt zu Gebäudeabmessungen von maximal 6.000 m<sup>2</sup> und einem umbauten Raum von ca. 90.000 m<sup>3</sup>.

Es ist geplant, das gesamte Aktivitätsinventar eines LasmA auf 5 E+17 Bq zu begrenzen. Zur Bewertung der Genehmigungsfähigkeit des Gesamtvorhabens ist das geplante LasmA in diesem Sicherheitsbericht bei der Betrachtung der radiologischen Situation des Gesamtstandorts berücksichtigt. Die Überprüfung der Einhaltung der hierzu angenommenen abdeckenden Werte (z. B. Direktstrahlungsbeitrag) zur gesamten Dosisbelastung erfolgt im Rahmen der Genehmigungsverfahren eines LasmA. Die Untersuchung des Einflusses eines LasmA auf die Schutzgüter im Sinne des UVPG erfolgt in der für dieses LasmA vorgesehenen Umweltverträglichkeitsuntersuchung.

## 1.3 Vorbereitende Maßnahmen

In der Nachbetriebsphase, vor dem Erhalt der Genehmigung zum Abbau der Anlage, finden vorbereitende Arbeiten statt.

Dazu zählen in erster Linie das Entfernen der Brennelemente aus der Anlage, die Dekontaminationen und die dauerhaften Außerbetriebnahmen von für den Nachbetrieb nicht mehr benötigten Systemen. Mit dem Entfernen der Brennelemente aus der Anlage wird das vorhandene Aktivitätsinventar auf weniger als 1 % gesenkt. Die Dekontamination von nicht mehr benötigten Systemen senkt das Aktivitätsinventar weiter.

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

Nach Abtransport der Brennelemente (BE) ist zu Beginn der ersten Phase das Aktivitätsinventar der Anlage um ca. 99 % reduziert. Da ein geringer Teil des Kernbrennstoffs in Form von Defektstäben zu diesem Zeitpunkt voraussichtlich noch nicht aus der Anlage abtransportiert werden kann, werden im Bereich des Brennelementelagerbeckens nur Abbaumaßnahmen mit Rückwirkungsfreiheit auf die dann noch einzuhaltenden Schutzziele ausgeführt. Die Anzahl der Defektstäbe beträgt 13. Diese Menge an bestrahltem Kernbrennstoff ist so gering, dass für die Nachwärmeabfuhr keine Kühlsysteme mehr erforderlich sein werden.

## 1.4 Ablauf des Abbaus

Der Ablauf des Abbaus (vgl. 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 Flächen zur Pufferlagerung und zur weiteren Zerlegung von Anlagenteilen einzurichten, bevor entsprechende Anlagenteile abgebaut werden können.

### Auslegungsgrundsätze

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

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

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

Grundsätzlich kommen erprobte Verfahren für die Dekontamination, Zerlegung und Konditionierung zum Einsatz. Die Auswahl des jeweils am besten geeigneten Verfahrens erfolgt im

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Einzelfall unter Berücksichtigung der o. g. Kriterien, wobei auch auf externe Einrichtungen bzw. Dienstleister zurückgegriffen werden kann.

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 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 des RDB einschließlich Kalotte und Deckel, seiner Einbauten, des Sicherheitsbehälters und des Biologischen Schildes dargestellt. Der Abbau dieser Komponenten wird hier repräsentativ beschrieben, da der Abbau der restlichen Komponenten bezüglich Dekontamination, Dosisleistung, Platzbedarf und Größe weniger anspruchsvoll ist.

Im Rahmen der Darstellung des Abbaus des RDB einschließlich seiner Einbauten wird mindestens diejenige Abbauvariante genannt 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 Systemen und Komponenten werden die zugrunde zu liegenden Vorschriften, Spezifikationen oder KTA-Regeln unter Berücksichtigung der jeweils

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

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

### 1.4.1 Abbauphase 1

Der Abbau ist in zwei Abbauphasen gegliedert. In der ersten Phase wird damit begonnen, die noch erforderlichen Restbetriebssysteme an die Erfordernisse des Abbaus anzupassen oder durch neue Systeme zu ersetzen. Es handelt sich hauptsächlich um folgende Versorgungs- und Überwachungssysteme:

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

Bei 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, sodass 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 Sicherheitsbehälter (SHB) und der Einbauten des Reaktordruckbehälters 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.

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

Vornehmlich zum Aufbau der Reststoffbehandlung werden Demontagen im Maschinenhaus durchgeführt.

## 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 Reaktordruckbehälter und der Biologische Schild abgebaut. Für die Zerlegung des Reaktordruckbehälters 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 Betriebsgeländes aus dem Atomgesetz enden. Dies geschieht durch das Freimesen und die Freigabe der Gebäudestrukturen und des Anlagengeländes oder deren Herausgabe gemäß BMU-Stilllegungsleitfaden /3/.

## 1.4.3 Zeitlicher Ablauf

Der zeitliche Ablauf des Vorhabens ist in Abbildung 1.1 skizziert. Die flankierenden Maßnahmen wie Errichtung und Betrieb eines LasmA, die Entkopplung des Gasturbinenkraftwerks (GTW) und die Autarkisierung des Standortzwischenlagers (SZB) sind nicht Bestandteil des eigentlichen Abbaus. Hierzu notwendige Genehmigungen werden gesondert beantragt.

Die Entkopplung des GTW umfasst die Auflösung der maschinentechnischen, elektrischen, elektronischen und administrativen Abhängigkeiten zwischen dem GTW und der Anlage KKB. Aus Sicht der Anlage KKB besteht zum Zeitpunkt der Erteilung der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung keine Notwendigkeit für die Verfügbarkeit des GTW während der Stilllegung und des Abbaus.

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

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

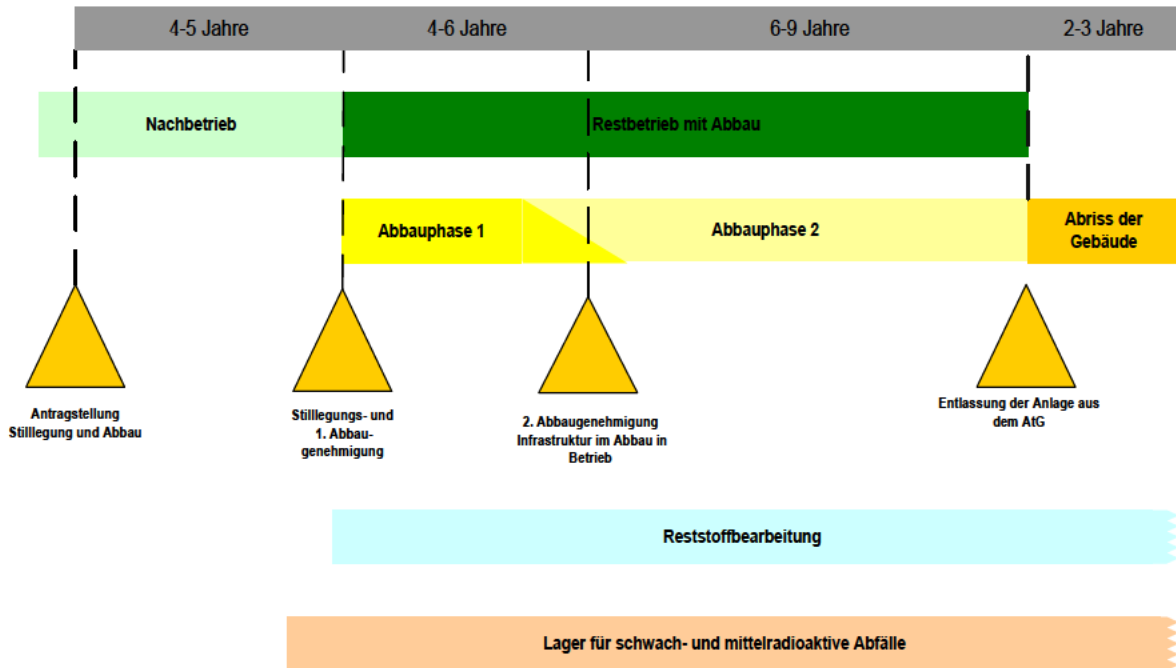


Abbildung 1.1: Der zeitliche Ablauf des Vorhabens

## 1.5 Strahlenschutz und Strahlenexposition

### 1.5.1 Schutzziel

Das Schutzziel "Begrenzung der Strahlenexposition" wird durch entsprechende Planung und Durchführung der Abbauarbeiten sowie durch den Betrieb der Infrastruktur, u. a. der Lüftungs- und Abwasseraufbereitungsanlage, gewährleistet (vgl. Kapitel 7). Die Anforderungen aus dem Schutzziel „Einschluss radioaktiver Stoffe“ sind durch das Schutzziel „Begrenzung der Strahlenexposition“ abgedeckt. Es werden z. B. folgende Vorkehrungen getroffen:

- Die Lüftungsanlagen gewährleisten die Einhaltung von Unterdrücken und gerichteten Strömungen.
- Die Aktivität der über den Abluftkamin abgegebenen Luft wird ständig überwacht.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- 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 ein lückenloser 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 KKB und anderen kerntechnischen Anlagen ein. Entsprechend den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung wird für die ungünstigsten Einwirkungsstellen in der Umgebung die maximale Strahlenexposition ermittelt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden in Kapitel 7 dargestellt. Die aus der StrlSchV 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" /3/, den "Stilllegungsleitlinien" /4/ und den "Störfalleitlinien für die Auslegung von Druckwasserreaktoren" /5/ wurden die zu unterstellenden Ereignisse bestimmt und untersucht (vgl. 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. 1,3 mSv für ein Kleinkind im Alter von bis zu einem Jahr (am höchsten belastete Altersgruppe). Dieser Wert liegt um mehr als eine Größenordnung unter



## **Vattenfall Europe Nuclear Energy**

dem Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV durch Freisetzung radioaktiver Stoffe.

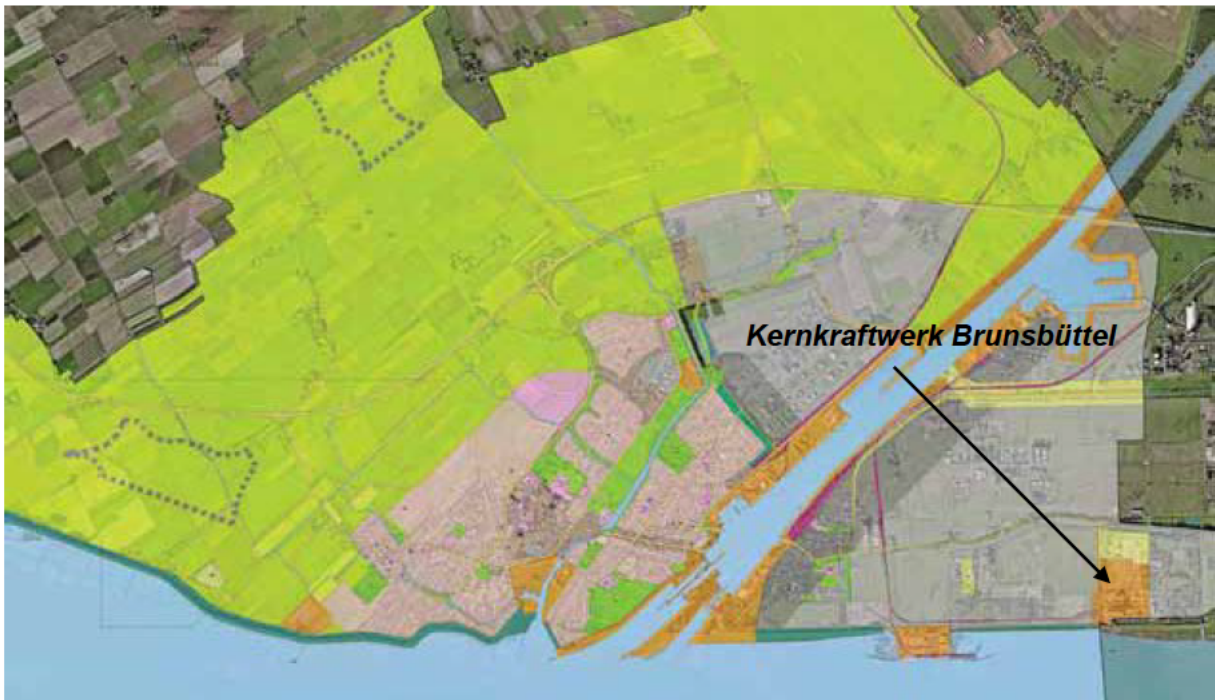
## 2 Standort

Das Anlagengelände des Kernkraftwerks Brunsbüttel (KKB) befindet sich im südwestlichen Landesteil von Schleswig-Holstein bei Brunsbüttel und liegt in dem großflächig als Industrie- und Gewerbegebiet genutzten Bereich im Osten der Stadt Brunsbüttel. Der Standort ist auf dem Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (FNP) vom 26. Oktober 2005 (Stand: 05. Juni 2012) der Stadt Brunsbüttel (Abbildung 2.1) dargestellt. Das Gelände umfasst insgesamt eine Fläche von ca. 25 ha, die laut FNP als „Sondergebiet Kernkraftwerk“ (orange Fläche) bzw. „Fläche für Versorgungsanlagen, Umspannwerk“ (gelbe Fläche) ausgewiesen ist.

Grundlage für die folgenden Betrachtungen zu den Aspekten Besiedlung, Boden- und Wassernutzung, Gewerbe- und Industriegebiete ist ein Bewertungsradius von 10 km (vgl. Abbildung 2.3).

### 2.1 Geographische Lage

Das Kernkraftwerk Brunsbüttel liegt am rechten Elbufer unmittelbar hinter dem Hochwasserdeich bei Stromkilometer 692 in der Gemarkung Brunsbüttel, Kreis Dithmarschen, Schleswig-Holstein. Der Standort (innerhalb des Massivzauns) wird im Westen durch die Otto-Hahn-Straße, im Norden durch die Kreisstraße 75 (K75), im Osten durch den Verbandsvorfluter 02 sowie im Süden durch die Elbe begrenzt. Das Grundstück ist eingetragen im Grundbuch von Brunsbüttel, Band 92, Blatt 0578 und Band 62, Blatt 1903 und im Grundbuch von Büttel, Band 8, Blatt 302 gelegen in der Gemarkung Brunsbüttel Flurstück 4/1, 5/1 und 113/87 bzw. Gemarkung Büttel, Flurstück 83/21 und 93/21. Es hat die geographischen Koordinaten Rechtswert = 35 13 318, Hochwert = 59 73 349. Der Standort wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zur hochwassersicheren Nutzung mit sandreichen Aufspülungen überlagert und künstlich aufgeschüttet. Er liegt in einer Höhe von ca. +2,50 m NN.



**Abbildung 2.1: Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan (2005) Brunsbüttel\***

\*(Stand: 05. Juni 2012)

## 2.2 Besiedlung

Die nächstgelegene Wohnbebauung der Gemeinde Büttel befindet sich in östlicher Richtung in ca. 1,1 km Entfernung. Die nächstgelegene Stadt, die Stadt Brunsbüttel, liegt in westlicher Richtung, in ca. 4,5 km Entfernung. Sie hat 13.067 Einwohner (Stand: 30. Juni 2011) und gehört mit einer Bevölkerungsdichte von ca. 200 Einwohnern je km<sup>2</sup> zu den Siedlungsschwerpunkten im überwiegend ländlich strukturierten und dünn besiedelten Kreisgebiet.

Die nachfolgende Abbildung 2.2 zeigt die weiträumige Umgebung des Kernkraftwerks Brunsbüttel mit seiner Lage am Schnittpunkt der Wasserstraßen Nordsee, Nord-Ostsee-Kanal (NOK) und Unterelbe.



Abbildung 2.2: Umgebung des KKB

Brunsbüttel ist im System der Orte mit zentralörtlichen Funktionen als Mittelzentrum eingestuft. Das Stadtgebiet grenzt im Norden an die Gemeinden Eddelak, Averlak und Kudensee, im Westen an Neufeld, Schmedeswurth und Ramhusen und im Osten an die Gemeinde Büttel. Im Süden stellt die Elbe eine natürliche Grenze der etwa 65,24 km<sup>2</sup> umfassenden Stadtfläche dar. Die Städte / Gemeinden Marne im Nordwesten und St. Michaelisdonn und Burg im Norden sowie Wilster und Brokdorf im Osten sind neben Brunsbüttel weitere Siedlungsschwerpunkte.

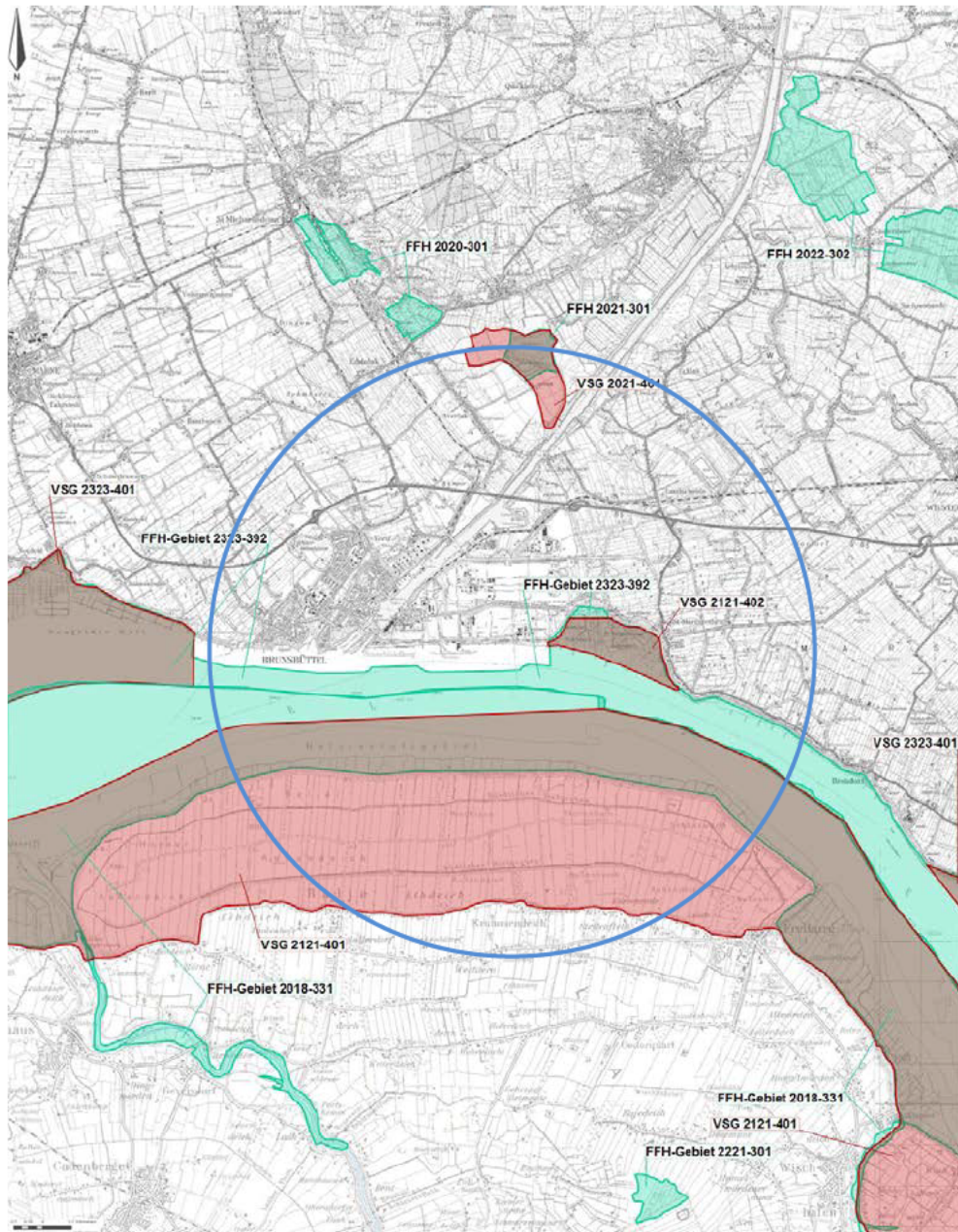
## 2.3 Boden- und Wassernutzung

Außerhalb der Siedlungsflächen findet eine intensive landwirtschaftliche Nutzung statt. Es dominieren der Obst- und Gemüseanbau sowie die Weidewirtschaft. Naturnähere, extensiv oder gar nicht genutzte Flächen haben nur einen sehr geringen Anteil. Waldflächen sind nicht vorhanden und Gehölzstrukturen sind weitgehend auf die Siedlungsbereiche beschränkt.

Auch im weiteren Umkreis dominieren intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen, die bis in die Geestbereiche im Nordosten ausgreifen. Abweichend davon befinden sich nachfolgende, zum europäischen Netz „NATURA 2000“ gehörende Naturschutz- bzw. FFH-Gebiete (vgl. Abbildung 2.3), die vom 10 km Kreis des Betrachtungsraums ganz oder teilweise erfasst

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

werden: FFH-Gebiet Schleswig-Holsteinisches Elbästuar (2323-392), FFH-Gebiet NSG Kudensee (2021-301), Vogelschutzgebiet Kudensee (2021-401), Vogelschutzgebiet Vorland von St. Margarethen (2121-402), Vogelschutzgebiet Unterelbe (2121-401) und das FFH-Gebiet Unterelbe in Niedersachsen (2018-331). Die geringste Distanz beträgt ca. 2 km zum Vogelschutzgebiet Vorland von St. Margarethen (2121-402).



Legende:

- Vogelschutzgebiet
- FFH-Gebiet

Maßstab 1 : 36500

**Abbildung 2.3: NATURA 2000-Gebiete – Überblick\***

\*(Quelle: Daten des Landes SH und Niedersachsen sowie des Bundesamtes für Naturschutz)

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Auf dem Anlagengelände des KKB sind keine geschützten Gebiete bzw. Objekte wie Naturschutzgebiete, Nationalparks, Biosphärenreservate, FFH-Gebiete und Naturdenkmale vorhanden.

Eine Bedeutung für die Erholung und den Tourismus kommt nur dem Elbufer und der Schleusenanlage des Nord-Ostsee-Kanals als Anziehungspunkt zu.

Die Gewässer innerhalb des Betrachtungsraums haben eine untergeordnete Bedeutung für die Haupt- und Nebenerwerbsfischerei.

### 2.4 Gewerbe- und Industriebetriebe, militärische Anlagen

Im Betrachtungsraum befindet sich das größte zusammenhängende Industriegebiet von Schleswig-Holstein (Abbildung 2.4). Hier sind u. a. Unternehmen der chemischen Industrie ansässig. Produktionsschwerpunkte liegen bei Isocyanaten, Ammoniak, Harnstoff, technischen Fettalkoholen, hochreinen Tonerden, Bitumen, Textilfarbstoffen, Weichmachern, Aluminiumoxiden und Aluminiumoxidhydraten, Mineralöl, Ethylen, Propylen, Alterungsschutzmitteln für technische Gummiprodukte und Herbiziden.

Weitere Unternehmen sind z. B. die Nordsee Gas Terminal GmbH & Co. KG mit Import- und Umschlaglager für Flüssiggas, die Firma Kruse jun. Internationale Spedition e. K., die Linde AG und die Vesta Biofuels GmbH & Co. KG sowie eine Vielzahl von kleineren Gewerbebetrieben und Dienstleistungsunternehmen.

Neben den vorgenannten Unternehmen finden sich hier der Elbehafen Brunsbüttel Ports GmbH mit dem Umschlag unterschiedlichster Güter wie Kohle, Rohöl, Gas, Steine, Chemikalien oder Abfälle, die Sondermüllverbrennungsanlage SAVA sowie am Nord-Ostsee-Kanal der Ölhafen und der Landeshafen Ostermoor. Einige der hier beschriebenen Anlagen fallen in den Anwendungsbereich von Störfallverordnungen und werden unter strengen Sicherheitsvorkehrungen betrieben.

Insgesamt sind im Industriegebiet Brunsbüttel Süd derzeit ca. 2.600 Menschen beschäftigt.

Die Versorgung der angrenzenden Industrie mit Einsatz- und Hilfsstoffen, die für den Betrieb der Anlagen benötigt werden, sowie mit Zwischen- und Fertigprodukten erfolgt teilweise über die Häfen sowie über eine 2 km nördlich vom Standort verlaufende Leitungstrasse. Dort wird u. a. Gas, Flüssiggas, Heiz- und Rohöl sowie Ethylen transportiert.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Das dem Standort nächstgelegene Tanklager mit brennbaren Stoffen ist das Heizöltanklager für das Gasturbinenkraftwerk Brunsbüttel. Im weiteren Umfeld befinden sich diverse Lager für Rohstoffe und Produkte der chemischen Industrie.

Im 10 km Betrachtungsraum befinden sich keine militärischen Einrichtungen.

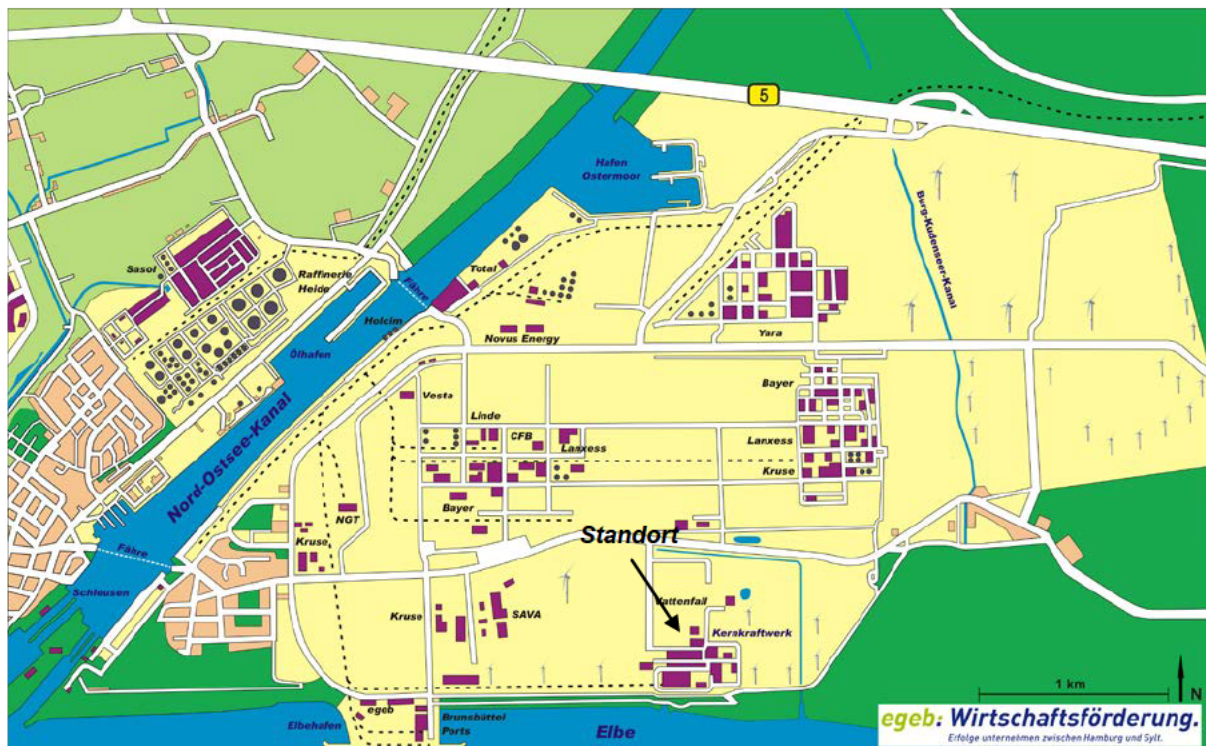


Abbildung 2.4: Industrie- und Gewerbegebiete

## 2.5 Verkehrswege

Das Betrachtungsgebiet verfügt sowohl an der Schnittstelle Land – See, als auch im Bereich der Hinterlandverkehre über effiziente Transportverbindungen für die unterschiedlichen Verkehrsträger PKW, LKW und Bahn.

### 2.5.1 Straßen

Die Straßenanbindung des Standortes ist gut. Die Anbindung an das überregionale Straßennetz (B 5) kann über die Kreisstraße K 75 durch das Industriegebiet Süd (K 72, K 74 und K 69) erreicht werden.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Die Bundesstraße B 5 verläuft im Norden des Betrachtungsraums und überquert den Nord-Ostsee-Kanal mit einer Hochbrücke. Die Autobahn A 23 ist 27 km entfernt.

Aus Niedersachsen kann Brunsbüttel über die 25 km entfernte Elbfähre Glückstadt-Wischhafen und von dort über die Bundesstraße 431 und Kreisstraßen erreicht werden.

Neben der Kanalbrücke über den Nord-Ostsee-Kanal existieren Autofähren, welche das nördliche mit dem südlichen Stadtgebiet von Brunsbüttel verbinden.

### 2.5.2 Schienenverkehrswege

Die Schienenverbindungen vom Industriegebiet Brunsbüttel nach Wilster dienen ausschließlich dem Güterverkehr. Eine Verbindung endet auf dem Grundstück des Kernkraftwerks Brunsbüttel.

Die nächstgelegenen Personenbahnhöfe der Bahnlinie Hamburg-Westerland befinden sich in Wilster und in Burg.

### 2.5.3 Wasserstraßen

Das Kernkraftwerk Brunsbüttel liegt an zwei bedeutenden Wasserstraßen, zum einen unmittelbar an der Elbe, zum anderen in der Nähe des Nord-Ostsee-Kanals. Beide Wasserstraßen sind ein fester Bestandteil des transeuropäischen Verkehrsnetzes und weisen eine entsprechend hohe Verkehrsdichte auf. Auf beiden Schifffahrtsstraßen werden neben dem vorwiegenden Transport von Handelsgütern auch toxische und explosive Stoffe transportiert. Die Wasserstraßen sind durch eine Schleusenanlage verbunden.

In ca. 800 m Entfernung vom Kernkraftwerk liegt der Elbehafen Brunsbüttel, ein Universalhafen für die Umschlaggüter Massengut, Stückgut / Schwergut, Projektladung, Flüssiggut und Container. Der Landeshafen Ostermoor, mit den Umschlagsanlagen für Ammoniak, Harnstoff, Rohöl, diverse flüssige Chemikalien liegt am Nord-Ostsee-Kanal, in unmittelbarer Nähe der Brunsbütteler Schleuse. Der Ölhafen Brunsbüttel liegt ebenfalls am Nord-Ostsee-Kanal in unmittelbarer Nähe der Brunsbütteler Schleuse. Umgeschlagen wird eine vielfältige Palette von Raffinerieprodukten in flüssiger Form.



## 2.5.4 Flugplätze und Luftstraßen

Der Standort liegt nicht in einem Gebiet hoher Luftverkehrsdichte; der nächste Flugplatz ist der Sport- und Segelflugplatz St. Michaelisdonn in 10 km Entfernung. Der Abstand zum nächstgelegenen Verkehrsflughafen in Hamburg beträgt ca. 70 km. Der Standort selbst liegt innerhalb eines Gebiets mit Flugbeschränkung.

Die Flugstrecken im unteren und oberen Luftraum und Flugplätze im 70 km Umkreis sind den Luftstreckenkarten in den Abbildungen 2.5 und 2.6 zu entnehmen.

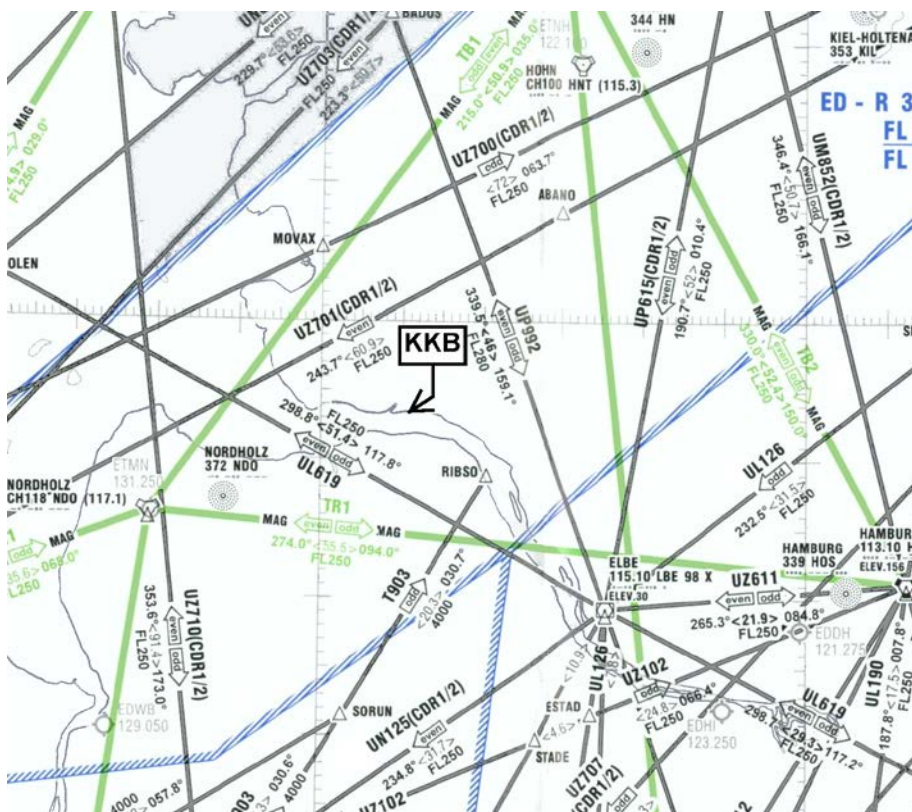


Abbildung 2.5: Oberer Luftraum im 70 km Umkreis\*

\*(Quelle: DFS Deutsche Flugsicherung GmbH)

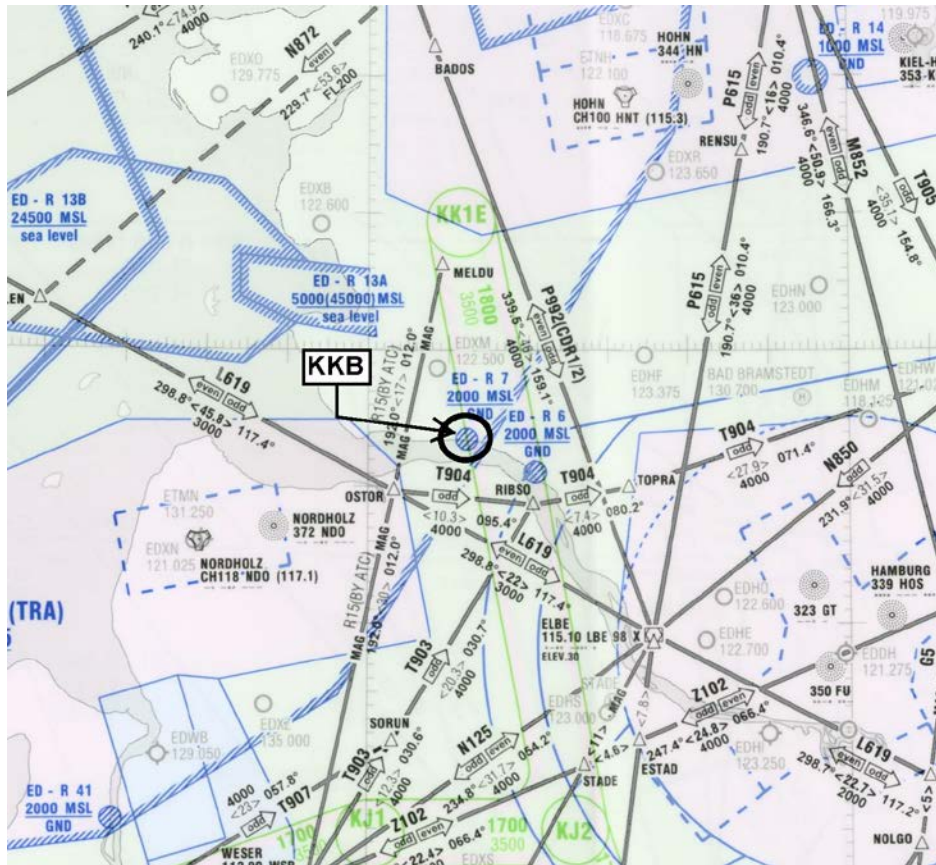


Abbildung 2.6: Unterer Luftraum im 70 km Umkreis\*

\*(Quelle: DFS Deutsche Flugsicherung GmbH)

## 2.6 Meteorologische Verhältnisse

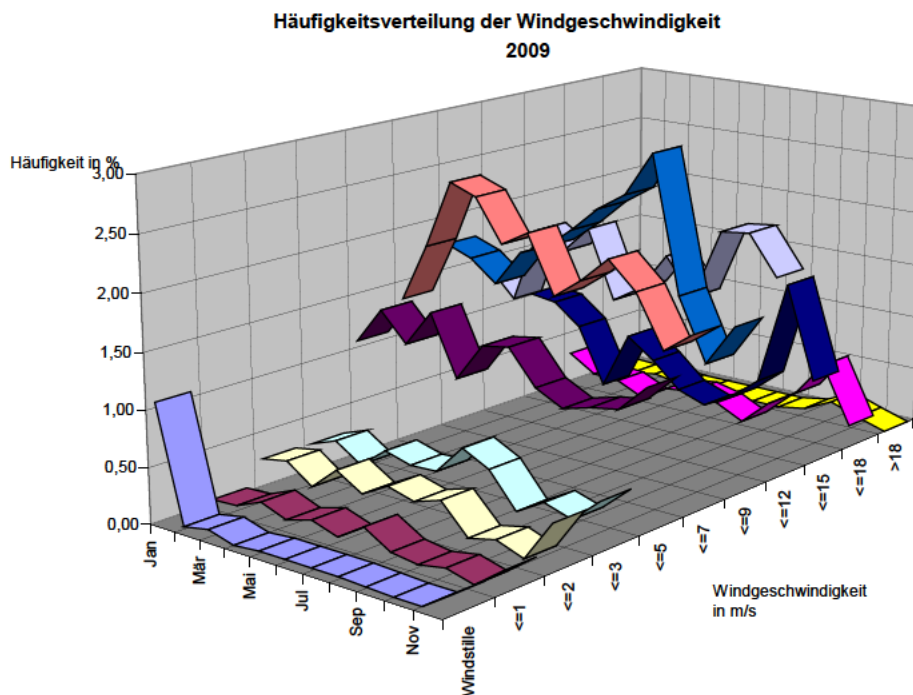
Das regionale Klima im Betrachtungsraum wird durch die offene Lage in der Marsch und die vorherrschend frischen Winde aus westlichen Richtungen geprägt. Hohe Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsreichtum, eine nur kurzzeitige Schneedecke, geringe tägliche und jährliche Temperaturschwankungen, langsame Erwärmung im Frühjahr, ein relativ langer Spätsommer und ein warmer Herbst charakterisieren das Klima vor Ort.

