

Sicherheitsbericht

Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktorbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn

Sicherheitsbericht

Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn

Helmholtz-Zentrum Geesthacht
Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH
Zentralabteilung Forschungsreaktor
Max-Planck-Straße 1
21502 Geesthacht

Datum: 01. November 2016

Revision: 2

	Erstellt	Geprüft	Freigegeben
Firma	ISE	HZG	HZG
Name	Ludwik	Drawe	Dr. Schreiner
Unterschrift	gez. Ludwik		

Dieser Bericht wurde in Zusammenarbeit mit den Firmen

**ISE Ingenieurgesellschaft für
Stilllegung und Entsorgung mbH
Carl-Zeiss-Straße 41
63322 Rödermark**



**Höfer und Bechtel GmbH
Ostring 1
63533 Mainhausen**



erstellt.

Zusammenfassung

Der Forschungsreaktor FRG-1 des Helmholtz-Zentrums Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG) ist seit dem 28. Juni 2010 endgültig abgeschaltet und befindet sich in der Nachbetriebsphase. Am 24. Juli 2012 wurden die letzten bestrahlten Brennelemente zum Department of Energy nach Amerika abtransportiert. Entsprechend der Empfehlung der Entsorgungskommission vom 11. November 2010 sind die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor brennelementefrei.

Auf dem Gelände des HZG, in unmittelbarer Nähe zur Betriebsstätte der Forschungsreaktoranlage Geesthacht, befindet sich darüber hinaus der kernbrennstofffreie Reaktordruckbehälter mit Schildtank des Nuklearschiffs Otto Hahn (RDB-OH). Dieser wurde im Juni 1981 im Hamburger Hafen ausgebaut und zur Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (GKSS), dem heutigen HZG, transportiert und seitdem in einem eigens dafür errichteten Schachtbauwerk (Betonschacht) gelagert. Dieser Betonschacht stellt zusammen mit der für die Zerlegung des RDB-OH noch zu errichtenden Zerlegehalle eine weitere Betriebsstätte dar.

Der Forschungsreaktor FRG-1 soll stillgelegt und die Forschungsreaktoranlage (bestehend aus dem FRG-1 und den noch vorhandenen Anlagenteilen des zweiten ehemaligen Forschungsreaktors FRG-2¹) zusammen mit dem Heißen Labor sowie dem Reaktordruckbehälter mit Schildtank des Nuklearschiffs Otto Hahn abgebaut werden. Der Abbau der Forschungsreaktoranlage, des Heißen Labors und des Reaktordruckbehälters mit Schildtank soll im Rahmen einer einzigen und umfassenden Stilllegungs- und Abbaugenehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG durchgeführt werden.

Es ist vorgesehen, alle Anlagenteile beider Betriebsstätten abzubauen und wenn möglich bis unterhalb der Freigabewerte gemäß StrlSchV zu dekontaminieren und freizumessen oder direkt freizumessen. Radioaktive Anlagenteile, bei denen eine Dekontamination nicht möglich oder nicht sinnvoll ist, werden dem radioaktiven Abfall zugeordnet. Für die verbleibenden Gebäudestrukturen und das Anlagengelände ist die Freigabe bzw. Herausgabe vorgesehen, so dass diese im Anschluss zur anderweitigen Nutzung oder zum konventionellen Abriss bereit stehen.

¹ Genehmigungsbescheid zur Außerbetriebnahme und zum Teilabbau des Forschungsreaktors FRG-2 vom 17.01.1991

Die Lagerung der beim Betrieb und beim Abbau von FRG und HL angefallenen bzw. anfallenden radioaktiven Abfälle erfolgt bis zum Abtransport in ein Endlager des Bundes in der Transportbereitstellungshalle (TBH). Die bei Zerlegung des RDB-OH anfallenden radioaktiven Abfälle werden bis zum Abtransport in ein Endlager des Bundes in der Halle zur Komponenten-Nachuntersuchung (HAKONA) gelagert. Der Betrieb und die Lagerung der radioaktiven Abfälle in der TBH wird in einer eigenständigen Betriebsgenehmigung nach § 7 StrlSchV geregelt. Der Betrieb und die Lagerung der radioaktiven Abfälle in der HAKONA sind in der vorhandenen Betriebsgenehmigung geregelt.

Das abgeschätzte Gesamtaktivitätsinventar (Aktivierung und Kontamination) der FRG und des HL beträgt zu Beginn des Abbaus ca. 5,0 E15 Bq. Die Aktivität wird bestimmt durch die Aktivierung des Be-Metallblockreflektors, der Be-Metallreflektoren, γ -Absorberschilder und die Bestrahlungseinrichtungen sowie die Reaktorbeckeneinbauten aus Edelstahl und durch die Betriebsabfälle, die sich in den Betonzellen 2 bis 4 sowie im Lagerbecken IV befinden. Weniger als 1 ‰ des Gesamtaktivitätsinventars liegt als Kontaminationen vor.

Das abgeschätzte Gesamtaktivitätsinventar (Aktivierung und Kontamination) des RDB-OH beträgt zu Beginn des Abbaus ca. 5,6 E14 Bq. Die Aktivität wird bestimmt durch die Aktivierung der Kerneinbauten.

Das Abbauvorhaben gliedert sich in den Abbau der FRG, den Abbau des HL und den Restabbau der Gesamtanlage, sowie die Zerlegung des RDB-OH. Im Anschluss erfolgt die Gebäudefreigabe.

Während des Restbetriebes der Anlage bleiben alle notwendigen Systeme in Betrieb und werden erst abgebaut, wenn diese nicht mehr zur Einhaltung der Schutzziele oder für die weiteren vorgesehenen Tätigkeiten gebraucht werden (z. B. Lüftungsanlage, Abwasseranlage, Brandschutzsysteme).

Die betrieblichen Regelungen gelten soweit wie möglich für die Stilllegung und den Abbau weiter bzw. werden entsprechend den Anforderungen des Vorhabens angepasst.

Die Gesamtmasse der abzubauenen und zu entsorgenden Anlagen beträgt ca. 39.000 Mg. Es wird erwartet, dass weniger als 1 % der gesamten Masse als radioaktiver Abfall anfällt.

Der Rest der Masse kann nach erfolgter Freigabe bzw. Herausgabe dem konventionellen Wirtschaftskreislauf zugeführt werden.

Im Rahmen der Störfallanalyse wurden sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisabläufe bei der Stilllegung und beim Abbau der Anlage analysiert. Es konnte gezeigt werden, dass die mögliche Strahlenexposition, als Folge von Störfällen bei der Stilllegung und dem Abbau, gemäß des § 50 Abs. 2 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV die zulässige Strahlenexposition von 50 mSv deutlich unterschreitet. Einschneidende Maßnahmen des Katastrophenschutzes sind auch im Falle eines sehr seltenen, auslegungsüberschreitenden Ereignisses nicht erforderlich.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Tabellenverzeichnis	10
Abbildungsverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis	12
Begriffsbestimmungen	18
1 Einleitung	24
1.1 Rechtsgrundlagen	24
1.2 Atomrechtliches Genehmigungsverfahren	25
1.3 Das Abbauprojekt im Überblick	28
2 Standort	31
2.1 Geografische Lage	31
2.2 Besiedlung	33
2.3 Boden- und Wassernutzung	34
2.3.1 Boden	34
2.3.2 Wasser	35
2.4 Naturschutz-, Landschafts- und Erholungsgebiete	36
2.5 Gewerbe- und Industriegebiete, militärische Einrichtungen	40
2.6 Verkehrswege	41
2.7 Meteorologische Verhältnisse	41
2.8 Geologische Verhältnisse	43
2.9 Hydrologische Verhältnisse	44
2.9.1 Grundwasser	44
2.9.2 Trinkwasser	45
2.9.3 Oberflächengewässer	45
2.10 Seismische Verhältnisse	46
2.11 Radiologische Vorbelastung	47
3 Beschreibung des Ausgangszustandes	49
3.1 Beschreibung des Ausgangszustandes der FRG und des HL	49
3.1.1 Gebäudekomplex Forschungsreaktoranlage, Heißes Labor und weitere Nebengebäude der FRG	51
3.1.2 Funktionsprinzip der FRG und des HL	57
3.1.3 Anlagenhistorie der FRG und des HL	60
3.1.4 Technischer Anlagenzustand der FRG und des HL	61
3.1.5 Radiologische Charakterisierung der FRG und des HL	62
3.1.5.1 Aktivitätsinventar der Anlage	62
3.1.5.2 Dosisleistung	64
3.2 Beschreibung des Ausgangszustandes des RDB-OH	64
3.2.1 Schachtbauwerk (Betonschacht)	66
3.2.2 Funktionsprinzip des RDB-OH	68
3.2.3 Historie des Nuklearschiffs Otto Hahn	70
3.2.4 Technischer Zustand des RDB-OH	71
3.2.5 Radiologische Charakterisierung des RDB-OH	71
3.2.5.1 Aktivitätsinventar des RDB-OH	72
3.2.5.2 Dosisleistung	72
4 Beschreibung des Abbaus	74
4.1 Beschreibung des Abbaus der FRG und des HL	74
4.1.1 Infrastruktur für das Abbauvorhaben	75
4.1.1.1 Bautechnische Maßnahmen	75
4.1.1.2 Einhausung und Zusatzlüftungsanlage für den Beckenabbau	75
4.1.1.3 Einrichtungen in den Becken I–IV	76
4.1.1.4 Mobile Filteranlagen	76

4.1.1.5	Transportlogistik	76
4.1.2	Abbaugeräte und -verfahren	83
4.1.2.1	Standardgeräte	83
4.1.2.2	Geräte für den Betonabbau	83
4.1.2.3	Dekontaminationsverfahren und -einrichtungen	84
4.1.3	Abbau Forschungsreaktoranlage	85
4.1.3.1	Abbau Reaktorbecken	85
4.1.3.2	Abbau in der Reaktorhalle und den Nebenräumen	97
4.1.3.3	Abbau im RA-Keller	97
4.1.3.4	Abbau in alter Versuchshalle	98
4.1.4	Abbau Heißes Labor	98
4.1.4.1	Abbau Betonzellen	99
4.1.4.2	Abbau Dosimetriezellen	102
4.1.4.3	Abbau in den restlichen Raumbereichen des HL	103
4.1.4.4	Abbau Kranhalle und Bestrahlungskanal	103
4.1.5	Rückzugskonzept und Restabbau der Gesamtanlage	104
4.2	Beschreibung der Zerlegung des RDB-OH	107
4.2.1	Errichtung der Zerlegehalle und Infrastruktur für das Zerlegevorhaben	109
4.2.1.1	Bautechnische Maßnahmen	109
4.2.1.2	Einhausungen / Nachzerlegebereich	110
4.2.1.3	Mobile Filteranlagen	110
4.2.1.4	Transportlogistik	111
4.2.2	Zerlegegeräte und -verfahren	112
4.2.2.1	Standardgeräte	112
4.2.2.2	Dekontaminationsverfahren und -einrichtungen	113
4.2.3	Zerlegung RDB-OH	113
4.2.4	Rückzugskonzept, Restabbau und Dekontamination der Zerlegehalle und des Betonschachts	125
5	Betrieb der Betriebsstätten	126
5.1	Restbetrieb der FRG und des HL	126
5.1.1	Lüftungstechnische Anlage mit Fortluftüberwachung	127
5.1.1.1	Allgemeines	127
5.1.1.2	Lüftungsanlagen Reaktorhalle	127
5.1.1.3	Alte Versuchshalle	128
5.1.1.4	Kranhalle	128
5.1.1.5	Bestrahlungskanal	128
5.1.1.6	RA-Keller	129
5.1.1.7	Fortluftkamin	129
5.1.2	Abwassersammel- und Aufbereitungssystem	130
5.1.3	Energieversorgung	131
5.1.4	Kommunikationseinrichtungen	132
5.1.5	Brandschutz	132
5.1.5.1	Baulicher Brandschutz	133
5.1.5.2	Brandmeldeeinrichtung	134
5.1.5.3	Brandschutzeinrichtungen	134
5.1.5.4	Organisatorische Maßnahmen	135
5.1.6	Sonstige Versorgungssysteme	136
5.1.7	Hebezeuge	136
5.2	Betrieb der Zerlegehalle	137
5.2.1	Lüftungsanlagen mit Fortluftüberwachung	137
5.2.2	Energieversorgung	140
5.2.3	Leittechnische Einrichtungen / Kommunikationseinrichtungen	140

5.2.4	Brandschutz	141
5.2.4.1	Baulicher Brandschutz	141
5.2.4.2	Rettungswegkonzept	141
5.2.4.3	Brandmeldeanlage	141
5.2.4.4	Brandschutzklappen der Lüftungsanlage	142
5.2.4.5	Brandbekämpfung	142
5.2.4.6	Löschwasserrückhaltung	143
5.2.4.7	Organisatorische Maßnahmen	143
5.2.5	Medienver- und -entsorgung	144
5.2.6	Objektschutzeinrichtungen	145
5.2.7	Hebezeuge / Transporteinrichtungen	145
6	Organisation und betriebliche Regelungen	147
6.1	Organisation	147
6.2	Betriebliche Regelungen	148
7	Strahlenschutz	150
7.1	Strahlenschutzbereiche	150
7.1.1	Überwachungsbereich	150
7.1.2	Kontrollbereiche	151
7.1.3	Sperrbereiche	151
7.2	Strahlenschutzüberwachung	152
7.2.1	Ortsfeste Strahlenschutzmessgeräte	152
7.2.2	Mobile Strahlenschutzmessgeräte	152
7.2.3	Messgeräte des Strahlenschutzlabors	152
7.2.4	Kontaminationsüberwachung	152
7.2.5	Personendosismessung	153
7.3	Strahlenschutzplanung	153
7.3.1	Grundsätze für die Abbauarbeiten	153
7.3.2	Abschätzung der Personendosis	154
7.4	Aktivitätsableitung und Strahlenexposition	155
7.4.1	Aktivitätsrückhaltung	155
7.4.2	Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe	155
7.4.3	Emissionsüberwachung	157
7.4.4	Immissionsüberwachung (Umgebungsüberwachung)	158
7.4.5	Strahlenexposition in der Umgebung	159
8	Reststoffe und Abfälle	162
8.1	Reststofffluss	162
8.2	Anfallende Reststoffe	162
8.3	Entsorgungswege	163
8.4	Freigabeverfahren	165
8.5	Herausgabeverfahren	167
8.6	Herausbringen	167
8.7	Dokumentation der Reststoffe	167
8.8	Maßnahmen zur Vermeidung des Anfalls radioaktiver Reststoffe	168
8.9	Radioaktive Abfälle	168
8.10	Anfallende Menge an radioaktiven Abfällen	170
8.11	Dokumentation der radioaktiven Abfälle	173
9	Störfallanalyse	175
9.1	Überblick über Störfallmöglichkeiten innerhalb und außerhalb der Anlage, die nicht geplante Freisetzungen radioaktiver Stoffe zur Folge haben könnten	175
9.2	Zur Abschätzung der möglichen radiologischen Folgen nicht geplanter Ableitungen in Betracht gezogene Störfälle für die FRG und das HL	177
9.2.1	Einwirkungen von innen (EVI)	177

9.2.2	Ereignisse durch Einwirkungen von außen (EVA)	182
9.2.3	Zusammenfassung der Störfallanalyse der FRG und des HL	185
9.3	Zur Abschätzung der möglichen radiologischen Folgen nicht geplanter Ableitungen in Betracht gezogene Störfälle für die Zerlegehalle mit dem RDB-OH	185
9.3.1	Einwirkungen von innen (EVI)	185
9.3.2	Ereignisse durch Einwirkungen von außen (EVA)	190
9.3.3	Zusammenfassung der Störfallanalyse der Zerlegehalle mit dem RDB-OH	192
9.4	Abdeckender Störfall für beide Betriebsstätten	193
	Literatur und verwendete Gesetze	194