In den folgenden Kapiteln werden die langjährigen Mittelwerte (2002 bis 2012) aus der Eigenüberwachung der Klimaelemente Wind und Niederschlag dargestellt. Zudem wird die Häufigkeit von Inversionswetterlagen bewertet.

## 2.6.1 Ausbreitungsstatistik

Zur Beurteilung der Windverhältnisse am Standort wurden als Referenzdaten die Messwerte aus der Umgebungsüberwachung des Jahres 2009 verwandt. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeit (vgl. Abbildung 2.7) sowie der Windrichtung (vgl. Abbildung 2.8).

Aus der Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit ist zu entnehmen, dass am Standort über das ganze Jahr hinweg Windgeschwindigkeiten von mehr als 5 m/s vorherrschend sind.



**Abbildung 2.7: Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit, Brunsbüttel**

Die Windrichtungshäufigkeitsverteilung zeigt ein ausgeprägtes Maximum aus westlicher bzw. südwestlicher Richtung. Ein Nebenmaximum stellen Winde aus östlicher Richtung dar.

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

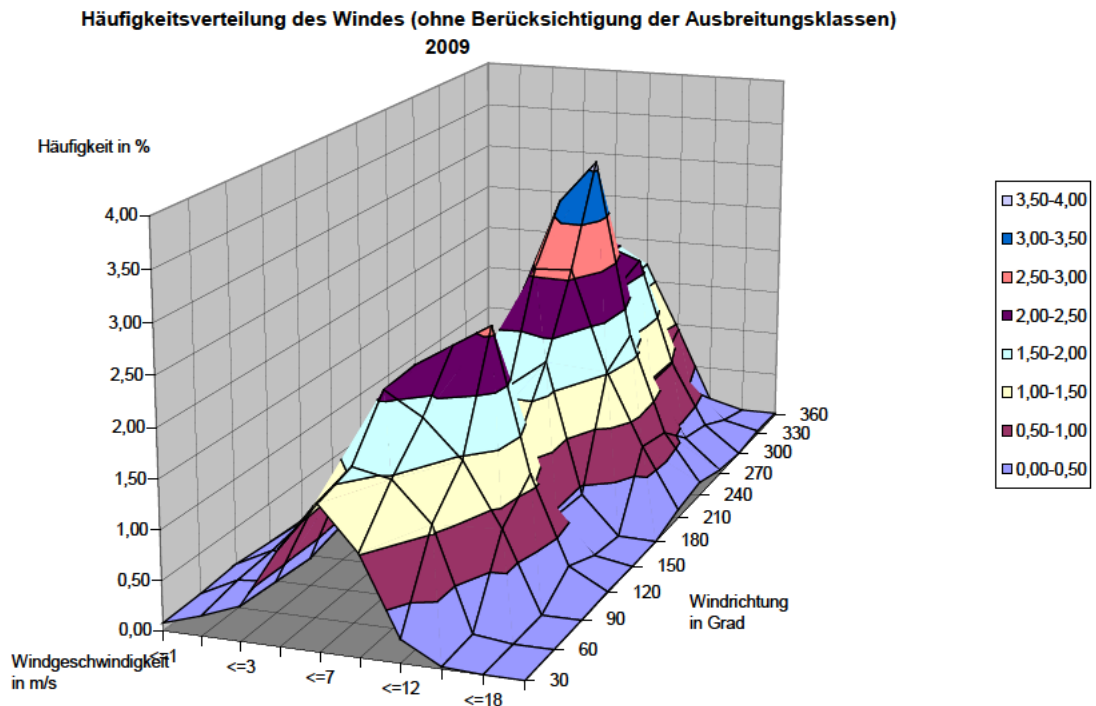


Abbildung 2.8: Windrichtungshäufigkeitsverteilung, Brunsbüttel

## 2.6.2 Inversionen

Inversionswetterlagen, bei denen warme Luftschichten über kalte Luftschichten zu liegen kommen, sind am Standort äußerst selten.

## 2.6.3 Niederschläge

Das langjährige Mittel (2002 bis 2012) der jährlichen Niederschlagswassermengen beträgt an der Messstation des KKB ca. 800 mm. Der Jahresgang der gemittelten monatlichen Niederschlagshöhe ist durch ein Minimum im April (ca. 26 mm) gekennzeichnet. Die größten Niederschlagshöhen treten von Juli bis August (ca. 110 mm) auf.

## 2.7 Geologische Verhältnisse

Die typischen Bodenarten in der Region Brunsbüttel sind erdgeschichtlich betrachtet sehr jung und fallen entstehungsgeschichtlich in die Phase des Holozäns, welches vor ca. 12.000 Jahren begann und bis heute andauert. Unterlagert werden diese holozänen Schichten durch die geologischen Strukturen des Pleistozäns (Eiszeitalter), welches in seinen An-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

fängen bis zu 1,8 Mio. Jahre zurückreicht und vor ca. 12.000 Jahren endete. Beide Epochen gehören ins Neogen, welches die aktuelle Periode des derzeitigen Erdzeitalters, des Känozoikum, darstellt.

Typische Hauptbodenarten in der Umgebung des Standorts sind Schluffe, Tone vermischt mit Torfen, in der Regel mit organischen und organogenen Anteilen und / oder Einschaltungen sowie schluffige Feinsande (Wattsande). Die Schluffe und Tone haben wechselhafte Nebenbestandteile und werden ortsüblich als Klei bezeichnet.

Der Standort wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zur hochwassersicheren Nutzung mit tonreichen Kleiauffüllungen, die örtlich mit sandreichen Aufspülungen überlagert sind, künstlich aufgeschüttet. Unter dieser Aufspülung sind die natürlich entstandenen holozänen Schichten, die vornehmlich die Bodenarten Klei, torfiger Klei, Torf und Wattsand enthalten, zu finden. Diese Komponenten bilden in vielfach verschiedenen Formationen eine häufig wechselnde Makrostruktur, die im bodenmechanischen Sinne nicht als homogen anzusehen, unter geo- und bautechnischen Aspekten jedoch durchaus als Einheit zu betrachten ist.

Die Basis der Marschböden liegt in Tiefen zwischen 18 m und 20 m unterhalb der Geländeoberkante. Darunter befinden sich die pleistozänen Schichten mit örtlich bis zu 40 m dicken Elbsanden, die zum Teil mit steinigen Kieslagen und Kiesen durchsetzt sind. Im Raum Brunsbüttel erreichen diese glazifluviatilen Sande mit ihrer steinig-kiesigen Basis eine Dicke von etwa 10 m, in einer Tiefe von bis zu -34,50 m NN.

## 2.8 Hydrologische Verhältnisse

### 2.8.1 Oberflächengewässer

Prägendes Oberflächengewässer im Bereich des Standortes ist die Elbe. Als weiteres Oberflächengewässer ist der im Norden und Osten des Kraftwerks verlaufende Verbandsvorfluter 02 zu nennen.

Der Standort liegt in der Naturräumlichen Haupteinheit „Untere Elbeniederung (Elbmarsch)“ Gemäß Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) /6/ wurde die Elbe von der Schwingemündung bis Cuxhaven als Übergangsgewässer eingeordnet, das durch die hier vorliegenden Brackwasserverhältnisse gekennzeichnet ist.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Im Bereich des Standortes hat die Elbe eine Breite von ca. 3 km und weist Wassertiefen von 0 m bis 18 m bezogen auf Normalnull auf. Die mittleren Tidewasserstände liegen bei

- MThw +1,50 m NN
- MTnw -1,30 m NN

Die Strömungsgeschwindigkeit bewegt sich zwischen 0 (Tiden-Kenterpunkt) bis zu 1,5 m/s. Mit jedem Tidenzyklus findet ein Wasseraustausch statt.

Der von der ARGE Elbe ermittelte mittlere Elbabfluss liegt bei 711 m<sup>3</sup>/s am Bezugspegel Neu Darchau. Zum Bezugspegel sind sowohl die tidebedingten Wassermengen als auch die Elbzuflüsse hinter dem Pegel Neu Darchau zu addieren. Der geschätzte mittlere Abfluss der Elbe in Cuxhaven liegt z. B. bei 861 m<sup>3</sup>/s. Das Tidevolumen umfasst bei Brunsbüttel ca. 450 Mio. m<sup>3</sup>. Dies entspricht einem Durchfluss von ca. 20.000 m<sup>3</sup>/s.

Das KKB liegt im tidebeeinflussten Bereich der Elbe hinter dem Landesschutzdeich auf einer Geländehöhe von ca. +2,50 m NN. Der Deich zur Elbe hat eine Höhe von +8,45 m NN. Das für Kernkraftwerke auslegungsbestimmende 10.000-jährige Hochwasser (einschließlich Wellenauflauf) in der Elbe beträgt konservativ +7,50 m NN. Damit ist sowohl nach konventionellen Anforderungen als auch nach den erhöhten kerntechnischen Anforderungen ein ausreichender Schutz gegen Überflutung gewährleistet.

Die Wassertemperatur der letzten Jahre (2000 bis 2010) der Elbe bewegte sich im Jahresverlauf typischerweise zwischen 0 °C und 24 °C, wobei Temperaturen über 22 °C nur in heißen Sommern auftraten. Das Temperaturmaximum als Tagesmittelwert lag bei 25,3 °C am 30. Juli 2006. Der Jahresverlauf der Tagesmittelwerte (2003, 2006 und 2008) ist in Abbildung 2.9 dargestellt. Die Monatsmittelwerte lagen zwischen 1,8 °C (2003) und 23,5 °C (2006). Dabei sind regelmäßige Schwankungen im Tages- und Tidengang bis zu 2 K typisch.

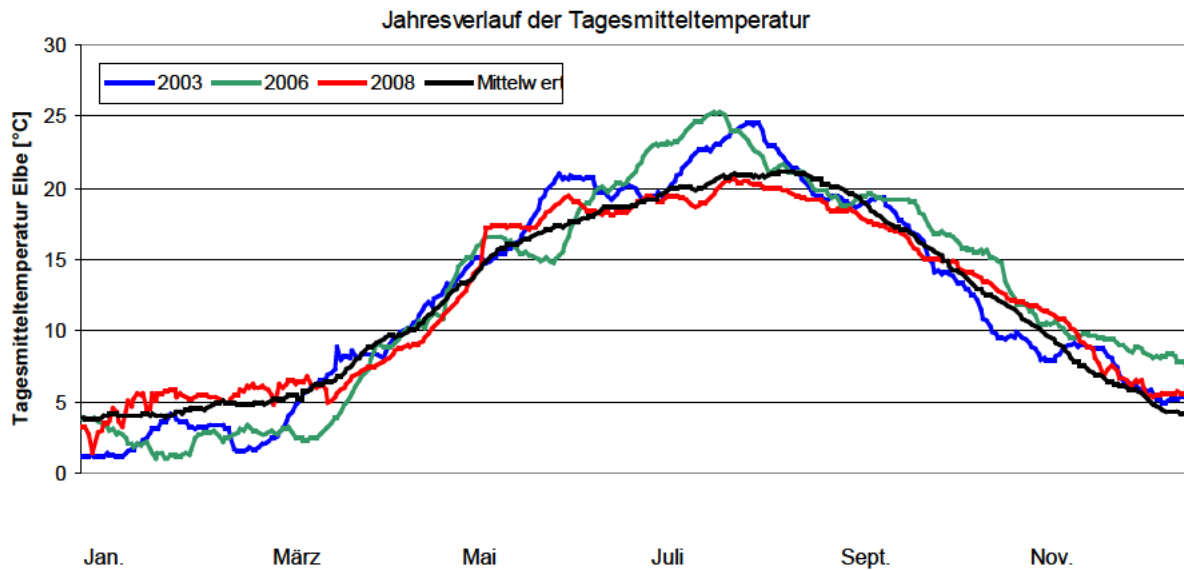


Abbildung 2.9: Jahresverlauf der Tagesmittelwerte der Elbwassertemperatur, Brunsbüttel

## 2.8.2 Grundwasser

Die Sohle der Tideelbe im Standortgebiet verläuft innerhalb von Sand und Kies (oberer, quartärer Grundwasserleiter). Es besteht Grundwasseranschluss. Der Grundwasserspiegel im Bereich des Kraftwerks steht bei ca. +1,50 m NN und der Tidenhub beeinflusst die Grund- und Oberflächenwasserstände im Bereich des Kraftwerksstandortes. Dadurch ist das Grundwasserregime im Bereich des Standortes nahezu vollständig versalzen. Folglich ist dort für den menschlichen Genuss kein bzw. sehr wenig Grundwasser förderbar. Das elbseitige Grundwasser ist nach dieser Darstellung häufig bereits oberflächennah mit Salz aus dem Meer oder dem Untergrund belastet (> 250 mg/l Chlorid).

## 2.8.3 Trinkwassergewinnung

Grundwasserförderbrunnen für Trinkwasserzwecke befinden sich in Kuden sowie in Burg. Förderbrunnen für Lebensmittelzwecke liegen bei Eddelak. Zusätzlich gibt es Förderbrunnen für Brauchwasserzwecke in Brunsbüttel-Nord (betriebliche Kühlwasserversorgung).

## 2.8.4 Kühlwasseranalysen

Es erfolgt eine kontinuierliche Überwachung der Gesamt-Gammaaktivitäts-Konzentration des entnommenen Kühlwassers sowie des abgeleiteten Kühlwasser-/ Abwassergemisches ge-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

mäß der KTA-Regel 1504 /7/. Des Weiteren wird die Temperatur des entnommenen Elbwassers sowie des eingeleiteten Kühl- und Abwassers kontinuierlich mit registrierenden Geräten gemessen.

Im Rahmen der Eigenüberwachung werden die Leitfähigkeit, der pH-Wert, der Sauerstoff- und der Schwebstoffgehalt des Kühlwassers ermittelt.

### 2.9 Seismische Verhältnisse

Der Standort Brunsbüttel liegt im Bereich des norddeutschen Tieflandes, einer tektonischen Gebietseinheit mit sehr geringer Erdbebengefährdung. Der Standort ist keiner Erdbebenzone gemäß DIN 4149 bzw. DIN EN 1998 zuzuordnen.

Nach kerntechnischem Regelwerk (KTA-Regel 2201.1 /8/) ist für Standorte mit sehr geringer Erdbebengefährdung für das Bemessungserdbeben mindestens eine Intensität VI nach der Europäischen Makroseismischen Skala mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von  $10^{-5}/a$  anzunehmen. Die Kenngrößen des Bemessungserdbebens lauten:

max. Bodenbeschleunigung:	0,5 m/s <sup>2</sup> (horizontale Resultierende), 0,25 m/s <sup>2</sup> (Vertikalbeschleunigung),
Starkbebendauer:	4,0 Sek.,
Bezugshorizont:	Oberkante tragfähiger Grund (ca. -16 m NN).

### 2.10 Radiologische Vorbelastung

Die radiologische Vorbelastung gemäß § 47 Abs. 5 StrlSchV ergibt sich aus der durch anthropogene Tätigkeiten verursachten Radioaktivität.

Die Höhe der Strahlenbelastung wird am Standort des KKB und in seiner näheren Umgebung durch Umgebungsüberwachungsprogramme gemäß der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /9/ ermittelt.

Die Vorbelastungen durch den Luftpfad durch in der Nähe befindliche kerntechnische Einrichtungen [Kernkraftwerke Brokdorf (KBR), Stade (KKS), Unterweser (KKU) und Krümmel (KKK) sowie des Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)] liefern keinen signifikanten Beitrag zur Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft.

Die Abschätzung der möglichen radiologischen Vorbelastungen durch Ableitungen über den Wasserpfad erfolgt unter Berücksichtigung der genehmigten Ableitungen der Kernkraftwerke



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Brokdorf (KBR), Stade (KKS) und Krümmel (KKK) sowie des Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG).

Zur Abschätzung möglicher Vorbelastungen durch Einleitungen weiterer nicht explizit betrachteter Anlagen und Einrichtungen wie Krankenhäuser, Forschungsinstitute etc. wird ersatzweise die potenzielle Strahlenexposition durch Radionuklidausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin entsprechend der Empfehlung der Strahlenschutzkommission berechnet /32/.

Vorhandene Zwischenlager sind in diesem Zusammenhang nicht zu betrachten, da von diesen keine Emissionen über den Luft- und Wasserpfad erfolgen. Die radiologischen Auswirkungen (Strahlenexposition), die sich aus dem Abbau und dem Restbetrieb der Anlage KKB ergeben, werden in Kapitel 7 des Sicherheitsberichtes KKB behandelt und dort zusammenfassend dargestellt. Sie unterschreiten den Grenzwert nach § 46 StrlSchV deutlich.

### 2.11 Zusammenfassende Standortbewertung

Die zusammenfassende Standortbewertung ergibt keine Anhaltspunkte für mögliche Einschränkungen beim Abbau des Kernkraftwerks Brunsbüttel.

## 3 Beschreibung des Ausgangszustandes der Anlage Kernkraftwerk Brunsbüttel

Die Beschreibung des Ausgangszustandes umfasst die Darstellung des Funktionsprinzips des Kernkraftwerks Brunsbüttel (KKB), die bauliche Beschreibung der Anlage, die technische Beschreibung der im Nachbetrieb betriebenen Systeme und Anlagen, die Anlagenhistorie und die Beschreibung des radiologischen Anlagenzustands zum Zeitpunkt der Genehmigungserteilung. Dabei sind laufende bzw. geplante Außerbetriebnahmen und Änderungen an Systemen, durch die bereits unter den Regelungen der bestehenden Betriebsgenehmigung eine Anpassung der Betriebsweise an die Erfordernisse der Nachbetriebsphase erreicht wird, weitestgehend berücksichtigt.

### 3.1 Funktionsprinzip des Kernkraftwerks Brunsbüttel

Die Anlage KKB war ein Siedewasserreaktor mit Zwangsumlauf, mit einer thermischen Reaktorleistung von 2.292 Megawatt (MW) und einer elektrischen Nettoleistung von 771 MW. In dem Reaktor befanden sich 532 Brennelemente mit zuletzt 10x10 Brennstabanordnung. Als Brennstoff wurde angereichertes Urandioxid und als Moderator und Kühlmittel Leichtwasser verwendet.

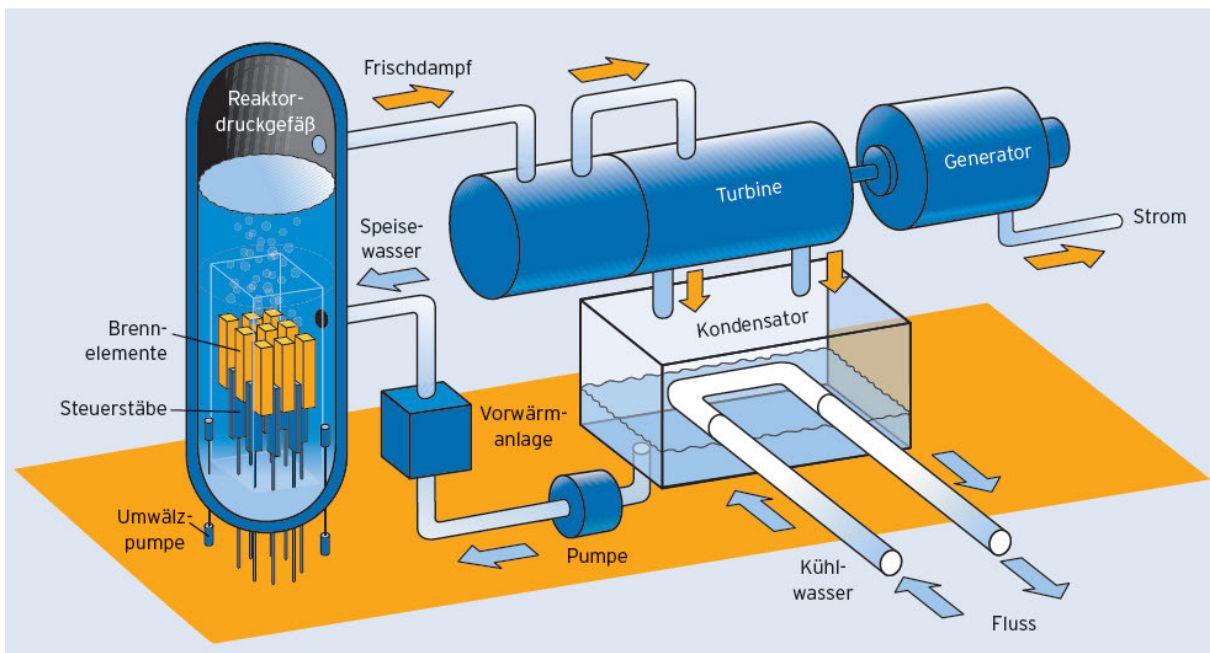


Abbildung 3.1: Energieumwandlung im Siedewasserreaktor (Skizze)

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Das Funktionsprinzip des KKB ist in Abbildung 3.1 dargestellt. Die Brennelemente befanden sich in dem bis über die Kernoberkante gefüllten Reaktordruckgefäß. Während des bestimmungsgemäßen Reaktorbetriebs wurde das Wasser über die Zwangsumwälzpumpen zirkuliert. Das Wasser trat von unten in den Kern ein und verdampfte 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 wurde der Turbine direkt zugeführt. Die Turbine ist mit einem Generator gekoppelt. Der aus der Turbine austretende Dampf wurde im Kondensator verflüssigt. Dazu war Kühlwasser erforderlich, das in einem separaten Kühlkreislauf der Elbe entnommen wurde.

Das Kondensat wurde gefiltert und gereinigt dem Reaktor über Pumpen wieder zugeführt, wobei es in den Vorwärmanlagen auf eine Temperatur von etwa 215 °C erwärmt wurde.

Die Leistungseinstellung erfolgte sowohl mit neutronenabsorbierenden Stoffen in den Steuerstäben als auch mit den drehzahlgeregelten internen Zwangsumwälzpumpen.

## 3.2 Gebäude und Anlagenteile

### 3.2.1 Gesamtanordnung

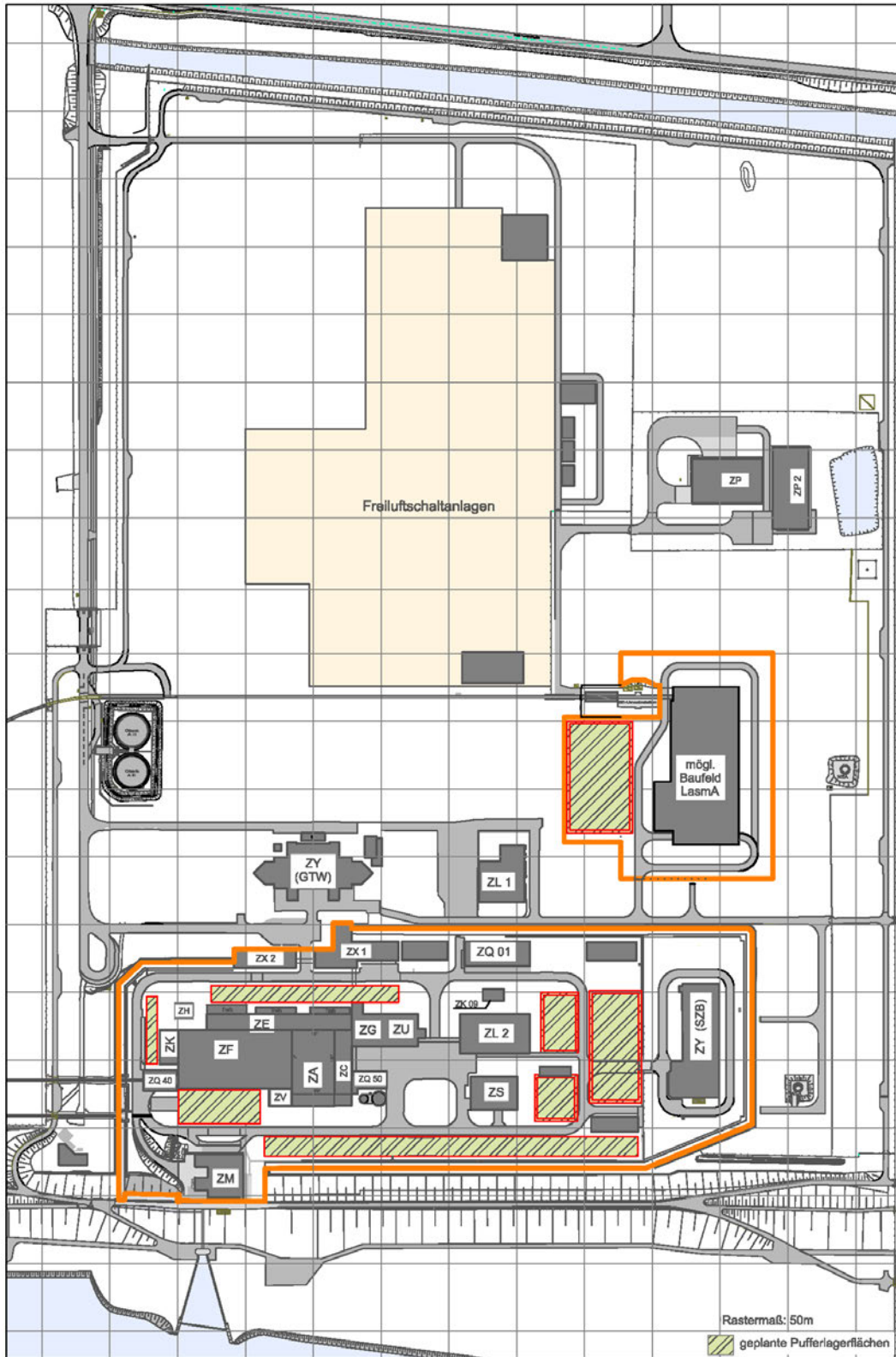


Abbildung 3.2: Übersichtsplan Standort des Kernkraftwerks Brunsbüttel

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Der Lageplan in Abbildung 3.2 zeigt die Anordnung der Anlage KKB am Standort KKB. Der Standort KKB ist durch einen Massivzaun umgrenzt, der das gesamte Anlagengelände umschließt. Im südlichen Bereich befindet sich das Betriebsgelände des KKB, das gemeinsam mit dem SZB durch die Objektsicherungseinrichtungen des äußeren Sicherungsbereichs umgrenzt ist (orangefarbene Umrandung in Abbildung 3.2).

Die folgende Tabelle 3.1 enthält die Zuordnung der Kurzbezeichnung (AKZ) zu in der Abbildung 3.2 und in diesem Bericht verwendeten Gebäudenamen.

**Tabelle 3.1: Zuordnung der Kurzbezeichnungen**

AKZ	Gebäude	AKZ	Gebäude
ZA	Reaktorgebäude	ZP 2	Transportbereitstellungshalle II
ZC	Feststofflager	ZQ 01	Feuerwehrgerätehaus
ZE	Warten- und Schaltanlagengebäude	ZQ 40	Schleushalle CUX
ZG	Vollentsalzungsanlage	ZQ 50	Schleushalle Hamburg
ZF	Maschinenhaus	ZS	UNS-Gebäude
ZH	Maschinentransformatorgebäude	ZU	Betriebsgebäude
ZK	Notstromdieselgebäude	ZV	Hilfskesselgebäude
ZK09	Netzersatzanlage für Objektsicherung und Restbetrieb	ZX 1/2	Verwaltungsgebäude
ZL 1	Außenlager	ZY	Standortzwischenlager Brunsbüttel (SZB)
ZL 2	Werkstattgebäude	ZY	Gasturbinenkraftwerk (GTW)
ZM	Kühlwasser-Pumpenbauwerk	ZZ	Freigelände
ZP	Transportbereitstellungshalle I		

Nördlich des äußeren Sicherungsbereichs befindet sich

- das Gasturbinenkraftwerk (GTW) mit seinem Tanklager,
- das Wareneingangsgebäude,
- die Parkplätze,
- die Freiluftschaltanlagen der Firmen TenneT und 50Hertz,
- die beiden Transportbereitstellungshallen (TBH I und TBH II) und
- die Brennelement-Umsetzstation des Kernkraftwerks Brokdorf.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Östlich befinden sich zwei Windkraftanlagen.

Westlich ist das Informationszentrum gelegen.

Im äußeren Sicherungsbereich sind innerhalb einer Ringstraße das Reaktorgebäude, das Maschinenhaus, das Warten-, Betriebs- und Schaltanlagegebäude sowie das Feststofflager angeordnet. In östlicher Richtung befindet sich das Gebäude für das Unabhängige Notstandssystem.

Durch die gesamte südliche Länge der Anlage KKB zieht sich eine Gleisanlage als Transport- und Montagedurchfahrt, die in westlicher Richtung verlängert an die Gleisanlage des Elbehafens anschließt.

Südlich des Maschinenhauses erfolgt die Kühlwasserentnahme aus der Elbe über das Entnahmebauwerk, das in einem Abstand von 220 m zur Deichachse in der Elbe angeordnet ist. Die Rückführung des Kühlwassers erfolgt über ein separates Auslaufbauwerk.

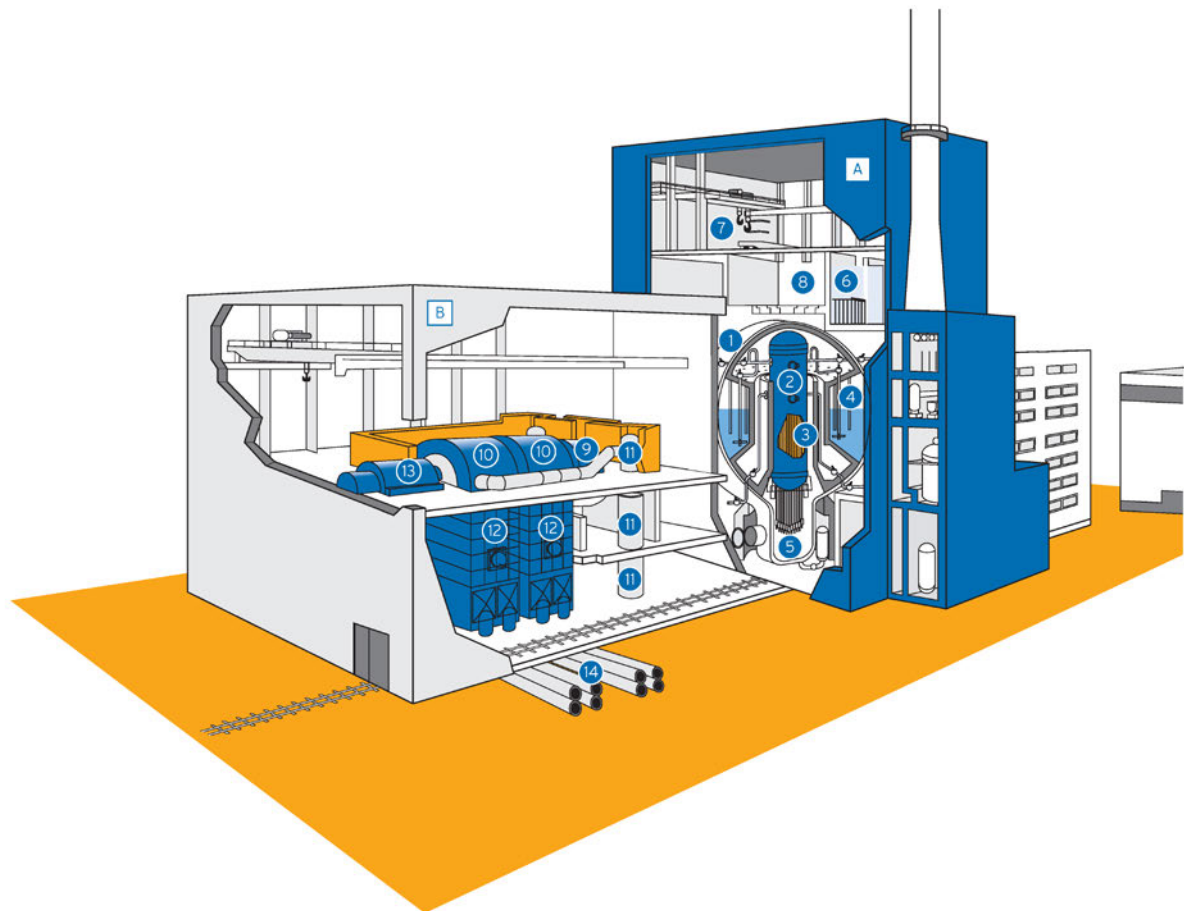
Die für den Abbau der Anlage KKB relevante Gesamtmasse von ca. 300.000 Mg setzt sich aus den Massen in Tabelle 3.2 zusammen.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Tabelle 3.2: Massen der Komponenten, Systeme und Baustrukturen (abgeschätzt)

Typ	Masse Gesamt [Mg]
Armatur	1.408
Behälter	845
Pumpe	270
Wärmetauscher	1.354
Motor	460
Stellantrieb	69
Ausschlagsicherungen und Halterungen	1.454
Elektrische Einrichtungen	1.000
Kabel	1.310
Kabelpritschen	819
Stahlbau	2.854
Lüftungsanlagen	384
Rohrleitungen	5.618
Isolierungen	1.625
Hebezeuge	607
Schleusen	132
Sonstige Komponenten	1.596
Biologischer Schild	880
Hauptkomponenten	3.219
Lagergestelle	50
Armierungsstahl	15.292
Auskleidung und Liner	57
RDB und Einbauten	994
Stahlschale des Sicherheitsbehälters	1.250
Infrastruktur	7.013
Gebäudemassen	240.459
Kleinteile	69
Filter	53
Setzsteine	3.969
Zusatzmassen	490
<b>Gesamtsumme</b>	<b>295.600</b>

## 3.2.2 Reaktorgebäude



### REAKTORGEBÄUDE UND MASCHINENHAUS

- |                         |                                 |  |
|-------------------------|---------------------------------|--|
| <b>A</b> Reaktorgebäude | 1 Sicherheitsbehälter           | 8 Flutraum                                 |
| <b>B</b> Maschinenhaus  | 2 Reaktordruckbehälter          | 9 Hochdruckturbine                         |
|                         | 3 Biologischer Schild           | 10 Niederdruckturbinen                     |
|                         | 4 Druckabbausystem              | 11 Wasserabscheider/<br>Zwischenüberhitzer |
|                         | 5 Steuerstabantriebe            | 12 Kondensatoren                           |
|                         | 6 Brennelemente-<br>Lagerbecken | 13 Generator                               |
|                         | 7 Reaktorgebäudekran            | 14 Hauptkühlwasser-<br>leitungen           |

**Abbildung 3.3: Reaktorgebäude und Maschinenhaus**

Das Reaktorgebäude (vgl. Abbildung 3.3) ist im Wesentlichen eine durch eine Isolierwanne gegen das Eindringen von Grundwasser geschützte Stahlbetonkonstruktion, deren Wände und Decken zur Strahlenabschirmung beitragen. Es ist an der östlichen Schmalseite des Maschinenhauses angeordnet. Nördlich des Reaktorgebäudes schließt das Warten- und Schaltanlagegebäude, östlich das Feststofflager und westlich in der Ecke zum Maschinenhaus das Hilfskesselgebäude an. Im Mittelpunkt des Gebäudes befindet sich der Sicherheitsbehälter, der den Reaktordruckbehälter umschließt. Die Abmessungen des Reaktorge-

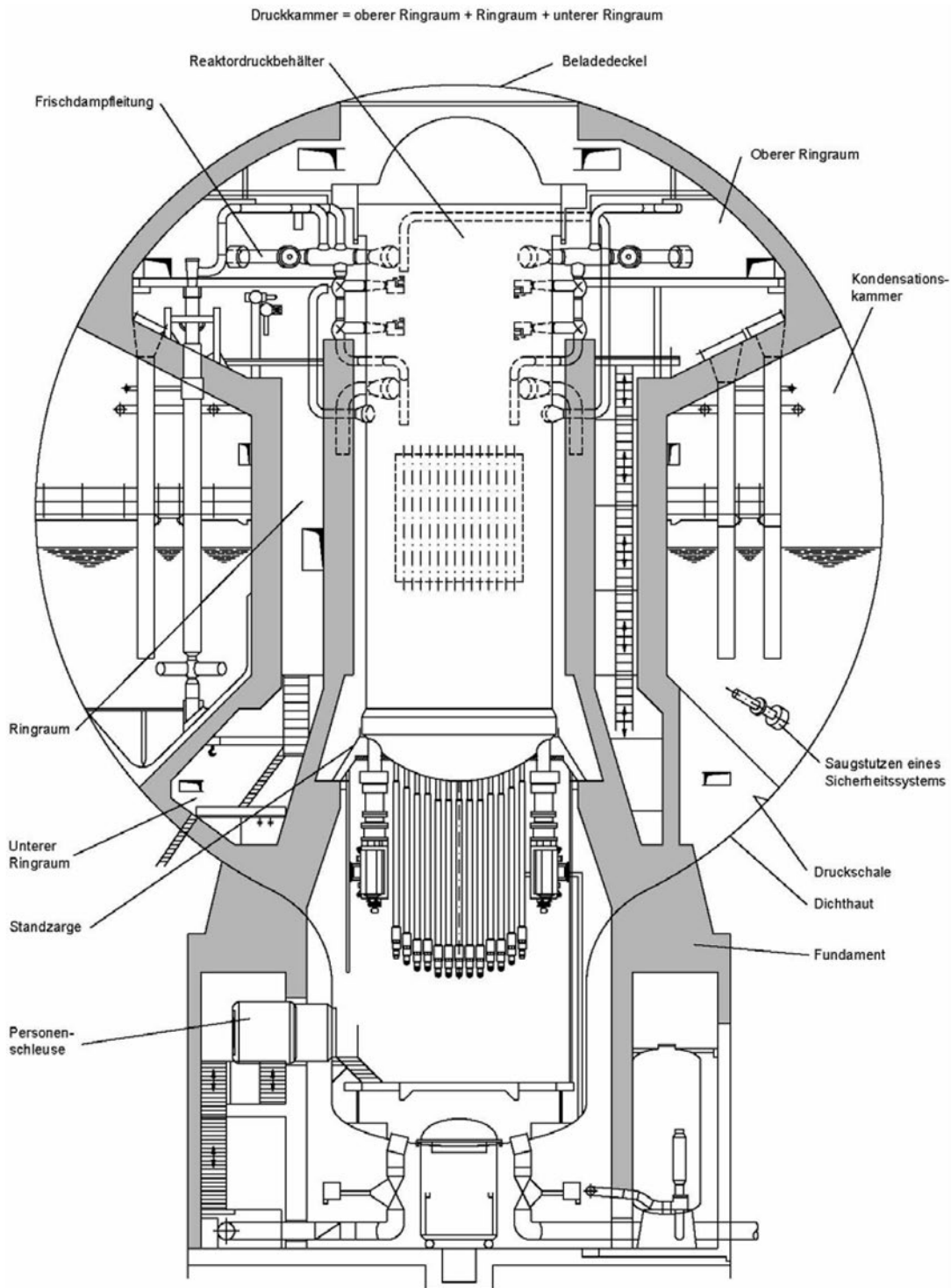


## Vattenfall Europe Nuclear Energy

bäudes werden maßgeblich durch den SHB, das Brennelementlagerbecken, den Kamin und den Reaktorgebäudekran bestimmt.