Anlagen

Anlage 1: Geländeplan

Anlage 2: Lageplan und stockwerkbezogene Pläne der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors

Anlage 3: Lageplan, Ist-Zustand, Grundriss, Schnitte und Ansichten der geplanten Zerlegehalle

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Höhenlage und Entfernung der Betriebsstätten	32
Tabelle 2-2:	Gemeinden und Einwohnerzahl im Umkreis von 10 km (Stand: 30.09.2015 bzw. 2. Quartal 2015)	33
Tabelle 2-3:	Flächennutzung in den Kreisen Herzogtum Lauenburg und Stormarn (Stand: 31.12.2014) /17/	35
Tabelle 2-4:	Flächennutzung in den Kreisen Harburg und Lüneburg (Stand: 31.12.2014) /18/	35
Tabelle 2-5:	Mittelwerte der Temperatur im Zeitraum 1986 - 2015 (Datenquelle: EOBS 12.0 /36/).	42
Tabelle 2-6:	Mittlere Niederschlagssummen im Zeitraum 1986 - 2015 (Datenquelle: EOBS 12.0 /36/).	42
Tabelle 2-7:	Mittlere Windgeschwindigkeit im Zeitraum 1986 - 2015 (Datenquelle: coastDat-2 /37/).	43
Tabelle 3-1:	Bezeichnung und Abmessungen der Gebäude	50
Tabelle 3-2:	für die Abbauplanung abgeschätztes Aktivitätsinventar in [Bq] (Teil 1)	63
Tabelle 3-3:	für die Abbauplanung abgeschätztes Aktivitätsinventar in [Bq] (Teil 2)	64
Tabelle 3-4:	Bezeichnung und Abmessungen der Gebäude	65
Tabelle 8-1:	Radioaktive Abfälle aus dem Abbau der FRG und des HL	171
Tabelle 8-2:	Radioaktive Abfälle aus dem Betrieb der FRG und des HL	172
Tabelle 8-3:	Radioaktive Abfälle aus der Zerlegung des RDB-OH	173

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Abgeschätzter Zeitplan nach Erteilung der Genehmigung mit Dauer und Abfolge der geplanten Maßnahmen und Abhängigkeiten, nach derzeitigem Planungsstand	29
Abbildung 2-1:	Luftbild der FRG, des HL, der TBH und Betonschacht des RDB-OH neben der Halle zur Komponenten-Nachuntersuchung (HAKONA) (Stand: 2016)	31
Abbildung 2-2:	Der Standort mit der Umgebung im Umkreis von 10 km und Sektoreinteilung	34
Abbildung 2-3:	Natur- und Landschaftsschutzgebiete im Umkreis von 10 km	37
Abbildung 2-4:	FFH und Vogelschutzgebiete im Umkreis von 10 km	39
Abbildung 2-5:	Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen in Prozent (%) in 10 m Höhe	43
Abbildung 2-6:	Karte der Erdbebenzonen in Deutschland /42/	47
Abbildung 3-1:	Lageplan Gebäude und Anlagenbereiche der FRG und des HL	49
Abbildung 3-2:	Draufsicht auf das Reaktorbecken	52
Abbildung 3-3:	Typischer Aufbau des Reaktorkerns	58
Abbildung 3-4:	Kühlkreislauf des FRG-1 (Primär- und Sekundärkreislauf)	59
Abbildung 3-5:	Lage des Schachtbauwerks mit dem RDB-OH und der darüber zu errichtenden Zerlegehalle	65
Abbildung 3-6:	Schachtbauwerk (Betonschacht mit Abdeckung)	66
Abbildung 3-7:	RDB-OH im Betonschacht	67
Abbildung 3-8:	Zerlegung des RDB-OH	68
Abbildung 3-9:	Funktion der Primärumwälzpumpen, Kühlmittelstrom im RDB während des Reaktorbetriebs	69

Abbildung 4-1:	Luftbild der FRG und des HL sowie der TBH (Stand: 2016)	74
Abbildung 4-2:	Ausschnitt Reaktorhalle (+9,0 m) mit Aufzugsposition, Sortier- und Nachbearbeitungsbereich	78
Abbildung 4-3:	Transportpfade auf der $\pm 0,0$ m Ebene in der alten Versuchshalle	80
Abbildung 4-4:	Transportpfade auf der $\pm 0,0$ m Ebene des Heißen Labors	81
Abbildung 4-5:	Transportpfade über das Betriebsgelände (ÜB) der FRG zur TBH sowie zu den vorgesehenen Bereitstellungsf lächen	82
Abbildung 4-6:	Beispielhafte Reihenfolge für den Unterwasserabbau der Beckeneinbauten	86
Abbildung 4-7:	Beispielhafte Reihenfolge für Ausbohren und Störkantenbeseitigung	89
Abbildung 4-8:	Beispiel für Teilabbau des aktivierten Beckenbereichs	92
Abbildung 4-9:	Beispiel für Abbau Vorbeton Becken I	93
Abbildung 4-10:	Durchbruch im Becken I	94
Abbildung 4-11:	Beispiel für Abbau Boden Becken I	95
Abbildung 4-12:	Reaktorbecken nach der vollständigen Entkernung	97
Abbildung 4-13:	Bediengang mit Blick auf die Manipulatoren und Bleiglasfenster	100
Abbildung 4-14:	Mobiler Schwerlasttisch	100
Abbildung 4-15:	Bleizelle 1 mit Manipulatoren und Bleiglasfenstern	102
Abbildung 4-16:	Dosimetriezellen mit Manipulatoren und Bleiglasfenstern	103
Abbildung 4-17:	Isometrieansicht der Zerlegehalle und des Betonschachts	108
Abbildung 4-18:	Transportpfade zwischen den Betriebstätten Zerlegehalle mit RDB-OH und FRG / HL über das HZG-Gelände sowie zur HAKONA	112
Abbildung 4-19:	Zustand nach Ausbau der Hauptkühlmittelpumpe, Setzen des Dichtstopfens und Fluten des Pumpenrohrs	114
Abbildung 4-20:	Steuerelement-Antriebsstangen ausgebaut; RDB bis Unterkante des Stützgerüsts geflutet	115
Abbildung 4-21:	RDB-Deckel geöffnet	117
Abbildung 4-22:	Stützgerüst ausgebaut	118
Abbildung 4-23:	Dampferzeuger ausgebaut; RDB bis Schildtankdecke geflutet	119
Abbildung 4-24:	Aufbau der Kerneinbauten	120
Abbildung 4-25:	Zustand nach Abbau der Kerneinbauten	121
Abbildung 4-26:	Zustand nach Entfernung der Einbauten des Schildtanks	122
Abbildung 4-27:	Schussweise Zerlegung des RDB im Betonschacht	123
Abbildung 4-28:	Zustand nach Abbau des RDB	124
Abbildung 5-1:	Darstellung der Fortluftführung der Lüftungsanlagen FRG und HL	130
Abbildung 8-1:	Darstellung der Gesamtmassenbilanz	163
Abbildung 8-2:	Reststoffentsorgungswege	164

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
ADR	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route)
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ASR	Technischen Regeln für Arbeitsstätten
AtDeckV	Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung
AtG	Atomgesetz
AtSMV	Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung
AtVfV	Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift (hier zu § 47 StrlSchV)
B	Bundesstraße
BAnz	Bundesanzeiger
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGBl.	Bundesgesetzblatt
BGR	Berufsgenossenschaftliche Regeln
BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschriften
BHB	Betriebshandbuch
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMI	Bundesministerium des Innern
BMU	ehemals Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, jetzt Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAMC	Metall-Lichtbogenschneidverfahren (contact arc metal cutting)
CDDA-Code	central database for designated areas
d. h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
DL	Dosisleistung
e. V.	eingetragener Verein
EDV	elektronische Datenverarbeitung
EN	Norm in Englisch
EOBS	European Climate Assessment & Dataset
ESK	Entsorgungskommission
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EVA	Einwirkungen von außen
EVI	Einwirkungen von innen
evtl.	eventuell
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FFH	Flora-Fauna-Habitat-Gebiet
FRG	Forschungsreaktoranlage Geesthacht
FRG-1	Forschungsreaktor Geesthacht - 1
FRG-2	Forschungsreaktor Geesthacht - 2

FwDV	Feuerwehr Dienstvorschrift
Geb.	Gebäude
GewO	Gewerbeordnung
ggf.	gegebenenfalls
GGVSEB	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt
GGVSee	Gefahrgutverordnung See
GKSS	Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (heutiges HZG)
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HAKONA	Halle zur Komponenten-Nachuntersuchung
HEPA	Schwebstofffilter (High Efficiency Particulate Air)
HL	Heißes Labor
HZG	Helmholtz-Zentrum Geesthacht
IAEA	Internationale Atomenergie-Organisation
IBS	Inbetriebsetzung
inkl.	inklusive
INSAG	International Nuclear Safety Group
IKSE	Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
IWRS	Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen
KB	Kontrollbereich
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf
KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel

KKK	Kernkraftwerk Krümmel
KKS	Kernkraftwerk Stade
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
kN	Kilonewton
kW	Kilowatt
LKW	Lastkraftwagen
LSG	Landschaftschutzgebiet
LBO SH	Landesbauordnung des Landes Schleswig-Holstein
max.	maximal
Mg	Mega Gramm – SI Maßeinheit für 1.000.000 g, ehemals metrische Tonne
MIndBauRL	Muster-Industriebau-Richtlinie
MOSAIK®	Behälter für radioaktive Abfälle der Gesellschaft für nukleare Sicherheit (Mobiler Sammelbehälter im Kernkraftwerk)
mSv	Millisievert, Maßeinheit verschiedener gewichteter Strahlendosen
MW / MVA	Megawatt
NLWKN	Landesregierung Niedersachsen, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NS	Niederspannungsanlage
NSG	Naturschutzgebiet
ü. NN	über Normal Null (Höhe über dem Meeresspiegel)
Nr.	Nummer
NW	Nennweite
o. g.	oben genannt

ODL	Ortsdosisleistung
PHB	Prüfhandbuch
PU	Polyurethan
RA-Keller	Reaktorkeller (Bereich unterhalb des Reaktorbeckens)
RBHB	Restbetriebshandbuch
RDB	Reaktordruckbehälter
REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen
Rev.	Revision Nummer
RDB-OH	Reaktordruckbehälter mit Schildtank des Nuklearschiffs Otto Hahn
RSK	Reaktor-Sicherheitskommission
SG	Samtgemeinde
SH	Schleswig-Holstein
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SSA	Schnellstartanlage (Notstromanlage)
SSK	Strahlenschutzkommission
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
SZK	Standort-Zwischenlager Krümmel
TA	Technische Anleitung
TBH	Transportbereitstellungshalle
ÜB	Überwachungsbereich
UP	ungesättigtes Polyester
USV	unterbrechungsfreie Stromversorgung
usw.	und so weiter

UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UVU	Umweltverträglichkeitsuntersuchung
u. a.	unter anderem
VDE	Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik
vgl.	vergleiche
WHG	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts
ZLA	Zusatzlüftungsanlage
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
z. Z.	zur Zeit

Begriffsbestimmungen

Abbau	Der Abbau einer kerntechnischen Anlage umfasst die Beseitigung von Strukturen (Gebäuden, Systeme, Komponenten), die Regelungsgegenstand der Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb der Anlage nach § 7 Abs. 1 AtG waren oder entsprechend zu bewerten sind /1/.
Abfall, konventionell	Nicht-radioaktive Stoffe, die nach den Regelungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes einer Verwertung oder Beseitigung zugeführt werden.
Abfall, radioaktiv	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 AtG, die nach § 9a AtG geordnet beseitigt werden müssen, ausgenommen Ableitungen im Sinne des § 47 StrlSchV.
Ableitung	Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus der Anlage und den Einrichtungen der FRG, des HL und der Zerlegehalle des RDB-OH auf hierfür vorgesehenen Wegen.
Abluft	Die aus einem Gebäude oder einem Raum abgeführte Luft.
Abriss	Bezeichnet im konventionellen Bauwesen das komplette oder teilweise Zerstören und Entsorgen von Bauwerken aller Art.
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).
Aktivitätsrückhaltung	Einschluss des radioaktiven Inventars.

Bearbeitung	Zerlegung, Sortierung, Sammlung, vorübergehende Lagerung während der Bearbeitung und Dekontamination von radioaktiven Reststoffen sowie Aktivitätsmessungen an radioaktiven Reststoffen.
Behandlung	Verarbeitung von radioaktiven Abfällen zu Abfallprodukten (z. B. durch Kompaktieren, Zementieren, Trocknen und das Verpacken der Abfallprodukte).
Be-Metallblockreflektor	Beryllium-Metallblockreflektor des FRG-1 diene zur Reflexion und Bündelung von Neutronen zur Durchführung von Experimenten an Materialproben.
Brandabschnitt	Bereich von Gebäuden, dessen Umfassungsbauteile (Wände, Decken, Abschlüsse von Öffnungen, Abschottungen von Durchbrüchen, Fugen) so widerstandsfähig sind, dass eine Brandausbreitung auf andere Gebäude oder Gebäudeteile verhindert wird.
Betriebsabfälle, radioaktiv	Radioaktive Abfälle, die beim Betrieb der FRG oder des HL angefallen sind oder beim Restbetrieb anfallen.
Demontage	Durch ein Vorhaben, Teilvorhaben oder Arbeitspaket begrenzter Abbau von Systemen / Teilsystemen und Anlagenteilen.
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.
Dosimeter	Messgerät zur Bestimmung der Dosis und / oder Dosisleistung.
Endlager	Anlage zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, in der radioaktive Abfälle wartungsfrei, zeitlich unbefristet und sicher geordnet beseitigt werden.
Forschungsreaktoranlage	Die Forschungsreaktoranlage (FRG) besteht aus dem FRG-1 und den noch vorhandenen Anlagenteilen des FRG-2.

Fortluft	In das Freie abgeführte Abluft.
Fortluftkamin	Zentrale Abgabestelle, die die Abluft der über Filter geleiteten Luft aus den Kontroll- und Sperrbereichen der Anlage emittiert.
Freigabewert	Wert der massen- oder flächenspezifischen Aktivität gemäß Tabelle 1 Anlage III StrlSchV, bei deren Unterschreitung eine Freigabe gemäß § 29 StrlSchV zulässig ist.
Freimessung	Aktivitätsmessung, deren Ergebnis durch Vergleich mit den vorgegebenen Freigabewerten eine Entscheidung über die Freigabe des Materials ermöglicht.
Herausgabe	Dauerhafte Entfernung von Stoffen, die nicht kontaminiert und nicht aktiviert sind, aus dem Regelungsbereich des AtG. Es bedarf keiner Freigabe nach § 29 StrlSchV.
Konditionierung	Behandlung radioaktiver Abfälle zur Herstellung lagerfähiger Gebinde.
Kollektivdosis	Produkt aus der Anzahl der Personen der exponierten Bevölkerungsgruppe und der mittleren Dosis pro Person.
Kontrollbereich	Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder höhere Organdosen als 45 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.
Nuklid	Eine durch seine Protonenzahl, Neutronenzahl und seinen Energiezustand charakterisierte Atomart.
Ortsdosis	Dosis, die an einem bestimmten Ort gemessen wird.
Primärwasser	Wasser, das mit den Brennelementen in direkten Kontakt kommt.

Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden.
Restbetrieb	Als Restbetrieb wird der Betrieb aller für die Stilllegung notwendigen Versorgungs-, Sicherheits- und Hilfssysteme sowie der Betrieb der für den Abbau von Komponenten, Systemen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen nach Erteilung der Stilllegungsgenehmigung bezeichnet /1/.
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 und / oder aktiviert sind und schadlos verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden.
Rückzug	Vorgehensweise für den Restabbau und die Freimessung der Gebäude mit dem Ziel, freigemessene Gebäudebereiche nicht mehr routinemäßig betreten zu müssen, um eine erneute Kontamination dieser Gebäudebereiche zu vermeiden.
Sekundärabfälle, radioaktiv	Radioaktive Abfälle, die beim Stilllegungsbetrieb und beim Abbau durch zusätzlich in die Anlage eingebrachte Materialien bzw. bei der Verarbeitung von radioaktiven Reststoffen oder bei der Behandlung von radioaktiven Abfällen entstehen.
Sperrbereich	Zum Kontrollbereich gehörende Bereiche, in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h sein kann.

Stilllegung	Der Begriff „Stilllegung“ bezieht sich im Atomgesetz auf die Maßnahmen in der zeitlichen Phase zwischen endgültiger Betriebseinstellung einerseits und dem Beginn des sicheren Einschlusses oder des Abbaus der Anlage oder von Anlagenteilen andererseits.
Stillsetzung	Endgültige Außerbetriebnahme von Systemen und Teilsystemen, die Voraussetzung für deren Abbau ist.
Störfall	Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Abbaubetrieb oder die Tätigkeiten aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden können und für den die FRG, das HL und die Zerlegehalle des RDB-OH auszulegen sind oder für den bei Tätigkeiten Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.
Störung	Abweichung vom Soll-Zustand.
Strahlenschutz	Der Schutz des Menschen und der Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung.
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.
Wiederkehrende Prüfungen	Prüfungen, die aufgrund von Rechtsvorschriften, Auflagen der zuständigen Behörden oder aufgrund anderweitiger Festlegungen im Allgemeinen in regelmäßigen Zeitabständen oder aufgrund bestimmter Ereignisse durchgeführt werden.

Wischtest	Untersuchung von Oberflächen auf abwischbare Kontamination.
Zuluft	Einem Raum zugeführte Luft.
Zwischenlagerung	Längerfristige Lagerung radioaktiver Abfälle bis zum Abtransport in ein Endlager.

1 Einleitung

1.1 Rechtsgrundlagen

Im Rahmen der Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und des Abbaus der Forschungsreaktoranlage (FRG) und des Heißen Labors (HL) sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters mit Schildtank des Nuklearschiffs Otto Hahn (RDB-OH) finden insbesondere die folgenden in Deutschland gültigen Gesetze und Verordnungen Anwendung:

- Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) /2/,
- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) /3/,
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) /4/,
- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) /5/,
- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) /6/,
- Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensverordnung - AtVfV) /7/,
- Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung (AtDeckV) /8/,
- Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung - AtSMV) /9/,
- Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) /10/,
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) /11/,
- Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnengewässer - GGVSEB) /12/,
- Landesbauordnung Schleswig Holstein (LBO SH) /13/
- Gewerbeordnung (GewO) /14/.

Darüber hinaus finden die in Deutschland gültigen Vorschriften, Richtlinien und Normen, soweit sie auf die Stilllegung des FRG-1 und den Abbau der FRG und des HL sowie die Zerlegung des RDB-OH zutreffen, Anwendung. Diese sind insbesondere:

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

Das kerntechnische Regelwerk findet auf die Stilllegung des FRG-1 und den Abbau der FRG, des HL und des RDB-OH sinngemäße Anwendung entsprechend den Empfehlungen des "Leitfadens zur Stilllegung, zum Sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen und Anlagenteilen nach § 7 Atomgesetz" (Stilllegungsleitfaden /1/).

1.2 Atomrechtliches Genehmigungsverfahren

Der FRG-1 soll stillgelegt werden. Direkt im Anschluss soll die FRG zusammen mit dem HL abgebaut und der RDB-OH zerlegt werden. Die Stilllegungs- und Abbauphasen sollen sich direkt an die Nachbetriebszeit des FRG-1 anschließen und im Rahmen einer einzigen und umfassenden Stilllegungs- und Abbaugenehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG durchgeführt werden.

Für die Lagerung der beim Betrieb und beim Abbau der FRG und des HL angefallenen bzw. anfallenden radioaktiven Abfälle bis zum Abtransport in ein Endlager des Bundes wurde die „neue“ Versuchshalle in eine Transportbereitstellungshalle (TBH) umgebaut und eine eigenständige Betriebsgenehmigung nach § 7 StrlSchV beantragt.

Eine Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG darf nur erteilt werden, wenn die Voraussetzungen gemäß § 7 Abs. 2 AtG sinngemäß erfüllt sind. Der Ablauf des Genehmigungsverfahrens wird im Wesentlichen durch die Atomrechtliche Verfahrensverordnung (AtVfV /7/) bestimmt.

Für den geplanten Abbau der FRG und des HL sowie die Zerlegung des RDB-OH ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) gemäß § 1a AtVfV, § 1b AtVfV, § 2a AtG und § 3b UVPG durchzuführen.

Der Genehmigungsantrag für das Abbauvorhaben FRG und HL sowie das Zerlegeverfahren RDB-OH ist bei der zuständigen Genehmigungsbehörde schriftlich einzureichen (gemäß § 2 Abs. 1 AtVfV).

Gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 1 AtVfV werden im vorliegenden Sicherheitsbericht die für die Entscheidung über den Antrag zur Stilllegung des FRG-1 und zum Abbau der FRG und des HL sowie die Zerlegung des RDB-OH im Hinblick auf die kerntechnische Sicherheit und den Strahlenschutz erheblichen Auswirkungen dargelegt. Nach § 19b AtVfV enthält der Sicherheitsbericht Angaben zu den insgesamt geplanten Abbaumaßnahmen und ermöglicht somit die Beurteilung, ob die beantragten Maßnahmen weitere Maßnahmen nicht erschweren oder verhindern und ob eine sinnvolle Reihenfolge der Abbaumaßnahmen vorgesehen ist. Der Sicherheitsbericht soll insbesondere Dritten die Beurteilung ermöglichen, ob sie durch die mit der Stilllegung des FRG-1 und dem Abbau der FRG und des HL sowie mit der Zerlegung des RDB-OH verbundenen Auswirkungen in ihren Rechten verletzt werden können.

Zu diesem Zweck enthält der Sicherheitsbericht in Anwendung des § 3 Abs. 1 Nr. 1 AtVfV:

- a) Eine Beschreibung der FRG, des HL und des RDB-OH (Kapitel 3), des geplanten Abbaus bzw. Zerlegung (Kapitel 4) und des Restbetriebes (Kapitel 5) unter Beifügung von Lageplänen und Übersichtszeichnungen. Hinzu kommt die Beschreibung der anfallenden Reststoffe (Kapitel 8).
- b) Eine Darstellung und Erläuterung der Konzeption des Abbaus, der sicherheitstechnischen Auslegungsgrundsätze und der Funktion der Anlage einschließlich ihrer Betriebs- und Sicherheitssysteme während der Stilllegung und des Abbaus (Kapitel 4 und 5).
- c) Eine Darlegung, dass in sinngemäßer Anwendung des § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG die vorgesehenen Vorsorgemaßnahmen getroffen werden (Kapitel 4 bis 9).
- d) Eine Beschreibung der Umwelt und ihrer Bestandteile (Kapitel 2).
- e) Angaben über die mit dem Abbau der FRG und des HL sowie der Zerlegung des RDB-OH verbundene Direktstrahlung und die Abgabe radioaktiver Stoffe, einschließ-

lich der Freisetzung aus der Anlage bei Störfällen im Sinne der §§ 50 und 117 der StrlSchV (Kapitel 7 und 9).

- f) Eine Beschreibung der Auswirkungen der unter Buchstabe e) dargestellten Direktstrahlung und der Abgabe radioaktiver Stoffe auf die in § 1a AtVfV dargelegten Schutzgüter, einschließlich der Wechselwirkungen mit sonstigen Stoffen (Kapitel 7).

Die gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 3 AtVfV erforderlichen Angaben über die Maßnahmen, die zum Schutz der FRG, des HL und des RDB-OH gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter vorgesehen sind, sind in einer separaten Unterlage enthalten.

Folgende Unterlagen werden nach § 6 Abs. 1 und 2 AtVfV zusätzlich zum Sicherheitsbericht insbesondere ausgelegt:

Umweltverträglichkeitsuntersuchung

Die Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) enthält die gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 9 AtVfV erforderlichen Angaben über die sonstigen Umweltauswirkungen der Stilllegung des FRG-1 und des Abbaus der FRG und des HL sowie die Zerlegung des RDB-OH sowie des Betriebs der TBH. Die gemäß § 3 Abs. 2 AtVfV und § 19b Abs. 1 Satz 2 AtVfV erforderlichen Angaben (von der Antragstellerin geprüfte technische Verfahrensalternativen, Hinweise auf eventuelle Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung von Angaben, Auswirkungen geplanter Maßnahmen auf die Schutzgüter des § 1a AtVfV) sind ebenfalls in dieser Unterlage enthalten.

Kurzbeschreibung

Die Kurzbeschreibung enthält die gemäß § 3 Abs. 4 AtVfV allgemein verständliche Beschreibung der Stilllegung des FRG-1 und des Abbaus der FRG und des HL sowie die Zerlegung des RDB-OH und der voraussichtlichen Auswirkungen auf die Allgemeinheit und die Nachbarschaft. Die gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 1, 8 und 9 sowie Abs. 2 Nr. 1 AtVfV erforderlichen Angaben sind ebenfalls in dieser Unterlage enthalten.

Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG vom 21. März 2013 mit Präzisierung vom 6. September 2016 auf Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors der Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material und Küstenforschung GmbH sowie Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn.

1.3 Das Abbauprojekt im Überblick

Ausgangssituation

Die FRG und das HL sind brennelementfrei. Am 24. Juli 2012 wurden die letzten bestrahlten Brennelemente zum Department of Energy nach Amerika abtransportiert. Dadurch wurde das Gefährdungspotential deutlich verringert.

Das abgeschätzte Gesamtaktivitätsinventar der FRG und des HL beträgt zu Beginn des Abbaus ca. $5,0 \text{ E}15 \text{ Bq}$. Die Aktivität wird bestimmt durch die Aktivierung des Be-Metallblockreflektors, der Be-Metallreflektoren, γ -Absorberschilder und die Bestrahlungseinrichtungen sowie die Reaktorbeckeneinbauten aus Edelstahl und durch die Betriebsabfälle, die sich in den Betonzellen 2 bis 4 sowie im Lagerbecken IV befinden. Weniger als 1 ‰ des Gesamtaktivitätsinventars (ca. $5,4 \text{ E}08 \text{ Bq}$) liegt als Kontaminationen vor. Die Aktivität des kontaminierten Betriebsabfalls beträgt ca. 1 % des Gesamtaktivitätsinventars (ca. $4,0 \text{ E}13 \text{ Bq}$).

Die Betriebsabfallentsorgung, die Freigabe von radioaktiven Reststoffen sowie die Herausgabe von nicht radioaktiven Stoffen erfolgen nach dem Betriebsreglement.

Alle für die Betriebsabfallentsorgung und den Abbau noch benötigten Systeme / Anlagen sind in Betrieb bzw. betriebsbereit und entsprechen dem genehmigten Stand.

Auf dem Gelände des HZG, in unmittelbarer Nähe zum Gelände (Betriebsstätte) der Forschungsreaktoranlage Geesthacht (ca. 220 m), befindet sich darüber hinaus der kernbrennstofffreie Reaktordruckbehälter mit Schildtank des Nuklearschiffs Otto Hahn. Dieser wurde 1981 im Hamburger Hafen ausgebaut und zur Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (GKSS), dem heutigen HZG, transportiert und seitdem in einem eigens dafür errichteten Schachtbauwerk (Betonschacht) für ein geplantes Nachuntersuchungsprogramm gelagert. Dieser Betonschacht stellt zusammen mit der für die Zerlegung des RDB-OH noch zu errichtenden Zerlegehalle eine weitere Betriebsstätte dar.

Das abgeschätzte Gesamtaktivitätsinventar des RDB-OH beträgt zu Beginn der Zerlegung ca. $5,6 \text{ E}14 \text{ Bq}$. Die Aktivität wird bestimmt durch die Aktivierung der Kerneinbauten.

Nach derzeitigem Planungsstand ergibt sich für die Stilllegung des FRG-1 und den Abbau der FRG und des HL sowie die Zerlegung des RDB-OH der in Abbildung 1-1 dargestellte

Zeitplan. Dabei sind vorhandene Abhängigkeiten, auch zwischen den beiden Betriebsstätten, berücksichtigt.

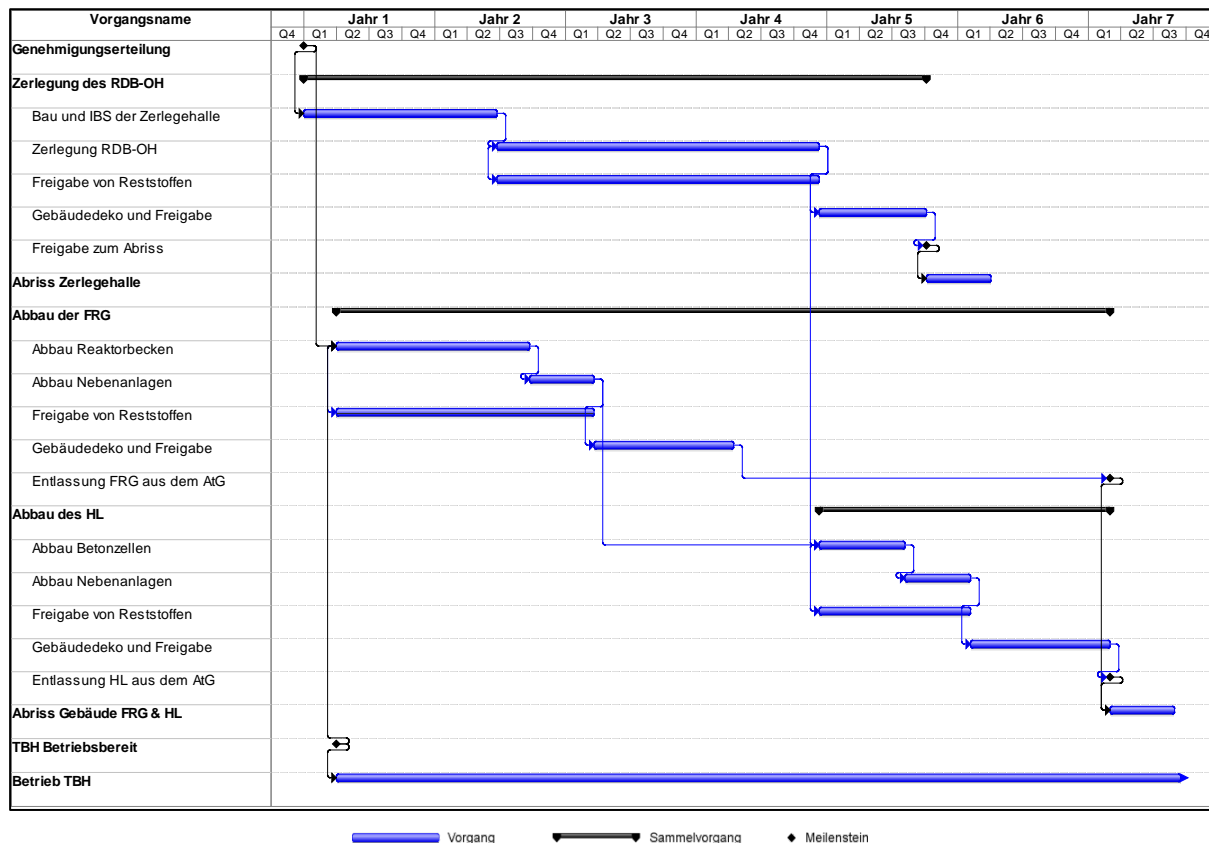


Abbildung 1-1: Abgeschätzter Zeitplan nach Erteilung der Genehmigung mit Dauer und Abfolge der geplanten Maßnahmen und Abhängigkeiten, nach derzeitigem Planungsstand

Abbau der FRG und des HL

Die Abbauarbeiten in den jeweiligen Anlagenbereichen beginnen, wenn die erforderlichen Umbaumaßnahmen, die für die Aufrechterhaltung des Restbetriebs notwendig sind, so weit vorangeschritten sind, dass deren Abschluss nicht durch den Abbau von Anlagenteilen verhindert oder erschwert wird. Zunächst erfolgen die Einrichtung der Baustelle und der Aufbau der Transportlogistik, beispielsweise durch die Schaffung von Transportpfaden und die Errichtung von Hilfseinrichtungen (Fassaufzug).