Der von einer stählernen Hülle umschlossene SHB (vgl. Abbildung 3.4) bildet das Druckabbausystem und enthält zum Druckabbau eine ringförmig in der Äquatorzone angeordnete Kondensationskammer (Koka).

Der SHB ist ein kugelförmiger Stahlbehälter mit der im unteren Kugelbereich zylindrisch ausgeführten Bodenwanne. Die Kugel hat einen Durchmesser von ca. 27 m, der Kugelmittelpunkt befindet sich auf Höhe von ca. +20 m NN. Das umgebende Gebäude dient u. a. der Aktivitätsrückhaltung und dem Schutz des SHB gegen Einwirkungen von Außen.



**Abbildung 3.4: Sicherheitsbehälter mit Einbauten**

Im SHB (vgl. auch Abbildung 3.4) befinden sich u. a. folgende Systeme und Komponenten:

- RDB mit Einbauten,
- Kondensationskammer, Druckabbau- und Druckentlastungssystem,

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Biologischer Schild,
- Splitterschutzbeton,
- Rohrleitungen und Armaturen,
- Lüftungsanlagen,
- Teile des Schnellabschaltsystems,
- Obere und untere Personenschleuse sowie Notschleuse,
- Hilfs- und Nebenanlagen.

Im Reaktorgebäude (vgl. auch Abbildungen 3.3 und 5.2) sind folgende wesentlichen Komponenten untergebracht:

- Kote -3,5 m bis +8,5 m
  - Schnellabschaltbehälter
  - Pumpen und Wärmetauscher der Not-, Nachkühl- und zugehörige Zwischenkühlwassersysteme
  - Pumpen der Hochdruckeinspeisesysteme
  - Ölversorgung für die internen Zwangsumwälzpumpen
  - Pumpen des Reaktorwasserreinigungssystems
- Kote +8,5 m bis +18 m
  - Behälter und Pumpen des Vergiftungssystems
  - Kühler und Pumpen des Lagerbeckenkühlsystems
  - Regenerativwärmetauscher, Filter und Kühler des Reaktorwasserreinigungssystems
- Kote +18 m bis +34 m
  - Brennelement-Trockenlager
  - Filter des Lagerbeckenreinigungssystems
  - Lagerbeckenfilter
  - Rekombinatoren, Kühler und Pumpen des Wasserstoffabbausystems
  - Ventilatoren und Filter der Zuluft-, Fortluft- und Umluft- Lüftungsanlage mit Ventilatoren und Filtern
- Kote +42 m
  - Brennelementlagerbecken, Absetzbecken und Flutraum
  - Reaktorgebäudekran und Brennelementwechselbühne
  - Ventingbehälter

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Handhabungsstation für Brennelementtransport- und Lagerbehälter
- Emissionsüberwachung

Im südlichen Teil des Reaktorgebäudes befindet sich der Aufbereitungstrakt. In ihm befinden sich die Aufbereitungsanlagen für Abwässer mit Verdampferanlage und Filtern, diverse Vorratsbehälter für die unterschiedlichen Wässer, Konzentrataufbereitung mit Infasstrocknung und Fassabfüllstation, die Abgasanlage mit Filtern und Verzögerungsstrecke, das Fasslager und die Nebenwarte zur Bedienung dieser Systeme. Auf dem Dach des Aufbereitungstraktes ist der Fortluftkamin aus Stahlbeton mit einer Mündungshöhe von ca. +100 m NN zur Ableitung der Fortluft angeordnet.

Der Zugang zum Reaktorgebäude erfolgt vom Kontrollbereichseingang auf +22,5 m durch ein Haupttreppenhaus mit Personen- und Lastenaufzug. Ein zweites Treppenhaus mit Personenaufzug befindet sich im Bereich der Aufbereitungsanlage. Materialtransporte sind über eine Gleis- und Montagedurchfahrt, die das Reaktorgebäude an der südlichen Seite auf +3 m durchquert, über Zwischentore zum Maschinenhaus an der westlichen Seite bzw. zum Feststofflager an der östlichen Seite möglich. Im Gebäude befinden sich zwei Montageöffnungen die von -3,5 m bzw. +3 m bis auf +42 m reichen.

### 3.2.3 Maschinenhaus

Das Gebäude ist im Wesentlichen als Stahlbetonkonstruktion ausgeführt und durch eine Isolierwanne gegen das Eindringen von Grundwasser geschützt.

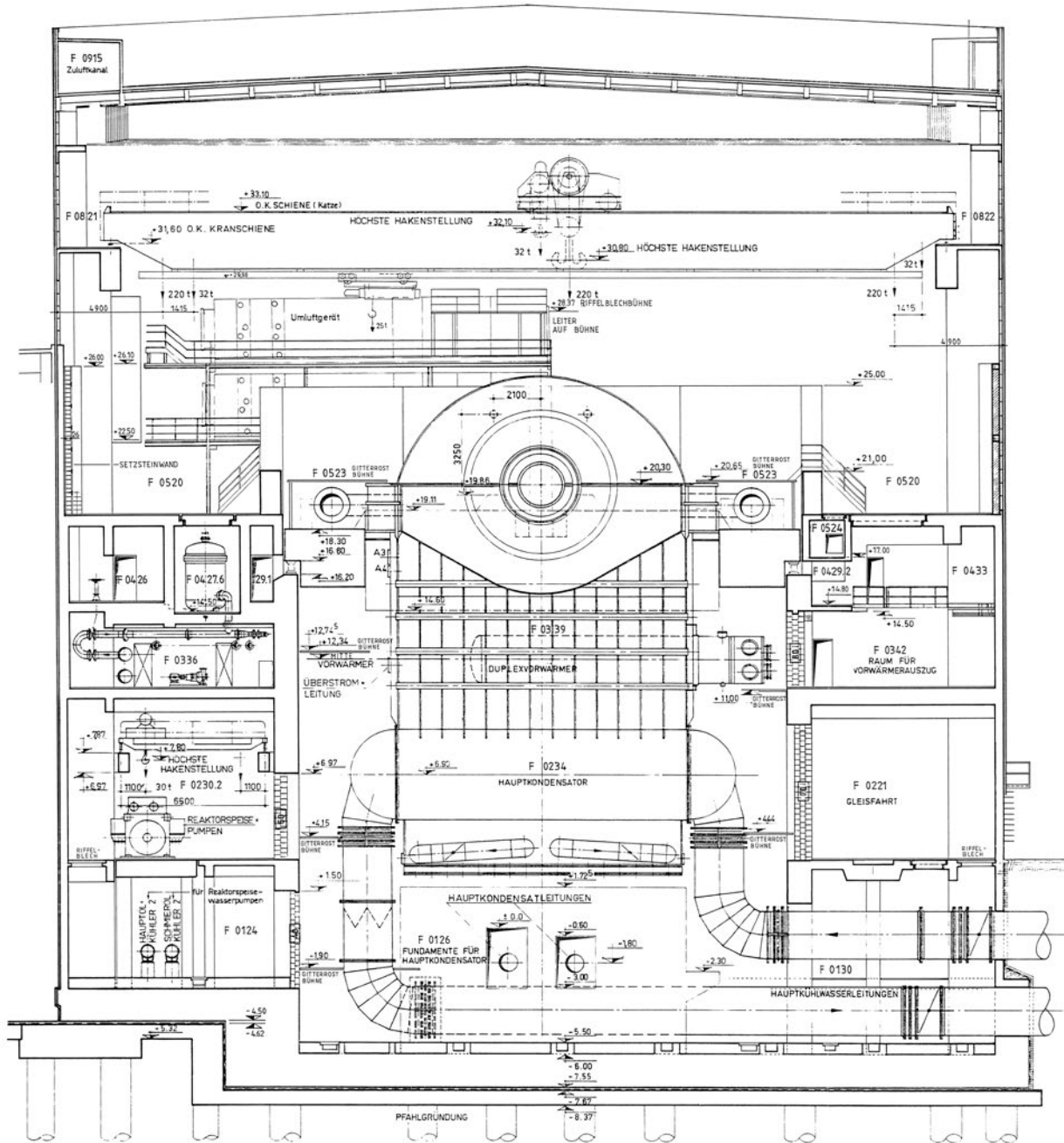
Die zentralen Anlagenteile im Maschinenhaus sind der in Längsrichtung aufgestellte Turbosatz mit Hoch- und Niederdruckturbine, Generator- und Erregermaschine, die Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer, die Behälter für Hoch- und Niederdruckvorwärmung und die Kondensatoranlage. Der Turbosatz ist auf einer schwingungs isolierten Stahlbetonplatte auf +19 m montiert.

Im Maschinenhaus (vgl. auch Abbildung 3.3 und Abbildung 3.5) sind hauptsächlich folgende Systeme und Komponenten untergebracht:

- Kote -5,5 bis +3 m
  - Hauptkühlwasserleitungen des Kondensators und die Nebenkühlwasserleitungen der Betriebskühlkreise (BKK)
  - Wärmetauscher und Pumpen der Betriebskühlkreise

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Hauptkondensatsammler und -pumpen
- Heizkondensatkühler und Nebenkondensatpumpen
- Kondensatrückspeisebehälter mit Pumpen und Rückspeisebehälter der Kondensataufbereitung
- Rohrkanal zum Gasturbinen-Kraftwerk
  
- Kote +3 bis +11 m
  - Pumpenflur an der Nordseite des Maschinenhauses mit Reaktorspeisewasser-, Dichtungssperrwasser-, Steuerstabspülwasserpumpen
  - Hoch- und Niederdruckvorwärmanlage
  - Turbinenkondensator und Teile der Abgasanlage
  - Wärmetauscher des Betriebskühlkreislaufs 1 und Pumpen der Betriebskühlkreisläufe und die Vorevakuierungspumpen des Kondensators an der Westseite
  - Gleis- und Montagedurchfahrt als Transportflur auf der Südseite
  
- Kote +11 bis +15 m
  - Turbinenölversorgung mit Vorratsbehälter, Filtern und Pumpen
  - Hilfs- und Stopfbuchsdampferzeugeranlagen
  - Frisch- und Entnahmedampfleitungen, Umleitstation mit den Umleitstellventilen
  - Generatorkühl- und Hilfssysteme sowie Ausleitungen zum Maschinen- und Eigenbedarfstransformator
  - Kondensatreinigungsanlage mit Filtern und Vorratsbehältern
  
- Kote +19 m
  - Turbosatz mit Stell- und Schnellschlussventilen sowie Schränken für Turbinenölsteuerung
  - Umluftanlage Maschinenhaus
  - Maschinenhaus Gebäudekran



**Abbildung 3.5: Maschinenhaus – Querschnitt**

Der Hauptzugang zum Maschinenhaus erfolgt vom Betriebsgebäude aus über den Kontrollbereichseingang auf +22,5 m durch das Haupttreppenhaus, dem ein Personen- und Lastenaufzug angeschlossen ist.

Das Gebäude verfügt über drei weitere Treppenhäuser sowie zwei große Montageöffnungen, die von -2,5 m bzw. +3 m bis auf +19 m reichen.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Direkt an die westliche Seite des Maschinenhauses ist eine Schleushalle angebaut. Sie hat bei Ein- und Ausschleusungen über das Cuxhaven-Tor dieselbe Aufgabe wie die Schleushalle am Feststofflager. Die Schleushalle dient bei Ein- und Ausschleusungen dem Aufrechterhalten des Unterdruckes im Gebäude und dem Wetterschutz. Die Schleushalle und das Maschinenhaus werden durch die Gleis- und Montagedurchfahrt auf +3 m durchlaufen, die über ein Zwischentor vom Reaktorgebäude getrennt und dann durch dieses in das Feststofflager weitergeführt wird.

### 3.2.4 Maschinentransformatorgebäude

Das Maschinentransformatorgebäude befindet sich nördlich des Maschinenhauses und steht auf einer Stahlbetonfundamentplatte, die als Ölauffangwanne ausgebildet ist. Das Gebäude enthält den Maschinentransformator. Seine Hilfssysteme befinden sich in einer der nördlich angeordneten Wetterschutzhalle.

### 3.2.5 Warten-, Betriebs- und Schaltanlagegebäude

Das Warten-, Betriebs- und Schaltanlagegebäude ist nördlich, parallel zur Blockachse der Turbinenanlage, an Maschinenhaus und Reaktorgebäude angeordnet und ist als Stahlbetonskelettbauwerk ausgeführt.

Im Warten-, Betriebs- und Schaltanlagegebäude sind hauptsächlich folgende Anlagen untergebracht:

- Kote -1 m
  - Kabelkanäle, Kabelzugschächte und Kabeltrassen zur Aufnahme der Kabel für die 10 kV-, 6 kV- und 0,4 kV-Schaltanlagen
  - Kabeltrassen mit Übergängen zum Reaktorgebäude und zum Maschinenhaus
  - Kabel- und Rohrkanal zum Maschinenhaus und Gasturbinenkraftwerk
  - Fernschalt- und Auslösearmaturen der Sprühflutlöschanlage
  
- Kote +3 m
  - 10 kV-, 6 kV-, und 0,4 kV-Schaltanlagen
  
- Kote +7 m
  - Gleichstromschaltanlage und Batterieräume
  - Stromversorgung der Rechneranlagen

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Kote +11 m
  - Schutzanlagen der Notstromdiesel
  - Wechselrichteranlagen
  - Labortrakt für Strahlenschutz- und radiochemisches Labor (dem Kontrollbereich zugeordnet)
- Kote +14,75 m
  - Rangierverteilerräume für die Steuer-, Mess- und Regeltechnik
  - Kabelzuführung für die Warte
- Kote +18,75 m
  - Elektronikräume für die Steuer-, Mess- und Regelschränke
  - Kraftwerkswarte und Rechnerräume
  - Objektschutzzentrale
- Kote +22,5 m
  - Telefon- und Alarmanlage
  - Lager und Archivräume

### 3.2.6 Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude schließt östlich an das Warten-, Betriebs- und Schaltanlagegebäude an und ist als Stahlbetonskelettbauwerk ausgeführt.

Es enthält Büro- und Sozialräume, einen Lager- und Wasseraufbereitungstrakt sowie den Kontrollbereichszugang. Über das Betriebsgebäude werden auch einige Räume im nördlichen Teil des Feststofflagergebäudes genutzt; hier befinden sich Lagerräume, das Archiv und Lüftungsanlagen und Bereiche vom Kontrollbereichseingang. An der nördlichen Seite ist ein Treppenhaus und an der östlichen Giebelseite ein Treppen- und Fahrstuhlurm angebaut. Im Betriebsgebäude sind hauptsächlich folgende Anlagen bzw. Einrichtungen untergebracht:

- Kote -1 m
  - Lagerräume für Betriebsstoffe und Reserveteile
  - Räume der Gebäudetechnik
- Kote +3 m
  - Vorratsbehälter der Wasseraufbereitung
  - Materialausgabe, Lager für Reserveteile und Werkstatt



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Teile der Heißen Werkstatt, die zum Kontrollbereich zählen
  
- Kote +7 m
  - Ehemalige Vollentsalzungsanlage
  - Büro- und Sozialräume
  - Zugang zum Schaltanlagegebäude
  
- Kote +11 m
  - Ehemalige Vollentsalzungsanlage
  - Büro- und Sozialräume
  - Archiv
  
- Kote +14,75 m
  - Büro- und Sozialräume
  - Lüftungsanlagen
  
- Kote +18,75 m
  - Übergang zur Kraftwerkswarte und zum Schaltanlagegebäude
  - Büro- und Sozialräume
  - Lüftungsanlagen
  
- Kote +22,5 m
  - Zugang zum Kontrollbereich
  - Sozialräume
  - Heiße und kalte Wäscherei

### 3.2.7 Notstromdieselgebäude

Das Notstromdieselgebäude schließt an die westliche Stirnseite des Maschinenhauses an, ist durch einen Kabelkanal mit dem Schaltanlagegebäude verbunden und durch ein Objektschutztor an der Nordseite zugänglich. Ein weiteres Tor sowie ein Notausgang befinden sich auf der Südseite des Gebäudes. Die Gebäudekonstruktion besteht aus Stahlbeton. Jeder Notstromdiesel steht in einem separaten Raum. Die Abgase werden über Stahlblechröhre mit eingebauten Schalldämpfern durch die westliche Seitenwand ins Freie abgeführt. Zu- und Abluftklappen befinden sich an der Nord- und Südseite des Gebäudes.

Im Notstromdieselgebäude befinden sich folgende wesentliche Anlagen:

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Kote +3 m
  - Montagedurchfahrt
  - Rohrkanal und Rohrleitungen des Nebenkühlwassersystems
  - Dieselölvorratsbehälter
  - Kaltwassersätze
  
- Kote +8,2 m
  - Notstromdieselaggregate einschließlich Hilfsanlagen
  - Schalt- sowie Steuer-, Mess- und Regelschränke
  - örtliche Leitstände
  - Lüftungsanlage, Lager- und Werkstatt Räume
  
- Kote +11,4 m
  - Abluftventilatoren

### 3.2.8 Gebäude Netzersatzanlage Objektsicherung

Das Gebäude für die Netzersatzanlage der Objektsicherung liegt in einem Abstand von ca. 50 m östlich des Betriebsgebäudes und besteht aus einer Stahlbetonkonstruktion.

Der Zugang befindet sich an der nördlichen Seite auf +6,5 m NN. Im Gebäude befinden sich verteilt auf zwei Ebenen folgende wesentliche Anlagenteile:

- Kote +2,8 m
  - Dieselölvorratsbehälter
  - Schaltanlage
  
- Kote +6,5 m
  - Ersatzstromaggregat
  - Steuer-, Mess- und Regelungstechnikschränke
  - Lüftungsanlagen
  - Batterieanlage

### 3.2.9 Hilfskesselgebäude

Das Hilfskesselgebäude befindet sich südlich des Maschinenhauses an der Westseite des Reaktorgebäudes und besteht aus einer Stahlbetonskelettkonstruktion.

In ihm befinden sich im Wesentlichen:

- Kote +3 m
  - Pumpen- und Verteilstation
  - Druckluftkompressoranlage
  
- Kote +7,6 m
  - Ölbefeuerte Hilfskesselanlagen einschließlich Hilfsaggregate
  - Schalt- und Leittechnikschränke sowie örtlicher Leitstand der Kesselanlage
  - Speisewasserbehälter mit Entgaser

Die Rauchgase werden über einen freistehenden Stahlblechkamin bis ca. 10 m über die Attika des Reaktorgebäudes hinaus abgeführt.

### 3.2.10 UNS-Gebäude

Das UNS-Gebäude (Unabhängiges Notstandssystem) liegt in einem Abstand von ca. 100 m östlich des Reaktorgebäudes und besteht aus einer Stahlbetonkonstruktion. Der Hauptzugang befindet sich an der westlichen Seite auf +6 m NN. Im Gebäude befinden sich ein separater Leitstand, von dem aus das Kernkraftwerk von Hand abgeschaltet werden kann, sowie eine kraftwerksunabhängige Stromversorgung, Schaltanlagen, Kühlanlagen, Pumpen und Batterien.

Ein Teil des untersten Geschosses ist als Kontrollbereich ausgewiesen. Dieser Bereich ist über einen aus dem Feststofflager des Kernkraftwerks kommenden Verbindungskanal und über eine Schleuse aus dem UNS-Gebäude selbst zu erreichen. In ihm sind die notwendigen Versorgungsleitungen zwischen Reaktorgebäude und UNS-Gebäude untergebracht.

Im UNS-Gebäude befinden sich folgende wesentliche Anlagen:

- Kote -3 m
  - Kontrollbereich
    - Verbindungskanal
    - Einspeisepumpen und Wärmetauscher
    - Lüftungsanlage
  - Konventioneller Bereich
    - Notstromdieselanlage mit Hilfsaggregaten, Schaltschränken und örtlichen Leitständen

- Dieselölvorratsbehälter
  - Notstromtransformatoren
  - UNS-Kühlwasserpumpen
  - Kühlwasserbecken
- 
- Kote +3 und +6 m
    - Batterieräume
    - Schaltanlagen- sowie Steuer-, Mess- und Regelungstechnikschränke
    - Lüftungsanlagen und Kältemaschinen
    - UNS-Leitstand
  
  - Kote +10,25 und 13,4 m
    - Zu- und Fortluftkammern der Lüftungsanlagen
    - Zellenkühler mit Ventilatoren

### 3.2.11 Feststofflager

Das in Stahlbetonbauweise ausgeführte Feststofflager ist an der Ostseite des Reaktorgebäudes angeordnet und durch ein Zwischentor in der Gleisdurchfahrt vom Reaktorgebäude getrennt. Neben dem Lager für schwach aktivierte / kontaminierte Materialien, den Waschanlagen und betrieblichen Reststoffbehandlungs- und Abfallbearbeitungseinrichtungen verfügt das Feststofflager über Lagerkeller mit Tiefen von 6,5 m und 4 m. Diese sind in mehrere Kammern (sogenannte Kavernen) unterteilt. Die Kavernen dienen zur Aufnahme fester aktivierter und / oder kontaminierter Stoffe. Die Kavernendecke auf +3 m ist als Bedien- und Arbeitsbühne ausgebildet. Im nördlichen Teil des Feststofflagers befinden sich im Erdgeschoss Dekontaminationseinrichtungen.

Über das Feststofflager besteht ein Zugang zur Heißen Werkstatt im Betriebsgebäude und zum UNS-Verbindungskanal.

Direkt an die östliche Seite des Feststofflagers ist die Schleushalle angebaut. Sie dient bei Ein- und Ausschleusungen über das östliche Außentor dem Aufrechterhalten des Unterdruckes im Kontrollbereich und dem Wetterschutz.

## 3.2.12 Kühlwasserbauwerke

Zu den Kühlwasserbauwerken für Kühlwasserentnahme, Kühlwasserversorgung und Kühlwasserrücklauf gehören:

- Entnahmebauwerk:

Die für das KKB benötigte Kühlwassermenge wird der Elbe bei Stromkilometer 691,82 über ein zweiflutiges Entnahmebauwerk mit Einlaufsohle auf -7,50 m NN entnommen und durch einen zweiflutigen geschlossenen Stahlbetonkanal, der sich zum Pumpenbauwerk trompetenförmig öffnet, dem Kühlwasserpumpenbauwerk zugeführt. Konstruktiv ist das Entnahmebauwerk durch eine Tauchwand aus Stahlbeton gekennzeichnet, um das Kühlwasser aus der Tiefe über acht gleichgroße Öffnungen zu entnehmen und Treibgut und Eisschollen abzuhalten. Jede Flut bzw. jeder Kanal ist an der Stirnseite durch mit schwimmendem Hebezeug versetzbaren Dammtafeln für Wartungsarbeiten absperrbar.

- Kühlwasser-Pumpenbauwerk:

Das Gebäude ist in Stahlbetonbauweise ausgeführt und mit einer blechverkleideten Stahlkonstruktion umgeben. Es umfasst folgende wesentlichen Anlagenteile:

- vier Reinigungsstraßen mit je einer Grob- und Feinrechenanlage zur Reinigung des Kühlwassers,
- die direkt damit verbundenen Quer- und Saugekammern und darüber angeordneten Aufstellungsräume der Hauptkühlwasserpumpen,
- die Saugekammern mit darüber liegenden Aufstellungsräumen für Nebenkühlwasser und Feuerlöschpumpen sowie die Kühlwasserpumpen für das Gasturbinenkraftwerk,
- sonstige Betriebsräume:
  - E-Schalträume,
  - Räume für Probenahme,
  - Einrichtungen zur Eisensulfatdosierung,
  - mit den Ansaugkammern zur Kühlwasserentnahme aus der Elbe, Vorratsbehälter der Sprühflutlöschanlage,
  - Auftaupumpenanlage.

Zur Strömungsführung ist das gesamte Bauwerk durch parallel laufende Trennwände unterteilt, deren Querverbindungen wie auch die einzelnen Rechen- und Saugekam-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

mern durch Dammtafeln verschließbar sind. Zur Handhabung der Dammtafeln und zur Montage von Anlagenteilen ist ein flurbedienbarer Freiluft-Portalkran vorhanden.

- Kühlwasserrohrkanal:

Von den Haupt- und Nebenkühlwasserpumpen, den Feuerlöschpumpen und den Kühlwasserpumpen des Gasturbinenkraftwerks führen Rohrleitungen aus Stahl vom Kühlwasserpumpenhaus durch einen unterirdischen, begehbaren Betonkanal zum Maschinenhaus. Von diesem zweigt ein kleinerer Kanal an der westlichen Seite schräg verlaufend zum Reaktorgebäude ab.

Rücklaufkanal und Auslaufbauwerk:

Der Rücklaufkanal ist in Stahlbeton als geschlossener, unterirdischer zweiflutiger Kanal ausgeführt, der im Norden am Maschinenhaus beginnt und südlich mit dem Auslaufbauwerk in der Elbe endet.

### 3.2.13 Vollentsalzungsanlage

Die im Betriebsgebäude vorhandene Vollentsalzungsanlage wurde in 2013 durch eine neue, mobile Anlage im Freigelände südlich des Reaktorgebäudes ersetzt. Das Freigelände der Anlage umfasst die freien Flächen innerhalb des Betriebsgeländes. Die komplette Anlagentechnik für die Herstellung von demineralisiertem Wasser (Deionat) wurde als vormontierte und betriebsbereite Lösung als Container-Anlage konzipiert und aufgebaut. Sie besteht aus dem Steuer- und Kontrollcontainer, einem Salzsilo und der Wasseraufbereitung und speist in den vorhandenen Deionatbehälter ein.

### 3.2.14 Transportbereitstellungshallen I und II

Im nördlichen Teil des Anlagengeländes befinden sich die beiden Transportbereitstellungshallen. Dort werden radioaktive Abfälle aus dem Betrieb der Anlagen KKB und KKK bis zu ihrem Abtransport in ein Bundesendlager bereitgestellt. Freie Kapazitäten in den Transportbereitstellungshallen können ggf. auch für den Abbau genutzt werden. Die beiden Transportbereitstellungshallen verfügen jeweils über einen eigenen Kontrollbereich. Der spätere Abbau der Transportbereitstellungshallen ist nicht Bestandteil des Genehmigungsantrages zur Stilllegung und zum Abbau des KKB.

### 3.2.15 Standortzwischenlager Brunsbüttel

Auf dem Betriebsgelände der Anlage KKB befindet sich das Standortzwischenlager Brunsbüttel (SZB), in dem seit Februar 2006 mit Brennelementen beladene Transport- und Lagerbehälter vom Typ CASTOR® V/52 zwischengelagert werden. Das SZB hat einen eigenen Überwachungs- und Kontrollbereich. Spätestens im Zuge des Abbaus des KKB muss u. a. die gemeinsam genutzte Infrastruktur von SZB und KKB entkoppelt werden.

### 3.2.16 Gasturbinenkraftwerk

Das Gasturbinenkraftwerk (GTW) auf dem Anlagengelände ist an verschiedenen Schnittstellen mit dem KKB verbunden. Da die Anlage KKB zum Zeitpunkt der Erteilung der beantragten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung brennelementfrei sein wird, bestehen seitens des KKB keine Anforderung an die Verfügbarkeit des GTW während der Stilllegung und des Abbaus.

### 3.2.17 Geplantes Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle und Pufferlagerflächen

Auf dem Anlagengelände nördlich des KKB und des SZB (vgl. auch Abbildung 3.2) werden unterstützende Einrichtungen geplant – z. B. ein Zwischenlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LasmA) und Pufferlagerflächen. Der Abstand des möglichen Baufelds LasmA zu den atomrechtlich genehmigten Anlagen ist groß genug, sodass die Rückwirkungsfreiheit der Baumaßnahmen inhärent gegeben ist.

## 3.3 Weiterbetriebene Systeme und Anlagen während des Nachbetriebs

Mit dem Übergang der Anlage in den Nachbetrieb ändern sich auch die Anforderungen an die verschiedenen Systeme und Anlagenteile. Ziel ist es, den zu betreibenden System- und Anlagenumfang auf das für den Nachbetrieb erforderliche Maß zu reduzieren. System- und Anlagenteile können im Nachbetrieb außer Betrieb genommen werden, wenn sie weder zur Einhaltung der noch relevanten Schutzziele, noch betrieblich weiter benötigt werden.

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

Bis zum Übergang in den Restbetrieb sind folgende Schutzziele einzuhalten:

- „Kontrolle der Reaktivität“,
- „Abfuhr der Nachzerfallswärme“,
- „Einschluss radioaktiver Stoffe“ und
- „Begrenzung der Strahlenexposition“.

Zur Gewährleistung dieser Schutzziele bleibt die Funktion bestimmter Systeme und Einrichtungen der Anlage in dem erforderlichen Umfang erhalten. Dazu gehören auch übergreifende Hilfsfunktionen wie beispielsweise die Notstromversorgung und die Versorgung mit Hilfsmedien. Um den Betrieb dieser Systeme sicherzustellen, werden auch Infrastruktur und Hilfssysteme im erforderlichen Umfang weiter betrieben, betriebsbereit gehalten bzw. an die Anforderungen des Nachbetriebs angepasst. Hierzu gehören die nachfolgend beschriebenen Systeme und Anlagenteile mit ihren Aufgaben während des Nachbetriebs.

## 3.3.1 Systeme zur Nachwärmeabfuhr

Für die Abfuhr der noch in den Brennelementen anfallenden Nachzerfallswärme sind alle entsprechenden baulichen Anlagenteile und Großkomponenten (vgl. Abbildung 3.9), Stränge des Nachkühlsystems, einschließlich Zwischen- und Nebenkühlwasser und das UNS-Einspeise- und Kühlsystem gemäß den geltenden betrieblichen Regelungen verfügbar.

## 3.3.2 Lüftungstechnische Anlagen

Die während des Nachbetriebs 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 einen Kamin (vgl. Abbildung 3.6). Die Luftwechselraten bei der Versorgung mit gefilterter, temperierter und befeuchteter Außenluft sind in Abhängigkeit der zulässigen Aerosolkonzentrationen und der geforderten Arbeitsplatzbedingungen angepasst. Die für den Nachbetrieb erforderlichen Lüftungsanlagen bestehen im Wesentlichen aus folgenden Strängen:

- Zu-, Um- und Abluftanlagen für den Kontrollbereich im Maschinenhaus und Reaktorgebäude (die Umluftanlage TL60 im Reaktorgebäude ist im Nachbetrieb nicht mehr erforderlich),



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Anlagen zur Messung, Überwachung und Bilanzierung der abgeleiteten Luftaktivität,
- Filteranlagen sowie Abluftanlagen aus Räumen mit kontaminierten Medien (Aufbereitung, Heiße Werkstatt und Dekontboxen),
- Anlagen zur Entrauchung im Brandfall,
- Lüftungsabschluss zum Schutz von Personal und der Anlage bei externem Auftreten explosiver bzw. toxischer Gase,
- Zu-, Um- und Abluftanlagen für das Betriebs- und Schaltanlagegebäude,
- Lüftungsanlagen für die Notstromversorgung im erforderlichen Umfang,
- Neben- und Hilfssysteme für Erwärmung, Kühlung und Befeuchtung der Luft in noch erforderlichem Umfang.