Der Abbau ist in die drei folgenden Schritte unterteilt:

- Abbau Reaktorgebäude FRG,
- Abbau Heißes Labor und
- Restabbau Gesamtanlage.

Ziel des Abbaus ist es, Systeme und Einrichtungen soweit wie möglich nach § 29 StrlSchV freizugeben und am Ende aller Abbauschritte auch die Gebäude sowie die Bodenflächen freizugeben bzw. herauszugeben. Die Gebäude und Bodenflächen werden damit aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen und können anderweitig genutzt oder die Gebäude können konventionell abgerissen werden.

Zerlegung des RDB-OH

Für die Zerlegung des RDB-OH wird ein Gebäude, die sogenannte Zerlegehalle, über dem Betonschacht errichtet und unmittelbar an die bestehende Halle zur Komponenten-Nachuntersuchung (HAKONA) angrenzen. Der eigentliche Zerlegebereich wird dabei mit dem bestehenden Betonschacht verbunden. Um den Zerlegebereich herum wird die erforderliche Infrastruktur für die Zerlegung des RDB-OH, wie z. B. Lüftung, Kontrollbereichszugang, Materialschleuse etc. angeordnet.

Die Zerlegearbeiten erfolgen zum Teil vorlaufend oder parallel zum Abbau der FRG und des HL, da die zerlegten höher aktivierten Komponenten des RDB-OH aus logistischen Gründen sukzessive mittels abgeschirmten Transport- oder Abfallbehälter in die vorhandenen Betonzellen der FRG und des HL verbracht und dort unter geometrischen und radiologischen Gesichtspunkten optimiert entsprechend den Annahmebedingungen für ein Endlager des Bundes verpackt werden sollen. Darüber hinaus sollen die Räumlichkeiten im HL für die Nachzerlegung und Dekontamination von Teilen des RDB-OH genutzt werden.

Die Zerlegung ist in die drei folgenden Schritte unterteilt:

- Errichtung Zerlegehalle,
- Zerlegung RDB-OH und
- Abriss Zerlegehalle und Betonschacht.

Ziel der Zerlegung ist es, Systeme und Einrichtungen soweit wie möglich nach § 29 StrlSchV freizugeben und am Ende aller Zerlegeschritte auch die Gebäude sowie die Bodenflächen freizugeben bzw. herauszugeben. Die Gebäude und Bodenflächen werden damit aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen und können anderweitig genutzt oder die Gebäude können konventionell abgerissen werden.

2 Standort

2.1 Geografische Lage

Die FRG, das HL und der RDB-OH befinden sich auf dem Gelände des Helmholtz-Zentrums Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG GmbH), siehe Abbildung 2-1 und Anlage 1. Der Standort liegt etwa 35 km südöstlich des Stadtzentrums von Hamburg auf einem ca. 200 ha großen Sondernutzungsgebiet bzw. als Wald ausgewiesenen Bereich der Stadt Geesthacht im Landkreis Herzogtum Lauenburg (Schleswig-Holstein, ca. 53° N, ca. 10° E). Es wird nach Süden, zur Elbe hin, durch die in Südost-Nordwest-Richtung parallel zum Fluss verlaufende Elbuferstraße begrenzt.

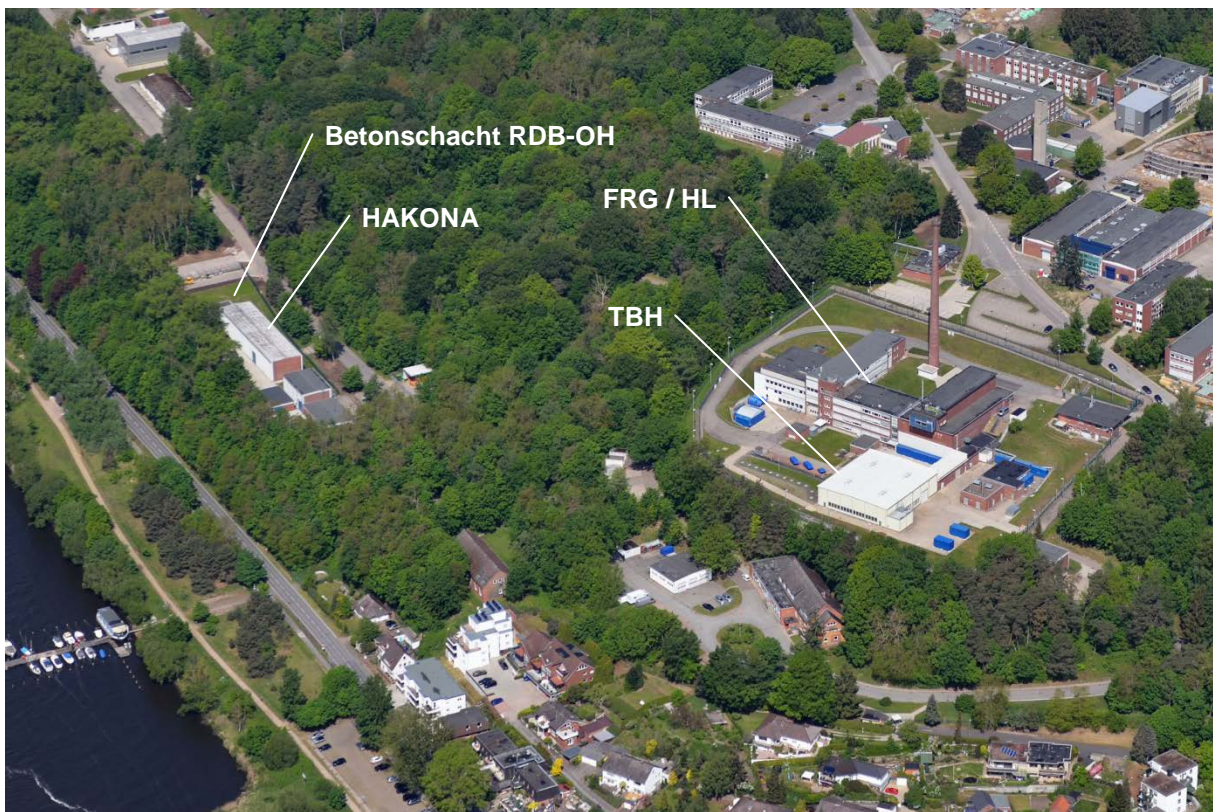


Abbildung 2-1: Luftbild der FRG, des HL, der TBH und Betonschacht des RDB-OH neben der Halle zur Komponenten-Nachuntersuchung (HAKONA) (Stand: 2016)

Nordwestlich befinden sich das Gelände des Kernkraftwerks Krümmel (KKK) und das Oberbecken des Pumpspeicherwerks Geesthacht. Im Osten der Anlage liegen die Geesthachter Ortsteile Grünhof und Tesperhude.

Nach der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (System vom Meynen/Schmidhüsen et al. 1962) liegt der Standort im Norddeutschen Tiefland im Übergangsbereich von Unterer Elbniederung, der Elbmarsch (67, D24 nach der Überarbeitung von Ssymank 1994) zur schleswig-holsteinischen Geest (69, D22), die sich nördlich bzw. nordöstlich jenseits der Elbeniederungen erstreckt und naturräumlich auch als Hohe Geest bezeichnet wird. Innerhalb dessen handelt es sich um die Untereinheit der Lauenburger Geestplatte, die im Süden durch das Tal der Elbe und im Osten durch die Stecknitz-Delvenau-Niederungen, begrenzt wird. Im Norden und Westen setzt sich die Lauenburger Geest im Bereich des Sachsenwalds in Richtung Hamburg fort. Kleinräumig betrachtet liegt das Gelände des HZG auf der südwestlichen Geestkante der Lauenburger Geest, im Stauchmoränenbereich am Übergang zur Elbniederung.

Der Flusslauf der Elbe verläuft ca. 250 m vom Standort entfernt von Südost nach Nordwest. Südlich der Elbe erstreckt sich die ausgedehnte Marschlandschaft der Elbmarsch, die von zahlreichen Gräben durchzogen wird. Nördlich der Elbe steigt das Gelände an und zeigt den Charakter der stark zergliederten Moränenlandschaft. Die höchsten Erhebungen liegen zwischen 70 und 90 m ü. NN. Das HZG-Gelände selbst liegt an einem Steilhang in einer Höhe von ca. 20 m bis ca. 60 m ü. NN.

Die dem Standort am nächsten gelegenen Siedlungen sind die Geesthachter Ortsteile Grünhof und Tesperhude und schließen zum Teil direkt an das HZG-Gelände an. Etwa 1 km nordwestlich vom Gelände entfernt liegt der Ortsteil Krümmel. Der Stadtkern von Geesthacht ist etwa 5 km entfernt. Die Höhe und Entfernungen der einzelnen Betriebsstätten sind in Tabelle 2-1 zusammengefasst.

Tabelle 2-1: Höhenlage und Entfernung der Betriebsstätten

	Betriebsstätte FRG / HL	Betriebsstätte RDB-OH
Höhe ü. NN	ca. 50 m	ca. 20 m
Entfernung nächste Siedlung Tesperhude	ca. 150 m	ca. 200 m
Entfernung Ortsteil Krümmel	ca. 1,6 km	ca. 1,4 km

2.2 Besiedlung

In den Städten und Gemeinden im Umkreis von 10 km um den Standort leben etwa 63.000 Menschen (Tabelle 2-2). Die mittlere Bevölkerungsdichte beträgt im gesamten 10 km Radius ca. 200 Einwohner/km² und liegt damit unter dem Durchschnitt der Bundesrepublik von etwa 230 Einwohner/km². Dieser Umkreis im 10 km Radius ist in Abbildung 2-2 dargestellt.

Tabelle 2-2: Gemeinden und Einwohnerzahl im Umkreis von 10 km (Stand: 30.09.2015 bzw. 2. Quartal 2015)

Gemeinde / Stadt	Zugehörig zu Amt (Schleswig-Holstein) / Samtgemeinde (Niedersachsen)	Entfernung zum Standort [km]	Einwohnerzahl nach Regionalstatistik /15/, /16/
Geesthacht	-	5,5	29.815
Hohenhorn	Amt Hohe Elbgeest	10	530
Worth	Amt Hohe Elbgeest	7,5	173
Hamwarde	Amt Hohe Elbgeest	5,8	838
Kollow*	Amt Schwarzenbek Land	7,5	588
Gülzow*	Amt Schwarzenbek Land	7,5	1.224
Wiershop	Amt Hohe Elbgeest	5	180
Krukow	Amt Lüttau	4,1	147
Juliusburg	Amt Lüttau	5,8	170
Krüzen	Amt Lüttau	8,2	360
Lauenburg*	-	10	11.346
Schnakenbek	Amt Lüttau	5	852
Tespe	SG Elbmarsch	1,5	4.342
Marschacht*	SG Elbmarsch	3,8	3.773
Handorf*	SG Bardowick	10	1.966
Barum*	SG Bardowick	6,7	1.909
Flecken Artlenburg	SG Scharnebeck	5,8	1.612
Brietlingen*	SG Scharnebeck	10	3.460

* Teile der Gemeinde liegen außerhalb des 10 km Radius



Abbildung 2-2: Der Standort mit der Umgebung im Umkreis von 10 km und Sektoreinteilung

2.3 Boden- und Wassernutzung

2.3.1 Boden

Die Bodennutzung spiegelt die sehr unterschiedlichen geologischen und geomorphologischen Verhältnisse sowie die Reliefsituation wieder. In den Kreisen Herzogtum Lauenburg und Stormarn wird fast ausschließlich der Landschaftsraum der Geest mit überwiegend ackerbaulicher und forstwirtschaftlicher Nutzung erfasst. Südlich der Elbe, in den Landkreisen Harburg und Lüneburg sowie in dem östlichsten noch mit erfassten Teil der zu Hamburg gehörenden Marsch- und Vierlande, liegen hingegen fast ausschließlich Marschflächen mit sehr hohen Anteilen landwirtschaftlicher Nutzfläche vor. Den Bodenverhältnissen entsprechend ist hier auch in großem Umfang Grünlandnutzung vorzufinden.

Als grobe Orientierung sind die Flächengrößen dieser Kreise und die Verteilung der Flächennutzungen /17/, /18/ jeweils im gesamten Kreisgebiet in der nachfolgenden Tabelle 2-3 und Tabelle 2-4 angegeben.

Tabelle 2-3: Flächennutzung in den Kreisen Herzogtum Lauenburg und Stormarn (Stand: 31.12.2014) /17/

	Stormarn [ha]	Herzogtum Lauenburg [ha]
Bodenfläche	76.629	126.297
davon Landwirtschaft	50.842	73.398
Gebäude- und Freifläche	7.693	7.535
Verkehrsfläche	4.078	5.281
Waldfläche	10.491	32.422
Wasserfläche	1.259	5.418

Tabelle 2-4: Flächennutzung in den Kreisen Harburg und Lüneburg (Stand: 31.12.2014) /18/

	Harburg [ha]	Lüneburg [ha]
Bodenfläche	124.500	132.363
davon Landwirtschaft	65.062	68.051
Gebäude- und Freifläche	11.975	7.793
Verkehrsfläche	6.841	5.639
Waldfläche	35.447	43.271
Wasserfläche	2.574	3.572

2.3.2 Wasser

Bewirtschaftet wird die Elbe von Berufsfischern und Sportanglern. Während die Zahl der Berufsfischer abnimmt, gibt es zunehmend mehr Sportangler. Die Angabe von Fischfangerträgen für die Elbe und deren zeitliche Entwicklung unter Bezugnahme auf das vorliegende statistische Material ist gegenwärtig nicht sinnvoll, da infolge der sich verbessernden Wasserqualität einerseits und der in jüngster Zeit realisierten Fischaufstiegshilfe am Wehr Geesthacht andererseits eine Verschiebung sowohl des Artenspektrums, als auch der Zahl der Fische beobachtet wird.

Die Nutzung von Flusswasser im Umfeld der FRG erfolgt im Wesentlichen als Kühlmedium für das Kernkraftwerk Krümmel und als Energiespeichermedium für das Pumpspeicherwerk Geesthacht. Die Wasserstraße Elbe ist als Schifffahrtsweg verbunden mit dem Elbe-Seitenkanal, der bei Artlenburg von der Elbe abzweigt sowie dem Elbe-Lübeck-Kanal bei Lauenburg.

2.4 Naturschutz-, Landschafts- und Erholungsgebiete

In den Kreisen Herzogtum Lauenburg (Schleswig-Holstein), Harburg und Lüneburg (Niedersachsen) und in der Freien Hansestadt Hamburg gibt es zahlreiche Landschafts- und Naturschutzgebiete /19/ (siehe Abbildung 2-3). Hervorzuheben bis in etwa 10 km Entfernung zum Standort sind (mit zunehmender Entfernung):

- A das Naturschutzgebiet (NSG) „Hohes Elbufer zwischen Tesperhude und Lauenburg“ (455 ha, 300 m NO bis SO), CDDA-Code: 163750 /20/, als Teil des Biosphärenreservats „Flusslandschaft Elbe“,
- B das Landschaftschutzgebiet (LSG) „Nordhang am Metzensee“ (25 ha, 4,6 km S), CDDA-Code: 323266 /21/,
- C das LSG des Landkreises Lüneburg (ca. 18.909 ha, 4,7 km S), CDDA-Code: 555547223 /22/,
- D das NSG „Besenhorster Sandberge und Elbsandwiesen“ (150 ha, 6,9 km NW), CDDA-Code: 162397 /23/,
- E das LSG „Altengamme“ (119,28 ha, 8,0 km WNW), CDDA-Code: 319532 /24/, /25/,
- F das NSG „Borghorster Elblandschaft“ (133,76 ha, 8,0 km WNW), CDDA-Code: 318221 /26/,
- G das NSG „Fehlingsbleck“ (20,8 ha, 8,1 km SO), CDDA-Code: 81645 /27/,
- H das NSG „Bennerstedt“ (152 ha, 8,6 km SSO), CDDA-Code: 162371 /28/,
- I das NSG „Lauenburger Elbvorland“ (56,2 ha, 9,7 km OSO), CDDA-Code: 164399 /29/.

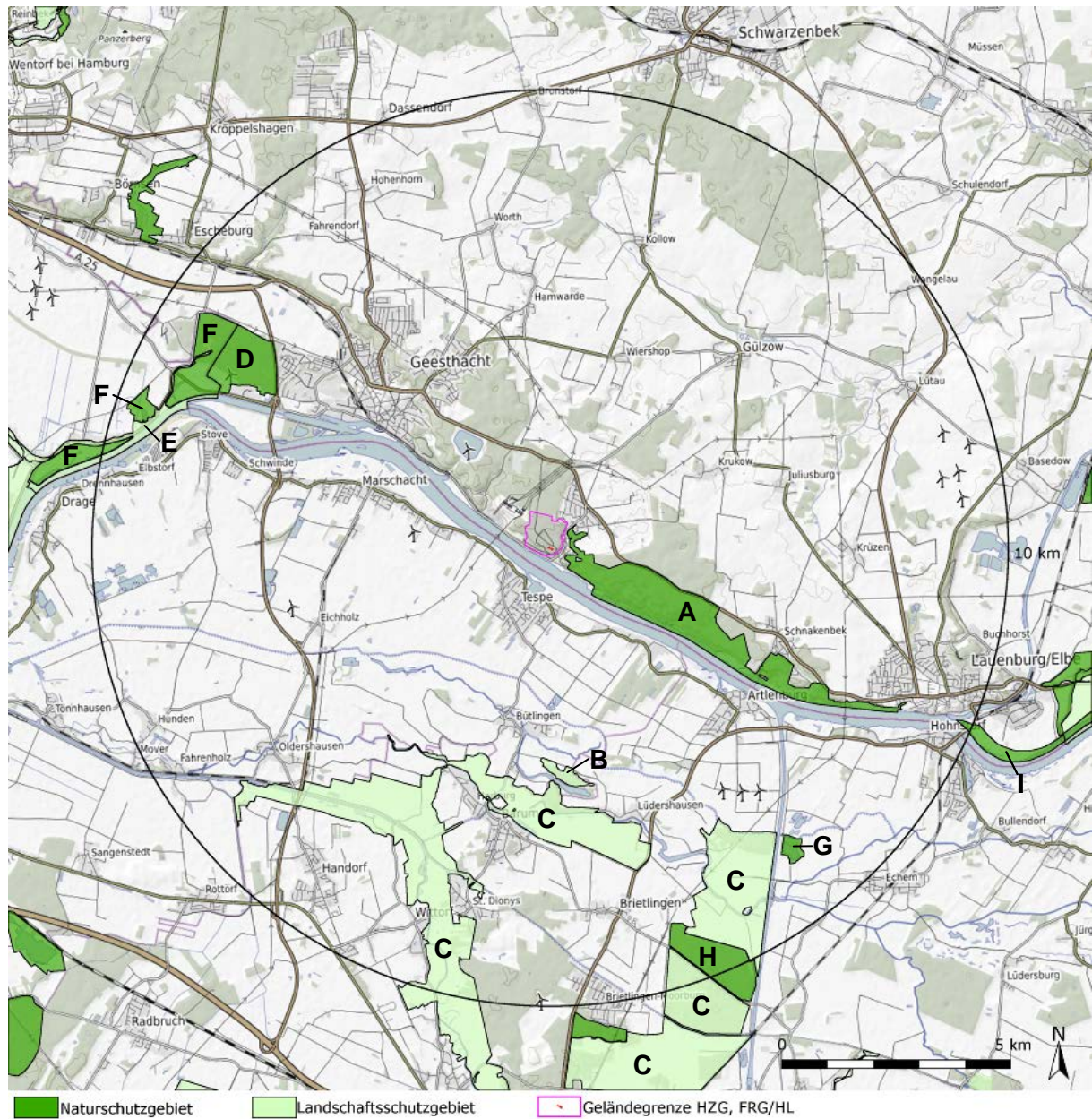


Abbildung 2-3: Natur- und Landschaftsschutzgebiete im Umkreis von 10 km

Quelle: Fachdaten: Bundesamt für Naturschutz (BfN), LANDIS-BUND, Kartendaten:
© OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM, Kartendarstellung:
© OpenTopoMap (CC-BY-SA), Karte verändert

Folgende durch EU-Recht geschützte Natura 2000 Gebiete (Vogelschutzgebiete, Flora-Fauna-Habitate (FFH-Gebiete)) befinden sich in der Vorhabenumgebung von 10 km /19/ (siehe Abbildung 2-4):

- A das FFH-Gebiet „Elbe mit Hohem Elbufer von Tesperhude und Lauenburg mit angrenzenden Flächen“ (734 ha, 300 m SO), Gebietsnummer: DE-2628-392 /30/,
- B das FFH-Gebiet „GKSS-Forschungszentrum Geesthacht“ (Bunkerhalle, 0,1 ha, 400 m N), Gebietsnummer: DE-2528-301 /30/,
- C das FFH-Gebiet „Elbniederungen zwischen Schnackenburg und Geesthacht“ (22.650 ha, 400 m W bis SO), Gebietsnummer: DE-2528-331, als Teil des Biosphärenreservats „Niedersächsische Elbtalau“ (Elbe-Kilometer 472,5) bis Lauenburg/Elbe (Elbe-Kilometer 569) beidseits der Elbe (ca. 56.760 ha, 16 km NO) /31/,
- D das FFH-Gebiet „Gewässersystem der Luhe und unteren Neetze“ (2480 ha, 3,5 km W bis SO), Gebietsnummer: DE-2626-331 /31/,
- E das FFH-Gebiet „Elbe zwischen Geesthacht und Hamburg“ (ca. 573,41 ha, 6,2 km WNW), Gebietsnummer: DE-2526-332 /31/,
- F FFH-Gebiets „Besenhorster Sandberge und Elbinsel“ (250 ha, 6,4 km NW), Gebietsnummer: DE-2527-391 /30/,
- G das EU-Vogelschutzgebiet „NSG Besenhorster Sandberge und Elbsandwiesen“ (150 ha, 6,9 km NW), Gebietsnummer: DE-2527-421, als Teil des FFH-Gebiets „Besenhorster Sandberge und Elbinsel“,
- H das FFH-Gebiet „Ilmenau mit Nebenbächen (ca. 5.381,85 ha, 7,2 km SSW), Gebietsnummer: DE-2628-331 /31/,
- I das EU-Vogelschutzgebiet „Sachsenwald-Gebiet“ (7480 ha, 7,7 km NW bis NO), Gebietsnummer: DE-2428-492 mit eingeschlossenem FFH-Gebiet „Gülzower Holz“, (448 ha, 8,2 km NW) Gebietsnummer DE-2529-306 /30/,
- J das FFH-Gebiet Hamburger Unterelbe (739 ha, 8,0 km WNW) Gebietsnummer: DE-2526-305 /19/, /32/,
- K das FFH-Gebiet Borghorster Elblandschaft (230 ha, 8,0 km WNW, Gebietsnummer: DE-2527-303 /32/,
- L das EU-Vogelschutzgebiet „Niedersächsische Mittelalbe“ (34.010 ha, 9,8 km SO), Gebietsnummer: DE-2832-401 /31/.

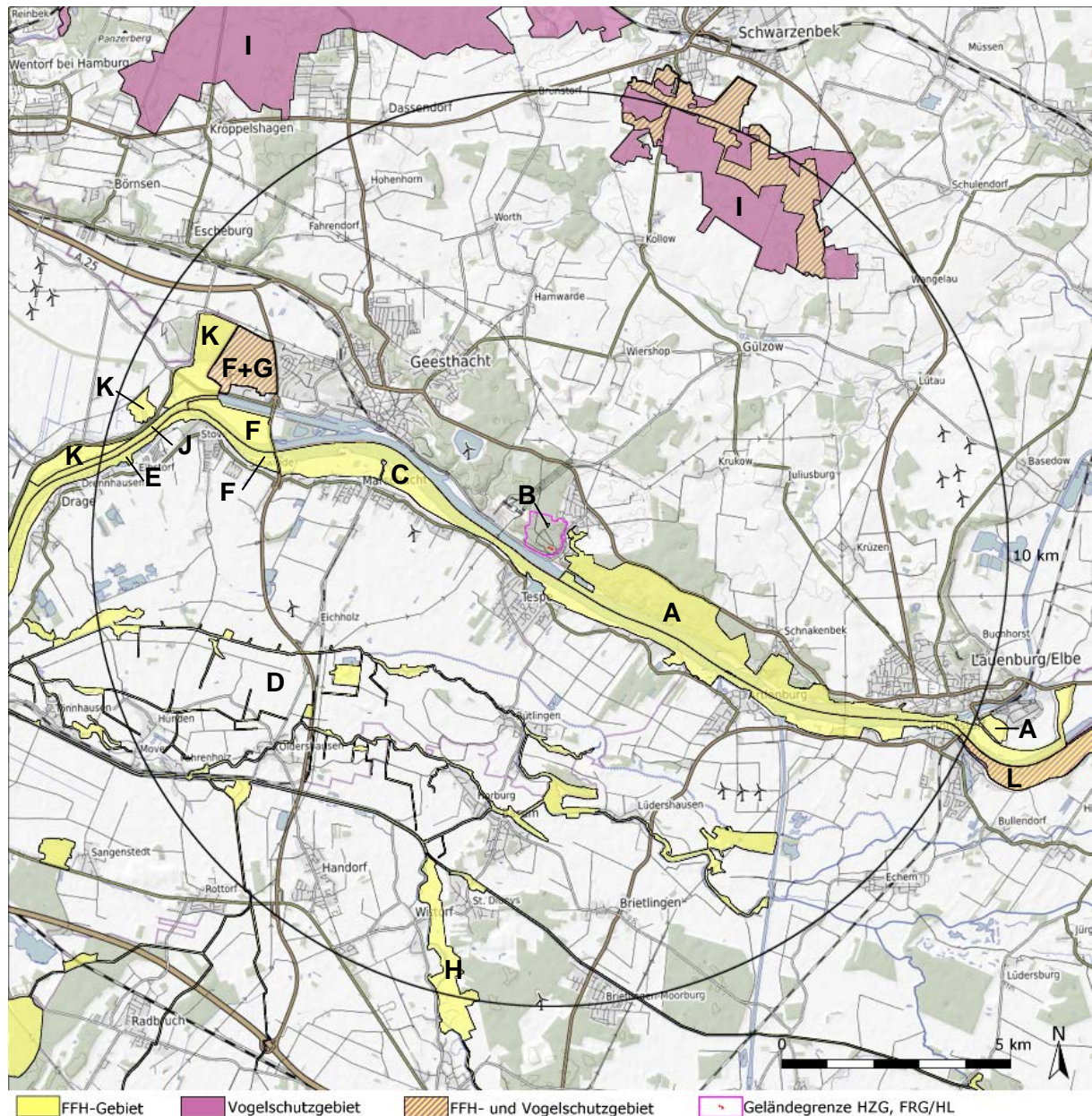


Abbildung 2-4: FFH und Vogelschutzgebiete im Umkreis von 10 km

Quelle: Fachdaten: Bundesamt für Naturschutz (BfN), LANDIS-BUND, Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM, Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA), Karte verändert

Das Landschaftsbild zu beiden Seiten der Elbe ist aufgrund der Entstehungsgeschichte sehr unterschiedlich. Die Landschaft im Bereich des HZG ist durch die eiszeitlichen Endmoränen geprägt. Sie weist ein unruhiges, hügeliges Relief und eine an die kleinräumig wechselnden Bodenverhältnisse angepasste Nutzung auf. Es ist so ein abwechslungsreiches Landschaftsbild entstanden. Charakteristisch ist der durch Schmelzwasserrinnen gegliederte

Steilhang zur Elbe hin. Linksseitig der Elbe erstreckt sich die völlig ebene, vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Marschlandschaft der Elbe, deren visuelles Erscheinungsbild im Wesentlichen durch Acker- und Grünlandflächen, wenige kleine Waldareale und den Elbdeich geprägt wird. Dünen sind nur sehr vereinzelt anzutreffen und sind dann häufig Standort der Siedlungsflächen /33/.

Flüsse sowie andere offene Gewässer in der Umgebung des HZG werden für die Freizeitgestaltung, Binnenschifffahrt, für den Sportbootverkehr oder für die Sportfischerei genutzt. Die Wälder in der Umgebung des Standortgeländes besitzen eine Bedeutung für die landschaftsgebundene Erholung. Hervorzuheben ist der Elbwanderweg, der entlang des Elbufers ca. 200 m SSW vom Anlagenzaun durch das Naturschutzgebiet „Hohes Elbufer“ führt und die Fernradwanderwege „Elbradweg“ und Radweg Hamburg-Rügen, die zunächst ebenfalls entlang des Elbufers, bei Tesperhude vom Flusslauf der Elbe jedoch nach Nordosten entlang der Tesperhuder Straße abbiegen, ebenso wie die gesondert ausgewiesene „Techniktour“ der Stadt Geesthacht /34/, eine Fahrradtourstrecke zur Technik- und Industriegeschichte der Stadt und seiner Stadtteile. Darüber hinaus bietet der Förderkreis Industriemuseum Geestacht e. V. geführte Rundgänge auf dem Gelände des heutigen Forschungszentrums an /35/.

Im am nächsten gelegenen Ortsteil Tesperhude befinden sich Cafes, Restaurants und Übernachtungsmöglichkeiten in ca. 50 m bzw. 200 m südlicher Richtung entlang der Elbuferstraße, sowie eine Bootsanlegestelle für Sportboote und Personenschifffahrt (Salonschiff Aurora), ein Grillplatz und ein Spielplatz am Elbufer. Der nächstgelegene Campingplatz „Campingplatz Hohes Elbufer“ befindet sich ca. 500 m SO, ebenfalls am Ufer der Elbe.

2.5 Gewerbe- und Industriegebiete, militärische Einrichtungen

Im Radius von 10 km befinden sich mehrere Industriegebiete. Nordwestlich des Standorts sind beispielsweise die Industriegebiete „Grüner Jäger“ und „Düneberg“ zu nennen.

Im Industriegebiet „Grüner Jäger“ gibt es eine Quarzschmelze, eine Maschinenfabrik, einen Maschinenteilhersteller und einen Großhändler. Das Gewerbegebiet „Düneberg“ weist eine höhere Anzahl an Industrieanlagen auf. Hierzu zählen beispielsweise elektrotechnische Betriebe oder Maschinenfabriken.