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

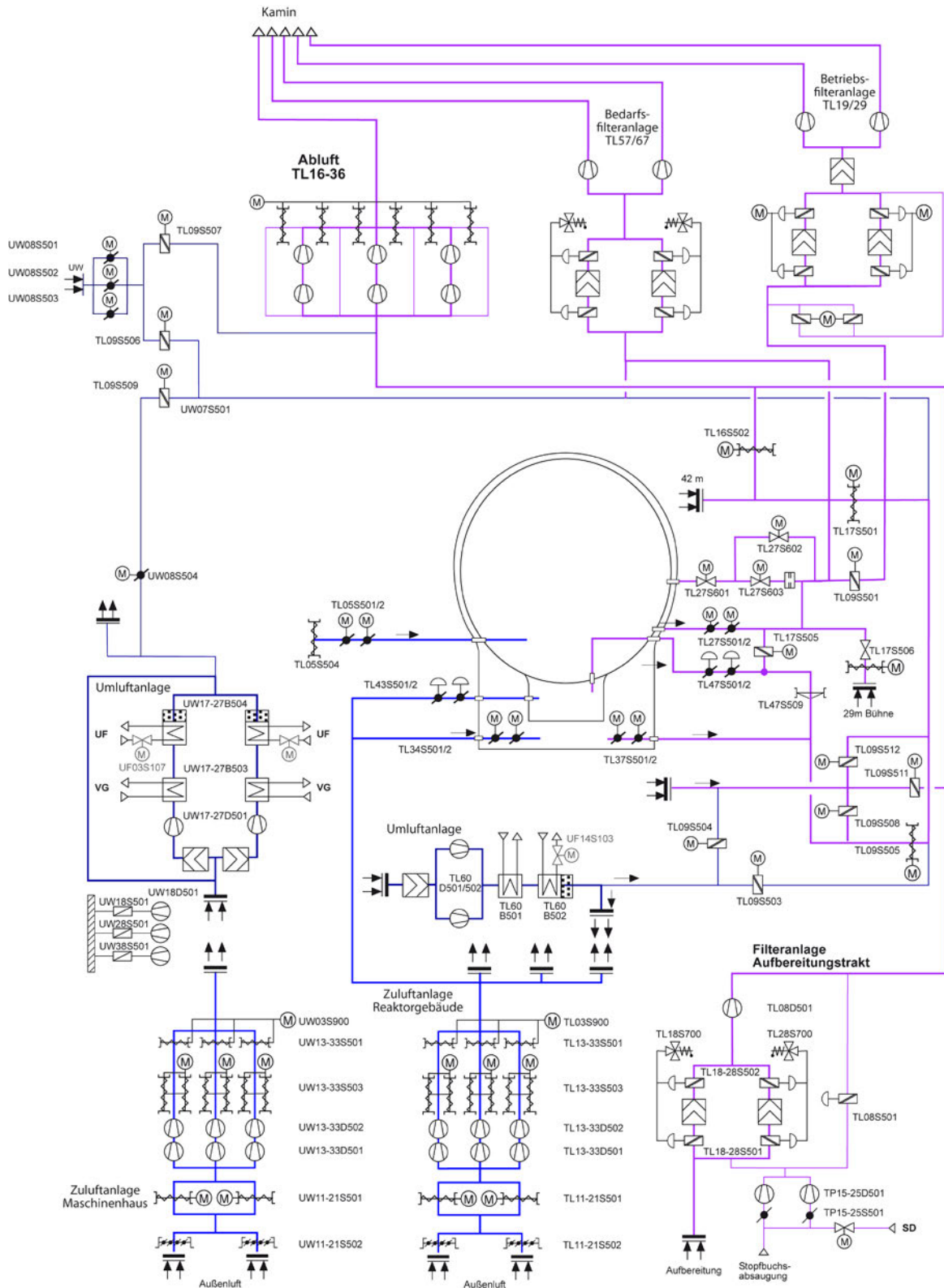


Abbildung 3.6: Übersichtsschema Lüftungsanlage (Nachbetrieb)

## 3.3.3 Kühlwassersysteme

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

- Nebenkühlwassersysteme für die Nachkühlstränge, die Betriebskühlkreisläufe und die Notstromdiesel,
- Kühlwassersystem zur Versorgung des Gasturbinenwerkes,
- Systeme und Anlagen für die Kühlwasserreinigung und -überwachung.

## 3.3.4 Elektrotechnische Anlagen und Einrichtungen

Das Schema der elektrischen Energieversorgung ist in Abbildung 3.7 dargestellt. Die zur Verfügung stehende Netzanschlussleistung ist für den zu erwartenden Leistungsbedarf während des Nachbetriebs ausreichend. Aus Gründen der Versorgungssicherheit kann die Spannungseinspeisung aus verschiedenen Versorgungsnetzen erfolgen.

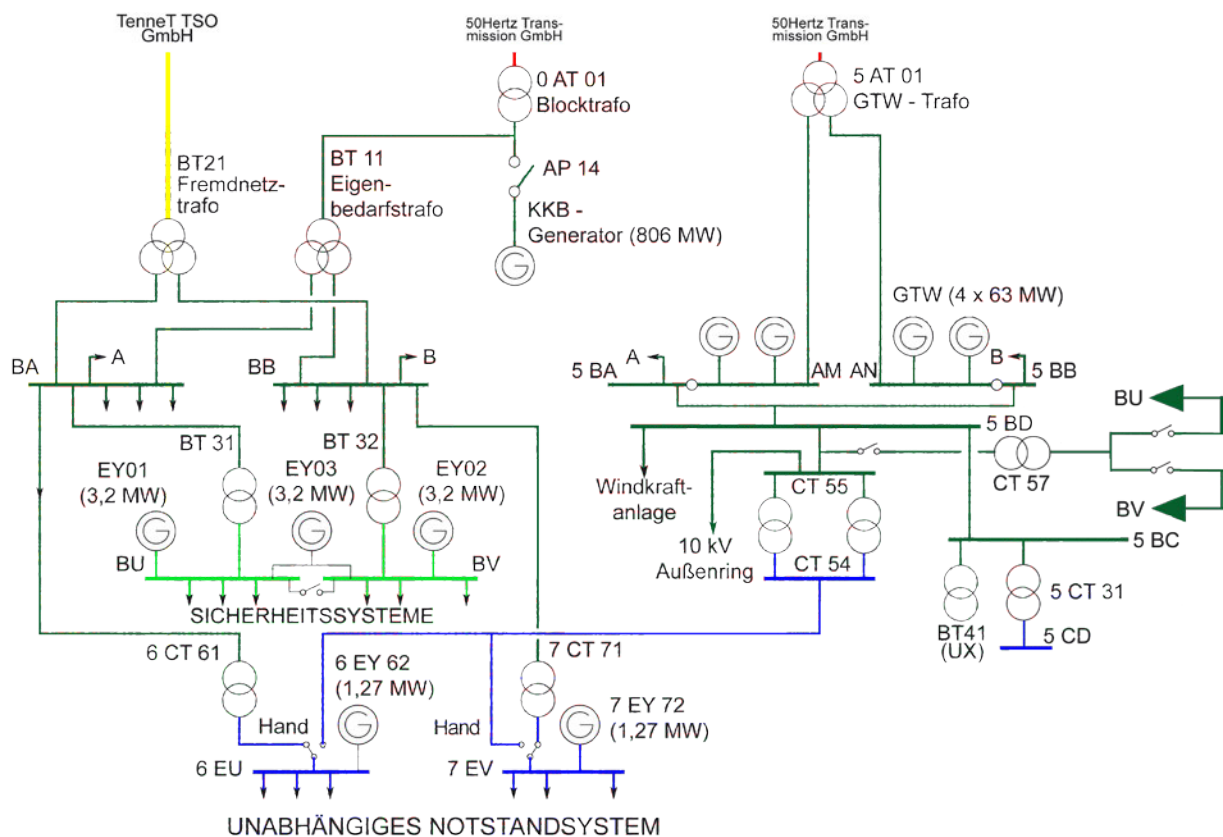


Abbildung 3.7: Elektrischer Übersichtsplan Nachbetrieb

### 3.3.4.1 Starkstromanlagen

Während des Nachbetriebs erfolgt die Energieversorgung des KKB durch die Netzversorgung der Eigenbedarfsschienen mit Umschaltmöglichkeit auf eine unabhängige Fremdnetzversorgung. Die Ebenen der Starkstromversorgung sind zweisträngig aufgebaut, die Verbraucher der unterlagerten Spannungsebenen werden über Transformatoren gespeist.

Die unterlagerten Spannungsschienen können paarweise gekuppelt und bei Bedarf über den Trafo eines Stranges versorgt werden.

### 3.3.4.2 Notstromversorgung im Nachbetrieb

Für die Versorgung sicherheitsrelevanter Verbraucher ist während des Nachbetriebs weiterhin eine Notstromversorgung erforderlich. Die Notstromverteilung ist ebenfalls zwei-strängig aufgebaut und wird bei Anforderung über die vorhandenen Notstromdieselgeneratoren versorgt. Jeder Notstromschiene sind Niederspannungsnotstromschienen und batteriegepufferte unterbrechungsfreie Gleich- und Wechselstromschienen unterlagert. Die Notstromschienen einer Ebene können jeweils paarweise gekuppelt und bei Bedarf über eine Seite gespeist werden. Im Normalbetrieb erfolgt die Versorgung über den Schienen fest zugeordnete Transformatoren.

Die Notstromversorgung ist während des Nachbetriebs erforderlich für Komponenten mit folgenden wesentlichen Anforderungen:

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

### 3.3.4.3 Reaktorschutz, Leit- und Messtechnik

Das Reaktorschutzsystem ist während des Nachbetriebs nur noch teilweise erforderlich, da Ereignisabläufe, die zur Beherrschung den automatischen Eingriff des Reaktorschutzsystems erfordern, nicht mehr auftreten können. Verbleibende Aufgabe ist weiterhin die Erkennung und Signalisierung des Notstromfalles mit Anforderung der Notstromdiesel. Gegeben-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

nenfalls werden im Nachbetrieb Anpassungen im Reaktorschutz im Rahmen der betrieblichen Regelungen vorgenommen.

Die Leittechnik mit ihren Steuerungen und Automatisierungseinrichtungen sowie die erforderlichen Messeinrichtungen erfüllen während des Nachbetriebs die gleichen Aufgaben wie im Normalbetrieb und bleiben für die noch erforderlichen Systeme und Anlagenteile verfügbar.

### 3.3.5 Unabhängiges Notstandssystem

Das Unabhängige Notstandssystem (UNS) dient zur Beherrschung bestimmter anlageninternen Ereignisabläufe, sogenannter Einwirkungen von Innen (EVI), sowie der Beherrschung von Störfällen bei Einwirkungen von Außen (EVA) und bleibt während des Nachbetriebs verfügbar für die UNS Anforderungen Nachwärmeabfuhr und Notstromversorgung.

Dazu sind die folgenden UNS-Systeme erforderlich:

- Einspeise- und Kühlwassersystem,
- Lüftungsanlage,
- Schalt- und Notstromanlage.

Das UNS ist nach Herstellung der Brennelementfreiheit hinsichtlich der Anforderungen für das im Restbetrieb zu betrachtende Ereignisspektrum nicht mehr erforderlich.

Nach der vollständigen Entkopplung der betreffenden elektro- und maschinentechnischen Systeme kann das UNS rückwirkungsfrei auf den Restbetrieb des Kraftwerks im Verlauf der weiteren Stilllegung nach Genehmigungserteilung abgebaut werden.

### 3.3.6 Abwasser- und Reststoffbehandlungsanlagen

#### 3.3.6.1 Abwasserbehandlungsanlagen

Die Abwasserbehandlungsanlagen haben im Nachbetrieb die Aufgabe, die innerhalb des Kontrollbereichs anfallenden radioaktiven Abwässer nach Herkunft und Qualität getrennt zu sammeln und aufzubereiten. Dazu werden Systeme und Behälter der Abwassersammlung und der Abwasseraufbereitung mit ihren Nebensystemen in erforderlichem Umfang weiterbetrieben, ggf. werden einzelne Systembestandteile in ihrer Fahrweise angepasst, ausgetauscht oder außer Betrieb gesetzt. 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

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

genehmigten Abgabegrenzwerte unter Beachtung der Anforderungen aus der wasserrechtlichen Erlaubnis zur Abgabe in die Elbe freigegeben (vgl. Abbildung 3.8). Gegebenenfalls werden die Abgabeeinrichtungen den reduzierten Kühlwassermengen angepasst. Die abgetrennten Feststoffe werden in den Reststoffbehandlungsanlagen weiterverarbeitet.

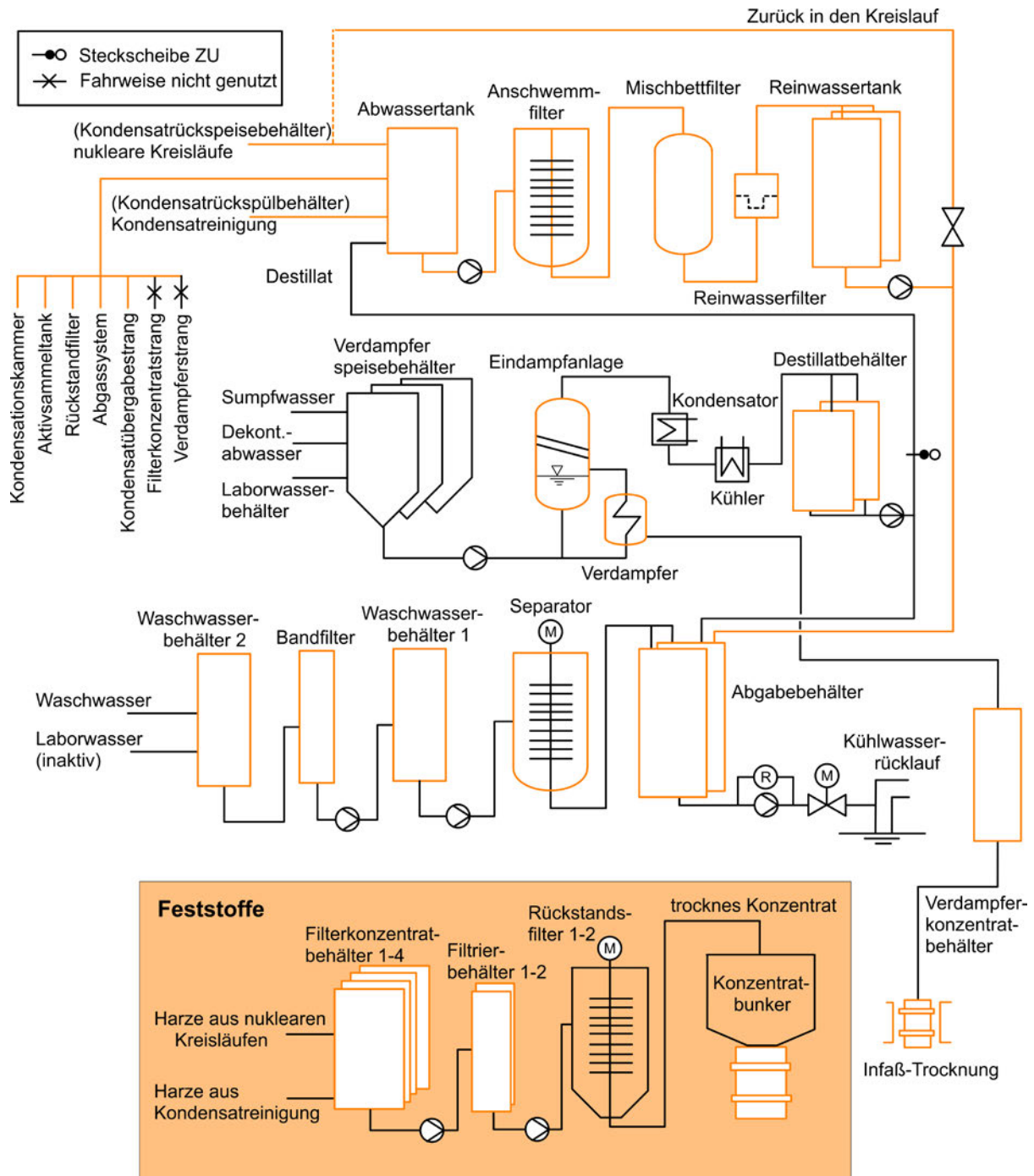


Abbildung 3.8: Übersichtsdarstellung Abwasser- und Konzentrataufbereitung

## 3.3.6.2 Reststoffbehandlungsanlagen

Die Einrichtungen zur Behandlung fester radioaktiver Reststoffe bleiben im Nachbetrieb weiterhin in Betrieb, ggf. werden einzelne Systembestandteile in ihrer Fahrweise angepasst, ausgetauscht oder außer Betrieb gesetzt. Je nach Art des anfallenden Reststoffes und dem Grad der radioaktiven Verunreinigung müssen die Reststoffe entsprechend behandelt werden.

Zu den weiterhin anfallenden bzw. zu behandelnden Reststoffen zählen (vgl. Abbildung 3.8):

- Filterharze aus den nuklearen Kreisläufen (Der Anfall von Filterharzen ist im Nachbetrieb 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 bzw. Reststoffe die bei Dekontamination und Konditionierung anfallen (z. B. Strahlmittel),
- sonstige Reststoffe (Verpackungen, Putzlappen etc.).

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

## 3.3.7 Kommunikationseinrichtungen

Die Aufgabenstellung an die vorhandenen Kommunikations-, Ruf- und Alarminrichtungen ändern sich im Nachbetrieb gegenüber dem Stillstandsbetrieb nicht. Die folgenden Anlagen und Systeme bleiben 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,
- Betriebsfernsehanlage,
- Wechselsprechanlagen,
- Türstandsanzeigen.

### 3.3.8 Aktivitäts- und Umgebungsüberwachung sowie Probennahmesysteme

Die Einrichtungen zur Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung betreffen im Nachbetrieb die folgenden Systeme:

- Kreislauf- und Anlagenüberwachung,
- Raumüberwachung,
- Raumabluftüberwachung,
- Personenüberwachung,
- Aktivitäts- und Aktivitätsabgabeüberwachung.

Zu den dafür notwendigen 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 sowie die Einrichtungen der Kreislaufüberwachung zum Erkennen von radioaktiven Stoffen in Systemen. Radioaktive Stoffe in Fortluft und Abwasser aus dem Kontrollbereich werden erfasst und bilanziert. Die zur Überwachung, Kontrolle und Bilanzierung notwendigen Proben aus den verschiedenen Systemen werden durch ein Probeentnahmesystem 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 Kontrollbereichs zur Verfügung. Für die Umgebungsüberwachung befindet sich darüber hinaus in der Stadt Brunsbüttel ein externes Labor.

### 3.3.9 Zwischenkühlwassersysteme

Zu den im Nachbetrieb notwendigen ZKW-Kreisläufen (ZKW: Zwischenkühlwasser), einschließlich der betroffenen Hilfs- und Nebensysteme für den Nachbetrieb zählen die folgenden:

- Zwischenkühlkreise der Nachkühlsysteme,
- Zwischenkühlkreise der Betriebskühlkreisläufe (BKK).

Die ZKW-Systeme der beiden BKK sind während des Nachbetriebs aufgrund der geringen noch abzuführenden Wärmeleistung verbunden, sodass die Versorgung der Kühlstellen



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

durch die Pumpen beider BKK und die Wärmeabfuhr an die Elbe über die Nebenkühlwassersysteme beider BKK erfolgen kann.

Die Zwischenkühlkreise der Not- und Nachkühlsysteme werden für den Restbetrieb nicht mehr benötigt. Die ZKW-Systeme für die BKK werden bis zur Umstellung beispielsweise auf mobile Kühlung noch für einige der angeschlossenen Kühlstellen, wie z. B. Hilfsdampf- und Druckluftversorgung sowie für Kühlstellen in der Abwasser- und Konzentrataufbereitung benötigt.

### **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 (Radioaktivitätsmessungen) zur Verfügung.

Es handelt sich dabei um die Versorgung der Personenkontaminationsmonitore und Labormessplätze mit einem speziellen Gasgemisch aus Argon und Methan.

#### **3.3.10.2 Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung sowie Wasseraufbereitung**

Die Trinkwasserversorgung der Anlage erfolgt durch den Wasserverband Süderdithmarschen. Die Trinkwasserleitungen sind frostfrei im Boden verlegt. Als Vorsorge gegen mögliche Unterbrechungen hat das Kraftwerk einen Vorratsbehälter und ein eigenes Druckspeicher- und Pumpensystem. Die Ableitung des Schmutzwassers erfolgt über eine separate Sammelleitung ins Klärwerk Brunsbüttel. Das in der Wasseraufbereitungsanlage aus dem Trinkwasser erzeugte Deionat wird in Vorratsbehältern gespeichert und gelangt über ein Verteilersystem in den Kontrollbereich. Das demineralisierte Wasser wird zum Füllen und Spülen von Kreisläufen, als Sperrwasser und zum Dekontaminieren benötigt.

Im Laufe des Nachbetriebs wird die Anzahl der Aufbereitungsstränge ggf. minimiert und die Anlage den sich ändernden Anforderungen angepasst.

#### **3.3.10.3 Hilfsdampf- und Heizungsanlagen**

Das Hilfsdampfsystem hat die Aufgabe, sämtliche Dampfverbraucher der Anlage mit inaktivem Dampf zu versorgen. Eine Hilfskesselanlage dient als Dampferzeuger und Wärmequelle

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

für einige Wärmetauscher in den Reaktorhilfs- und Versorgungsanlagen sowie der Gebäudeheizung; die wesentlichen Verbraucher sind:

- Abwasseraufbereitung,
- Konzentrataufbereitungssystem,
- Heizwasservorwärmung.

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

Im weiteren Verlauf der Nachbetriebsphase wird die Hilfskesselanlage ggf. durch ein alternatives und effektiveres Wärmeerzeugungssystem ersetzt.

### 3.3.10.4 Druckluftanlage

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

### 3.3.10.5 Entwässerungs-, Entlüftungs- und Entleerungssysteme

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

### 3.3.10.6 Ableitung von Niederschlagswasser

Die Systeme zur Ableitung, Rückhaltung und Behandlung von Niederschlagswasser bleiben in der Nachbetriebsphase in Betrieb. Über das Schöpfwerk östlich des Kraftwerkgeländes und ein Vorflutersystem ist eine ausreichende Ableitung des Oberflächenwassers sichergestellt.

Die Systeme für die Ölabscheidung bleiben ebenfalls im erforderlichen Umfang in Betrieb.

## 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 Kern, Steuerstäben und Instrumentierung erforderlich waren. Der Druckbehälterdeckel ist demontiert und auf der Ebene des Lagerbeckenflures auf +42 m (Ebene ZA10) abgelegt. An seiner Stelle sitzt der Flutkompensator auf dem RDB, der das Druckgefäß in den Flutraum verlängert und RDB, Flutraum, Absetzbecken und Brennelementlagerbecken hydraulisch verbindet (vgl. Abbildung 3.9).

Die Einbauten zur Dampf-Wasser-Separation sind aus dem RDB demontiert und im Absetzbecken abgestellt.

### 3.3.11.2 Brennelementlagerbecken, Absetzbecken und Flutraum

Die Becken sind mit korrosionsbeständigem Stahl ausgekleidet. Eine mögliche Beschädigung wird durch ein Leckageüberwachungssystem erkannt. Durch ein Schleusenschütz kann das Brennelementlagerbecken gegen das Absetzbecken abgesperrt werden.

Im Brennelementlagerbecken sind Gestelle zur Lagerung der Brennelemente, Steuerstäbe und des Brennstabköchers, notwendige Werkzeuge zur Brennelementhandhabung und ein Abstellpodest für den CASTOR<sup>®</sup>-Behälter installiert.

Das Wasser in den Becken kann über ein Lagerbeckenkühlsystem oder über das Nachkühlsystem (Fahrweise über die Filter des Lagerbeckenreinigungssystems) gefiltert werden. Im Bedarfsfall kann überschüssiges Wasser in die Kondensationskammer abgelassen bzw. wieder entnommen werden.

### 3.3.11.3 Kondensationskammer

Die Kondensationskammer hat mit dem Ende des Leistungsbetriebs und dem Übergang in die Nachbetriebsphase ihre Funktion als Notwärmesenke verloren. Im Nachbetrieb erfüllt sie neben sicherheitstechnischen Aufgaben noch betriebliche Aufgaben als Wasserreservoir bzw. Zwischenspeicher, falls im Bedarfsfall aus dem RDB, Lagerbecken oder Flutraum / Absetzbecken kurzzeitig Wasser zwischengespeichert werden muss.

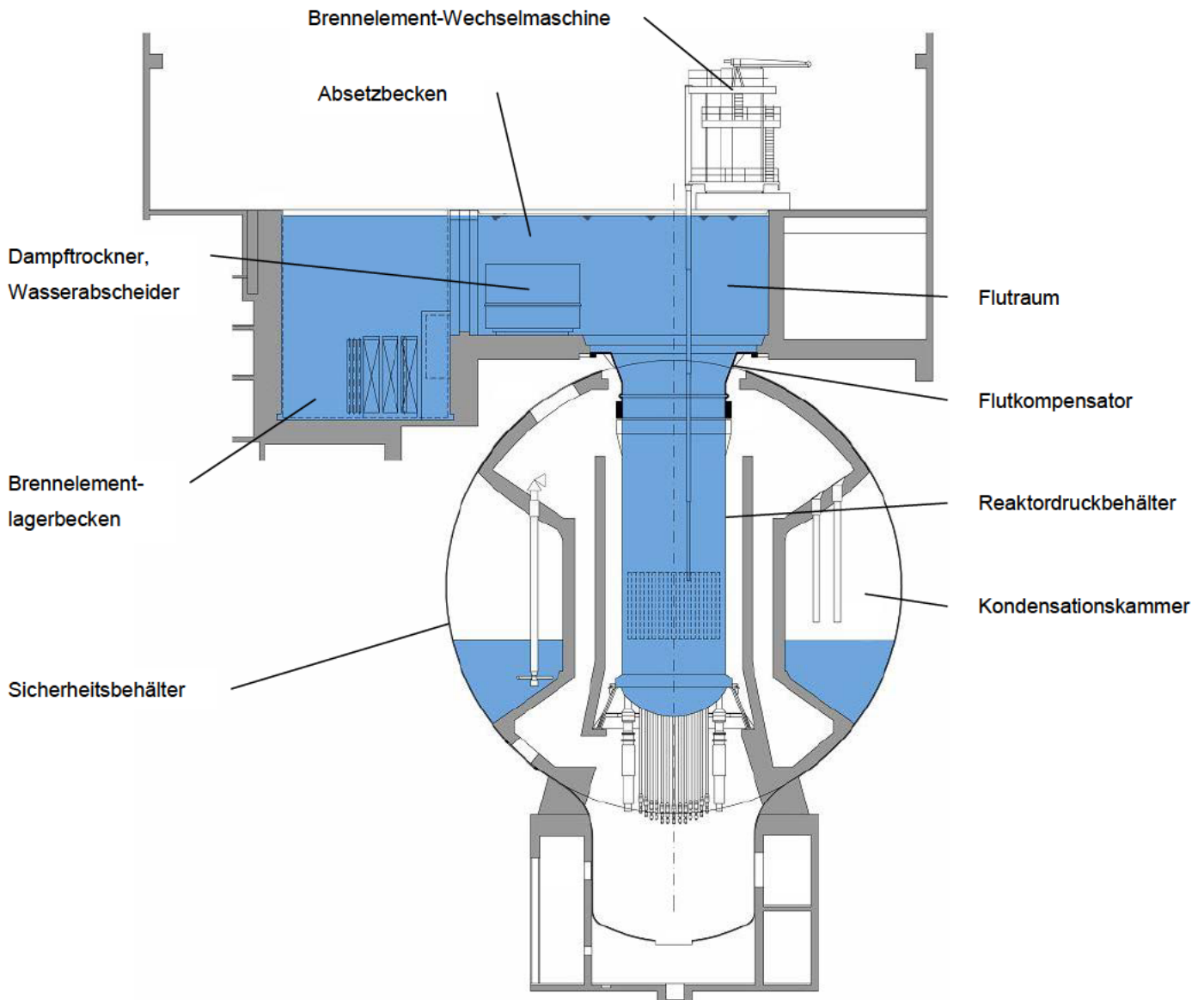


Abbildung 3.9: RDB hochgeflutet und mit Flutraum und Brennelementlagerbecken verbunden

### 3.3.11.4 Brennelement-Wechselmaschine

Die Brennelement-Wechselmaschine ist hauptsächlich zum Be- und Entladen der Brennelemente im Reaktor und zum Beladen der CASTOR®-Behälter erforderlich. Außerdem wird sie noch für Handhabungstätigkeiten im RDB, im Brennelementlagerbecken sowie auf der Ebene des Lagerbeckenflures benötigt (vgl. Abbildung 3.9).

### 3.3.11.5 Werkstätten und Labore

Folgende sonstige Einrichtungen werden für die Zeit des Nachbetriebs und des anschließenden Restbetriebs im Kontrollbereich vorgehalten und in erforderlichem Umfang weiterbetrieben:

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

### 3.3.12 Brandschutz

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

Zur Erstbrandbekämpfung, Überprüfung des vorbeugenden Brandschutzes, Wartung der Ausrüstung und zur Schulung der Mitarbeiter wird im Nachbetrieb eine Werkfeuerwehr im Kraftwerk vorgehalten, die nach Alarmierung der öffentlichen Feuerwehr durch diese unterstützt wird.

Die Brandschutzordnung wird ggf. an die Anforderungen des Nachbetriebs 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,
- CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlage,
- Entrauchungsanlagen,

- 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 Kontrollbereichszugänge, die Objektsicherungs-, Kamera- und Fernsehanlage, die Objektsicherungsbeleuchtung, die Netzersatzanlage im Gebäude ZK09 (vgl. Abbildung 3.2) sowie die Objektsicherungszentralen.

### 3.3.14 Anlagen und Einrichtungen für den Notfallschutz

Komponenten und Maßnahmen des anlageninternen Notfallschutzes dienen dem Ziel, die Auswirkungen eines Ereignisses außerhalb der Auslegung des Kernkraftwerks zu begrenzen sowie auslegungsüberschreitende Zustände mit möglichst geringen Schäden zu beenden. Mit diesen Anlagen und Einrichtungen können anlagentechnische Maßnahmen, die im Notfallhandbuch (NHB) detailliert beschrieben sind, zur Prävention (Verhinderung von Kernschäden) und Schadensminimierung (Begrenzung radiologischer Auswirkungen bei Kernschäden) durchgeführt werden. Da sich im Nachbetrieb die Anforderungen aus den zu betrachtenden Ereignisabläufen verändern, sind nicht mehr alle im NHB spezifizierten Maßnahmen erforderlich. Das NHB wird entsprechend angepasst.

## 3.4 Anlagenhistorie

Während der fast 35-jährigen Betriebszeit sind eine Vielzahl von Änderungen und Erweiterungen an Gelände, Gebäuden, Anlageteilen und Komponenten im Zusammenhang mit Wartungs-, Reparatur- und Ertüchtigungsmaßnahmen sowie Umbauten und Erweiterungsmaßnahmen vorgenommen worden.

Die nachfolgende Tabelle 3.3 gibt einen Überblick über die Errichtung, die Inbetriebsetzung und den Betrieb der Anlage KKB.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Tabelle 3.3: Kurzübersicht – Einrichtung / Inbetriebsetzung

Datum	Vorgang/Ereignis
1969	<b>Antragstellung auf Errichtung eines Kernkraftwerks</b> mit Siedewasserreaktor mit folgenden Leistungsmerkmalen: 770 MW (elektrisch); 2.292 MW (thermisch); Typ / Baulinie: 69
02.04.1970	Einrichtung der Baustelle, Aushub der Baugrube für den Kraftwerksblock bis zur Unterkante der Fundamentplatte
1974 - 1976	<b>Inbetriebsetzung</b>
22.06.1976	Erteilung der <b>1. Betriebsgenehmigung</b>
23.06.1976	<b>Erstmalige Kritikalität</b>
17.12.1976	Erstmals thermische <b>Leistung = 100 %</b>
24.12.1976	Beginn <b>offizieller Probebetrieb</b>
09.02.1977	<b>Übergabe an HEW</b>

Am 02. April 1970 wurde die Errichtung des Kernkraftwerks Brunsbüttel begonnen. Bis zur ersten Kritikalität der Anlage im Jahr 1976 wurden die verschiedenen Bau- und Anlagenteile im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens in weiteren Teilerrichtungs-genehmigungen genehmigt und errichtet. Nach der Inbetriebsetzungsphase wurde die erste Betriebsgenehmigung erteilt. Danach erfolgten in weiteren Genehmigungsschritten wesentliche Änderungen in der Anlage.

Nach der Erteilung der zweiten Betriebsgenehmigung folgten eine Reihe weiterer Teilgenehmigungen, die sowohl Änderungen an bestehenden Anlagenteilen als auch neue Einrichtungen umfassten.

Von der Erteilung der unbefristeten dritten Betriebsgenehmigung in 1983 bis zum Erlöschen der Berechtigung zum Leistungsbetrieb mit der 13. Novelle des AtG zum 06. August 2011 wurden ebenfalls eine Vielzahl von Änderungen zur Verbesserung der Anlage, ihrer Sicherheit und Wirtschaftlichkeit, im Rahmen von Genehmigungs- und Zustimmungsverfahren genehmigt bzw. zugestimmt und realisiert. Für die Anlage bedeutende Änderungen sind in der nachfolgenden Tabelle 3.4 zusammengestellt.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Tabelle 3.4: Zusammenstellung der wichtigsten Änderungsgenehmigungen

Datum	Gegenstand der Genehmigung
24.07.1980	Änderung der Strahlenschutzinstrumentierung, des Reaktorschutzsystems und der Reaktordruckbehältereinbauten
14.09.1981	Zweite Betriebsgenehmigung zum Reaktorbetrieb mit dem Reaktorkern
11.08.1982	Errichtung eines Wasserstoffabbausystems
11.11.1982	Errichtung und Betrieb eines Unabhängigen Notstandssystems (UNS)
11.08.1983	Dritte Betriebsgenehmigung (unbefristet)
06.10.1987	Betrieb des Systems zur Inertisierung des Sicherheitsbehälters sowie Betrieb der Gesamtanlage mit inertisiertem Sicherheitsbehälter
18.10.1989	Teilaustausch von Rohrleitungen in den Systemen Zwischenüberhitzerkondensat, Hochdruckanzapfung und Speisewasserkreislauf
08.11.1989	Teilaustausch von Rohrleitungen im Einspeisesystem
14.12.1989	Austausch von Rohrleitungen im Hilfsdampfsystem
24.05.1991	Errichtung und Betrieb einer diversitären Druckbegrenzungseinrichtung (Notdruckbegrenzung)
14.10.1994	Umrüstung der Axialpumpen
17.10.1994	Entfernung des Lagerdruckwassersystems
10.12.1997	Teilaustausch von Rohrleitungen im Frischdampfsystem
23.12.1997	Rohrleitungstausch im Speisewassersystem außerhalb der druckführenden Umschließung

Die Anlage KKB ist am 22. Dezember 2011 aus dem Stillstands- in den Nachbetrieb übergegangen.

### 3.4.1 Radiologischer Ausgangszustand

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

- Es erfolgt keine signifikante Neubildung radioaktiver Stoffe seit der Abschaltung der Anlage aus dem Leistungsbetrieb am 20. Juli 2007;
- Die kurzlebigen radioaktiven Stoffe sind zwischenzeitlich abgeklungen, dies sind insbesondere die radiologisch relevanten Iod-Nuklide;



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Ein wesentlicher Teil der Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten im Kontrollbereich ist nur geringfügig kontaminiert;
- Die evtl. noch vorhandenen Defektstäbe weisen eine äußerst geringe Wärmeentwicklung von insgesamt ca. 65 Watt auf. Das Aktivitätsinventar der Defektstäbe wird mit  $5 \text{ E}+14 \text{ Bq}$  abgeschätzt.

Das Gesamtaktivitätsinventar der Anlage KKB ist hauptsächlich in den bestrahlten Brennelementen enthalten. Es ist geplant, dass zum Beginn des Abbaus der Anlage KKB die Brennelemente aus der Anlage entfernt sind.

Das zum geplanten Abbaubeginn noch vorhandene Gesamtaktivitätsinventar wird auf ca.  $1 \text{ E}+17 \text{ Bq}$  abgeschätzt. Die Schätzung basiert u. a. auf Aktivierungsberechnungen und auf Erfahrungen aus anderen, zurückgebauten Kernkraftwerken. Die Aktivität ist hauptsächlich im Kristallgitter der Kern- und RDB-Einbauten und Teilen des RDB selbst gebunden. Ein kleiner Teil des Aktivitätsinventars liegt als Kontamination vor und befindet sich überwiegend auf den inneren Oberflächen der Anlagenteile.