Außerdem befindet sich nordwestlich des Standorts das Kernkraftwerk Krümmel.

Innerhalb des 10 km Umkreises liegen keine militärischen Einrichtungen.

2.6 Verkehrswege

Die Zufahrtsstraße des HZG führt von der Bundesstraße 5 (B 5) auf das Gelände. Die B 5 verbindet das Anlagengelände mit der Stadt Geesthacht und der Stadt Lauenburg. Am nördlichen Elbufer führt die Elbuferstraße entlang, von dieser leiten mehrere Verbindungsstraßen auf die B 5. In etwa 800 m Entfernung entlang des südlichen Elbufers befindet sich die Landesstraße 217 zwischen Marschacht und Artlenburg.

Die Gleisanlage, die entlang des HZG führt, ist stillgelegt und im Bereich der Lager für radioaktive Abfälle und der zu errichtenden Zerlegehalle abgebaut.

Der Schifffahrtsweg Elbe führt unmittelbar im Südwesten am Standort vorbei. Durch die Nähe zur Stadt Hamburg, die gute Anbindung an überregionale Wasserstraßen sowie die Nordsee besteht ein hohes Nutzungsaufkommen in Bezug auf die Binnenschifffahrt.

In einem Umkreis von ca. 50 km befinden sich der internationale Flughafen Hamburg (37 km NW), der Flugplatz Uetersen-Heist (54 km NW) sowie die Landeplätze Lüneburg (17 km SSO), Hamburg-Finkenwerder (41 km WNW) und Lübeck-Blankensee (48 km NNO).

Im Umkreis von ca. 2 km des Standorts HZG und des Kernkraftwerks Krümmel (KKK) sowie bis zu einer Höhe von ca. 670 m ü. NN existiert ein Gebiet mit Flugbeschränkungen. Für den normalen Sichtflugverkehr besteht in diesem Gebiet ein Überflugverbot.

2.7 Meteorologische Verhältnisse

Das Klima der Metropolregion Hamburg, die als repräsentativ für die Stadt Geesthacht angesehen wird, wird wesentlich durch die Nähe von Nord- und Ostsee geprägt. Entsprechend dominieren maritime Wettereinflüsse, doch setzen sich bei östlichen Winden auch kontinentale Luftmassen durch. Typisch sind relativ milde Winter und oft nur mäßig warme Sommer bei meist wechselhafter Witterung. Mit dem Begriff „Klima“ wird im Allgemeinen eine längerfristige Wetterstatistik beschrieben. Eine häufig verwendete Statistik sind Mittelwerte verschiedener Klimaparameter über 30-jährige Zeiträume. Im Folgenden werden Ergebnisse

aktueller Beobachtungsdaten für Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeiten in der Metropolregion Hamburg im Zeitraum 1986 - 2015 zusammengefasst.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt nach dem Datensatz EOBS 12.0 /36/ 9,3 °C. Im Sommer werden im Durchschnitt 17 °C erreicht, während die mittlere Wintertemperatur etwa 2 °C beträgt (siehe Tabelle 2-5).

Tabelle 2-5: Mittelwerte der Temperatur im Zeitraum 1986 - 2015 (Datenquelle: EOBS 12.0 /36/).

Temperatur	Jahr	Frühling (20.03.– 21.06.)	Sommer (21.06.– 23.09.)	Herbst (23.09.– 21.12.)	Winter (21.12.– 20.03.)
Mittel in [°C]	9,3	8,7	17,0	9,6	1,9

Inversionswetterlagen treten vor allem in den Monaten November bis Februar auf. Sie können mehrere Tage andauern und zu einer Anreicherung der Luftmassen mit Aerosolen führen. In den Ausbreitungsrechnungen wird dies entsprechend der Berechnungs- und Verwaltungsvorschriften der StrISchV /10/ berücksichtigt.

Im langjährigen Mittel (1986 - 2015) fallen etwa 721 mm Niederschlag im Jahr. Der meiste Niederschlag wird hierbei im Sommer (etwa 220 mm) und der geringste im Frühling (etwa 141 mm) gemessen (siehe Tabelle 2-6).

Tabelle 2-6: Mittlere Niederschlagssummen im Zeitraum 1986 - 2015 (Datenquelle: EOBS 12.0 /36/).

Niederschlagssumme	Jahr	Frühling (20.03.– 21.06.)	Sommer (21.06.– 23.09.)	Herbst (23.09.– 21.12.)	Winter (21.12.– 20.03.)
Mittel in [mm]	721	141	220	180	182

Das Windklima der Region ist räumlich stark geprägt von hohen Windgeschwindigkeiten über dem Meer und in Küstennähe und niedrigeren Windgeschwindigkeiten im Landesinneren. Saisonal finden sich die höchsten Windgeschwindigkeiten im Winter (im Mittel etwa 5,4 m/s) und im Herbst (4,9 m/s) /37/. Im Sommer liegt die Windgeschwindigkeit im Mittel am niedrigsten (siehe Tabelle 2-7).

Tabelle 2-7: Mittlere Windgeschwindigkeit im Zeitraum 1986 - 2015 (Datenquelle: coast-Dat-2 /37/).

Mittlere Windgeschwindigkeit	Jahr	Frühling (20.03.– 21.06.)	Sommer (21.06.– 23.09.)	Herbst (23.09.– 21.12.)	Winter (21.12.– 20.03.)
in [m/s]	4,9	4,7	4,4	4,9	5,4
in [km/h]	17,6	16,9	15,8	17,6	19,4
Beaufortskala	3	3	3	3	3

Die Häufigkeit der Windrichtungen in 10 m Höhe ist für die Jahre von 2010 bis 2014 (5 Jahre) in Form einer 12-teiligen Windrose in Abbildung 2-5 dargestellt /38/. Die Abbildung zeigt eine vorherrschende Windrichtung aus Südwesten.

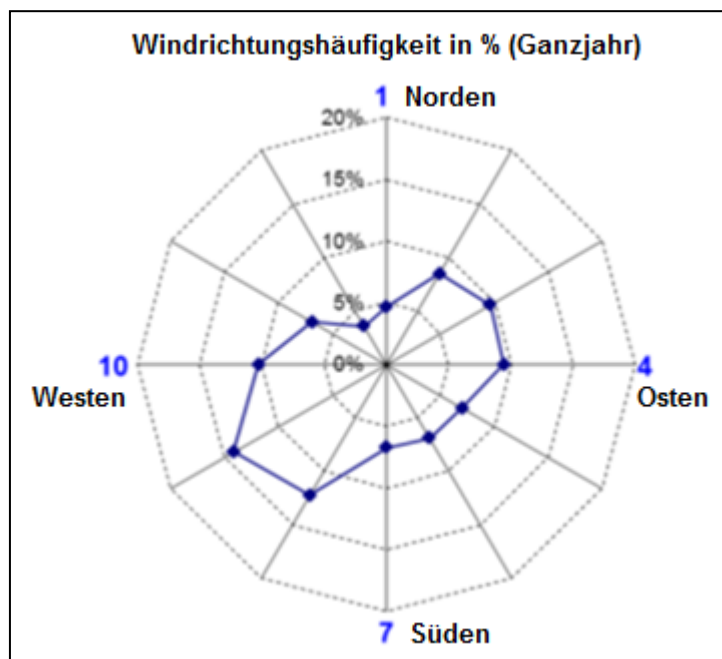


Abbildung 2-5: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen in Prozent (%) in 10 m Höhe

2.8 Geologische Verhältnisse

Der Standort liegt unmittelbar am waldreichen Geesthang, der aus sandigen und kiesigen Ablagerungen der saalezeitlichen Grund- und Endmoränen besteht. Diese Altmoränenlandschaft wurde im Zuge des Eem-Interglazials von Flugsanden und danach von Sanden der folgenden Weichseleiszeit überprägt. Der heutige Steilhang, dessen unmittelbarer Versatz zur Elbe hin 60 - 90 m betragen kann, stellte gegen Ende der letzten Eiszeit, der Weich-

seleiszeit, vor etwa 14.500 Jahren, das nördliche Ufer des Elbe-Urstromtales dar. Er bildete sich im Verlauf der Weichseleiszeit, als die auf dem Gebiet des heutigen Nord- und Nordostdeutschlands stehen gebliebenen Gletscher schmolzen und die Schmelzwassermassen über das Elbe-Urstromtal in die tiefer gelegene Nordsee abflossen. Der nördliche Geesthang der von Hamburg-Bergedorf bis Geesthacht reicht, bildete das ehemalige Ufer des Elbe-Urstromtals. Einsetzende Erosion schuf sowohl schluchtartige Einschnitte in den Geesthang, als auch relief- und gewässerärmere Gebiete.

Die Geologie der Region ist in dieser Hinsicht über die letzten Jahrtausende unverändert geblieben und erstreckt sich von Hamburg-Bergedorf über Escheburg bis nach Geesthacht /39/.

Im Sicherheitsbericht für den FRG-1 wurden die örtlichen geologischen und bodenmechanischen Verhältnisse mittels eines Gutachtens von 1957 /40/ beschrieben. Der Standort befindet sich auf quartären Lockersedimenten. In den durchgeführten Bohrungen wurde Geschiebelehm und kalkhaltiger Geschiebemergel erbohrt. Dies sind Gemische aus Sand und Kies mit Schluff und Ton.

Bodenkundlich stellen sich in der Standortumgebung nördlich und südlich der Elbe sehr unterschiedliche Verhältnisse dar. Auf der Geest sind unter Wald und Ackerland Braunerden und vereinzelt Parabraunerden, im Bereich von Flugsand- und Dünenflächen auch Podsole vorzufinden.

Südlich der Elbe sind ertragreiche und daher überwiegend landwirtschaftlich genutzte Marschböden und Hochflutablagerungen der Elbe anzutreffen. Diese Böden sind überwiegend grundwasserbeeinflusst und nutzungsbedingt insbesondere im Bereich der Bodenoberfläche durch Bearbeitung und Entwässerung geprägt.

2.9 Hydrologische Verhältnisse

2.9.1 Grundwasser

Das Gelände des HZG liegt auf einem Geesthang. Die Geest zeichnet sich durch den kleinräumigen Wechsel von wasserdurchlässigen, sandigen und undurchlässigen lehmigen bzw. mergeligen Schichten aus, die lokal auch grundwasserführend sein können. In den kleinräumig sehr unterschiedlich ausgeprägten Moränengebieten ist jedoch davon auszugehen, dass

diese Stau- und Schichtwässer nicht großflächig miteinander verbunden sind und ein geschlossener Grundwasserhorizont ausgebildet ist. An den Geesträndern treten zum Elbtal hin stärkere Gefälle des Grundwasserspiegels auf. Der Grundwasserstand liegt am Standort auf Höhe des Elbwasserspiegels (ca. 4 m ü. NN). Somit können in der unmittelbaren Umgebung des Forschungszentrums weitere kleinräumig ausgeprägte, natürliche Vorfluter liegen, die intermittierend oder perennierend jedoch nur gering Wasser führen und keine großräumige Ausdehnung haben.

Die Hauptfließrichtung des Grundwassers im Bereich des Standorts ist in nördlicher bis nordwestlicher Richtung. Im Bereich der FRG wurde bei Bohrarbeiten bis zu einer Tiefe von 8 m (entspricht 31,8 m ü NN) kein Grundwasser angetroffen. Im Bereich der zu errichtenden Zerleghalle wurde bei den durchgeführten Bohrarbeiten in Tiefen von 12,4 m bzw. 14,9 m unter Gelände (entspricht ca. 8,3 bzw. 5,9 m ü. NN) Grund- bzw. Schichtenwasser angetroffen. Es handelt sich hierbei vornehmlich um Stauwasser, welches sich oberhalb der gering wasserdurchlässigen Böden (Beckenschluff, Mergel) insbesondere nach anhaltenden Niederschlägen bildet.

2.9.2 Trinkwasser

In etwa 1,5 km Entfernung zum Standort befindet sich das Wasserwerk Krümmel mit vier Förderbrunnen mit einer Fördertiefe zwischen 70 und 120 m. Das Trinkwassergewinnungsgebiet (Einzugsgebiet des Trinkwassers durch die Entnahme) erstreckt sich von Krümmel in nord-nordöstlicher Richtung bis Schwarzenbek. Das HZG-Gelände befindet sich ca. 500 m südöstlich vom Trinkwassergewinnungsgebiet.

Etwa 5,3 km nordwestlich sind weitere Tiefbrunnen (Wasserwerk Richtweg) zur öffentlichen Wasserversorgung Geesthachts zu finden. Bei Borghorst entnehmen die Hamburger Wasserwerke Elbwasser, welches zur Versorgung des Bewässerungssystems des Stadtteils Altengamme, jedoch nicht als Trinkwasser dient.

2.9.3 Oberflächengewässer

Prägendes Oberflächengewässer im Umfeld des Forschungszentrums ist der Flusslauf der Elbe. Die Elbe verläuft etwa in Südost-Nordwest-Richtung zwischen Lauenburg im Süden und Geesthacht im Norden. Die Elbe wird im Bereich des HZG nicht mehr von der Tide be-

einflusst. Der von der Tide beeinflusste Bereich der Elbe reicht heute von ihrer Mündung in die Nordsee bei Cuxhaven bis zur Staustufe und Wehr in Geesthacht. Der Elbe-Strom hat bis zum Wehr in Geesthacht etwa ein Einzugsgebiet von 135.013 km² /41/ und an dieser Stelle einen mittleren Abfluss von ca. 728 m³/s.

Schließlich befindet sich in rund 2,7 km Entfernung nordwestlich des Standorts das Oberbecken des Pumpspeicherwerks Geesthacht.

Im Falle eines Elbehochwassers sind Überflutungen des Geländes auf dem Geesthang aufgrund des sprunghaften Anstiegs der Geländehöhe von ca. 50 m ü. NN nicht zu erwarten.

2.10 Seismische Verhältnisse

Der Standort HZG liegt in der norddeutschen Tiefebene. Die Gebietseinheit befindet sich gemäß der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 /42/ in keiner Erdbebenzone (Abbildung 2-6). Gebiete mit der Erdbebenzone 0 sind in etwa 300 km Entfernung vorzufinden.

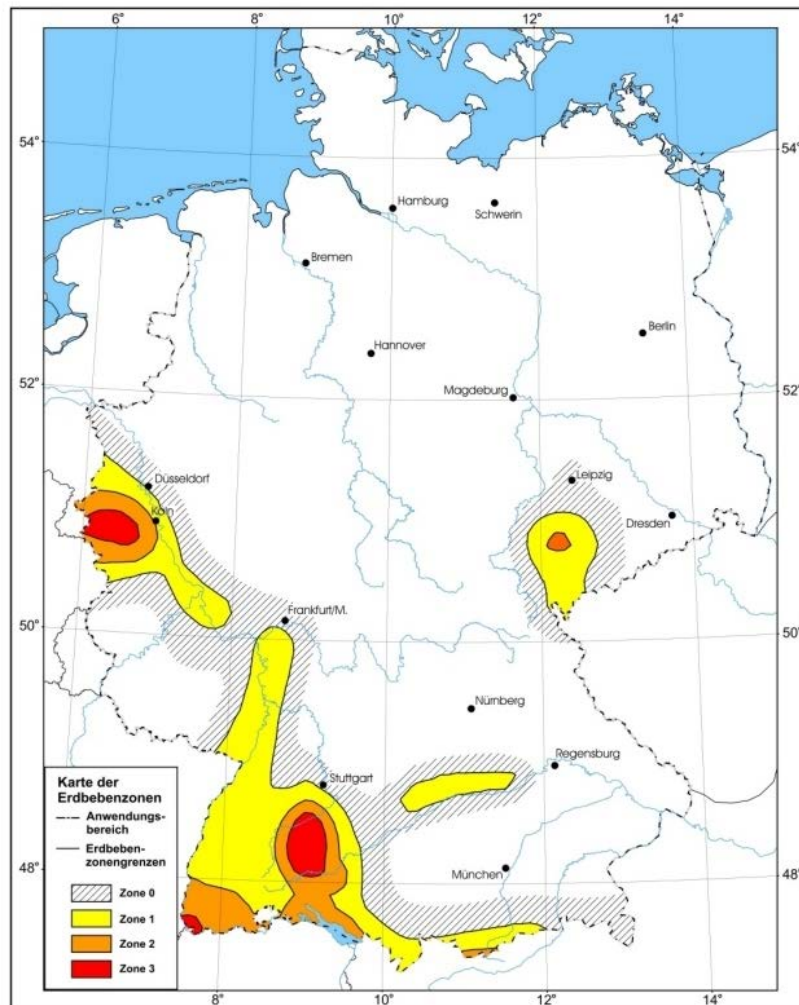


Abbildung 2-6: Karte der Erdbebenzonen in Deutschland /42/

2.11 Radiologische Vorbelastung

Die radiologische Situation am Standort des HZG wird im Wesentlichen bestimmt durch:

- das Kernkraftwerk Krümmel (KKK)
- und das Standort-Zwischenlager Krümmel (SZK).

Das KKK und das SZK befinden sich nordwestlich in etwa einem Kilometer Entfernung zur Forschungsreaktoranlage Geesthacht. Die für den Betrieb des KKK genehmigten Grenzwerte führen zu einer Strahlenexposition unterhalb der in § 47 StrlSchV festgelegten Grenzwerte /10/. Das Standortzwischenlager Krümmel hat keinen Einfluss auf die radiologische Vorbe-

lastung, da eine mögliche Direktstrahlung aufgrund der Entfernung keinen Einfluss auf den Standort HZG hat.

Die effektive Dosis für die radiologische Vorbelastung durch das KKK über den Luftpfad liegt unter Einbezug der genehmigten Abgabewerte des KKK unter 0,1 mSv im Kalenderjahr /38/.

Für den auf dem Gelände des HZG nach § 7 StrlSchV (bzw. § 3 StrlSchV in früheren Ausführungen) genehmigten Umgang (Bereitstellungshalle, HAKONA) sowie die Einrichtungen der Landessammelstelle sind keine radioaktiven Ableitungen mit der Fortluft im bestimmungsgemäßen Betrieb vorgesehen. Für diese Anlagen bzw. Einrichtungen existieren keine Fortluftanlagen, die eine gezielte Entlüftung der jeweiligen Gebäude ermöglichen. Daher ist aus diesen Anlagen bzw. Einrichtungen auch dann keine signifikante Aktivitätsabgabe gegeben, wenn in der jeweiligen Innenluft die Aktivitätsgrenzwerte nach Anlage VII Teil D Tabelle 4 in Verbindung mit § 47 Abs. 4 StrlSchV ausgeschöpft würden.

Die effektive Dosis für die radiologische Vorbelastung durch das KKK über den Wasserpfad (Nahbereich HZG) liegt unter Einbezug der genehmigten Abgabewerte des KKK unter 0,1 mSv im Kalenderjahr /43/. Dabei sind zusätzlich auch mögliche Vorbelastungen durch weitere Anlagen und Einrichtungen, wie Forschungseinrichtungen und Krankenhäuser (z. B. durch Radionuklidausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin) berücksichtigt.

Für den Fernbereich (Elbe abwärts, im Tideeinflussbereich bei Brunsbüttel) werden zusätzlich die radiologischen Vorbelastungen durch die Kernkraftwerke Stade (KKS), Brokdorf (KBR) und Brunsbüttel (KKB) unter Einbezug deren genehmigter Abgabewerte berücksichtigt. Hieraus resultiert eine effektive Dosis von kleiner 0,2 mSv im Kalenderjahr.

3 Beschreibung des Ausgangszustandes

3.1 Beschreibung des Ausgangszustandes der FRG und des HL

Das Reaktorgebäude mit dem Forschungsreaktor FRG-1 und den noch vorhandenen Anlagenteilen des Forschungsreaktors FRG-2 (siehe Kapitel 3.1.3) sowie das Heiße Labor befinden sich auf dem Gelände der Forschungsreaktoranlage Geesthacht. Darüber hinaus befinden sich weitere Nebengebäude und Anlagenbereiche der FRG, wie z. B. die Dekostation, das Brunnenhaus und das Säurelager I, auf diesem Gelände (siehe Abbildung 3-1 und Tabelle 3-1).

Für den Abbau werden keine weiteren Gebäude errichtet.

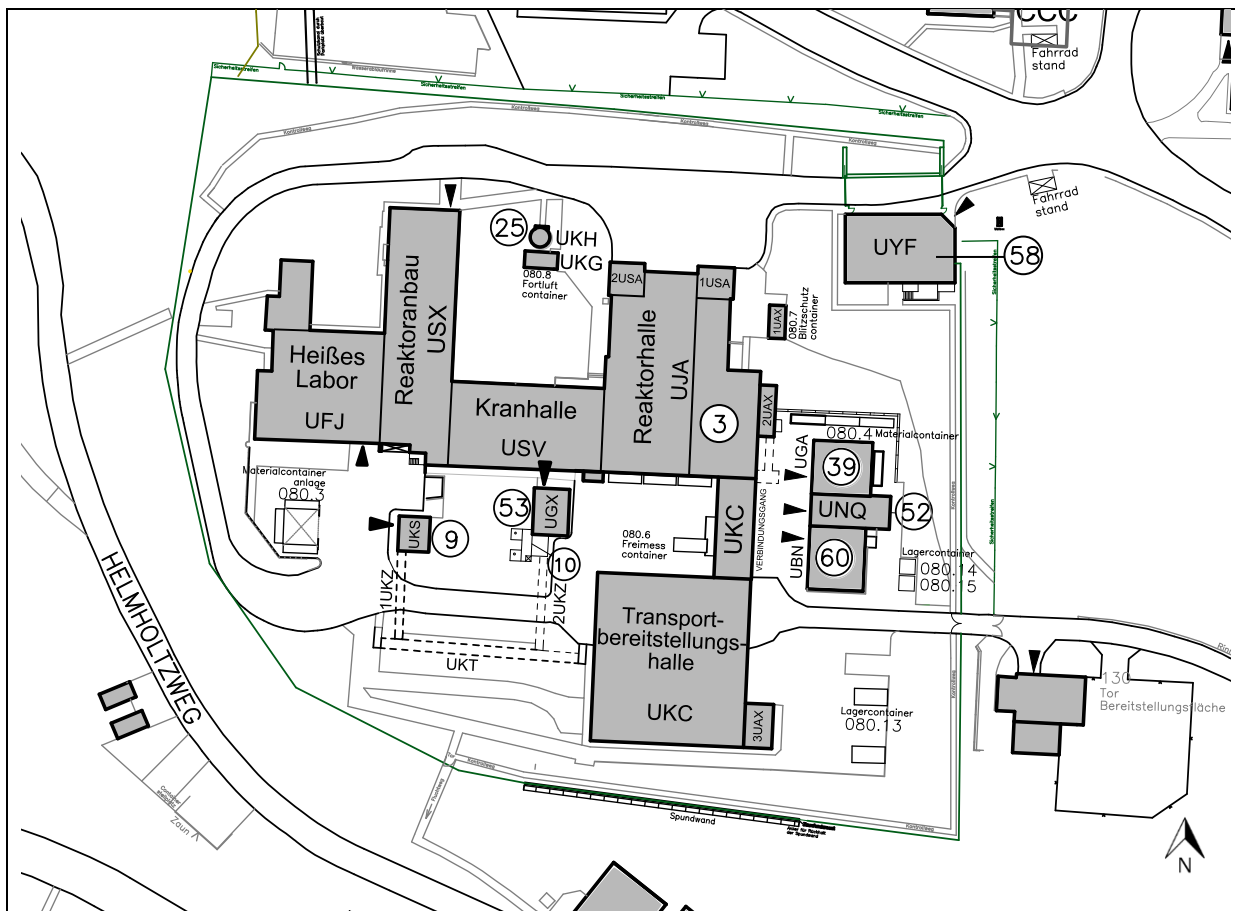


Abbildung 3-1: Lageplan Gebäude und Anlagenbereiche der FRG und des HL

Tabelle 3-1: Bezeichnung und Abmessungen der Gebäude

Gebäude	Kennzeichen	Name	Abmessungen [m]		
			Länge	Breite	Höhe
03	UJA	Reaktorhalle	22,6	38,0	19,7
03	USV	Kranhalle	27,9	15,0	13,0
03	USX	Reaktoranbau	12,7	44,5	15,9
03	UFJ	Heißes Labor (ohne Dosimetrie)	22,9	22,2	12,6
03	UFJ	Dosimetrieerbau	8,0	13,0	6,7
03	UKC	Verbindungsgang	18,5	6,9	6,5
03	UKC	Transportbereitstellungshalle	28,0	31,0	8,0
03	UKT	Bediengang radioaktiver Abwasserbehälter	36,9	2,3	2,2
03	1UKZ 2UKZ	2 Verbindungsschächte zu den radioaktiven Abwasserbehältern	17,0	1,4	1,1
			17,0	1,4	1,1
09	UKS	Dekostation	5,6	6,4	7,9
-	UKG	Fortluftcontainer	6,1	2,4	2,6
25	UKH	Fortluftkamin	3,8	-	64,5
39	UGA	Brunnenhaus	10,6	9,6	4,5
52	UNQ	Kompressorhaus	14,3	5,9	4,5
53	UGX	Säurelager I	6,4	8,5	3,5
58	UYF	Wachgebäude	22,0	14,5	7,0
60	UBN	Notstromgebäude	10,3	11,6	5,8

Der FRG-1 wurde am 28. Juni 2010 endgültig abgeschaltet und befindet sich in der Nachbetriebsphase. Nachfolgend werden

- die Gebäude und Anlagenbereiche,
- das Funktionsprinzip der Anlagen,
- die Anlagenhistorie sowie
- der technische und radiologische Anlagenzustand

übergeordnet dargestellt.

3.1.1 Gebäudekomplex Forschungsreaktoranlage, Heißes Labor und weitere Nebengebäude der FRG

Der Gebäudekomplex Forschungsreaktoranlage und Heißes Labor sowie weitere Nebengebäude und der Anlagenzaun sind in Abbildung 3-1 bzw. Anlage 2 dargestellt.

Der Gebäudekomplex Forschungsreaktoranlage und Heißes Labor besteht aus dem auf der Ostseite gelegenen Reaktorteil, der sich in Richtung Süd-Nord als ein Hallenbau über dem Reaktorbecken erstreckt. Dazu gehören außerdem die Laborbauten, bestehend aus alter Versuchshalle, Ost-West-Labortrakt, Bestrahlungskanal und dem westlich anschließenden Gebäudeteil mit den Heißen Zellen.

Reaktorteil des Gebäudes (Geb. 03, UJA)

Im Reaktorteil des Gebäudes befindet sich das Reaktorbecken, das sich in 4 Bereiche aufgliedert:

- Betriebsbecken mit thermischer Säule (Becken I) (FRG-1),
- Betriebsbecken mit Bestrahlungsfenster (Becken II),
- Lagerbecken (Becken III) und
- Versuchsbecken (Becken IV) (FRG-2).

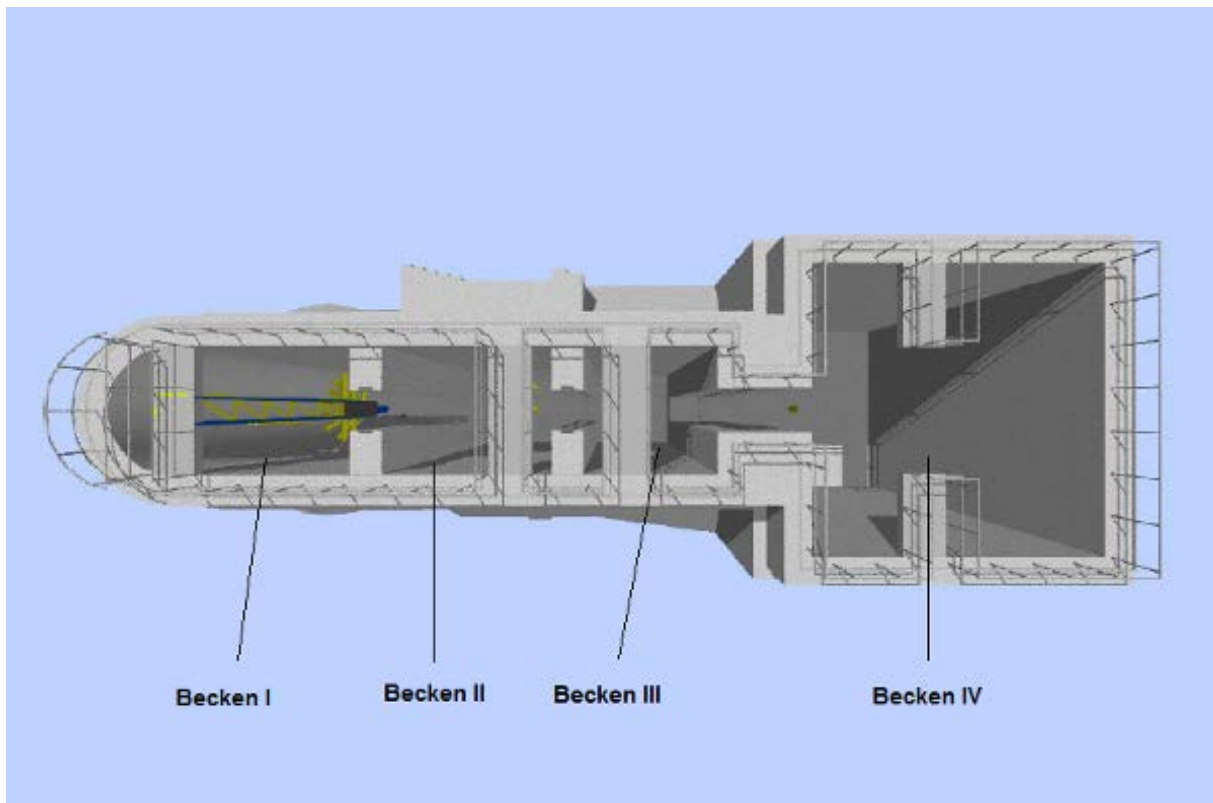


Abbildung 3-2: Draufsicht auf das Reaktorbecken

Das Reaktorbecken (Abbildung 3-2) ist in den Geesthang hinein gebaut; die Becken III und IV sind vom Erdreich umgeben, die Wandungen dieser Becken haben daher nur den statischen Druck aufzunehmen. Im Bereich der Becken I und II besteht die Beckenwand im unteren Teil aus einer bewehrten 180 cm starken Schicht aus Schwerbeton und einer 60 cm starken, dem Beckeninneren zu liegenden Schicht aus normalem Beton. Die Wasserdichtigkeit wird durch eine zwischen der Schwer- und Normalbetonschicht eingebaute, 0,5 cm starke Stahlwanne erzielt. Die Beckenwand und die Wanne werden durchsetzt von den Wasserein- und -auslaufstutzen, dem Bestrahlungsfenster der thermischen Säule, der Zwischenkammer mit Rohrpostleitungen und den Strahlrohren. Die Verbindung zwischen der einbetonierten Stahlwanne und den Beckendurchbrüchen wurde derart hergestellt, dass diese Teile, soweit sie aus Stahl waren, Flansche erhielten, die mit der Stahlwanne verschweißt wurden. Bei den aus Aluminium bestehenden Strahlrohren wurde die Stahlwanne mit einem Mantelrohr verschweißt und der Zwischenraum zwischen Aluminiumrohr und Stahlmantelrohr mit plastischem PU-Harz ausgefüllt. Die Auskachelung des Reaktorbeckens erbringt einen weiteren Schutz gegen Eindringen des Wassers in den Beton. Die Ausführung der Kachelung und der Verfugung erfolgte so, dass die Kacheln nach einem Voranstrich auf eine, die Betonwand durchgehend bedeckende Schicht von UP-Harz gebracht wurden. Durch Aneinan-

derschieben der Kacheln in UP-Harz-Bett entstand zwischen den Kacheln eine mit UP-Harz gefüllte Fuge von 3 mm. Sonstige vorhandene Durchführungen sind ebenfalls mit Beton, UP-Harz und PU-Harz gedichtet. Die Reaktorhalle ist auf der +9,0 m Ebene (Beckenflurebene) durch eine Zwischendecke von der alten Versuchshalle getrennt. Die Zwischendecke ist die räumliche und somit auch die Lüftungstechnische Trennung des Reaktorgebäudes von der alten Versuchshalle. Die Reaktorbeckenwände dienen daher auch gleichzeitig als Auflager für die Decken. Um horizontal wirkende Kräfte aus den einzelnen Deckenteilen nicht in die Beckenwände zu leiten, wurden als Deckenaufleger Kreuzrollenlager gewählt.