Während des Nachbetriebs wird mit geeigneten Methoden die Verteilung der Aktivitäten in der Anlage ermittelt. In Abhängigkeit der ermittelten Aktivitätsverteilung und der Wirksamkeit der bewährten Dekontaminationsverfahren werden ggf. Systemdekontaminationen vorgenommen. Kriterien dafür sind die Dosis- und Abfallminimierung des Gesamtvorhabens. Anhand der Ergebnisse dieser Charakterisierung kommt es zu einer Präzisierung der in Abbildung 6.3 gezeigten Massenströme.

### 3.4.1.1 Aktivierte Anlagenteile und Gebäudestrukturen

Während des Leistungsbetriebs wurden Anlagenteile und Gebäudestrukturen durch Neutronenstrahlung aktiviert. Die relevanten Radionuklide der Aktivierung metallischer Werkstoffe sind:

- Co-60,
- Fe-55,
- Ni-63.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Zusätzlich befinden sich in aktivierten Betonbereichen z. B. des Biologischen Schildes insbesondere die Radionuklide:

- Eu-152,
- Eu-154.

### 3.4.1.2 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 in Systemen können auch geringe Kontaminationen an Außenoberflächen innerhalb des Kontrollbereichs, z. B. auf Wänden, Böden und sonstigen Anlagenteilen, vorhanden sein.

### 3.4.1.3 Radioaktive Betriebsabfälle

Die radioaktiven Betriebsabfälle aus dem Leistungs- und Nachbetrieb werden bis zum Beginn des Abbaus teilweise aus der Anlage KKB entfernt sein. Die zu Beginn des Abbaus noch vorhandenen Betriebsabfälle im KKB werden mit den betrieblichen oder während des Abbaus installierten Einrichtungen behandelt, in geeignete Transportbehälter verpackt und anschließend für einen Abtransport bereitgestellt bzw. zwischengelagert.

## 4 Arbeitsbereiche, Abbauverfahren und Abbaueinrichtungen

### 4.1 Arbeitsbereiche

Für den Abbau werden verschiedene Arbeitsbereiche eingerichtet. Die wesentlichen erforderlichen Arbeitsbereiche sind:

- Zerlegeplätze,
- Pufferlagerflächen,
- Bereiche zur Dekontamination,
- Bereiche zur Konditionierung,
- Bereiche für Radioaktivitätsmessungen.

Die Plätze zur Zerlegung bzw. Nachzerlegung von Komponenten und die Bereiche zur Dekontamination, Konditionierung und für Radioaktivitätsmessungen werden im vorhandenen Kontrollbereich, vorzugsweise im Maschinenhaus, eingerichtet. Diese Bereiche werden zudem über eigene Stauflächen verfügen.

Die Einrichtung erfolgt u. a. 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 Komponenten der Anlage vor Ort demontiert und an speziell eingerichteten Zerlegeplätzen im Maschinenhaus nachzerlegt.

Die Zerlegeplätze für trockene Nachzerlegung verfügen typischerweise über folgende Einrichtungen:

- Zerlegewerkzeuge, z. B. Bandsäge, Schneidbrenner,
- Einhausung,
- Mobile oder systemgebundene Absaugung,
- Hebezeuge und Abschirmung nach Erfordernis.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Die aktivierten Komponenten werden teilweise unter Wasser zerlegt. Für die Nachzerlegung unter Wasser stehen das Absetzbecken und das Brennelementlagerbecken zur Verfügung. Die Zerlegeplätze für Nasszerlegung verfügen typischerweise über folgende Einrichtungen:

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

### 4.1.2 Stau- und Pufferlagerflächen

Für Materialien, die nicht sofort zum nächsten Arbeitsbereich weitertransportiert werden können oder sollen, werden Stau- oder Pufferlagerflächen eingerichtet.

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

Auch werden am Standort außerhalb des Kontrollbereichs weitere getrennte Pufferlagerflächen zur Aufnahme der im KKB abgebauten Anlagenteile und der im Maschinenhaus bearbeiteten und behandelten Stoffe eingerichtet. Die für die Einrichtung der Pufferlagerflächen zugrunde zu legenden Vorschriften und Regelwerke werden berücksichtigt. Die Pufferlagerung erfolgt unter Verwendung geeigneter Verpackungen bzw. Behälter. Durch die Lagerung von und den Umgang mit radioaktiven Stoffen sowie durch Transport- und Bereitstellungsvorgänge auf dem Anlagengelände (vgl. Abbildung 3.2, in der die optionalen Flächen für eine Pufferlagerung im Überwachungsbereich ausgewiesen sind) 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 StrlSchV, 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 Komponenten werden Dekontaminationsanlagen installiert. Die Installation erfolgt im Maschinenhaus sowie an bereits vorhandenen und anderen geeigneten Orten im Kontrollbereich des KKB. Die Dekontamination von Komponenten soll vor-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

wiegend im Maschinenhaus erfolgen, kann aber auch durch qualifizierte externe Dienstleister außerhalb des Anlagengeländes durchgeführt werden.

### 4.1.4 Konditionierung

Radioaktive Abfälle werden am Standort oder in externen Einrichtungen konditioniert. Die Konditionierung am Standort erfolgt überwiegend im Maschinenhaus.

Die aktivierten Abfälle aus dem Abbau, beispielsweise Teile des Reaktordruckbehälters, der Reaktordruckbehälter-Einbauten und des Biologischen Schildes, werden weitgehend direkt nach dem Abbau konditioniert. Es besteht die Möglichkeit, während der Unterwasserzerlegung kleinere Bauteile mittels geeigneter Vorrichtungen unter Wasser zu kompaktieren.

### 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 Voruntersuchungen, Orientierungs- und Freigabemessungen. Rekontaminationen und Kontaminationsverschleppungen werden im Wesentlichen durch örtliche Trennung, geeignete Lüftungstechnische Vorkehrungen sowie administrative Vorgaben vermieden.

## 4.2 Zerlege-, Dekontaminations- und Konditionierungsverfahren

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

- Arbeitssicherheit,
- Strahlenexposition für Personal,
- Rückhaltung von Aktivität,
- Betriebsbewahrung,
- Produktion von Sekundärabfall,
- Effizienz,

- Platzbedarf,
- Logistik- und Transportanforderungen,
- Wirtschaftlichkeit.

### 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,
- Eigenschaften des zu trennenden Werkstoffes,
- Werkzeugverschleiß.

#### 4.2.1.1 Mechanische Zerlegeverfahren

Mechanische Zerlegeverfahren beruhen auf dem mechanischen Abtrag des zu zerlegenden Materials. 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,
- Meißeln,
- Wasserabrasivstrahlschneiden,
- Bauschuttbrechen.

## 4.2.1.2 Thermische Zerlegeverfahren

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

- Autogenes Brennschneiden,
- Plasmaschmelzschneiden,
- Kontakt-Lichtbogen-Metall-Schneiden,
- Funkenerosion,
- Laserstrahl-Schneiden.

## 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,
- 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 relativ geringe Materialabträge (z. B. Wischen) bis relativ hohe Materialabträge (Drehen) erzielbar. Es werden u. a. folgende Techniken zum Einsatz gebracht:

- Wischen,
- Bürsten,
- Saugen,
- Nadeln,

- Drehen,
- Fräsen,
- Hochdruckreinigen,
- Strahlverfahren,
- Schaben, 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,
- Komplexbildner.

### 4.2.2.3 Weitere Dekontaminationsverfahren

Weder eindeutig der chemischen noch der mechanischen Dekontamination lassen sich u. a. folgende Dekontaminationsverfahren zuordnen:

- Elektropolieren,
- Schmelzen,
- Ultraschall.

### 4.2.3 Konditionierungsverfahren

Der Großteil der anfallenden Reststoffe wird, ggf. nach Dekontamination, freigemessen und dem Wirtschaftskreislauf wieder zugeführt oder als konventioneller Abfall entsorgt.

Ein geringer Anteil der anfallenden Reststoffe ist radioaktiver, zu konditionierender Abfall.

Unter Konditionierung versteht man hier die Herstellung endlagergerechter Gebinde.

Bis zur Verbringung in ein Bundesendlager ist die Lagerung am Standort vorgesehen. Es wird angestrebt, das Volumen der endlagergerechten Gebinde möglichst gering zu halten.



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Beispielsweise werden folgende Konditionierungsverfahren eingesetzt und können auch miteinander kombiniert werden:

- Pressen,
- Trocknen,
- Zementieren,
- 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 KKB sind im Wesentlichen erprobte, handelsübliche Industriegeräte vorgesehen. Hierzu zählen z. B.:

- Allgemeine Handwerkzeuge,
- Bohrer,
- Fräser,
- Nibbler,
- Scherwerkzeuge,
- Stich-, Band- und Kreissägen,
- Trennschleifer,
- Schneidbrenner,
- Abkreisvorrichtungen.

Zur Minimierung der Strahlenexposition des eingesetzten Personals werden bei Bedarf die Werkzeuge, ggf. nach entsprechender Modifikation, manuell mit Stangenwerkzeugen geführt (fernhandelter Abbau). 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 industrieüblichen Geräten erforderlich. Vor ihrem Einsatz beim Abbau werden diese Einrichtungen und Geräte in der Regel einem Testbetrieb 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 des § 6 StrlSchV (Strahlenminimierungsgebot) 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 KKB

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 der Gebäude und des Geländes wird die Anlage aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen.

Der konventionelle Abbau 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 Reststoffbehandlung,
- Errichtung und Betrieb von Einrichtungen zur Reststoffbehandlung und Abfallbearbeitung 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 Reaktordruckbehälters,
- Abbau des oberen Teils des Sicherheitsbehälters einschließlich des Sicherheitsbehälterdeckels,
- Abbau von Anlagenteilen im Reaktorgebäude, im Maschinenhaus und in weiteren Anlagenbereichen,
- Abbau von Anlagenteilen im Überwachungsbereich,
- Entsorgung ggf. noch vorhandener Defektstäbe,
- Entsorgung anfallender und ggf. noch vorhandener Betriebsabfälle,

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Umwidmung von Anlagenräumen und -flächen für eine veränderte Nutzung für Stilllegung und Abbau,
- ggf. Abbau von Gebäuden ohne Kontrollbereich (vgl. Kapitel 5.2.4).

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

- 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 Reststoffbehandlung und Abfallbearbeitung,
- Dekontamination und Freimessen der Gebäudestrukturen und des betroffenen Betriebsgeländes sowie Entlassung der Anlage KKB aus dem AtG,
- ggf. Abbau von weiteren Gebäuden ohne Kontrollbereich.

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

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

### 5.1 Anpassung der Systeme an den Restbetrieb

Mit Inanspruchnahme der 1. SAG geht die Anlage vom Nach- in den Restbetrieb über. Mit Herstellung der Brennelementfreiheit entfallen aufgrund der geringen Reaktivität bzw. Nachzerfallsleistung der Defektstäbe die Schutzziele "Unterkritikalität" und „Nachwärmeabfuhr“.

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 geschaffen. Die Auslegungsgrundsätze für die Ersatzsysteme sind in Kapitel 1.4 dargelegt. Sofern neue Ersatzsysteme betriebsbereit sind, können die vorhandenen Restbetriebssysteme schrittweise stillgelegt und abgebaut werden. Aus betrieblichen Gründen kann es

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

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 Lüftung

Im Verlauf des Restbetriebs, 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 Defektstäbe 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 z. B. aus der KTA-Regel 3601 /19/ oder der Störfallbeherrschung, 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 Kontrollbereichs und die Arbeiten innerhalb des Kontrollbereichs werden eingestellt.

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

### 5.1.2 Abwasseraufbereitung

Das während des Abbaus im Kontrollbereich anfallende, mit radioaktiven Stoffen verunreinigte Abwasser wird innerhalb des Kontrollbereichs gesammelt, 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 /9/ 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 Dritte möglich.

Für ein LasmA sind keine Ableitungen von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser vorgesehen.

Die aus dem konventionellen Bereich der Anlage anfallenden betrieblichen Abwässer (z. B. mobile Vollentsalzungsanlage, Kühlwasser aus dem UNS) sowie das anfallende Niederschlagswasser werden direkt in den Verbandsvorfluter 02, unter Beachtung der Auflagen und Nebenbestimmungen aus den wasserrechtlichen Erlaubnissen, eingeleitet.

In die Kläranlage der Stadt Brunsbüttel werden das häusliche Abwasser (Sanitärabwasser) sowie anfallendes Regenwasser, welches über Ölabscheideranlagen geführt wird, unter Beachtung der Abwassersatzung der Stadt Brunsbüttel eingeleitet.

### 5.1.3 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.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Der Außenring ist ringförmig um das Reaktor- und Schaltanlagegebäude, das Maschinenhaus sowie weitere Gebäude innerhalb des äußeren Sicherheitsbereichs angeordnet und verfügt über mehrere Mittelspannungs-Kompaktstationen an strategischen Versorgungspunkten (vgl. Abbildung 5.1). In den Kompaktstationen wird die Spannung durch Transformatoren von 10 kV auf 400 V 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.

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

Beispielsweise kann die Objektsicherungs-Netzersatzanlage im Gebäude ZK09 im Restbetrieb neben Batterieanlagen als Netzersatzanlage für die sicherheitstechnisch weiterhin wichtigen Systeme (wie z. B. die Brandmeldeanlage, die Fluchtwegbeleuchtung, die Messtechnik zur Strahlungsüberwachung etc.) dienen.

Maßnahmen des Reaktorschutzes sind nicht mehr erforderlich.

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 Temperaturen in den Gebäuden des Kontrollbereichs.

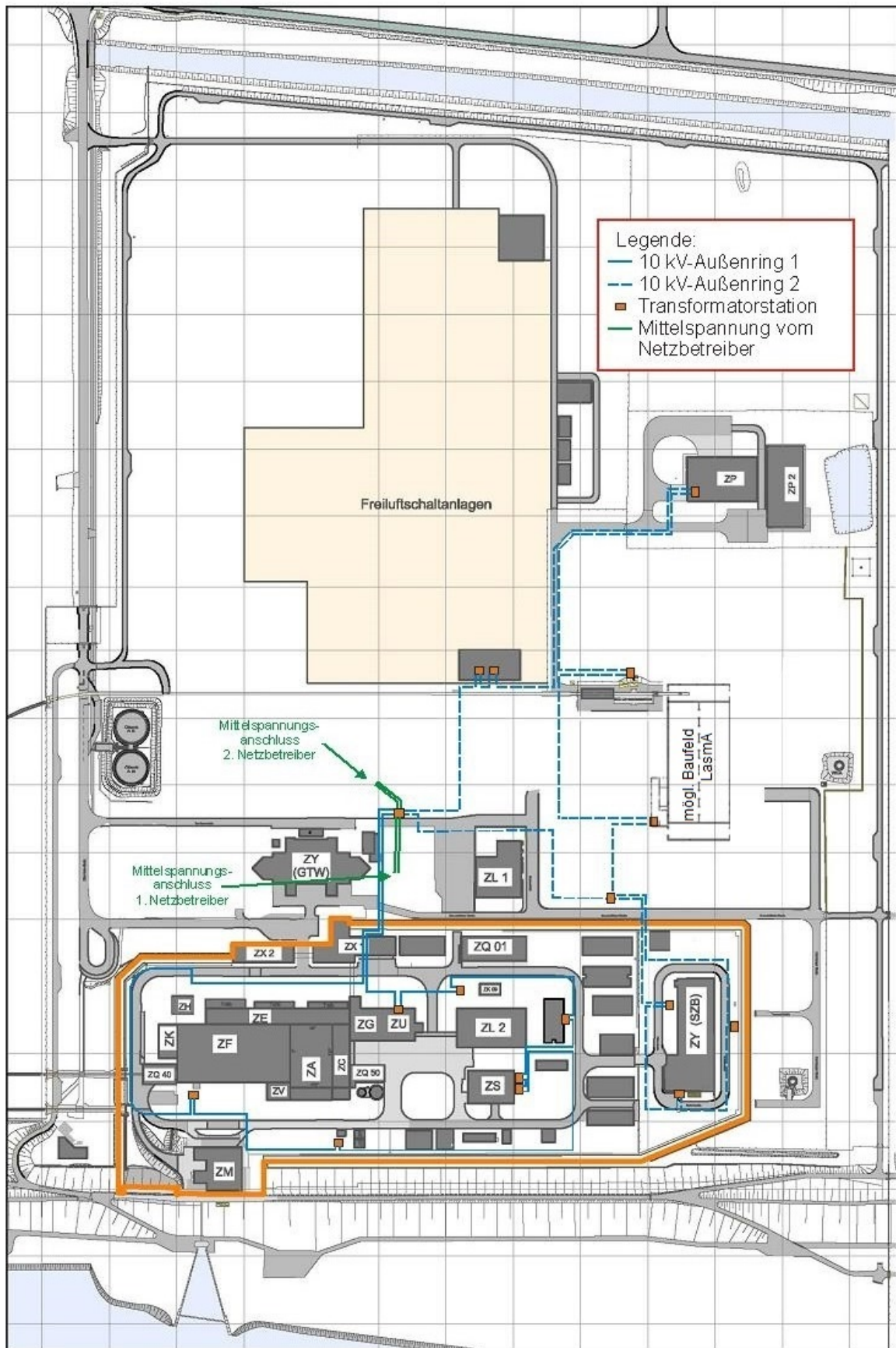


Abbildung 5.1: Elektrischer Übersichtsplan Restbetrieb



## 5.1.4 Versorgungssysteme

Folgende Versorgungssysteme bleiben weiterhin in erforderlichem Umfang in Betrieb, bis sie nicht mehr benötigt und abgebaut oder aber durch Ersatzsysteme ersetzt werden:

- Messgasversorgung,
- Wasserreinigung für Brennelementlager-, Flutraum und Absetzbecken,
- Deionatversorgung,
- Hilfsdampfsystem,
- Heizungsanlagen,
- Druckluftanlage,
- Entwässerungs-, Entlüftungs- und Entleerungssysteme,
- Trinkwassersystem.

## 5.1.5 Aktivitätsüberwachung

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, bis sie nicht mehr benötigt und abgebaut oder aber durch Ersatzsysteme ersetzt werden.

## 5.1.6 Kommunikation

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

## 5.1.7 Brandschutz

Die bereits vorhandenen stationären und mobilen Brandschutzeinrichtungen sowie der bauliche, anlagentechnische, organisatorische und abwehrende Brandschutz wird 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.

### 5.1.8 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

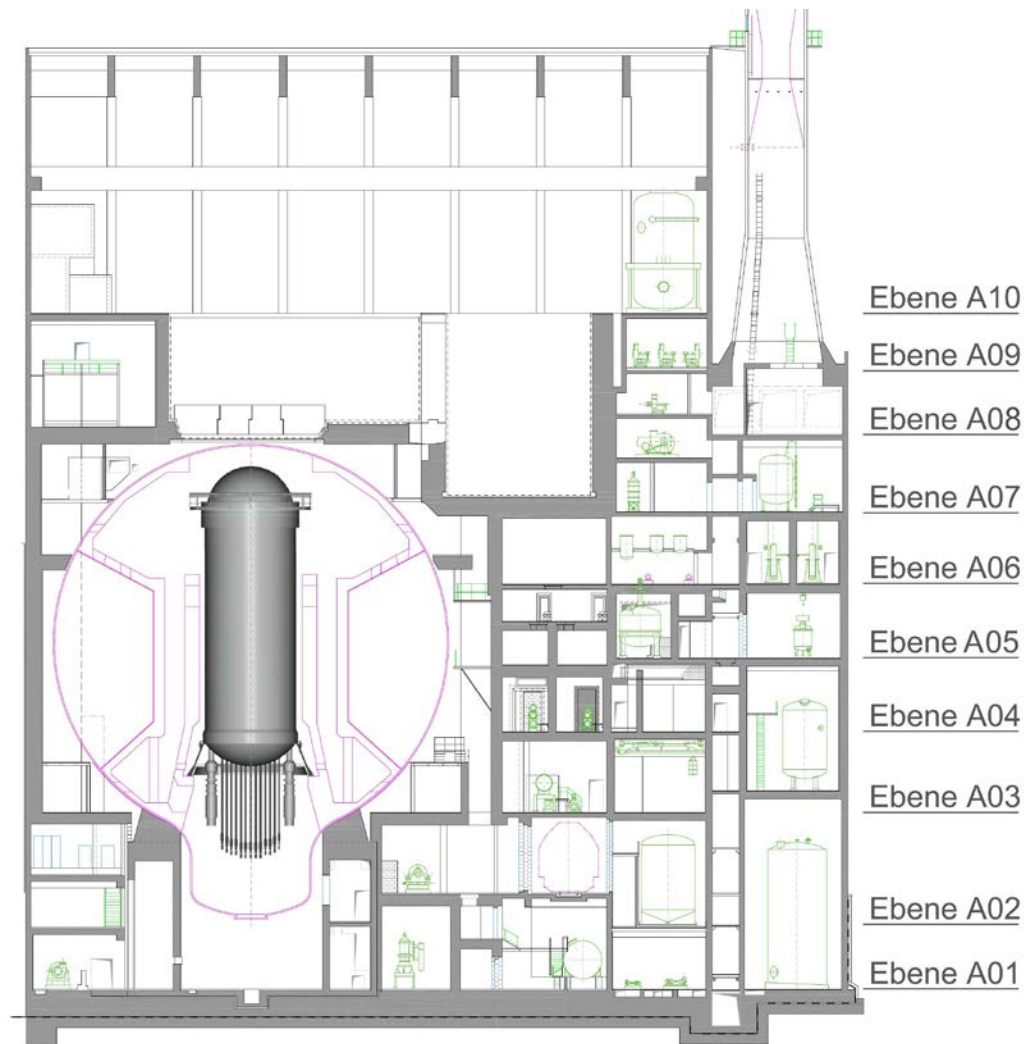
Mit dem Abbau verbunden sind auch bautechnische Maßnahmen, wie z. B. die Schaffung von Wand- und Deckenöffnungen, das Einbringen von Transport- und Handhabungseinrichtungen oder die Einrichtung von Stauflächen in den Gebäuden. Die Maßnahmen erfolgen unter Berücksichtigung der atom- und bauordnungsrechtlichen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

### 5.2.1 Abbaumaßnahmen im Reaktorgebäude

In allen Bereichen des Reaktorgebäudes und des Maschinenhauses wird die Transportlogistik verbessert.

Zur Verbesserung der Transportlogistik werden z. B.

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



**Abbildung 5.2: Reaktorgebäude – Querschnitt**

In der Abbauphase 1 beginnt die Demontage von SHB-Einbauten. Die Demontage umfasst dabei alle verfahrenstechnischen Einbauten wie Rohrleitungssysteme mit allen Armaturen, 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 A01 bis A10 (vgl. Abbildung 5.2), werden Komponenten abgebaut.

Auf der Ebene A10 (vgl. Abbildung 5.2), welche die Ebene des Beckenflures ist, werden die Abschirmriegel, der Ventingbehälter, der SHB-Deckel sowie weitere nicht mehr benötigte

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Werkzeuge und Vorrichtungen abgebaut, um Platz zu schaffen für die Einrichtung von Arbeitsbereichen zum Abbau des RDB-Deckels und der RDB-Einbauten. Sofern Lagergestelle aus dem Brennelementlagerbecken nicht mehr benötigt werden, werden diese ebenfalls abgebaut.

Zu Beginn der Abbaumaßnahmen lagern ggf. noch defekte Brennstäbe im Brennelementlagerbecken. Abbauarbeiten insbesondere auf Ebene A10 erfolgen nur, wenn die erforderliche Rückwirkungsfreiheit auf den im Brennelementlagerbecken befindlichen Kernbrennstoff sichergestellt ist. Die Entsorgung der defekten Brennstäbe 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 schutzzielausgerichteten Durchführung der Entsorgungskampagne gegeben sind. Abbaumaßnahmen, die rückwirkungsfrei auf die Entsorgung der defekten Brennstäbe 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. 69 Mg kann sowohl auf der Ebene A10 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 fernhantiert. 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.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

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 A10 kann damit begonnen werden, die Einbauten des RDB auszubauen und zu zerlegen. Die Anordnung der Einbauten im RDB (Leistungsbetrieb) ist in der Abbildung 5.3 dargestellt. Zu den wesentlichen RDB-Einbauten gehören:

- Dampftrockner (ca. 30 Mg),
- Dampf-Wasserabscheider einschließlich Kerndeckel (ca. 65 Mg),
- Oberes Kerngitter (ca. 5 Mg),
- Kernmantel (ca. 43 Mg),
- Unteres Kerngitter (ca. 6 Mg),
- Steuerstabführungsrohre (ca. 19 Mg),
- Axialpumpen (ca. 33 Mg),
- Speisewasserverteiler (ca. 2 Mg),
- LVD-Gehäuserohrverband (ca. 2 Mg),
- ggf. noch nicht entsorgte Steuerstäbe (ca. 12 Mg),
- ggf. noch nicht entsorgter Dampf-Wasserabscheider aus Kaverne 6 (ca. 65 Mg).

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 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 reaktornahere 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.

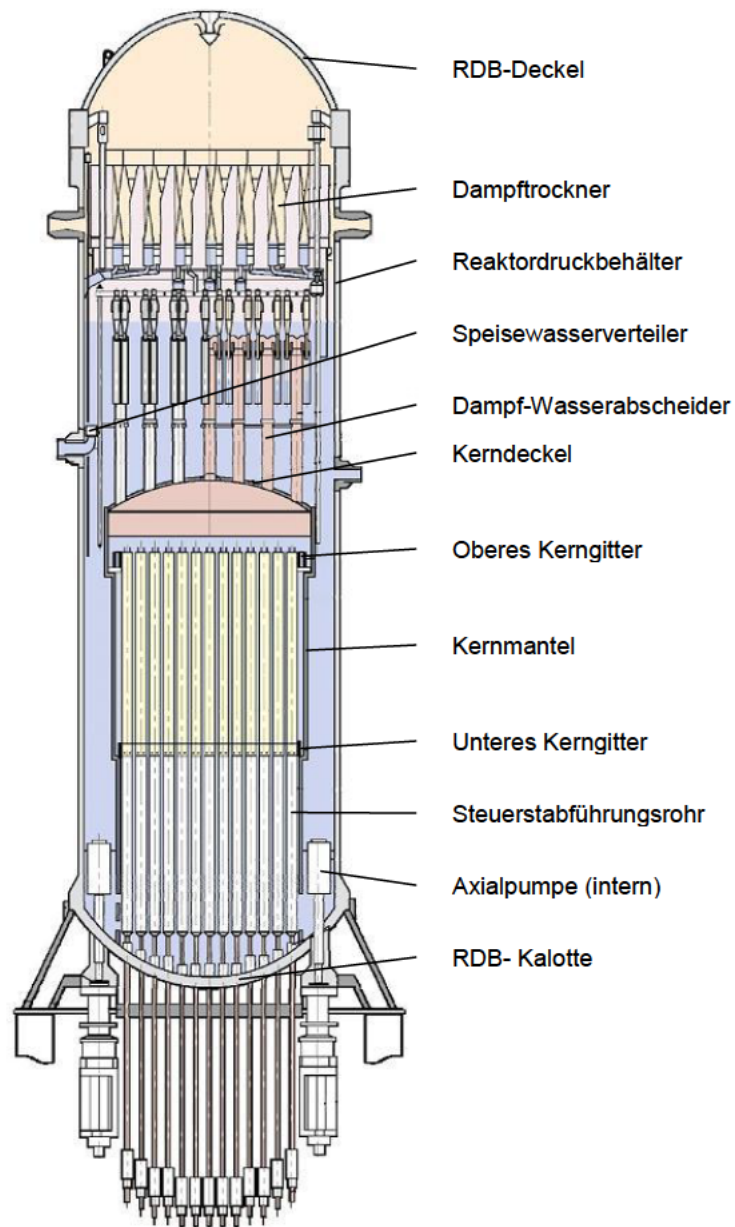


Abbildung 5.3: RDB mit Einbauten

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 <sup>1)</sup>	X	X	
Oberes Kerngitter	X	X	
Kernmantel mit Pumpenläufertragring	X	X	
Unteres Kerngitter	X	X	
Steuerstabführungsrohre	X	X	X
ggf. noch nicht entsorgte Steuerstäbe	X		
Speisewasserverteiler	X	X	X
Axialpumpen (Läufer)	X	X	X
Kernflussmessgehäuse-rohrverband	X	X	

<sup>1)</sup> Der in der Kaverne 6 im Feststofflager als Betriebsabfall ggf. noch lagernde Dampf-Wasserabscheider kann ggf. auch an einem geeigneten Ort im Kontrollbereich zerlegt werden.

Die Tabelle 5.1 beschreibt, welche RDB-Einbauten mit welcher Variante zerlegt werden können. Fett markiert sind die Varianten, welche auf Basis des aktuellen Kenntnisstandes für die jeweiligen RDB-Einbauten 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.

### Arbeits- 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,
- ein Arbeits- und Zerlegebereich im RDB,
- Arbeitsbereiche auf der Ebene A10 (z. B. zur Verpackung und Abfallgebindeabfertigung).

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

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 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 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 werden die beladenen Primärverpackungen in bereitgestellte Behälter mit entsprechender Abschirmung (z. B. Mosaik<sup>®</sup>behälter) eingestellt. 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<sup>®</sup>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.



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

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 Anzeigergeräte 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 Brennelementwechsellösungsbühne herausgehoben und zu den Zerlegeplätzen transportiert werden. Beim Transport zum Zerlegeplatz kann je nach Dosisleistung aus Strahlenschutzgründen eine Wasserüberdeckung erforderlich sein.

Soweit ein weiterer Dampf-Wasserabscheider aus dem Leistungsbetrieb des KKB bis zu diesem Zeitpunkt noch in der Kaverne 6 im Feststofflager lagert, besteht eine Variante zur Entsorgung dieses zweiten Dampf-Wasserabscheiders in der Zerlegung und Verpackung auf einem der vorstehend beschriebenen Zerlegeplätze. Hierzu würde der Dampf-Wasserabscheider von der Kaverne 6 zu einem der Zerlegeplätze transportiert werden.

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 seiner Einbaulage unter Wasser zerlegt. Die Arbeiten können sowohl von der Ebene des Beckenflures bei geflutetem Lagerbecken 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

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

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 Bereichs des Sicherheitsbehälters oberhalb der Einspannung erfolgt von oben nach unten. Es ist geplant, den Sicherheitsbehälter 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 (Nr. in Abbildung 5.3)	Abbauphase
1	Abbau des Splitterschutzes (1)	1
2	Einrichtung eines neuen Transportweges	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

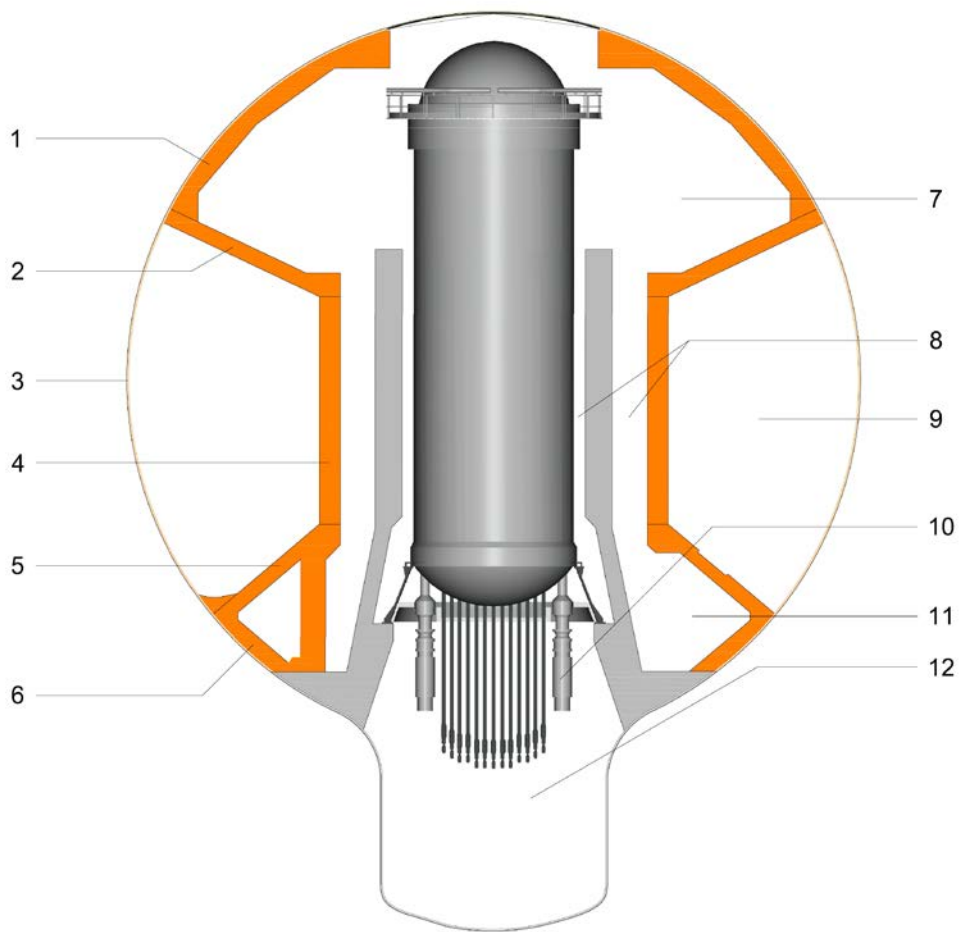
Die in der Abbauphase 1 geplanten Maßnahmen werden nachstehend beschrieben. Die Beschreibung der in der Abbauphase 2 geplanten Maßnahmen findet sich in Kapitel 5.3.

### 5.2.1.3.1 Abbau des Splitterschutzes

Im Zuge des 1. Hauptschrittes erfolgt der Abbau des oberen Bereichs des SHB (vgl. Abbildung 5.4) und seiner Einbauten bis auf eine Höhe von ca. +26,0 m (zwischen Ebene A06 und A07; vgl. Abbildung 5.2) bezogen auf das Gebäude.

Für die Durchführung der Arbeiten werden mindestens ein ausreichend großer Zugang zum Inneren des SHB (vgl. Abbildung 5.4) und die Einrichtung eines Transportweges 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.



## Legende

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 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     |

Abbildung 5.4: Aufbau des Sicherheitsbehälters

### 5.2.1.3.2 Herstellen eines neuen Transportweges

Zum Einrichten des neuen Transportweges werden insbesondere Komponenten und Einrichtungen auf den Ebenen A03 und A04 außerhalb des SHB demontiert. Im Zuge der Schaffung

des Transportweges auf der Ebene A03 werden nach Erfordernis Zugänge zum SHB hergestellt.

### 5.2.1.3.3 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 A08 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.

### 5.2.1.3.4 Außenwandung der Kondensationskammer

Im Zuge des 4. Hauptschrittes 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 A03 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.

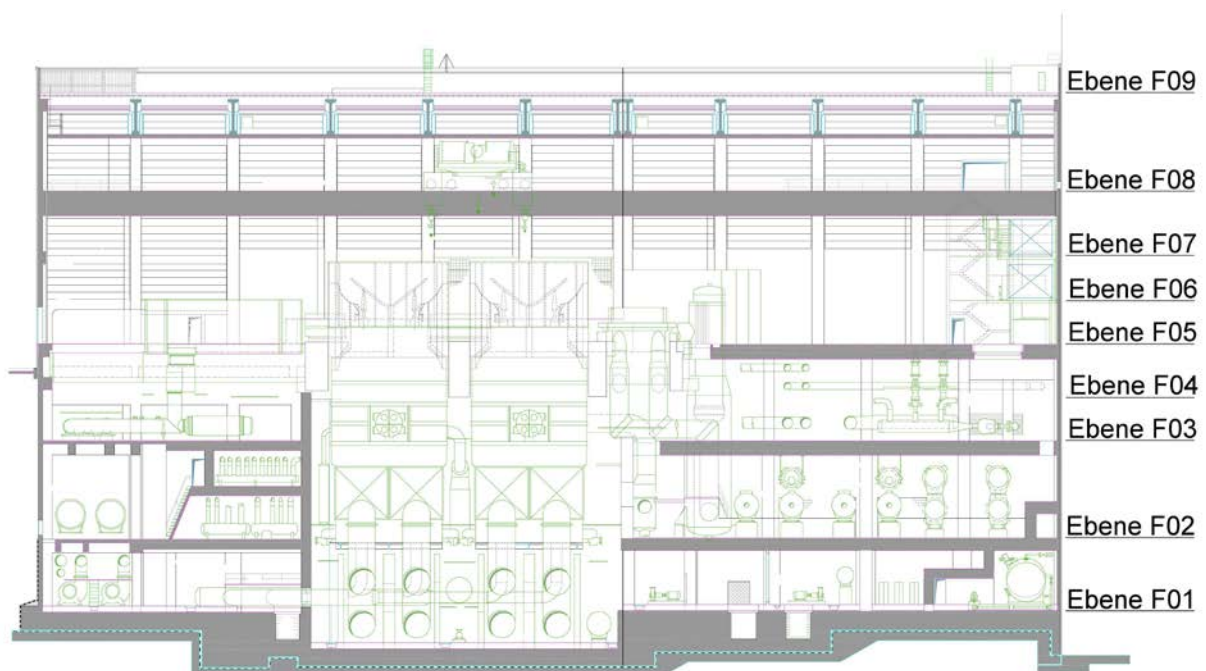
Der Umfang der Demontagen im Maschinenhaus richtet sich zunächst nach den Anforderungen, die sich aus der Einrichtung von Anlagen und Ausrüstungen zur Reststoffbehandlung im Maschinenhaus ergeben. Darüber hinaus können in der Abbauphase 1, je nach vorhandenen Kapazitäten, weitere Komponenten demontiert 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 der Generator, die Turbine, der Kondensator mit den integrierten Duplex-Vorwärmern, die Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer 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 5.5 zeigt einen Längsschnitt durch das Maschinenhaus.



**Abbildung 5.5: Maschinenhaus – Vertikalschnitt**

Auf dem Turbinenflur (Ebene F05) werden nach der Demontage von Rohrleitungen die Erregermaschine, der Generator und die Turbine abgebaut.

Vorbereitend werden die Komponenten der nicht mehr benötigten Hilfssysteme für den Betrieb des Erregersatzes und des Generators demontiert (vorwiegend Ebene F03). Es folgt die Demontage des Erregersatzes, des Generatorläufers sowie des Generatorständers. Als Hebezeug wird vorwiegend der Maschinenhauskran eingesetzt. Falls erforderlich kommen Spezialhebezeuge und -transporteinrichtungen zum Einsatz.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Des Weiteren erfolgt die Demontage der zwei Niederdruck-Turbinen bestehend aus den Turbinenhauben, den äußeren und inneren Innengehäusen, den Leitschaufelträgern, den Einströmrings und den Turbinenwellen mit den Laufschaufeln. Die Hochdruck-Turbine einschließlich der Schnellschluss- und Stellventile wird ebenfalls demontiert.

Die beiden Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer sind vertikal aufgestellte Komponenten, die sich von der Ebene F02 bis auf die Ebene F05 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 +12,00 m befindet. Die Segmente werden dann auf der Ebene F05 nachzerlegt. Alternativ ist auch eine sukzessive Zerlegung in Einbaulage möglich.

Auf der Ebene F02 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 F01 bis F05.

Die wesentlichen Komponenten und Systeme im Bereich der Vorwärmerbühne, die abgebaut werden, sind neben Rohrleitungen die Hoch- und Niederdruck-Vorwärmer 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 Betriebskühlkreislaufs I.

Hinzu kommen Teile des Kondensators, welcher jeweils aus zwei Kondensatorhälften besteht und sich über die Ebenen F02 bis F05 erstreckt. Es ist geplant, den Kondensator mit den Anzapfleitungen und dem Duplex-Vorwärmer in Segmente zu zerlegen und abzubauen.

Der Abbau auf der Ebene F01 umfasst im Wesentlichen die vier Hauptkühlwasserleitungen, Wärmetauscher, die Hauptkondensatpumpen, eine Vielzahl von kleineren Pumpen, die beiden Rückspülbehälter, den Turbinenölablassbehälter und die Kondensatrückspeisebehälter.

Die Demontagen auf der Ebene F03 umfassen im Wesentlichen die dort eingebaute Generatableitung, den Kondensator mit den darin eingebauten beiden Duplex-Vorwärmern, die Umleitstation, die Kondensatvorratsbehälter, den Stopfbuchsdampf- und den Hilfsdampfzeuger, die Zirkulationspumpen und Teile der beiden Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Die Demontagen auf der Ebene F04 umfassen im Wesentlichen den dort eingebauten Turbinenhauptölbehälter, die Anschwemmfilter und die Komponenten, die aus der Ebene F03 in die Ebene F04 hineinragen (Kondensatvorratsbehälter, die beiden Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer, der Stopfbuchs- und der Hilfsdampferzeuger sowie Teile des Kondensators).

Auf den Ebenen F06 bis F09 wird mit dem Abbau der Infrastruktur (beispielsweise der Maschinenhauskran) begonnen, sobald diese nicht mehr benötigt wird.

Diese Maßnahmen dienen z. B. der Schaffung von Transportwegen, Stauflächen und Flächen zur Reststoffbehandlung und Abfallbearbeitung sowie auch dem Brandschutz und der Schaffung von Flucht- und Rettungswegen.

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

### 5.2.3 Weitere Teile des Kontrollbereichs

In der Abbauphase 1 wird in weiteren Teilen des Kontrollbereichs (z. B. dem UNS-Gebäude) mit Abbauarbeiten begonnen.

### 5.2.4 Überwachungsbereich

Im Überwachungsbereich beginnt der Abbau nicht mehr benötigter Rohrleitungen und Komponenten (z. B. Transformatoren und Notstromdiesel). Gegebenenfalls werden Gebäude ohne Kontrollbereich nach erfolgter Herausgabe ganz oder teilweise abgebaut. In Tabelle 5.3 sind beispielhaft Gebäude ohne Kontrollbereich inner- und außerhalb des Überwachungsbereichs aufgelistet (vgl. Abbildung 3.2). Bei einem Abbau wird die Rückwirkungsfreiheit auf die atomrechtlich genehmigten Gebäude berücksichtigt. Die aus dem Abbau dieser Gebäude anfallenden Rückbauabfälle werden entsprechend den Richtlinien des Kreislaufwirtschaftsgesetzes entsorgt.



# Vattenfall Europe Nuclear Energy

Tabelle 5.3: Gebäude ohne Kontrollbereich (inner- und außerhalb Überwachungsbereich)

AKZ	Gebäude	AKZ	Gebäude
Halle 55	Lagerhalle	ZL6	Lagergebäude
Halle 56	Lagerhalle	ZM	Kühlwasserpumpenbauwerk
Halle 58	Lagerhalle	ZQ01	Feuerwehrgebäude
Halle 67	Lagerhalle	ZQ10	Bürogebäude
Halle 69	Lagerhalle	ZQ20	Container (Büro)
ZE <sup>1)</sup>	Warte/ Schaltanlagegebäude	ZQ40	Schleushalle CUX
ZH	Trafo	ZQ50	Schleushalle Hamburg
ZJ	Bürogebäude	ZQ60	Wetterschutzhalle
ZK01	Dieselgebäude	ZS <sup>1)</sup>	UNS
ZK09	Dieselgebäude	ZU <sup>1)</sup>	Betriebsgebäude
ZL1	Außenlager	ZV	Hilfskesselgebäude
ZL2	Werkstattgebäude	ZX1	Verwaltungsgebäude
ZL3	Lagergebäude	ZX2	Verwaltungsgebäude
ZL4	Lagergebäude	ZZ	Freigelände / Stellflächen
ZL5	Lagergebäude		

<sup>1)</sup> Gebäude enthalten teilweise einen Kontrollbereich

## 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 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 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 Lagerbecken**

Als Ausgangslage sind die RDB-Einbauten demontiert bzw. zerlegt und das Absetzbecken ist entleert und dekontaminiert. Weiterhin ist der Flutkompensator gezogen. Der 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 +24,5 m (etwas oberhalb Ebene A06; vgl. Abbildung 5.2) 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 Arbeitsplatz 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 An-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

schlagmittel 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 Zerlegeteile werden in Abhängigkeit vom Grad der Aktivierung entweder vor Ort endlagerfertig verpackt und in ein LasmA verbracht oder in geeigneten Behältern zur weiteren Bearbeitung in das Maschinenhaus, zu eingerichteten Pufferlager- oder Stauflächen im Kontrollbereich transportiert.

### 5.3.1.3 Kalotte des Reaktordruckbehälters

Für die Zerlegung der Bodenkalotte sind prinzipiell die Varianten analog zum Abbau des RDB Mantels aus Abschnitt 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 Zerlegeteile werden in geeignete Verpackungen gesetzt und weitestgehend endlagerfähig verpackt oder in das Maschinenhaus, zu eingerichteten Pufferlager- oder Stauflächen im Kontrollbereich 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

#### 5.3.1.4.1 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 A05 unter Verwendung eines der in Kapitel 4.2 beschriebenen Verfahren.

#### 5.3.1.4.2 Abbau des Bodens der Kondensationskammer

Im Zuge des 6. Hauptschrittes 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.

#### 5.3.1.4.3 Abbau der Seitenwände des unteren Ringraums

Im Zuge des 7. Hauptschrittes 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 ein-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

gerichteten Pufferlager- oder Stauplätzen im Kontrollbereich transportiert. Anschließend erfolgt die Nachzerlegung und Konditionierung.

Bei der vollständigen Zerlegung in Einbaulage wird der Beton mit geeigneten Werkzeugen und Maschinen abgetragen (z. B. mit Betonspreizer und Presslufthammer). Für eine Zerlegung in Einbaulage kann das Lockerungssprengen zur Trennung des Verbundes zwischen Armierungsstahl und Beton und zur Vorlockerung des Betons zum Einsatz kommen. Dieses Verfahren wurde bereits erfolgreich beim Abbau des Kernkraftwerks Niederaichbach erprobt /29, 30/.

Bei der vollständigen Zerlegung in Einbaulage werden Stahl und Beton voneinander getrennt. 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 oder zu eingerichteten Pufferlager- oder Stauplätzen im Kontrollbereich 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:

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- 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 fallweise.

### 5.3.2 Maschinenhaus

Parallel zu den Arbeiten im Reaktorgebäude und den anderen Abbauarbeiten erfolgt, abhängig vom Fortschritt der Arbeiten auf den Ebenen F01 bis F09 (vgl. Abbildung 5.5) 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 Reststoffbehandlung aus dem Maschinenhaus.

### 5.3.3 Weitere Teile des Kontrollbereichs

#### 5.3.3.1 Feststofflager und Heiße Werkstatt

Nach Abschluss der Abbauarbeiten in der Ebene A04 des Reaktorgebäudes sowie im UNS-Kanal und im UNS erfolgt der Abbau der Komponenten und Einrichtungen des Feststofflagers und der Heißen Werkstatt. Dort werden im Wesentlichen die Komponenten und Einrichtungen in folgenden Raumbereichen abgebaut:

- Heißes Lager, UNS-Verbindungschanalanschluss, Waschwasserbehälterraum, Feststofflager, UNS-Verbindungschanalanbindung und Kavernen,
- Heiße Werkstatt, Gleisdurchfahrt und Dekontaminationsbox,
- Lager Heiße Werkstatt, Werkstatt.

### 5.3.3.2 Schaltanlagegebäude

Parallel zum Abbau im Feststofflager und der Heißen Werkstatt erfolgt der vollständige Abbau von Komponenten und Einrichtungen im Kontrollbereich im Schaltanlagegebäude. Dies betrifft die Ausrüstungen in den Radiochemischen Laboren und in der Heißen Werkstatt sowie das Röntgenlabor und die Heiße Elektro- und mechanische Werkstatt.

### 5.3.3.3 Betriebsgebäude

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

- Luftraum Heiße Werkstatt,
- Atemschutzwerkstatt, Heiße Wäscherei, Umkleiden, Dosimetrie, Endmonitore, Materialschleusen, Zugangsschleuse.

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 erdverlegte Rohrleitungen und Kabel werden, soweit erforderlich, abgebaut. Alle weiteren Gebäude werden, soweit nicht mehr benötigt, vollständig geräumt. Diese Arbeiten enden bei Erfordernis mit der Beseitigung von Kontaminationen und dann der Freimessung der Gebäudestruktur. Zuletzt wird das Betriebsgelände auf Kontamination untersucht und freigemessen.

### 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.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Hierzu werden systemtechnische Anpassungen und Ersatzmaßnahmen erforderlich. Dies betrifft im Wesentlichen

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

Nach dem Freiräumen werden die Gebäude und die in den Gebäudeteilen verbliebenen Anlagenteile auf Kontamination überprüft und falls notwendig dekontaminiert. Oberhalb des Freigabewertes kontaminierte Betonstrukturen bzw. Anlagenteile werden weiter dekontaminiert (z. B. mittels mechanischem Oberflächenabtrag). Das Unterschreiten der Freigabewerte ist die Voraussetzung für den Rückzug aus diesem Bereich. Noch vorhandene Ersatzsysteme werden demontiert. 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 Bereichen 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.

Nach Abschluss der Rückzugsschritte ist die Freimessung bzw. das Freigabeverfahren für die Gebäude und das Anlagengelände gemäß § 29 StrlSchV und die Entlassung aus dem AtG vorgesehen.



## 6 Umgang mit radioaktiven Stoffen

Beim Abbau des Kernkraftwerks Brunsbüttel fallen radioaktive Reststoffe (vgl. Abbildung 6.1) sowie ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile an, die gemäß Atomgesetz (AtG) 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/ bis /4/ und /10/ bis /13/).

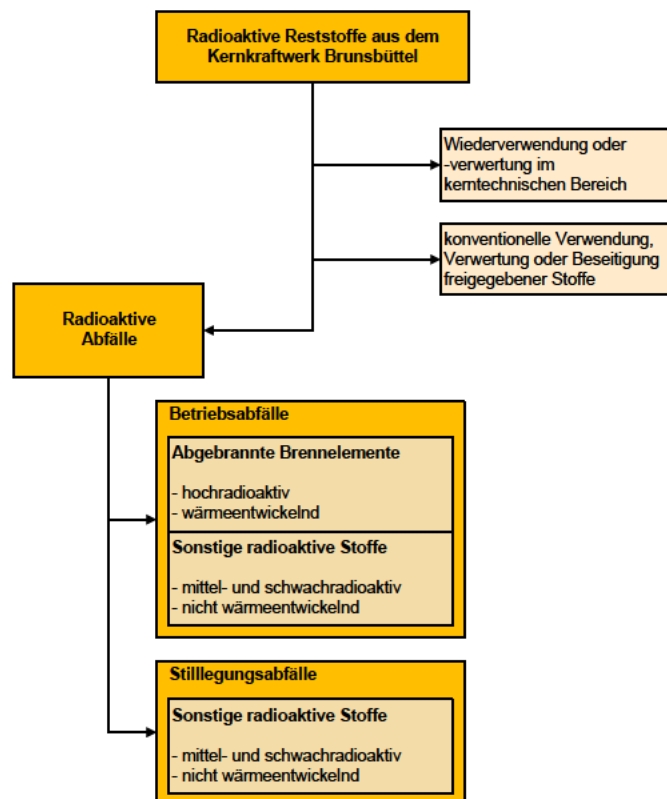


Abbildung 6.1: Differenzierung der radioaktiven Reststoffe

Alle technischen und organisatorischen Vorkehrungen zur Sammlung, Sortierung, Lagerung, Konditionierung, Behandlung und Dokumentation der radioaktiven Reststoffe (radioaktiven Stoffe) sowie die vorgesehenen Entsorgungswege mit dem Entsorgungsziel der schadlosen Verwertung bzw. Beseitigung (vgl. Abbildung 6.2) werden entsprechend den Anforderungen der gesetzlichen Regelungen, z. B. StrlSchV /2/, und den einschlägigen Richtlinien, z. B. BMU Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle /13/, projektiert und umgesetzt.

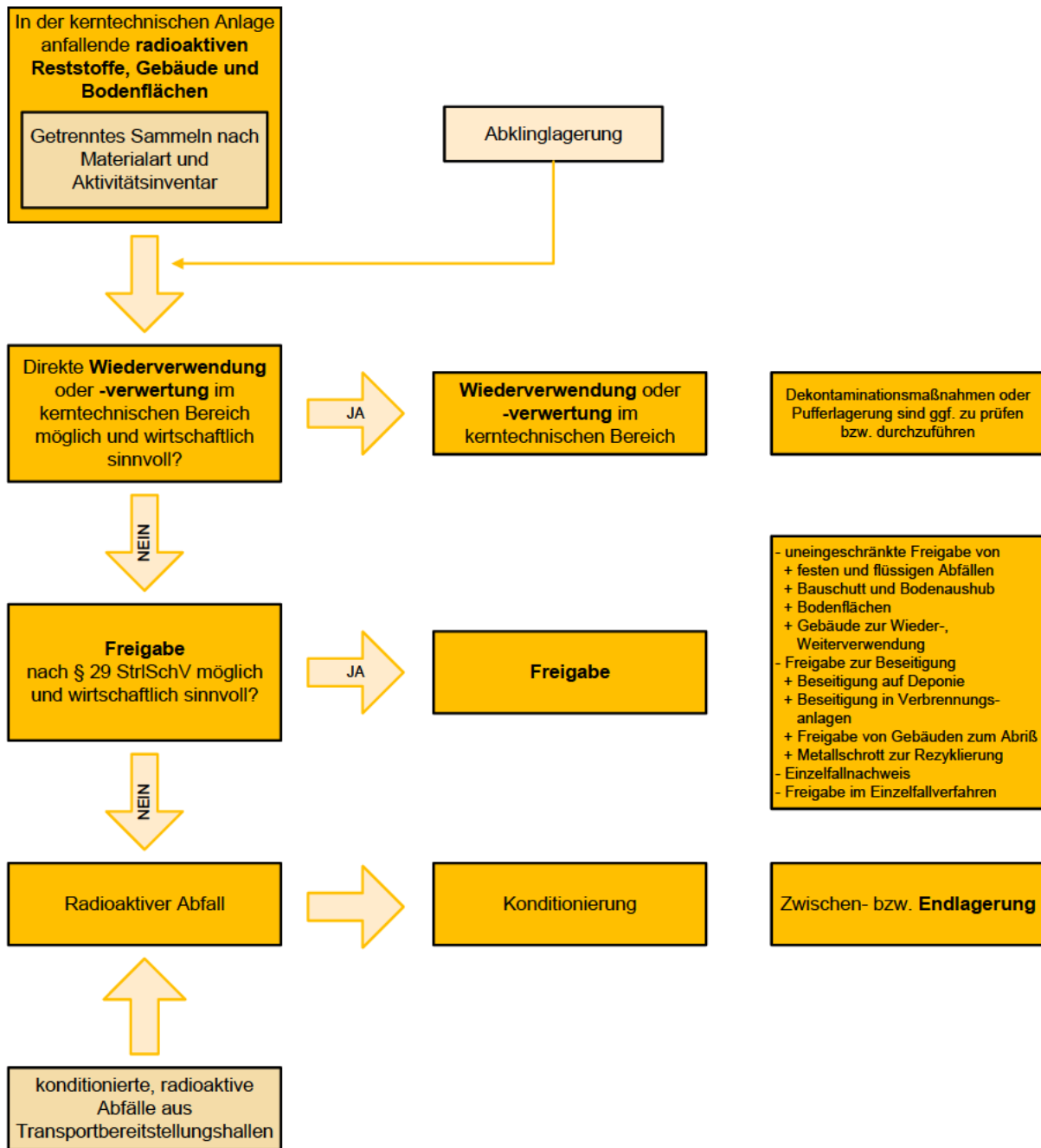


Abbildung 6.2: Entsorgungswege für radioaktive Reststoffe

## 6.1 Entlassung von radioaktiven Stoffen aus der atomrechtlichen Überwachung

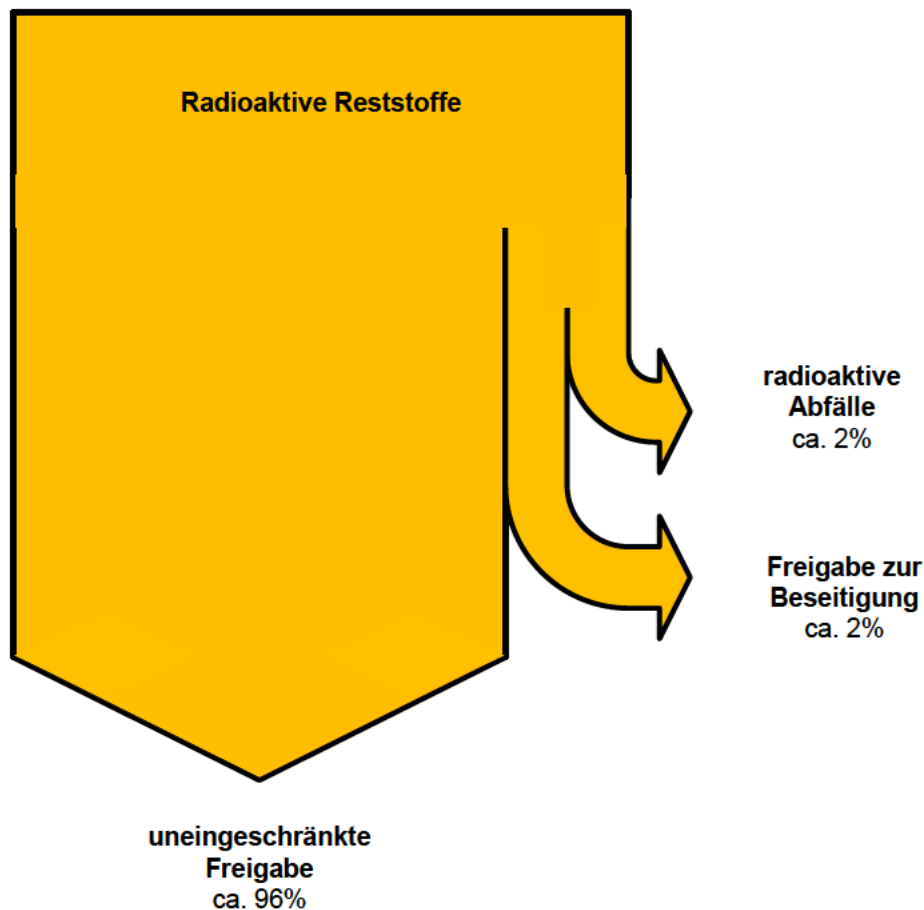
Beim Abbau des KKB sind im Wesentlichen folgende Wege zur Entlassung bzw. Abgabe von radioaktiven Stoffen vorgesehen:

- Reststoffbehandlung am Standort und Freigabe am Standort,

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Externe Reststoffbehandlung mit Freigabe beim externen Dienstleister (im In- und EU-Ausland),
- Externe Reststoffbehandlung, Rückführung der Reststoffe und Freigabe am Standort,
- Abgabe als radioaktiver Stoff an andere Genehmigungsinhaber zur Wiederverwendung oder Wiederverwertung.

Die Gesamtmasse des Kernkraftwerks Brunsbüttel beträgt ca. 300.000 Mg. Davon entfällt der überwiegende Anteil auf die Gebäudestrukturen, die weitestgehend freigegeben bzw. herausgegeben werden. Zur Veranschaulichung ist dies in Abbildung 6.3 grafisch dargestellt. Mit der radiologischen Charakterisierung wurde während der Nachbetriebsphase begonnen. Gegebenenfalls können sich daraus Anpassungen der prognostizierten Massenströme ergeben.



**Abbildung 6.3: Prognostizierte Massenströme**

Die bei der Stilllegung anfallenden erheblichen Mengen an beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Anlagen oder Anlagenteilen im Überwachungsbereich des Kernkraftwerks Brunsbüttel, die der atomrechtlichen Überwachung unterliegen, aber nicht kontaminiert oder aktiviert

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

sind, werden durch Herausgabe gemäß Kapitel 6.4 aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen.

Die Bodenflächen des Überwachungsbereichs des Kernkraftwerks Brunsbüttel können ohne eine Freigabe nach § 29 StrlSchV /2/ aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen (herausgegeben) werden, wenn auszuschließen ist, dass sie kontaminiert sind.

Das Herausbringen von beweglichen Gegenständen, wie z. B. Werkzeuge, aus dem KKB-Kontrollbereich gemäß § 44 Abs. 3 StrlSchV bleibt hiervon unberührt.

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

Zu Beginn der Abbauphase können sich noch betriebliche Reststoffe im Kernkraftwerk Brunsbüttel befinden, die ggf. in geeigneten Transportbehältern gleichfalls zur Konditionierung bzw. Bearbeitung in das Maschinenhaus verbracht werden.

### 6.2 Messverfahren und Probenahme

Für die Freigabe von radioaktiven Stoffen werden am Standort Brunsbüttel geeignete Freimessungen durchgeführt, um die Einhaltung der Freigabekriterien nachzuweisen.

Für die Freimessung von kontaminiertem Material stehen am Standort Brunsbüttel 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 oder Gebäudeteile, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen (z. B. Großkomponenten) des Kernkraftwerks Brunsbüttel 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.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Für die Freigabe von radioaktiven Reststoffen aus der Abbauphase des Kernkraftwerks Brunsbüttel wird das bestehende Freigabeverfahren an die Anforderungen im Abbau angepasst. Diese Anpassung kann ggf. schon während der Nachbetriebsphase erfolgen. Sie resultiert in einem neuen Freigabebescheid.

Für die Freigabe gemäß § 29 StrlSchV werden alle Entsorgungswege aus der Tabelle 1 Anlage III der Strahlenschutzverordnung, den Einzelfallnachweis sowie die Regelung des § 29 Abs. 6 StrlSchV „Freigabe im Einzelfallverfahren“ (vgl. Abbildung 6.2) genutzt.

Das Verfahren zur Freigabe von Reststoffen als nicht radioaktive Stoffe wird in Abhängigkeit von der Stoffart und dem Entsorgungsziel festgelegt. Im Freigabeverfahren werden die wesentlichen Daten (Nuklidvektor, Eignung und Kalibrierung der Messeinrichtungen, Herkunft des Stoffes, Ergebnisse der Kontrollmessungen und ggf. Homogenitätsnachweis) geprüft und dokumentiert.

Die Freimessung von KKB-Gebäuden und -Gebäudeteilen des Kontrollbereichs wird grundsätzlich an der stehenden Struktur (dazu zählen auch herausgetrennte Strukturteile) durchgeführt. Nach erfolgter Freigabe werden die Gebäude wahlweise abgebrochen oder weitergenutzt. Die freigegebenen Reststoffe unterliegen den Bestimmungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG).

Mit erteilter Freigabe können die Reststoffe konventionell entsorgt werden.

Ist eine Unterschreitung der Freigabewerte nicht möglich gewesen und auch durch eine erneute Dekontamination nicht zu erwarten, werden die radioaktiven Reststoffe der Abklinglagerung (vgl. Kapitel 6.5) oder der Behandlung als radioaktive Abfälle zugeführt und zu Endlagergebinden konditioniert (vgl. Abbildung 6.2).

### 6.4 Herausgabe

Im Überwachungsbereich des Kernkraftwerks Brunsbüttel fallen nicht radioaktive Stoffe an, die aus dem genehmigungspflichtigen Umgang stammen, bei denen eine Kontamination oder Aktivierung aufgrund der Betriebshistorie nicht zu unterstellen ist. Für diese nicht radioaktiven Stoffe wird durch Plausibilitätsbetrachtungen und Kontrollmessungen zur Beweissicherung belegt, dass diese herauszugebenden Stoffe nicht unter die Bestimmungen des § 29 StrlSchV fallen. Die relevanten Daten aus den Plausibilitätsbetrachtungen und die Ergebnisse der Kontrollmessungen werden dokumentiert.

# Vattenfall Europe Nuclear Energy

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

## 6.5 Behandlung und Lagerung radioaktiver Stoffe

Beim Abbau des Kernkraftwerks Brunsbüttel wird das Ziel verfolgt, den Anfall radioaktiver Abfälle so gering wie sinnvoll möglich zu halten. Dies wird u. a. 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 Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerks Brunsbüttel (sowie bereits auf dem Anlagengelände vorhandene Abfälle) sind mit den Methoden der Behandlung von radioaktiven Stoffen bzw. Abfällen aus der Betriebs- und Nachbetriebsphase vergleichbar (vgl. Abbildung 6.4). Für die Sammlung, Sortierung, Lagerung und Konditionierung radioaktiver Stilllegungsabfälle und deren Dokumentation gelten grundsätzlich die gleichen Randbedingungen wie für die Betriebsabfälle.

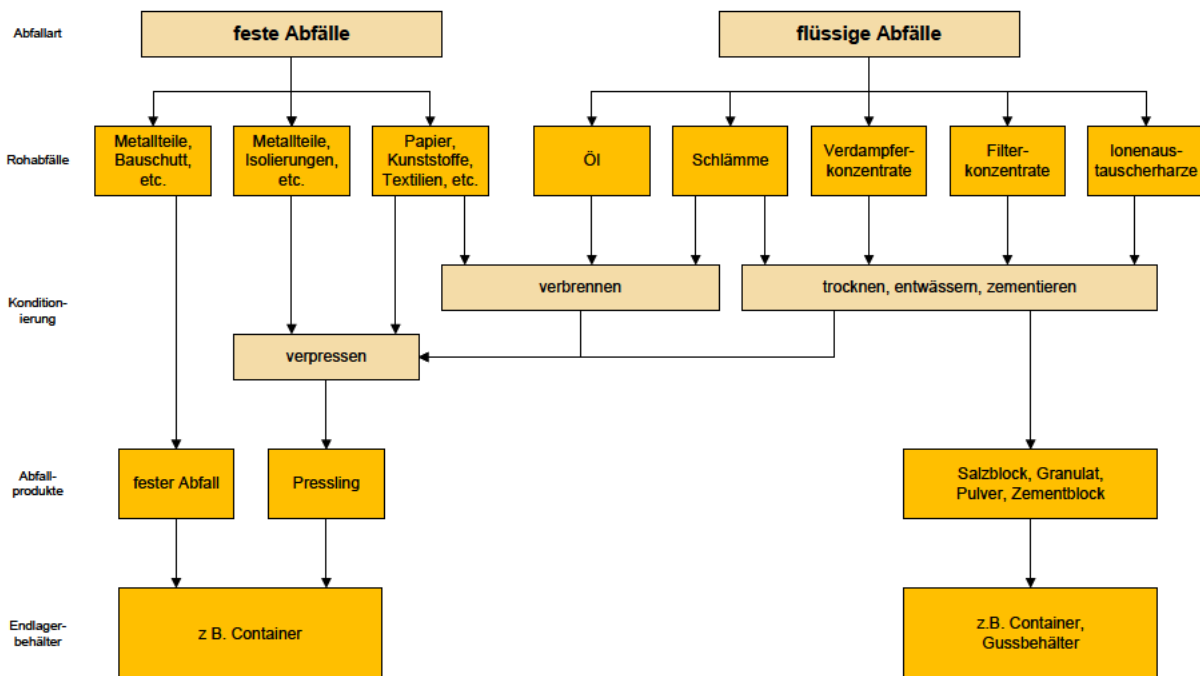


Abbildung 6.4: Behandlungswege für radioaktive Abfälle

Im Bedarfsfall erfolgt zur Volumenreduktion des radioaktiven Abfalls eine Abklinglagerung zur Unterschreitung der Freigabewerte. Dies kann u. a. am Standort KKB in einer Umverpa-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

ckung erfolgen oder in Form von Gießlingen bei externen Dienstleistern im Rahmen ihrer Genehmigungen.

Im Einzelfall erfolgt zur Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen des Personals die Behandlung der radioaktiven Reststoffe 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.

Die Lagerung von nicht konditionierten Abfällen (Rohabfällen) im Kernkraftwerk Brunsbüttel wird nach den Anforderungen aus den gesetzlichen Regelungen (z. B. StrlSchV /2/) und den einschlägigen Richtlinien (z. B. KTA-Regel 3604 /33/) projektiert und gemäß den Anforderungen aus dem BMU-Leitfaden zur Stilllegung /3/ dargestellt. Ebenfalls wird das Thema Transportbereitstellung und / oder die Zwischenlagerung konditionierter Abfallgebinde auf dem Anlagengelände gemäß den Anforderungen aus dem BMU-Leitfaden zur Stilllegung /3/ umgesetzt.

Die Sortierung und Behandlung der radioaktiven Reststoffe (Zerlegung, Dekontamination, radiologische Messung, Konditionierung) kann auch in externen Einrichtungen erfolgen.

Radioaktive Reststoffe und radioaktive Abfälle werden im Kernkraftwerk Brunsbüttel eindeutig gekennzeichnet.

Die radioaktiven Abfälle werden bis zum Abtransport in ein Bundesendlager und radioaktive Reststoffe bis zur Freigabe entsprechend ihrem jeweiligen Zustand kontinuierlich verfolgt und dokumentiert.

Die relevanten Daten werden dabei mittels elektronischer Buchführungssysteme gemäß § 70 StrlSchV erfasst, verarbeitet und allen Beteiligten bereitgestellt. Das KKB gewährleistet damit bis zur Ablieferung an ein Bundesendlager, dass 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 Abs. 2 StrlSchV werden vom KKB 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 /13/ (vgl. Abbildung 6.5) festgelegt und erläutert.

Radioaktive Reststoffe werden für Transportvorgänge innerhalb des Kontrollbereichs in geeignete Behälter und Behältnisse gepackt. Dies können z. B. Mulden, Gitterboxen, Fässer,

## **Vattenfall Europe Nuclear Energy**

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. Vor dem Verlassen des Kontrollbereichs werden die Transportbehälter gesammelt und vorzugsweise in Container eingestellt und ausgeschleust.

Um eine Kontaminationsverschleppung bei den Transporten der radioaktiven Reststoffe im Überwachungsbereich auszuschließen, werden Vorsorgemaßnahmen ergriffen (z. B. Transport in geschlossenen Containern oder Herstellung einer kontaminationsfreien Oberfläche).

Der detaillierte Umfang der Dokumentation sowie die Festlegungen zur Verantwortlichkeit und Zuständigkeit bei der Erfassung, Pflege und Auswertung der Abfalldaten werden in der Reststoffordnung des Restbetriebshandbuches geregelt.



# Vattenfall Europe Nuclear Energy

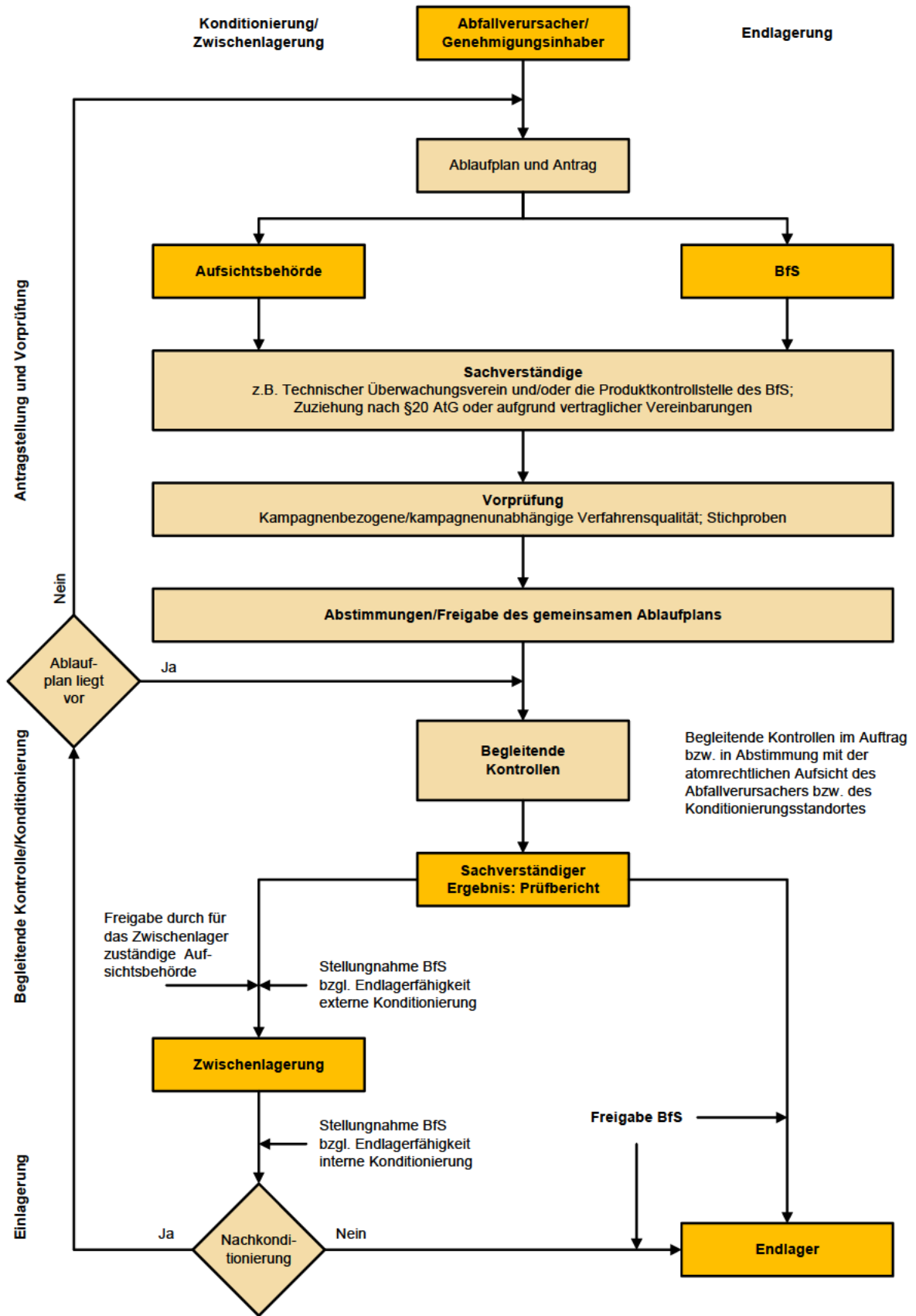


Abbildung 6.5: Verantwortlichkeiten bei der Entsorgung intern und extern konditionierter, radioaktiver Abfälle

## 7 Strahlenschutz

### 7.1 Strahlenschutzaufgaben

Wesentliche Strahlenschutzaufgaben während des Abbaus der Anlage KKB sind wie folgt:

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

### 7.2 Strahlenschutzbereiche

#### 7.2.1 Überwachungsbereich

Überwachungsbereiche sind nach § 36 (1) Nr. 1 StrlSchV /2/ 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.

Der Überwachungsbereich der Anlage ist mit dem äußeren Sicherheitsbereich der Anlage identisch (orangefarbene Umrandung in Abbildung 3.2). Zusätzlich bilden die Transportbereitstellungshallen TBH I und II einen weiteren Überwachungsbereich mit einer eigenen Umschließung.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Auf dem Anlagengelände des KKB befinden sich außerdem das Standortzwischenlager Brunsbüttel (SZB) und ein Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LasmA) mit den zugehörigen Überwachungsbereichen.

### 7.2.2 Kontrollbereich

Kontrollbereiche sind nach § 36 (1) Nr. 2 StrlSchV Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder höhere Organdosen als 45 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.

Der Kontrollbereich ist durch geeignete Maßnahmen gegenüber dem Überwachungsbereich besonders 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 Bedarf werden temporäre Kontrollbereiche eingerichtet, die ebenfalls durch Normschilder besonders gekennzeichnet werden.

Jede im Kontrollbereich des KKB tätige, beruflich strahlenexponierte Person ist gemäß § 38 StrlSchV unterwiesen.

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 permanenten Kontrollbereichs sind u. a. die folgenden Einrichtungen und Hilfsmittel vorhanden:

- Einrichtungen zur Ein- und Ausgangskontrolle,
- Umkleideräume 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),
- Ausgabe von Messgeräten zur Dosiserfassung.

## 7.2.3 Sperrbereich

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

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

Die Voraussetzung für den Zutritt zu Strahlenschutzbereichen ist ausführlich in § 37 der Strahlenschutzverordnung geregelt.

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

## 7.3 Personenüberwachung und Personenschutzmaßnahmen

### 7.3.1 Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition des Personals

Die Strahlenexposition der auf der Anlage KKB 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 Betreten,
- Kennzeichnung von Bereichen erhöhter Dosisleistung,
- Einsatz von Abschirmungen,
- Einrichtung von Einhausungen oder mobilen Strahlenschutzzelten in Verbindung mit mobilen Filteranlagen,
- Absicherung der Arbeitsplätze und Bereitstellung von persönlicher Schutzausrüstung,
- Vermeidung von Personenkontamination durch geeignete Schutzmaßnahmen,
- zeitliche Optimierung der Abbaufverfahren,
- Einrichtung von Kontaminationszonen,
- Fernhantierung und -bedienung,
- Personal-Unterweisungen.

### 7.3.2 Arbeitsplatzüberwachung

Alle Arbeiten in den Kontrollbereichen müssen vom gemäß § 31 StrlSchV 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 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 Kontrollbereichs 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. Dies gilt sinngemäß auch beim Verlust eines Dosimeters.

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 (siehe StrlSchV) 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 KKB 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 eines fachkundigen Betriebsangehörigen.

### 7.3.7 Dokumentation der Personenüberwachung

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

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

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,
- 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 temporäre 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 Betriebsgebäude wird auf ihre Aerosolkonzentration überwacht. Bei einem Aerosolanstieg werden die betroffenen Raumbereiche durch den Strahlenschutz einzeln, z. B. mit tragbaren Aerosolsammlern, überprüft, um die Quelle zu orten.

Die Abgabe der Fortluft aus dem Kontrollbereich erfolgt über den Kamin. Zur Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe werden die Abgaberaten der während des Abbaus der An-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

lage noch vorhandenen radioaktiven Stoffe ermittelt. Die Aktivitätsabgaben mit der Fortluft werden gemäß der KTA-Regel 1503.1 /14/ bilanziert und dokumentiert.

### 7.4.4 Abgabe von radioaktiven Stoffen mit dem Wasser

Flüssige radioaktive Stoffe werden in Übergabebehältern gesammelt und in der betriebseigenen Abwasseraufbereitungsanlage des KKB behandelt. Vor der Abgabe eines Übergabebehälters wird durch Auswerten einer repräsentativen Probe sichergestellt, dass die genehmigten Grenzwerte unterschritten werden. Während der Abgabe wird die Einhaltung des Überwachungswertes kontinuierlich durch eine Messstelle überwacht.

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

Sämtliche Abwässer aus dem Abbau sowie der Bearbeitung und Behandlung von Reststoffen aus dem Kontrollbereich des KKB werden gesammelt und der Abwasseraufbereitung des Kraftwerks zugeführt. Wenn die Abwasseraufbereitung im KKB nicht mehr zur Verfügung steht, wird rechtzeitig eine Ersatzmaßnahme konzipiert und realisiert, beispielsweise bei einem externen Dienstleister.

### 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 Abs. 2 StrlSchV 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,
- Dekontamination des Bereichs.



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

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

### 7.4.6 Systemüberwachung

Die Überwachung von im Restbetrieb noch zu betreibenden Teilsystemen bezüglich Aktivitätsübertritte 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 werden die Messeinrichtungen außer Betrieb genommen und instandgesetzt.

## 7.5 Aktivitätsrückhaltung

Die Maßnahmen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe werden beim Abbau der Anlage weiterhin 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,
- Betrieb von Abwassersammel- und -aufbereitungsanlagen,
- Einsatz mobiler Absaugungen,
- Nutzung von Einhausungen.

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

Für die Rückhaltung von radioaktiven Gasen (H-3, Kr-85, C-14 in Form von CO<sub>2</sub>) sind analog zum Leistungsbetrieb keine besonderen Maßnahmen vorgesehen.

## 7.6 Abgabe radioaktiver Stoffe

### 7.6.1 Antragswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe

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

#### Radioaktive Gase

Gesamtabgabe pro Jahr	4,44 E+13 Bq
Abgabe in zwei Quartalen	2,22 E+13 Bq

#### Radioaktive Aerosole

Gesamtabgabe pro Jahr	1,48 E+10 Bq
Abgabe in einer Woche	7,4 E+08 Bq
Abgabe in 26 aufeinanderfolgenden Wochen	7,4 E+09 Bq

#### Radioaktive Abwässer

Im Antrag gemäß § 7 Abs. 3 AtG wird ausgeführt, dass die Grenzwerte für die Ableitung mit dem Abwasser unverändert beibehalten werden. Während des Abbaus erfolgt die Einleitung in die Elbe über eine Abgaberohrleitung.

Die Grenzwerte für die Ableitungen mit dem Abwasser werden gemäß den Regelungen der jeweils gültigen gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis angepasst.

### 7.6.2 Strahlenexposition in der Umgebung

Die Begrenzung der Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe ist in § 47 StrlSchV geregelt. Der Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte erfolgt nach den Vorgaben und Methoden der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) 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. Diese ist definiert als eine Stelle in der Umgebung, bei der aufgrund 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.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Gemäß den Vorschriften der AVV 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 KKB erfolgt bis zur geplanten Änderung des Lüftungskonzeptes spätestens im Laufe der Abbauphase 2 über den vorhandenen Fortluftkamin, der sich auf dem Aufbereitungstrakt des Reaktorgebäudes befindet. Die Fortluft wird bei Bedarf über Aerosolfilter gereinigt.

Für den Betrieb eines LasmA ist im Rahmen der Genehmigung dieses Lagers nach § 7 StrlSchV die Einhaltung der Anforderungen des § 47 Abs. 4 StrlSchV nachzuweisen. Dieser Nachweis gilt als erbracht, wenn die in der StrlSchV (Anhang VII, Teil D) festgelegten Grenzwerte jederzeit eingehalten werden.

Die betrieblichen Emissionen eines LasmA werden bei der Dosisberechnung jedoch berücksichtigt.

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

In der Tabelle 7.1 sind für diese ungünstigste Einwirkungsstelle die berechneten effektiven Dosen zusammengestellt.

**Tabelle 7.1: Strahlenexpositionen durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus dem KKB und eines LasmA**

Expositionspfad	Jährliche Exposition in mSv		
	Dosis durch äußere Strahlung	Dosis durch Ingestion	Summe
Fortluft KKB	0,021	0,014	0,035
LasmA	0,001	0,010	0,011
Summe Exposition Abluft	0,022	0,024	0,046
<i>Grenzwert gemäß § 47 StrlSchV</i>	<i>0,300</i>		

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Für die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Abluft aus der Anlage KKB und einem Lasma beträgt die höchste jährliche Exposition am ungünstigsten Aufpunkt 0,046 mSv im Kalenderjahr. Sie liegt damit deutlich unterhalb des Grenzwerts von 0,3 mSv nach § 47 StrlSchV im Kalenderjahr.

Bei der Berechnung der Strahlenexpositionen wurde von konstanten Genehmigungswerten für radioaktive Ableitungen über die Fortluftpfade während der gesamten Zeitdauer des Abbaus ausgegangen. Im Rahmen des Abbaus KKB werden zu Beginn des Abbaus die radioaktiven Ableitungen nahezu ausschließlich über den Fortluftkamin der Anlage KKB erfolgen. Erst nachdem Anlagenteile in der Anlage demontiert und in ein Lasma eingelagert werden, sind geringe radioaktive Ableitungen mit der Fortluft eines Lasma nicht auszuschließen.

### 7.6.4 Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abwasser

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

Für ein Lasma sind keine Ableitungen von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser vorgesehen.

Für die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus der Anlage KKB beträgt die höchste effektive Dosis am ungünstigsten Aufpunkt, unter Berücksichtigung aller relevanten Vorbelastungen aus anderen Einrichtungen, 0,141 mSv im Kalenderjahr. Sie liegt damit deutlich unterhalb des Grenzwerts 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 Anlagengeländes, am sogenannten Massivzaun. Als Strahlenquellen sind das KKB, die TBH I und II, das SZB sowie ein Lasma und die geplanten Pufferlagerflächen zu betrachten. Für die Direktstrahlung aus dem KKB, dem SZB und den TBH I und II liegen aus der Betriebshistorie belastbare Messungen vor, aus denen hervorgeht, dass sich für die Ortsdosis am Massivzaun keine signifikante Differenz zur Umgebungsstrahlung ergibt.

Die Abschätzung der Direktstrahlung erfolgt für die jeweils ungünstigsten Aufpunkte am Massivzaun bei Ausnutzung der gesamten Lagerkapazität sowohl in dem geplanten Lasma

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

als auch für die geplanten Pufferlagerflächen. Es ergeben sich die in Tabelle 7.2 zusammengestellten Werte.

**Tabelle 7.2: Strahlenexposition durch Direktstrahlung**

Expositionspfad	Jährliche Exposition [mSv]
Gamma-Personendosis durch LasmA (alle Aufpunkte)	< 0,01
Gamma-Personendosis durch KKB am Aufpunkt Elbdeich	0,03
Gamma-Personendosis durch Pufferlagerung am Elbdeich	0,21
Neutronen-Personendosis am SZB (Elbdeich)	0,02
Gamma-Personendosis durch Pufferlagerung am Massivzaun	0,06
Summe	0,32

Die Umweltauswirkungen der insgesamt geplanten und atomrechtlich zu genehmigenden Maßnahmen zum Restbetrieb / Abbau des KKB und zur Errichtung und zum Betrieb eines LasmA auf die in § 1 a AtVfV genannten Schutzgüter einschließlich der Wechselwirkungen sind in den zugehörigen Umweltverträglichkeitsuntersuchungen dargestellt. Aufgrund der standörtlichen Gegebenheiten und der Art der Eingriffe sind aus ökologischer Sicht keine wesentlichen Wechselwirkungen zwischen den Komponenten des Naturhaushaltes betroffen. Zusätzliche Auswirkungen durch Beeinträchtigungen der Wechselwirkungen sind auch unter Berücksichtigung möglicher Kumulations-, Synergie- und Verlagerungseffekte nicht abzuleiten.

### 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 Vorbelastungen am Standort, unter Einbeziehung eines LasmA, den Dosisgrenzwert des § 46 StrlSchV von 1 mSv pro Kalenderjahr an keiner Stelle außerhalb des Anlagengeländes 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	0,033 <sup>a)</sup>
Exposition aus Abwasser	0,141
Exposition aus Direktstrahlung	0,32
Summe	0,49
<i>Grenzwert gemäß § 46 StrlSchV</i>	1,000

<sup>a)</sup> Dieser Wert stimmt nicht mit dem für § 47 ermittelten Dosiswert aus Tabelle 7.1 überein, da sich bei der Berücksichtigung der Direktstrahlung andere ungünstige Aufpunkte für die Exposition aus der Abluft ergeben

Für eine Einzelperson der Bevölkerung beträgt die effektive Dosis durch Strahlenexpositionen im Kalenderjahr maximal <0,5 mSv. Dies liegt deutlich 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 REI /9/ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), u. a. auf der Grundlage von Messprogrammen, solange die Möglichkeit des Entweichens radioaktiver Stoffe in Luft, Wasser und Boden besteht.

Die Immissionsüberwachung wird bis zur Brennelementfreiheit unverändert beibehalten. Sie kann danach gemäß REI, Kapitel 4.5 mit Zustimmung der Aufsichtsbehörde schrittweise reduziert werden.

Außerhalb der Anlage werden die Immissionen des Standorts KKB 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

## **Vattenfall Europe Nuclear Energy**

- Überwachung des Grundwassers, Trinkwassers und von Wasserpflanzen.

Hierzu wird ein Umgebungsüberwachungsprogramm entsprechend den Anforderungen und Vorgaben der REI durchgeführt.

## 8 Organisation und Betrieb

### 8.1 Abbaureglement

Das Abbaureglement des KKB besteht aus:

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

Das Betriebshandbuch für den ehemaligen Leistungsbetrieb wird für den Abbau als Restbetriebshandbuch entsprechend kontinuierlich an den sich verändernden Anlagenzustand angepasst.

Auch das Prüfhandbuch und das Managementhandbuch werden den jeweiligen Anforderungen des sich verändernden Restbetriebs und des fortschreitenden Abbaus angepasst.

Die für KKB gültigen Regelungen gelten nicht für ein LasmA und für das bestehende SZB. Diese werden über ein jeweils eigenes Betriebsreglement geregelt.

#### 8.1.1 Restbetriebshandbuch

Das RBHB wird gegenüber dem Betriebshandbuch des ehemaligen Betriebs einerseits um weitere Teile ergänzt (z. B. Reststoff- und Abfallordnung), andererseits entfallen Teile wie z. B. „An- und Abfahren der Gesamtanlage“. Das RBHB ist in Anlehnung an die KTA-Regel 1201 /15/ gegliedert.

Im RBHB sind die für den Abbau geltenden Auflagen und Regelungen zusammengestellt. Dies sind alle betriebs- und sicherheitstechnischen Anweisungen an das Betriebspersonal, die für einen bestimmungsgemäßen Abbau erforderlich sind.

Das RBHB gliedert sich in folgende Teile:

- Teil 0 Inhalt und Einführung,
- Teil I Betriebsordnungen,
- Teil II Abbaubetrieb,
- Teil III Störfälle,
- Teil IV Betrieb der Infrastruktur einschließlich Störungsmeldungen,



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- Teil V Systemschaltpläne,
- Teil VI Absicherungsschemata,
- Teil VII Armaturengrundstellung,
- Teil VIII Brennelementwechsel und Brennelementhandhabungseinrichtungen.

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,
- Leitstandsordnung,
- Instandhaltungs- und Abbauordnung,
- Strahlenschutzordnung,
- Wach- und Zugangsordnung,
- Alarmordnung,
- Brandschutzordnung,
- Erste-Hilfe-Ordnung,
- Reststoff- und Abfallordnung,
- Notfallordnung.

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,
- Grenzwerte (z. B. Aktivitätsgrenzwerte der Abgabeüberwachung),
- Klassifizierung der Systeme (Instandsetzungs- und Änderungsverfahren),
- Meldekriterien für besondere Vorkommnisse.

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

Im Teil IV des RBHB sind die Betriebsweisen für einzelne Komponenten und Systeme aufgeführt.

Im Teil V des RBHB sind die Systemschaltpläne mit Alpha-Numerik, Schaltplanbezeichnung und Zeichnungsnummer aufgeführt.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Im Teil VI des RBHB sind die Absicherungsschemata aller noch zu betreibenden Behälter aufgeführt.

Im Teil VII sind die Armaturengrundstellungen der Systeme aufgeführt.

Der Teil VIII entfällt zum Zeitpunkt der Kernbrennstofffreiheit.

### 8.1.2 Prüfhandbuch

Wiederkehrende Prüfungen sind im Prüfhandbuch in Anlehnung an die KTA-Regel 1202 /16/ zusammengefasst.

### 8.1.3 Managementhandbuch

Im Managementhandbuch sind die Grundsätze des Managementsystems für den Abbau dargestellt. Das Managementhandbuch wird im Rahmen des Genehmigungsverfahrens sowie im weiteren Verlauf des Restbetriebs 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 des Abbaus und des Restbetriebs nachkommt und soll einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess und eine lernende Organisation sicherstellen. Es beinhaltet alle wesentlichen Aspekte, die während des Abbaus und des Restbetriebs zu berücksichtigen sind, wie beispielsweise Sicherheit, Qualität, Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutz, Alterung, Wirtschaftlichkeit.

Das Managementsystem erfüllt die Anforderungen der KTA-Regel 1401 und der KTA-Regel 1402 soweit die Bestimmungen in diesen beiden kerntechnischen Regeln für den Restbetrieb und den Abbau zutreffend sind. Die allgemeinen technischen Normen (konventionelles Regelwerk) werden stets angewandt.

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 des Kernkraftwerks Brunsbüttel trägt die Verantwortung für den gesamten Restbetrieb und den Abbau der Anlage KKB in Hinblick auf die personelle, organisatorische und wirtschaftliche Führung.

Ein Geschäftsführer nimmt die Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen im Sinne der §§ 31-33 StrlSchV /2/ wahr.

Ein Geschäftsführer trägt die Verantwortung für die Entwicklung, Einführung und kontinuierliche Verbesserung eines 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 Standortzwischenlagers (SZB) hinsichtlich der Betriebsführung des SZB.

Dem Standortleiter obliegt die Leitung und Beaufsichtigung des Rückbaus 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 Kernkraftwerks Brunsbüttel 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 (LdA)

Der Leiter der Anlage ist zuständig für die Leitung und Beaufsichtigung des Restbetriebs des Kernkraftwerks im Sinne des § 7 AtG. Er ist den ihm unterstellten Mitarbeitern weisungsbefugt. Er ist dabei für die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen, der behördlichen Auflagen, der betrieblichen Regelungen und der Regeln der Technik zuständig.

#### Funktionen des LdA 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 LdA und Standortleiter zwei verschiedene Personen mit unterschiedlichen Fachkundanforderungen.

Beide Führungsmodelle sind möglich.

### 8.2.4 Strahlenschutzbeauftragter

Zur Sicherstellung des Strahlenschutzes während der Stilllegung und des Abbaus der Anlage werden durch den Strahlenschutzverantwortlichen Strahlenschutzbeauftragte bestellt und ein eigenständiger Fachbereich Überwachung in die Betriebsorganisation eingebunden. Der Leiter des Fachbereichs Überwachung wird als Strahlenschutzbeauftragter (gemäß §§ 32, 33 StrlSchV) entsprechend § 31 StrlSchV von der Geschäftsführung schriftlich bestellt, weitere bestellte Strahlenschutzbeauftragte dienen diesem Strahlenschutzbeauftragten als Stellvertreter.

### 8.2.5 Betriebsorganisation, Fachbereiche

Es steht eine Betriebsorganisation zur Verfügung, die die Anforderungen an den sicheren Restbetrieb und Abbau und die gesetzlichen Bestimmungen und behördlichen Anforderungen erfüllt. Sie enthält alle Stellen, die zu einem ordnungsgemäßen und sicheren Restbetrieb und Abbau erforderlich sind. Diese bestehen insbesondere aus den Fachbereichen Überwachung, Restbetrieb, Abbau und Entsorgung mit einer Untergliederung in Teilbereiche sowie ggf. zusätzlichen Stabsfunktionen und Beauftragten. Die weitere Konkretisierung der Organisation erfolgt im Rahmen des Genehmigungsverfahrens.

Bei atomrechtlich verantwortlichen Personen ist die Zustimmung der Aufsichtsbehörde einzuholen.

### 8.3 Qualifikation und Fachkunde

Das verantwortliche Personal verfügt zur Erfüllung seiner Aufgaben innerhalb des Restbetriebs und des Abbaus über das jeweils notwendige Fachwissen, dessen Erwerb und Erhalt durch entsprechende Aus- und Fortbildungsmaßnahmen gewährleistet und durch entsprechende Fachkundenachweise belegt wird. 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 während des Abbaus durchgeführten Maßnahmen werden gemäß den gesetzlichen Vorgaben dokumentiert. Dabei bleibt der aktuelle Status der Anlage ersichtlich. Weiterhin werden Unterlagen über die Strahlendosis des Personals und den Verbleib radioaktiver Stoffe dokumentiert.

## 9 Ereignisanalyse

### 9.1 Einleitung

Anforderungen an die Schadensvorsorge bei der Stilllegung von Kernkraftwerken sind in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /2/, im Stilllegungsleitfaden /3/ und in den Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen /4/ enthalten. Anforderungen an das Spektrum der zu betrachtenden Ereignisse sind im Anhang 2 der Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /20/ aufgeführt. Die nachfolgende Ereignisanalyse, die sich auf beide Abbauphasen bezieht, soll zeigen, dass die in den genannten Unterlagen diesbezüglich aufgeführten Anforderungen für die Stilllegung und den Abbau des Kernkraftwerks Brunsbüttel erfüllt werden.

Dazu werden die zu betrachtenden Ereignisse systematisch bezüglich ihres Ablaufes und ihrer Auswirkungen untersucht. In diesem Kapitel werden im Wesentlichen Aspekte des Schutzes der Bevölkerung von strahlenschutztechnisch / radiologisch bedeutsamen Ereignissen bewertet. Aspekte des innerbetrieblichen Strahlenschutzes wurden bereits in Kapitel 7 bewertet.

Den radiologischen Berechnungen für Störfälle werden die konservativen Vorgaben aus der Berechnungsvorschrift zu § 49 StrlSchV /21/ zugrunde gelegt. Die in den Berechnungen verwendeten Nuklidvektoren wurden aus den radiologischen Bewertungen für die Nachbetriebsphase hergeleitet oder auf Basis des 2. Teils des ESK-Stresstests /31/ abgeleitet. Für die geplanten Zeiträume des Gesamtvorhabens ist die Verschiebung der radiologisch relevanten Nuklidanteile während des Abbaus aufgrund des radioaktiven Zerfalls durch die ausreichenden Abstände zu den Störfallplanungswerten abgedeckt.

Für sehr seltene Ereignisse, die dem Bereich des Restrisikos zuzuordnen sind, werden die Berechnungsmethoden entsprechend der Stellungnahme der Entsorgungskommission /12/ angewandt. Hierbei wird gezeigt, dass nach Eintritt eines derartigen Ereignisses im Bereich der nächsten Wohnbebauung keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes notwendig sind.

Durch den Wegfall nahezu aller im Leistungsbetrieb noch zu unterstellenden Störfälle einschließlich des radiologisch abdeckenden Störfalles, nimmt das Risiko einer möglichen radiologischen Gefährdung der Umgebung durch störfallbedingte Freisetzungen radioaktiver Stoffe in der stillgelegten Anlage erheblich ab. Es verbleiben nur noch die bei stilllegungs- und abbauspezifischen Tätigkeiten sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisabläufe.

## 9.2 Schutzziele und mögliche Ereignisse bei Stilllegung und Abbau

Nach Erreichen der Brennelementfreiheit im KKB ist, im Einklang mit den Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, nur noch die Einhaltung des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition“ nachzuweisen. Die Anforderungen aus dem Schutzziel „Einschluss der radioaktiven Stoffe“ sind davon abgedeckt.

Hierbei werden die folgenden Ereignisgruppen betrachtet:

- Einwirkungen von Innen (EVI)
- Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen
- Einwirkungen von Außen (EVA)
- Wechselwirkungen mit anderen Anlagen und den Verkehrswegen am Standort.

Im Weiteren werden die daraus abgeleiteten sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisse für Stilllegung und Abbau des KKB näher analysiert.

## 9.3 Sicherheitsbetrachtungen für Restbetrieb und Abbau des KKB

### 9.3.1 Einwirkungen von Innen

#### 9.3.1.1 Lastabsturz bei der Demontage, Zerlegung und Verpackung der Reaktordruckbehältereinbauten und des Reaktordruckbehälters

In der Phase 1 des Abbaus werden die Einbauten des Reaktordruckbehälters abgebaut, zerlegt und verpackt.

Für den Transport derjenigen RDB-Einbauten, deren Lastaufnahmeeinrichtungen und Lastanschlagpunkten den erhöhten Anforderungen der KTA-Regel 3902 /22/ bzw. der KTA-Regel 3905 /23/ genügen, kann in Verbindung mit den qualifizierten Hebezeugen der Lastabsturz ausgeschlossen werden, der ggf. zu einer Beschädigung der Auskleidung der Nasszerlegebereiche oder des Flutkompensators führt. Für diejenigen Komponenten, für die keine nach den erhöhten Anforderungen der KTA-Regeln verfügbaren Anschlagmittel verfügbar sind, sowie bei der kraftschlüssigen Handhabung von Zerleteilen, ist ein Lastabsturz zu unterstellen. Als Ereignis mit der größten Folgewirkung ist ein Lastabsturz auf den Flutkompensator zu betrachten. Der Flutraum entleert sich dann vollständig. Das austretende Leckwasser sammelt sich teilweise im Sicherheitsbehälter und auf der untersten Ebene im Reaktorgebäude und fließt nach dessen Auffüllung bis zur Höhe der Überströmklappe anschließend in den Keller des Maschinenhauses ab. Ein derartiges Ereignis wurde bereits für die Nachbar-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

triebsphase der Anlage radiologisch bewertet und gutachtlich geprüft. Für die am höchsten belastete Altersgruppe ergibt sich rechnerisch auf der Basis der Berechnungsvorschrift zu § 49 StrlSchV /21/ eine Effektivdosis von ca. 8  $\mu$ Sv. Das Ereignis ist radiologisch nicht relevant, da die berechnete Dosis mehrere Größenordnungen unterhalb des Grenzwertes der StrlSchV von 50 mSv liegt.

Die Zerlegung des RDB erfolgt in Phase 2. In dieser Phase ist der Flutkompensator nicht mehr eingebaut, der Flutraum ist somit trocken. Im RDB wird der Wasserspiegel ggf. schrittweise mit dem Abbaufortschritt abgesenkt. Bei Unterstellung eines Lastabsturzes könnte es zu einer Leckage aus dem RDB kommen. Das Ereignis ist jedoch wie vorstehend begründet radiologisch nicht relevant.

### **9.3.1.2 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-Regeln 3902 / 3905 erfüllt. Radiologische Auswirkungen bei einem Absturz von kontaminierten Einzelkomponenten, wie beispielsweise dem Abwasserverdampfer, werden durch geeignete Vorsorgemaßnahmen vor dem Transport (Spülen, Verschließen aller Öffnungen usw.) auf ein zulässiges Maß begrenzt werden. Eine separate radiologische Bewertung dieses Ereignisses kann damit entfallen.

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

Ein Absturz von Lasten auf Reststoff- und Abfallbehälter mit freisetzbarem radioaktivem Material kann nicht generell ausgeschlossen werden, da nicht alle eingesetzten Hebezeuge, Lastaufnahmeeinrichtungen und Lastanschlagpunkte nach den erhöhten Anforderungen der KTA-Regeln 3902 / 3905 ausgelegt sind.

Durch technische und administrative Maßnahmen (Beschränkung und Sicherung von Transportwegen etc.) werden bei den entsprechenden Transportvorgängen unzulässige Aktivitätsfreisetzungen verhindert. Damit ist ausreichend Vorsorge gegen eine Aktivitätsfreisetzung bei derartigen Ereignissen getroffen.



### 9.3.1.4 Absturz von beladenen Reststoff- und Abfallbehältern

Beladene Reststoff- und Abfallbehälter mit freisetzbarem radioaktivem Material werden grundsätzlich mit dafür qualifizierten Hebezeugen und Anschlagmitteln transportiert.

Die radiologischen Auswirkungen eines postulierten Lastabsturzes sind durch den Absturz eines Fasses im Fasslager abgedeckt.

Für Transportvorgänge mit Hebezeugen oder Lastanschlagpunkten ohne Nachweis der Einhaltung der zusätzlichen Anforderungen der KTA-Regeln 3902 und 3905 wird durch zusätzliche Strahlenschutzmaßnahmen, wie die Verwendung von Abschirmungen, die Strahlenexposition soweit reduziert, dass die Grenzwerte der KTA-Regel eingehalten werden.

### 9.3.1.5 Ereignisse bei Transportvorgängen einschließlich Verkehrsunfall eines Transportfahrzeuges beim Transport von beladenen Reststoff- und Abfallbehältern auf dem Anlagengelände KKB

Radioaktive Stoffe werden in spezifischen Verpackungen transportiert, die entsprechend der Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB) /24/ bzw. ADR (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße) /25/ zugelassen sind. Zu unterstellende mechanische Einwirkungen auf die beladenen Reststoff- und Abfallbehälter infolge eines Verkehrsunfalls während des Transports werden von diesen ohne einen Verlust der Integrität aufgenommen. Die getroffenen Vorsorgemaßnahmen sind hinreichend wirksam. Damit kann auf eine nähere Analyse radiologischer Folgen verzichtet werden.

### 9.3.1.6 Beschädigung oder Ausfall zusätzlicher mobiler Lüftungstechnischer Einrichtungen bei der Demontage und Zerlegung kontaminierter und aktivierter Anlagenteile im Kontrollbereich

Bei der Demontage und Zerlegung kontaminierter und aktivierter Anlagenteile im Kontrollbereich, in deren Folge mit einer verstärkten Mobilisierung von radioaktiven Stoffen in Form von Aerosolen gerechnet werden muss, werden zusätzliche mobile Einrichtungen zur Luftabsaugung und Luftfilterung und Lüftungstechnische Trennungen eingesetzt. Ein Ausfall und / oder eine Beschädigung der zusätzlich eingesetzten mobilen, Lüftungstechnischen Einrichtungen zieht eine sofortige Beendigung der Demontage- und Zerlegungsarbeiten im betroffenen Bereich nach sich. Durch diese organisatorische Maßnahme wird eine weitere evtl. Freisetzung innerhalb der Anlage und eine zusätzliche vermeidbare Kontamination bzw. Strahlenexposi-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

tion des arbeitenden Personals vermieden. Die Vorsorge zur Vermeidung radiologischer Auswirkungen auf die Umgebung ist damit hinreichend.

### 9.3.1.7 Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt

Ein Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt ist als Gefahrenquelle auszuschließen, da derartige Behälter im KKB sich in der Abbauphase 1 im kalten und drucklosen Zustand befinden.

### 9.3.1.8 Beschädigung oder Ausfall der Infrastruktureinrichtungen im Abbau

Bei den geplanten Einrichtungen der Infrastruktur im Abbau handelt es sich vorwiegend um außerhalb der bestehenden Anlagengebäude des KKB zu errichtende Versorgungs- und Überwachungssysteme in der Qualität von Baustelleneinrichtungen, deren Verbindungen teilweise von außen in die Anlagenräume verlaufen. Einzelheiten hierzu sind in Kapitel 5.1 beschrieben. Die zu erwartenden Folgen eines Ausfalls dieser Infrastruktureinrichtungen sind für die Sicherheit nicht relevant und führen lediglich dazu, dass Abbauarbeiten in der zeitlichen Abwicklung beeinträchtigt oder verhindert werden. Die Auswirkungen durch Ausfälle der Lüftungsanlagen, der E-Versorgung und / oder der Brandschutzeinrichtungen sind radiologisch in jedem Fall durch die betrachteten Ereignisse in den Abschnitten 9.3.1.9 und 9.3.1.11 abgedeckt, da mit diesen Ereignissen keine unmittelbare Aktivitätsfreisetzung verbunden ist.

Die Einhaltung der Schutzziele im Abbau ist durch eine Beschädigung oder den Ausfall der o. g. Bestandteile der temporären Infrastruktur nicht gefährdet.

### 9.3.1.9 Leckage des Abwasserverdampfers

Eine „Leckage des Abwasserverdampfers“ wurde bereits als radiologisch relevantes Ereignis im Rahmen des Leistungsbetriebs und der Nachbetriebsphase analysiert und begutachtet. Für den Ereignisablauf wird unterstellt, dass der gesamte Konzentratinhalt des Verdampfers und des Brüdengefäßes ausläuft, teilweise verdampft und ungefiltert über den Abluftkamin abgegeben wird. Die auf Basis der Berechnungsvorschrift der StrISchV errechnete maximale effektive Dosis für die am höchsten belastete Altersgruppe beträgt 0,019 mSv und liegt damit deutlich unter dem Grenzwert von 50 mSv gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrISchV.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Für den Restbetrieb der Anlage ist das bereits analysierte Ereignis äußerst konservativ, 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.

### 9.3.1.10 Auslaufen des Konzentratbehälters

Vor der Abschlämmung des Abwasserverdampfers wird der Konzentratbehälter entleert. Nach der Abschlämmung wird kaltes Spülwasser zu gespeist. Damit sind die Aktivitätskonzentration sowie die Mediumstemperatur in diesem Behälter geringer als im Abwasserverdampfer. Die radiologischen Auswirkungen des Auslaufens eines solchen Behälters sind somit von einem Leck im Abwasserverdampfer abgedeckt. Eine separate radiologische Analyse ist nicht notwendig.

### 9.3.1.11 Absturz eines Lagerfasses mit Ionenaustauscherharzen beim Handhaben oder Verpacken und Ereignisse beim Abfüllen

Ein derartiges Ereignis wurde bereits für die Nachbetriebsphase betrachtet und gutachtlich geprüft. Unterstellt wurde der Absturz eines mit Ionenaustauscherharzen befüllten 200-Liter Fasses bei der Handhabung im Fasslager im Reaktorgebäude. Für die Dosisberechnung wurde konservativ die Aktivitätskonzentration eines während des Leistungsbetriebs befüllten Fasses und die ungefilterte Freisetzung über den Abluftkamin innerhalb von einer Stunde angenommen. Für die Abbauphase der Anlage werden derart hohe Aktivitätskonzentrationen nicht mehr erwartet, da ein Großteil der radiologisch relevanten Nuklide bereits zerfallen ist und keine zusätzlichen radioaktiven Nuklide mehr erzeugt werden. Die für dieses Ereignis errechnete Effektivdosis für die am höchsten belastete Altersgruppe beträgt 1,3 mSv, was einer Ausschöpfung des Planungswertes nach §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV von 2,6 % entspricht. Dieser Wert ist insofern als konservativ anzusehen, als dass eine mögliche Filterung sowie administrative Maßnahmen wie z. B. Abschaltung der Lüftung nicht berücksichtigt wurden.

### 9.3.1.12 Leckage eines Nasszerlegebereichs

Es wurde ein Leck im Flutkompensator als Folge eines Lastabsturzes einer Schwerkomponente unterstellt, wodurch sich der Flutraum entleert. Das Wasser sammelt sich im unteren Bereich des Reaktorgebäudes und strömt nach dessen Auffüllung bis zur Unterflurklappe in

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

den Keller des Maschinenhauses. Durch dieses Wasser erfolgt somit keine Kontamination von Natur und Umwelt. Die Auswirkungen eines derartigen Lastabsturzes wurden radiologisch bewertet (vgl. Kapitel 9.3.1.1). Die ermittelten Dosen sind mit dem Ereignis „Lastabsturz im Fasslager“ abgedeckt.

### 9.3.1.13 Brand im Bereich der Reststoffbehandlung / Abfallkonditionierung

Es wurde ein Brand im Bereich der Reststoffbehandlung / Abfallkonditionierung im Gebäude ZC untersucht. Für die Analyse wurde unterstellt, dass brennbare radioaktive Abfälle in Plastiksäcken in einem Container bis zum Abtransport zur Konditionierung gesammelt werden und dass alle dort lagernden Abfälle innerhalb kurzer Zeit (30 Minuten) vollständig verbrennen. Die Gesamtaktivität in einem Container wurde aufgrund der bisherigen Betriebserfahrung mit  $5E+9$  Bq angenommen. Die radioaktiven Stoffe im brennbaren Abfall liegen hauptsächlich als Kontamination vor, von denen bei einem Brand ein Teil aerosolförmig freigesetzt werden kann.

Für das der Berechnung zugrunde gelegte Aktivitätsinventar wurde folgende Zusammensetzung angenommen:

- Co-60 3,47 E+9 Bq,
- Cs-137 1,49 E+9 Bq,
- Sr-90 3,7 E+7 Bq,
- Am-241 4,9 E+6 Bq.

Zur Bestimmung des Quellterms für die Berechnung der resultierenden maximalen Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage im Falle eines Brandes werden konservative Annahmen gemäß der Berechnungsvorschrift der StrlSchV getroffen.

Die effektive Dosis für die am höchsten belastete Altersgruppe wurde für dieses Ereignis zu ca. 0,31 mSv berechnet. Sie liegt somit weit unterhalb des Grenzwertes aus §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV.

### 9.3.1.14 Brand eines Aktivkohlefilters

Aktivkohlefilter werden bereits im Nachbetrieb aus der Anlage entfernt, sodass ein derartiger Brand im Restbetrieb nicht mehr zu betrachten ist.

### 9.3.1.15 Weitere anlageninterne Brände

Die Brandgefährdung wird durch die stetige Reduzierung der Brandlasten und Zündquellen in der stillgelegten Anlage fortlaufend reduziert. Zu Beginn des Restbetriebs werden Schmier- und Kraftstoffe so weit wie möglich bereits aus der Anlage entfernt. Anlageninterne Brände sind jedoch nicht auszuschließen. Signifikante Brandlasten während des Abbaus stellen nur noch die Kabel dar. Ein Kabelbrand im Schaltanlagegebäude kann im ungünstigsten Fall zum Versagen der gesamten Stromversorgung führen. Selbst der Ausfall der gesamten Netzeinspeisung und der Ersatzstromversorgung für die im Abbau genutzte Infrastruktur bleibt ohne Konsequenzen für die Gewährleistung der Schutzziele. Da in einem solchen Fall alle Stilllegungs- und Abbautätigkeiten eingestellt werden, hat ein Kabelbrand keine signifikanten Auswirkungen auf die Einhaltung der Schutzziele, da ein zusätzliches Ereignis mit Aktivitätsfreisetzung im Restbetrieb nicht mehr zu unterstellen ist. Durch die batteriegestützte Versorgung der Brandmeldeanlagen und die doppelte elektrische Einspeisung für die leistungsstärksten Feuerlöschpumpen bleibt auch bei einem Kabelbrand die Brandmeldung und Brandbekämpfung gewährleistet. Ein Brand im Gebäude der Netzersatzanlage EY09 führt zu keiner Aktivitätsfreisetzung, da dort entsprechende Stoffe nicht vorhanden sind.

### 9.3.1.16 Thermische Zersetzung von Ionenaustauscherharzen (Fassbrand, Behälterbrand)

Ionenaustauscherharze – Kugelharze oder Pulverharze – aus den Wasseraufbereitungsanlagen des Kontrollbereichs werden in dafür geeignete Behälter gefüllt und darin getrocknet. 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 Abfüll- oder Mosaik®behälter führen würden,

können aufgrund der im Raumbereich begrenzten Brandlasten und der vorhandenen Brandschutzmaßnahmen ausgeschlossen werden.

### **9.3.1.17 Brandbedingter Ausfall der Infrastruktur im Abbau**

Die Folgen eines brandbedingten Ausfalls der Infrastruktur im Abbau unterscheiden sich nicht von den Folgen von Ausfällen und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen (vgl. auch Kapitel 9.3.2) und haben damit keine radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung.

### **9.3.1.18 Chemische Einwirkungen**

Das repräsentative Ereignis bezüglich des Einsatzes von chemischen Substanzen stellt die Dekontamination von Anlagenteilen im eingebauten Zustand dar. Diese wird ggf. bereits im Nachbetrieb durchgeführt. Für Stilllegung und Abbau ist in diesem Zusammenhang die ggf. notwendige Dekontamination der Abwasseraufbereitungssysteme zu betrachten.

Relevante Aktivitätsfreisetzungen in die Anlagenumgebung durch ein Leck bei der Dekontamination dieser Systeme sind auszuschließen, weil es sich hierbei um betriebliche Vorgänge unter ständiger Kontrolle des ausführenden Personals handelt, auftretende Leckagen rechtzeitig abgesperrt werden können und die Überdrücke gering sind. Bei der Dekontamination auftretende Leckagen sind daher durch das Ereignis „Leckage des Abwasserverdampfers“ (vgl. Kapitel 9.3.1.9) abgedeckt.

### **9.3.1.19 Aktivitätsfreisetzung aus defekten Brennstäben**

Gegebenenfalls werden zum Beginn des Rückbaus im Brennelementlagerbecken noch max. 13 defekte Brennstäbe in einem speziellen Köcher gelagert. Hierbei handelt es sich um einzelne, weit abgeklungene Brennstäbe, die keiner aktiven Kühlung und keiner Kritikalitätssicherung mehr bedürfen. Die maximale Dosisbelastung bei einem solchen postulierten Störfall in der Anlagenumgebung liegt, mit einem Wert kleiner als 0,06 mSv für die Schilddrüsendosis weit unterhalb des Grenzwertes der §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV. Für die Beherrschung dieses Störfalls sind aufgrund der geringen Freisetzung keine Einrichtungen zur Filterung der Abluft mehr notwendig.

### 9.3.2 Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen

Bei den Komponenten der temporären Infrastruktur im Abbau sind die Stromversorgung und die Lüftungsanlagen die sicherheitsrelevanten Einrichtungen, deren Ausfall zu bewerten ist. Derartige Ereignisse können den Auswirkungen und dem Handlungsbedarf beim Ausfall der Stromversorgung oder einem brandbedingten Ausfall von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen gleichgestellt werden.

Bei einer Störung der Stromversorgung oder einem Brand werden die laufenden Arbeiten, die ggf. zu einer Aktivitätsfreisetzung führen könnten, unverzüglich eingestellt, bis die Stromversorgung wiederhergestellt ist. Eine Verletzung der Schutzziele ist damit ausgeschlossen. Ein Ausfall und / oder eine Beschädigung der stationären Lüftungstechnischen Einrichtungen zieht eine sofortige Beendigung der Demontage- / Zerlegungsarbeiten und Reststoffbehandlung nach sich. Hierdurch wird eine ggf. auftretende Freisetzung radioaktiver Stoffe mit der Luft in den umgebenden Kontrollbereich unterbunden. Die Vorsorge zur Vermeidung radiologischer Auswirkungen in der Anlagenumgebung ist damit ausreichend.

### 9.3.3 Ausfall der netzseitigen Drehstromversorgung

Bei einem Ausfall der gesamten Drehstromversorgung der Anlage aus dem Verbundnetz werden die laufenden Arbeiten, die ggf. zu einer Aktivitätsfreisetzung führen könnten, unverzüglich eingestellt, und Räumungsalarm ausgelöst, sodass die Anlage spätestens 30 min nach Störungseintritt geräumt ist. Die vorhandene Netzersatzanlage übernimmt in diesem Falle die elektrische Versorgung der noch notwendigen Komponenten und Systeme. Die zur Sicherstellung einer gerichteten Strömung notwendigen Lüftungssysteme sowie die Kaminiinstrumentierung sind somit auch bei einem Ausfall der Netzeinbindungen verfügbar. Abbautätigkeiten werden erst nach Wiederherstellung der Stromversorgung wieder aufgenommen. Eine Verletzung der Schutzziele ist damit ausgeschlossen.

### 9.3.4 Ausfall der stationären Lüftungsanlagen zur Unterdruckhaltung

Die Lüftungstechnischen Einrichtungen zur Unterdruckhaltung sind auch im Restbetrieb mehrfach ausgeführt. Ein vollständiger Ausfall ist somit unwahrscheinlich. Ein solches Ereignis zieht eine sofortige Beendigung der Demontage- und Zerlegungsarbeiten und der Reststoffbehandlung nach sich, die erst nach Wiederherstellung eines ausreichenden Unterdruckes wieder aufgenommen werden. Diese Regelung gilt auch für Störungen von örtlich eingesetzten Lüftungsanlagen mit Filtern, die zur Vermeidung einer Aktivitätsverschleppung

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

sowie zur Reduzierung der Strahlenexposition für das Anlagenpersonal eingesetzt werden. Hierdurch wird eine ggf. auftretende Freisetzung radioaktiver Stoffe mit der Luft in den umgebenden Kontrollbereich unterbunden. Die Vorsorge zur Vermeidung radiologischer Auswirkungen in der Anlagenumgebung ist damit gewährleistet.

### 9.3.5 Einwirkungen von Außen

#### 9.3.5.1 Erdbeben, Erdrutsch

Das nach der KTA-Regel 2201.1 /8/ festzulegende Bemessungserdbeben wurde mit einer Intensität  $I=VI$  gemäß der europäischen makroseismischen Skala bestimmt und der Auslegung der sicherheitstechnisch relevanten Gebäude und Systeme zu Grunde gelegt. Schäden durch Erdbeben sind am Standort damit hinreichend unwahrscheinlich.

Das unabhängige Notstandssystem (UNS) sowie die im Maschinenhaus, Notstromdieselgebäude, Kühlwasserpumpenhaus und Schaltanlagegebäude vorhandenen Systeme haben bei einem Erdbeben keine sicherheitstechnischen Aufgaben mehr. Im Restbetrieb sind deshalb Auslegungsanforderungen aus Erdbeben an neu zu installierende Systeme, die für den Abbau benötigt werden, nicht mehr zu berücksichtigen.

In Übereinstimmung mit den Anforderungen aus Modul 3 /26/ des neuen kerntechnischen Regelwerkes und der Störfalleitlinien /5/ wird unterstellt, dass ein radiologisch repräsentativer Behälter im Reaktorgebäude versagt und dessen Inhalt ins Reaktorgebäude freigesetzt wird. Die entsprechende Analyse ist im Kapitel 9.3.1.9 (Leckage des Abwasserverdampfers) dargestellt. Die Übertragung der Analyseergebnisse auf ein Erdbeben ist konservativ, da bei unverfügbarer Unterdruckhaltung die Freisetzung über Gebäudeundichtigkeiten erfolgen müsste, was zu einer wesentlich längeren Freisetzungszeit und zu geringeren Dosen in der Anlagenumgebung führt.

Ein Erdrutsch kann aufgrund der geografischen Lage und des vorhandenen Höhenprofils des Anlagengeländes KKB und der angrenzenden Gebiete ausgeschlossen werden.

#### 9.3.5.2 Wind- und Schneelasten, Starkregen

Die Auslegung der Anlage erfolgte bei der Errichtung gegen Wind- und Schneelasten gemäß den DIN-Normen, die die entsprechenden Lastannahmen und Bemessungsvorschriften für Bauten enthalten. Der langjährige Leistungsbetrieb der Anlage hat gezeigt, dass die Anlage wirksam gegen diese Lasten geschützt ist. Dieser Sachverhalt gilt auch für Stilllegung und Abbau.



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Auch für Starkregenfälle wurden in den bestehenden Gebäuden Vorsorgemaßnahmen getroffen. Aktivitätsfreisetzungen sind bei derartigen Ereignissen nicht zu unterstellen.

### 9.3.5.3 Blitzschlag

Die im KKB bereits seit der Errichtung der Anlage vorhandenen Blitzschutz- und Erdungsanlagen wurden laufend entsprechend den Anforderungen der KTA-Regel 2206 /27/ angepasst. Der bisherige Betrieb des KKB hat gezeigt, dass die Kraftwerksanlage wirksam gegen Blitzeinwirkungen ausgelegt ist. Während des Abbaus ist dieser Schutz weiterhin voll funktionsfähig. Eine Aktivitätsfreisetzung ist als Folge eines Blitzeinschlages nicht zu unterstellen.

### 9.3.5.4 Hochwasser / Überflutung

Das KKB liegt in einem Gebiet, in dem ein Hochwasser nach dem Bruch eines Teiles des Elbdeiches nicht auszuschließen ist. Umfangreiche Hochwasserschutzmaßnahmen wurden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zur Anlagenerrichtung bereits realisiert. Der Elbdeich wurde nach einer erneuten Überprüfung des Hochwasserschutzes im Rahmen der Periodischen Sicherheitsüberprüfung 2001 erhöht und neu befestigt. Die Deichhöhe beträgt nunmehr ca. +8,45 m NN. Damit bietet der Deich einen ausreichenden Hochwasserschutz für das KKB.

Die anlagentechnischen Hochwasserschutzmaßnahmen werden auch während des Restbetriebs zwecks Vermeidung einer Aktivitätsverschleppung sowie zum Schutz der für den Abbau notwendigen Einrichtungen aufrechterhalten.

Aufgrund der realisierten Ertüchtigungsmaßnahmen ist ein Deichbruch nur noch als sehr seltenes Restrisikoereignis zu betrachten. Für diesen Fall liegen die maximalen Flutwasserstände weit unterhalb der Auslegungsgrenze für die Gebäude. Gegen das Ereignis Hochwasser ist somit ausreichende Vorsorge auch für diesen hypothetischen Fall getroffen worden. Eine radiologische Bewertung dieses Ereignisses für die Kraftwerksanlage ist nicht notwendig, da keine Aktivitätsfreisetzung aus den Anlagengebäuden stattfindet. Ein anhaltender Starkregen ist hiervon abgedeckt. Eine mögliche Freisetzung aus den zur Pufferlagerung verwendeten Containern wird in Kapitel 9.3.6.4 behandelt.

### 9.3.5.5 Waldbrände

Aufgrund des im Umkreis von ca. 10 km vom KKB fehlenden größeren, zusammenhängenden Baumbestandes ist das Übergreifen eines Waldbrandes auf das Anlagengelände des KKB nicht zu unterstellen.

### 9.3.5.6 Flugzeugabsturz

Das KKB liegt nicht im Nahverkehrsbereich eines größeren Flughafens. Für das KKB wurde das Risiko von Flugzeugabstürzen standortspezifisch ermittelt und gutachtlich bewertet. Die Untersuchung wurde auf der Basis von Daten über zerstörte zivile und militärische Luftfahrzeuge im Umkreis von 100 km geführt.

Danach ist für das KKB kein höherer Wert als der allgemein für Norddeutschland geltende Wert zu Grunde zu legen. Dieser Wert liegt um mehrere Größenordnungen unter der Jahreshäufigkeit sehr seltener Ereignisse, die allgemein dem Restrisiko zugeordnet werden.

Folglich gilt auch für Stilllegung und Abbau des KKB, dass ein Flugzeugabsturz als sehr seltenes Ereignis dem Restrisiko zuzuordnen ist und daher in den Sicherheitsbetrachtungen nicht weiter analysiert werden muss.

Hinsichtlich der Beurteilung der Notwendigkeit von Notfallschutzvorkehrungen wurden die radiologischen Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes auf das Reaktorgebäude untersucht, bei dem die vollständige Freisetzung des freisetzbaren Aktivitätsinventares aus den 13 defekten Brennstäben unterstellt wurde.

Auch für diese hypothetische Randbedingung wurde auf der Basis der Berechnungsvorgaben des ESK-Stresstests /31/ gezeigt, dass die Dosen in der Anlagenumgebung mit  $< 0,4$  mSv weit unterhalb der Eingreifrichtwerte für den Katastrophenschutz von 100 mSv liegen.

### 9.3.5.7 Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen

Bereits bei der ursprünglichen Auslegung des KKB wurde die Explosion einer Gaswolke berücksichtigt. Die tragenden Teile der sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude wurden für die Belastungen aus einer Explosionsdruckwelle gemäß BMI-Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen /28/ ausgelegt. Da im Rahmen der 1. SAG keine wesentlichen Abbaumaßnahmen an den Gebäuden vorgesehen sind,

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

bleibt der diesbezügliche Schutzzustand erhalten. Das UNS sowie die im Maschinenhaus, Notstromdieselgebäude, Kühlwasserpumpenhaus und Schaltanlagegebäude vorhandenen Systeme haben nach einer Druckwelle keine sicherheitstechnischen Aufgaben mehr. Im Restbetrieb sind deshalb Auslegungsanforderungen aus Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen an neu zu installierende Systeme, die für den Abbau benötigt werden, nicht mehr zu berücksichtigen.

Die im 10 km Umkreis um den Standort vorhandenen chemischen Betriebe, in denen mit explosionsgefährlichen Stoffen umgegangen wird, sowie die Gas- und Ölleitungen befinden sich in einem Abstand, der über dem nach o. a. BMI-Richtlinie erforderlichen Sicherheitsabstand liegt. Auch vom Transport gefährlicher Güter auf der Straße oder auf den Schienen geht keine Gefährdung für den Abbau des KKB aus.

Auf der Elbe werden mit Schiffen große Mengen explosionsfähiger Stoffe transportiert. Der Abstand vom KKB-Standort zur Fahrwassermittelpunkt beträgt etwa 1.200 m und ist somit größer als der erforderliche Sicherheitsabstand gemäß BMI-Richtlinie.

Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung sind für die Explosionsdruckwelle durch die Betrachtungen zum Erdbeben abgedeckt. Diese Sachverhalte wurden bereits im Rahmen der sicherheitstechnischen Bewertung des Nachbetriebs der Anlage aufgezeigt, sodass für den Restbetrieb keine weiteren Bewertungen erforderlich sind.

### 9.3.5.8 Externe Brände

Brände außerhalb des Anlagengeländes KKB beeinflussen die radiologische Sicherheit des KKB nicht. Das Übergreifen von derartigen Bränden wird durch einen ausreichenden Abstand und den realisierten Schutz der Gebäude sowie durch vorhandene Brandschutzrichtungen verhindert.

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 (vgl. Kapitel 9.3.6.4).

Der Brand deckt auch weitere Ereignisse mit Integritätsverlust von Containern, wie z. B. bedingt durch einen Lastabsturz, ab.

### 9.3.5.9 Eindringen von Gasen

Der Vorwarnring des KKB zur Detektion explosibler Gase wird während des Abbaus der Anlage weiter betrieben. Bei Ansprechen des Vorwarnrings erfolgen die Abschaltung der Lüf-

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

tungsanlage und das Schließen der luftdichten Klappen auf der Zu- und Abluftseite. Die Arbeiten in den Gebäuden werden eingestellt.

Damit sind keine sicherheitstechnischen Auswirkungen für den Abbau zu erwarten. Die Schutzziele werden eingehalten.

### 9.3.6 Wechselwirkungen mit anderen Anlagen am Standort

#### 9.3.6.1 Gasturbinenkraftwerk

Das Gasturbinenkraftwerk (GTW) befindet sich auf dem Anlagengelände des KKB innerhalb des Massivzaunes, wird jedoch autark betrieben und ist brandschutztechnisch von der Anlage KKB getrennt. Ein Brand im GTW ist nicht auszuschließen. Die vorhandenen Brandschutzeinrichtungen des GTW und des KKB sowie der Abstand des GTW vom KKB sind ausreichend, um ein Übergreifen eines Brandes auf die Anlage KKB auszuschließen.

Die beiden zum GTW gehörenden Öltanks (Flachbodentankbauwerke) sind weit genug von der Anlage des KKB entfernt angeordnet, sodass eine Beeinflussung im Hinblick auf eine daraus resultierende Brandauswirkung ausgeschlossen werden kann.

#### 9.3.6.2 Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle

Die Abbauplanungen sehen ein Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LasmA) als separates Gebäude mit ausreichender räumlicher Trennung von der Anlage KKB vor.

Ein Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt ist als Gefahrenquelle auszuschließen, da derartige Behälter in einem geplanten LasmA nicht vorhanden sind. Höhere Brandlasten sind in einem LasmA nicht vorhanden.

Eine gegenseitige Beeinflussung eines LasmA und der Anlage KKB ist somit auszuschließen.

#### 9.3.6.3 Standortzwischenlager Brunsbüttel

Das Standortzwischenlager (SZB) befindet sich am Standort KKB und ist in der Abbildung 3.2 dargestellt.

Im SZB sind keine Ereignisse mit Energiefreisetzung zu unterstellen. Es bestehen somit aufgrund der räumlichen und funktionellen Trennung keine Wechselwirkungen zwischen SZB und der Anlage KKB.

## 9.3.6.4 Pufferlagerung

Als Störfälle im Sinne der §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV sind für die Pufferlagerung folgende Ereignisse zu betrachten:

- Brand in einem Container,
- Containerabsturz,
- Umsturz eines Baukranes (siehe Kapitel 9.3.6.7).

Als Restrisikoereignisse wurden folgende Ereignisse bewertet:

- Hochwasser (infolge postuliertem Deichbruch),
- Flugzeugabsturz.

Für diese sehr seltenen, dem Restrisiko zuzuordnenden Ereignisse existieren im kerntechnischen Regelwerk keine Vorgaben für einzuhaltende Dosisgrenzwerte. Als Orientierungswert wurde gemäß ESK-Stresstest /31/ der Eingreifrichtwert von 100 mSv für Maßnahmen des Katastrophenschutzes am Ort der nächstgelegenen Wohnbebauung herangezogen.

### **Brand in einem Container**

Auf den geplanten Pufferlagerflächen werden nur verschlossene Container gelagert, sodass ein Brand als seltenes Ereignis anzusehen ist. Das durch einen Brand freisetzbare Aktivitätsinventar in den Containern wird so begrenzt, dass die Störfallplanungswerte gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV sicher eingehalten werden.

Für den Brand in einem verschlossenen, mit brennbaren Mischabfällen beladenen Container wurde eine radiologische Bewertung durchgeführt. Hierbei wurde die Rückhaltung des Containers für schwer mobilisierbare Stoffe berücksichtigt. Es ergibt sich eine Dosis von 0,9 mSv. Dieser Fall ist somit durch einen Fassabsturz im Fasslager des Reaktorgebäudes abgedeckt.

### **Containerabsturz**

Bei der Pufferlagerung müssen Container mit Hebezeugen gehandhabt werden. Der Absturz eines Containers ist dabei nicht auszuschließen. Da hierbei keine thermische Einwirkung auftritt, deckt der Brand derartige Ereignisse hinsichtlich der radiologischen Auswirkungen ab.

### **Restrisikoereignis Hochwasser**

Im Falle eines postulierten Hochwassers ist das Eindringen von Wasser in die Container nicht auszuschließen. Der Wasserstand im Bereich der Pufferlagerung bei einem Hochwasser (Gelände liegt im Mittel bei ca. +2,50 m NN) beträgt jedoch nur max. 1 m, sodass durch die nur teilweise stattfindende Flutung sowie über die an den Containern vorhandenen Dichtungen die Aktivitätsfreisetzung begrenzt wird. Die maximal zu erwartende 1-Jahres-Folgedosis für dieses Restrisikoereignis wurde entsprechend ESK-Stresstest /31/ zu 0,11 mSv errechnet, sodass ein hoher Abstand zum Eingreifrichtwert für den Katastrophenschutz von 100 mSv gegeben ist.

### **Restrisikoereignis Flugzeugabsturz**

Radiologisch bewertet wurde der Absturz eines Flugzeuges auf einzelne Bereiche der Pufferlagerung. Entsprechend ESK-Stresstest /31/ ergibt sich ein Maximalwert für die 1-Jahres-Folgedosis von 0,24 mSv für einen Flugzeugabsturz mit angenommenem Folgebrand. Somit ist ein hoher Abstand zum Eingreifrichtwert für den Katastrophenschutz von 100 mSv gegeben.

### **9.3.6.5 Windkraftanlagen**

Ein Umstürzen der Windkraftanlagen beziehungsweise das Versagen eines Rotorblattes führt nicht zu sicherheitstechnisch relevanten Auswirkungen für den Abbau und nicht zu radiologisch relevanten Freisetzungen im Bereich der Pufferlagerung und der Kraftwerksanlage.

Aus diesen o. g. Fällen ist keine Beeinträchtigung oder Wechselwirkung auf den Abbau abzuleiten.

### **9.3.6.6 Versagen von Behältern mit hohem Energiepotential**

Behälter mit hohem Energiepotential sind im Außengelände der Anlage sowie in der weiteren Umgebung nicht vorhanden. Die Kraftstoffbehälter des GTW sind drucklos und kalt. Ein Brand ist dort nicht auszuschließen. Es besteht jedoch eine ausreichende räumliche Trennung zur Kraftwerksanlage.

### 9.3.6.7 Umstürzen einer baulichen Einrichtung

Das Umstürzen einer baulichen Einrichtung (z. B. Kran oder ähnliches Hebezeug) hat auf die Kraftwerksgebäude aufgrund der Gebäudeauslegung gegen EVA keine Auswirkungen, die zu einer Aktivitätsfreisetzung führen könnten. Im Bereich der Pufferlagerung ist der Umsturz eines ggf. vorhandenen Baukranes nicht auszuschließen. Die radiologischen Auswirkungen sind durch den Brand abgedeckt.

### 9.3.6.8 Versagen von gemeinsam genutzten Einrichtungen

Das KKB ist eine Einzelblockanlage, sodass derartige Ereignisse nicht relevant sind. Verbindungen zum Gasturbinenkraftwerk (GTW) bestehen nur über einen Transformator zur elektrischen Versorgung der im Kühlwasserpumpenhaus der Anlage aufgestellten Feuerlöschpumpen. Die zugehörigen Einrichtungen werden auch vom GTW genutzt. Ein Ausfall hat jedoch keinen Einfluss auf das KKB, da eine getrennte elektrische Versorgung des KKB über einen zusätzlichen Transformator besteht, über den auch die Feuerlöschpumpen elektrisch versorgt werden.

## 9.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen der vorliegenden Ereignisanalyse wurden die bei Stilllegung und Abbau der Anlage KKB entsprechend Stilllegungsleitfaden /3/, Stilllegungsleitlinien /4/ und Modul 3 des neuen kerntechnischen Regelwerkes /26/ zu unterstellenden Ereignisabläufe unter Berücksichtigung der sinngemäßen Anwendung der Fortschreibung der Störfalleitlinien im Rahmen der Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke /5/ untersucht. Für Ereignisse, deren Eintritt nicht sicher durch Vorsorgemaßnahmen ausgeschlossen werden konnte oder für die nicht nachgewiesen werden konnte, dass sie durch die Betrachtung anderer Ereignisse in ihren radiologischen Folgen mit abgedeckt werden, wurden die Strahlenexpositionen an der jeweils ungünstigsten Einwirkungsstelle (maximale effektive Dosis) in der Umgebung des KKB für alle definierten Altersgruppen berechnet.

Diese Berechnungen erfolgten mit den Modellen und Parametern des Kapitels 4 aus den Störfallberechnungsgrundlagen in der Neufassung gemäß Empfehlung der Strahlenschutzkommission /21/.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Als abdeckend hinsichtlich möglicher radiologischer Folgen für die Umgebung wurde das Ereignis „Lastabsturz im Fasslager“ ermittelt. Hierfür ergibt sich eine rechnerische Dosis von 1,3 mSv für ein Kleinkind im Alter von bis zu einem Jahr (höchstbelastete Altersgruppe). Der errechnete Dosiswert für dieses Ereignis liegt weit unterhalb des Grenzwertes gemäß §§ 49 und 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV von 50 mSv. Die Strahlenexpositionen aller weiteren betrachteten Ereignisabläufe unterschreiten noch deutlicher diesen Grenzwert. Damit ist der Nachweis erbracht, dass die gemäß Atomgesetz erforderliche Vorsorge gegen Auswirkungen bei Störfällen im Rahmen der Stilllegung und des Abbaus des KKB getroffen ist.

Für die dem Restrisiko zuzuordnenden, sehr seltenen Ereignisse wurde gezeigt, dass die Eingreifrichtwerte des Katastrophenschutzes nicht erreicht werden.



## 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 Kernkraftwerks 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.
Abklinglagerung	Abklinglagerung bezeichnet die längerfristige Lagerung von Großkomponenten oder anderen radioaktiven Abfällen zur Ausnutzung des radioaktiven Zerfalls, z. B. bis Freigabewerte unterschritten sind und die Freigabe erfolgen kann.
Ableitung	Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus der Anlage und den Einrichtungen des KKB 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.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Anlagengelände	Grundstück, das durch den äußeren Massivzaun der Anlage KKB abgegrenzt wird.
Anlagenteile	Bauliche, maschinen- und elektrotechnische Teile und Komponenten der Anlage KKB.
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	Im südlichen Bereich des Anlagengeländes befindet sich das Betriebsgelände des KKB, das durch die Objektsicherungseinrichtungen des äußeren Sicherheitsbereichs umgrenzt ist.
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 Abs. 1 Nr. 1 Buchstabe a, c oder d StrlSchV stammen, aus dem Regelungsbereich a) des Atomgesetzes und b) darauf beruhender Rechtsverordnungen sowie

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

c) verwaltungsbehördlicher Entscheidungen zur Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehabung oder zu deren Weitergabe an Dritte als nicht radioaktive Stoffe bewirkt.

Freigabewert	Wert der massen- oder flächenspezifischen Radioaktivität, bei deren Unterschreitung eine Freigabe gemäß § 29 StrlSchV zulässig ist.
Freimessung	Aktivitätsmessung, deren Ergebnis durch Vergleich mit den in der Strahlenschutzverordnung 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 nach definierten Verfahren mit dem Ziel der Herstellung zwischen- und / oder endlagerfähiger Abfallgebinde.
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.
Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle – LasMA	Eigenständiges Bauwerk am Standort KKB, in dem nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle bis zu ihrem Abtransport in das Endlager des Bundes zwischengelagert werden können.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Nachbetriebsphase	Zeitraum zwischen der Einstellung des Leistungsbetriebs eines Kernkraftwerks zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität bis zur Erteilung der ersten vollziehbaren Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG.
Nuklid	Ein Nuklid ist eine durch seine Protonen- und Neutronenzahl charakterisierte Atomart.
Nuklidvektor	Angabe der relativen Anteile einzelner Radionuklide an der Gesamtaktivität eines Stoffes.
Ortsdosis	Unter Ortsdosis versteht man die Äquivalentdosis (Produkt aus absorbierter Dosis und Qualitätsfaktor), die an einem bestimmten Ort gemessen wird.
Ortsdosisleistung	In einem bestimmten Zeitintervall erzeugte Ortsdosis dividiert durch die Länge des Zeitintervalls.
Pufferlagerfläche	Eine Pufferlagerfläche dient der Pufferlagerung. Eine Pufferlagerung ist eine zeitlich begrenzte Lagerung von unkonditionierten Abfällen oder Zwischenprodukten vor oder während der Abfallbehandlung.
Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden.
Radionuklid	Instabiles Nuklid, das spontan ohne äußere Einwirkung unter Strahlungsemission zerfällt.
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 oder einer aufgrund des AtG 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

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

ten, Systemen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen nach Erteilung der Stilllegungsgenehmigung.

Restbetriebshandbuch	Anweisungen für das Personal für den Restbetrieb der Anlage KKB 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	Radioaktive Abfälle, die während Restbetrieb und Abbau durch zusätzlich in die Anlage KKB eingebrachte Materialien entstehen.
Sperrbereich	Zum Kontrollbereich gehörende Bereiche, in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h sein kann.
Standortzwischenlager	Lagerhalle zur trockenen Zwischenlagerung von mit abgebrannten Brennelementen beladenen Castoren <sup>®</sup> am Standort eines Kernkraftwerks.
Staufläche	Lagerfläche im KKB 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 KKB auszulegen ist oder für den bei Tätigkeiten Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

Strahlenexposition	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper.
Strahlenschutzbeauftragte	Fachkundige Betriebsangehörige, die vom Strahlenschutzverantwortlichen (§ 31 Abs. 1 StrlSchV) unter schriftlicher Festlegung der Aufgaben, Befugnisse und innerbetrieblichen Entscheidungsbereiche schriftlich bestellt sind.
Strahlenschutzbereiche	Überwachungsbereich, Kontrollbereich und Sperrbereich, letzterer als Teil des Kontrollbereichs.
System	Zusammenfassung von Komponenten zu einer technischen Einrichtung, die als Teil der Anlage selbstständige Funktionen ausführt.
Überwachungsbereich	Nicht zum Kontrollbereich gehörender betrieblicher Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.
Umgebungsüberwachung	Messungen in der Umgebung der Anlage zur Beurteilung der aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit 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 Bereichs 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.

## Quellenangaben

- /1/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz – AtG), Fassung vom 28. August 2013
- /2/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV), Fassung vom 11. Dezember 2014
- /3/ Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes, BMU, Fassung vom 12. August 2009
- /4/ Empfehlung der Entsorgungskommission – Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Fassung vom 11. November 2010
- /5/ Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 StrlSchV (Störfalleitlinien) vom 18. Oktober 1983 (BAnz. 1983, Nr. 245a), werden fortgeschrieben durch Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Fassung vom 22. November 2012
- /6/ Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie – WRRL), Fassung vom 23. Oktober 2000; mehrfach geändert; zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/39/EU vom 12. August 2013
- /7/ KTA 1504 „Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser“, Fassung 2007-11
- /8/ KTA 2201.1 „Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen“, Fassung 2011-11
- /9/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI), Fassung vom 07. Dezember 2005
- /10/ Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG), Fassung vom 22. Mai 2013

## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- /11/ Empfehlung der Reaktorsicherheitskommission; Sicherheitsanforderungen an die längerfristige Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle, Fassung vom 05. Dezember 2002; Neuformulierung im Abschnitt 2.7.1 vom 16. Oktober 2003
- /12/ Empfehlung der Entsorgungskommission; Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, revidierte Fassung vom 10. Juni 2013
- /13/ Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle, Fassung vom 19. November 2008
- /14/ 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
- /15/ KTA 1201 „Anforderungen an das Betriebshandbuch“, Fassung 2009-11
- /16/ KTA 1202 „Anforderungen an das Prüfhandbuch“, Fassung 2009-11
- /17/ KTA 1402 „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken“, Fassung 2012-11
- /18/ KTA 1401 „Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung“, Fassung 1996-06; Änderungsentwurf 2012-11
- /19/ KTA 3601 „Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken“, Fassung 2005-11
- /20/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Anhang 2 der Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Fassung vom 22. November 2012
- /21/ Neufassung des Kapitels 4 der Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, Fassung vom 11. September 2003
- /22/ KTA 3902 „Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken“, Fassung 2012-11; Berichtigung vom 10. April 2013



## Vattenfall Europe Nuclear Energy

- /23/ KTA 3905 „Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken“, Fassung 2012-11
- /24/ 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 vom 22. Januar 2013
- /25/ Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route (fr.); Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, aktualisierte Fassung vom 22. Januar 2013; Anlagen A und B zuletzt geändert am 03. Juni 2013
- /26/ Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, „Modul 3: Bei Druck- und Siedewasserreaktoren zu berücksichtigende Ereignisse“, Revision D, Fassung 2009-04
- /27/ KTA 2206 „Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen“, Fassung 2009-11
- /28/ 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
- /29/ Vortrag „Abbau der aktivierten Innenschicht des Biologischen Schildes und angrenzender Gebäudestrukturen während des Abbaus des Kernkraftwerks Niederaichbach“, Jahrestagung Kerntechnik 1995
- /30/ 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
- /31/ ESK-Stresstest für Anlagen und Einrichtungen der Ver- und Entsorgung in Deutschland; Teil 2: Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle, stationäre Einrichtungen zur Konditionierung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle, Endlager für radioaktive Abfälle, Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 11. Juli 2013

## **Vattenfall Europe Nuclear Energy**

- /32/ Strahlenschutzkommission, Ermittlung der Vorbelastung durch Radionuklid-Ausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin; Empfehlung der Strahlenschutzkommission, verabschiedet in der 197. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 16. / 17. Dezember 2004
  
- /33/ KTA 3604 „Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken“, Fassung 2005-11