Die einzelnen Becken können durch zweiteilige Aluminium-Beckentore voneinander getrennt werden. Hierfür sind in die Beckendurchbrüche U-Aluminiumprofile mit einbetoniert worden, in die diese zweiteiligen Tore hineingeschoben werden. Der untere Teil des Beckentors zwischen Becken III und IV ist fest in seiner Halterung eingebaut. Während dieses fest installierte Beckentor nach beiden Seiten hin abdichtet, haben die anderen Tore eine einseitige Gummidichtung. Mit Hilfe eines Krans und einer Traverse können die Beckentorhälften herausgezogen und in dafür vorgesehenen Halterungen an den Beckenwänden abgesetzt werden.

Die thermische Säule besteht aus einem Gehäuse aus Stahl. Der Aufbau der thermischen Säule ist in 3 Teile mit unterschiedlichen Querschnitten unterteilt. Die innenliegenden Teile sind mit 1 mm starken Cadmium-Platten versehen und der äußere Teil mit einer 6 mm starken Boral-Platte ausgekleidet, um die Aktivierung des Gehäuses herabzusetzen. Zum Becken hin ist die thermische Säule mit einer 2,5 cm starken, verstrehten Al-Platte verschlossen. Hinter dieser Platte ist eine 10 cm starke Schicht aus Bleiziegeln aufgebaut, um die γ -Strahlung zu reduzieren. Das Gehäuse ist gefüllt mit Graphitblöcken von $10 \times 10 \text{ cm}^2$ Querschnitt bei verschiedenen Längen. An 4 Stellen können die Graphitblöcke herausgezogen werden, so dass Kanäle von $10 \times 10 \text{ cm}^2$ Querschnitt entstehen. Entsprechende verschließbare Öffnungen befinden sich im Tor der thermischen Säule.

Über den Becken, völlig von der alten Versuchshalle getrennt, ist die Reaktorhalle, als Betonkonstruktion ausgeführt, errichtet. Zur thermischen Isolierung der Hallenwände ist eine 15 cm starke Schwemmsteinschicht innen vorgesetzt. Auf der Schwemmsteinschicht ist Putz mit einem Dekontanstrich aufgebracht. In der Halle befinden sich an der Ost- und Westseite in 5 m Höhe die Luftzu- und -abführungskanäle. Weiter befinden sich an der Ost- und Westseite der Reaktorhalle die Laufschiene für einen Kran von 16 Mg Hubkraft.

Auf der südlichen Seite des Gebäudeteils führt eine Treppe in den Leitstand. Vom Leitstand aus führt eine Treppe zu einem Ausstieg auf das Dach des Leitstandes.

Alte Versuchshalle

Um das Becken I und teilweise um das Becken II befindet sich auf der Höhenkote $\pm 0,0$ m, die alte Versuchshalle, die zur Durchführung von Experimenten an den Strahlrohren des FRG-1 diente. Die alte Versuchshalle ist durch eine Schleuse mit der separat beantragten TBH verbunden. Vom Bereich der Schleuse ist auch eine Einrichtung zur Freimessung radioaktiver Reststoffe zugänglich.

Der unterkellerte Bereich erstreckt sich über zwei Bereiche. In einem Kellerbereich befinden sich Nebenanlagen des Forschungsreaktors (elektrische Verteilerstation, Lagerraum). In dem anderen Bereich, dem sogenannten RA-Keller (Kontrollbereich) befinden sich in erster Linie die Komponenten des Primärkreises. Von dem direkt unterhalb der Becken befindlichen Rohrkanal mit den Wasserzufluss- und Abflussleitungen besteht eine Verbindung in westlicher Richtung zum RA-Keller, der sich unterhalb der sogenannten Kranhalle befindet (siehe Anhang 1). Dieser Keller ist durch meterdicke Betonwände von den umgebenden Hallen- und Kellerräumen getrennt. Der Zutritt zum RA-Keller ist nur von der Kranhalle aus durch Entfernen eines 105 cm starken Abdeckblocks aus Beton möglich. An dem bisher beschriebenen Bauteil ist – mit seiner Längsachse senkrecht zur Längsachse des Reaktorhallen- und Beckenkomplexes – ein Labortrakt mit 4 Geschossen angebaut (siehe Anlage 2).

Kranhalle mit Bestrahlungskanal und Verpackungsraum (Geb. 03, USV)

An der Nordseite dieses Labortraktes zieht sich auf der Höhenkote $\pm 0,0$ m der Bestrahlungskanal entlang. Der Kanal ist mit 150 cm starken Wänden aus Schwerkton gegen die Kranhalle abgeschirmt (die sich über die 3 unteren Geschosse des Laboranbaus erstreckende Halle wird als Kranhalle bezeichnet.). Der Bestrahlungskanal mündet in einem Durchbruch durch die westliche Wand des Beckens II, von dem ein Fenster aus 5 cm dickem Aluminium in Art eines Erkers in das Becken II hineinragt. Der Wanddurchbruch, ein Stahlgehäuse von $150 \times 200 \text{ cm}^2$ Querschnitt, ist ca. 300 cm lang.

Nach Westen zu schließt sich zunächst ein Raum an, der mit 150 cm starken Wänden aus Normalbeton gegen die alte Versuchshalle abgeschirmt ist. Der in der alten Versuchshalle liegende Raum oberhalb der Bestrahlungskammer wird als Sondenraum bezeichnet.

An die Bestrahlungskammer schließt sich nach Westen die RA-Reinigung an. Hier sind die Komponenten der radioaktiven Reinigungskreisläufe aufgestellt. Die Wand zur Kranhalle hat 2 Beobachtungsfenster mit gleicher Abschirmwirkung wie die Wand. Ein Brückenkran ist eingebaut. Wände und Fußboden sind mit einer Zwei-Komponenten Kunststoffbeschichtung versehen. Durch ein Tor aus Schwerbeton (60 cm stark) ist die RA-Reinigung von dem Verpackungsraum getrennt. In der Fahrgrube dieses Tores befinden sich Bodenabläufe.

Der Verpackungsraum (Betonzelle 1) ist durch 120 cm starke Schwerbetonwände gegen die Kranhalle abgeschirmt. Der Raum besitzt eine Arbeitsstation mit einem Beobachtungsfenster und zwei Manipulatoren. In dem Verpackungsraum befinden sich in senkrechter Lage einbetonierte Stahlrohre von 100 cm Länge und 15 cm Durchmesser. Jedes Rohr hat eine Ablaufleitung, die in das radioaktive Abwassersystem mündet. Zum Transport von Proben diente ein 2 Mg-Brückenkran. Durch ein 120 cm dickes Schiebetor aus Schwerbeton wird der Verpackungsraum an der Westseite abgeschlossen.

Der Zugang zum Bestrahlungskanal erfolgt durch eine Tür. Südlich des Bestrahlungskanals erstreckt sich über 3 Geschosse die Kranhalle. Dort befindet sich ein Kran von 7,5 Mg Hubkraft (Laufschiene an der Nord- und Südseite der Halle). Südlich der Kranhalle befinden sich Arbeitsräume in 3 Geschossen in den Höhenkoten $\pm 0,0$ m; +3,0 m und +6,0 m. Über diesem Arbeitsräumen und der Kranhalle erstreckt sich ein 4. Geschoss mit weiteren Arbeitsräumen.

Heißes Labor (Geb. 03, UFJ)

Das Heiße Labor ist im westlichen Anbau des Reaktorgebäudes untergebracht. Das Heiße Labor umfasst die Betonzellen 2, 3 und 4, zwei rückwärtige Isolierräume und den Dekontaminationsraum, den Bedienraum, den Großen und Kleinen Bleizellenraum, die Warme Werkstatt und einen Messraum für die Analytik radioaktiver Proben. Die Warme Werkstatt befindet sich über dem Kleinen Bleizellenraum. An weiteren Nebenräumen gehören zum Heißen Labor die Personenschleuse mit den Wasch-, Dusch- und Umkleidemöglichkeiten und einige Kellerräume.

Die Betonzellen 2 bis 4 sind mit einer Stahlauskleidung, Fenstern, Deckenöffnungen, Schleusen und einem die Zellen verbindenden Transporttunnel ausgestattet. Die Abmessungen der drei Zellen sind $6 \times 3 \times 4$ m, $3 \times 3 \times 4$ m und $3 \times 3 \times 4$ m (BxTxH). Die Betonzellen

verfügen über Manipulatoren zur Außenbedienung. Die Betonzelle 2 besitzt zusätzlich einen Lastmanipulator, die Betonzellen 3 und 4 zusätzlich jeweils einen Kran.

An die Seitenwand der Betonzelle 4 schließt sich der Dekontaminationsraum an. Im Dekontaminationsraum befindet sich außerdem die Beschickungsstation für den Transporttunnel der Betonzellen 2 bis 4. Sie besteht aus einer mit Blei abgeschirmten Box (Bleizelle 1), in die der Transporttunnel einmündet.

Dosimetrieanbau (Geb. 03, UFJ)

In einem nachträglich errichteten nördlichen Anbau an das Heiße Labor sind die Dosimetriezellen untergebracht. Dort wurde die Aktivität von Monitordrähten und -folien zur Bestimmung der Neutronenfluenz gemessen.

Der Dosimetrieanbau enthält im Erdgeschoss eine Bleizellenreihe, bestehend aus einer Depotzelle und zwei Messzellen sowie einen Bedienraum und darüber eine Halle. Die Depotzelle diente zur Annahme und Weitergabe von Monitordrähten und -folien an die Messzellen. Dahinter befindet sich ein abgeschirmtes Probenlager. Links und rechts von der Depotzelle befindet sich je eine Messzelle.

Dekostation (Geb. 09, UKS)

Die Dekostation ist ein zweigeschossiges Gebäude auf einem Stahlbetonfundament. Der Kellerbereich ist aus Stahlbeton und der Hochbau aus Stahlbeton mit Mauerwerk gefertigt. Die Fassade besteht aus einem Verblendmauerwerk. In der Dekostation befinden sich die Hilfssysteme der radioaktiven Abwasseranlage.

Brunnenhaus (Geb. 39, UGA)

Das Brunnenhaus ist ein eingeschossiges Mauerwerksgebäude mit Stahlbetonstützen auf einem Stahlbetonfundament. Die Fassade besteht aus einem Verblendmauerwerk. Im Brunnenhaus befinden sich die Gebäudedruckluftversorgung sowie die Frischwasseraufbereitungsanlage.

Kompressorhaus (Geb. 52, UNQ)

Das Kompressorhaus ist ein eingeschossiges Mauerwerksgebäude mit Stahlbetonstützen auf einem Stahlbetonfundament. Die Fassade besteht aus einem Verblendmauerwerk. Das Kompressorhaus ist in zwei Raumbereiche unterteilt. In einem Raumbereich befindet sich die

Niederspannungsanlage NS 4, in dem anderen Raumbereich ist die Fassfreimessanlage aufgestellt.

Säurelager I (Geb. 53, UGX)

Das Säurelager I ist ein eingeschossiges Mauerwerksgebäude mit Stahlbetonstützen auf einem Stahlbetonfundament. Die Fassade besteht aus einem Verblendmauerwerk. Im Säurelager I befinden sich Lagertanks für Salzsäure und Natronlauge. Diese Medien werden für die Regenerierung der radioaktiven Mischbettfilter benötigt.

Wachgebäude (Geb. 58, UYF)

Das Wachgebäude ist ein zweigeschossiges Gebäude auf einem Stahlbetonfundament. Die Fassade besteht aus einem Verblendmauerwerk. Das Wachgebäude dient der Zugangskontrolle zur Forschungsreaktoranlage und zum Heißen Labor.

Notstromgebäude (Geb. 60, UBN)

Das Notstromgebäude ist ein eingeschossiges Gebäude aus Stahlbeton auf einem Stahlbetonfundament. Die Fassade besteht aus einem Verblendmauerwerk. Im Notstromgebäude befinden sich räumlich und brandschutztechnisch getrennt die beiden Notstromanlagen SSA 1 und SSA 2.

3.1.2 Funktionsprinzip der FRG und des HL

Der FRG-1 produzierte Neutronen für die wissenschaftliche Forschung. Die Neutronen wurden über Strahlrohre an verschiedenen Experimentiereinrichtungen in der Versuchshalle zur Verfügung gestellt. Seit der Inbetriebnahme bis zur endgültigen Abschaltung wurde der FRG-1 immer wieder an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst und der Neutronenfluss durch zweimalige Kernkompaktierung sowie die Installation und Optimierung der Kalten Neutronenquelle mehrfach gesteigert. Darüber hinaus wurden auch Probenbestrahlungen für die Neutronenaktivierungsanalyse für in- und externe Nutzer im Kern durchgeführt. Mit den Experimenten am FRG-1 wurden einzigartige Ergebnisse bei der Untersuchung von Werkstoffen und Materialien erzielt, die die Entwicklung neuer Werkstoffe voranbrachten und deren Qualität sicherten.

Der FRG-2 wurde vorwiegend als Materialprüfreaktor eingesetzt. Zur Bestrahlung von Werkstoffproben wurden eine Reihe von instrumentierten Kapseln entwickelt und eingesetzt, in

denen Betriebsbedingungen von Leistungsreaktoren (Druck, Temperatur, Medium) simuliert wurden. Der FRG-2 wurde 1991 endgültig abgeschaltet, 1995 stillgelegt und teilabgebaut.

Beide Forschungsreaktoren waren als Schwimmbadreaktoren in einem nach oben hin offenen Wasserbecken ausgeführt. Die Reaktorkerne waren jeweils auf einer in ca. 7 m Wassertiefe aufgehängten Grundplatte zur Aufnahme der Brenn- und Reflektorelemente im Becken I bzw. Becken IV angeordnet. Exemplarisch ist nachfolgend das Funktionsprinzip des FRG-1 kurz dargestellt.

Funktionsprinzip des FRG-1

Die wesentliche Komponente des FRG-1 ist der Reaktorkern mit den zwei Kühlkreisläufen (Primär- und Sekundärkreislauf). Im Reaktorkern des FRG-1 befanden sich die Brenn- und Kontrollbrennelemente. Durch die Anordnung von Beryllium-Reflektorelementen wurde erreicht, dass das Maximum der thermischen Neutronen an den Strahlrohrköpfen war. Die Grundplatte des Forschungsreaktors war so gelocht, dass die Elemente des Reaktorkerns genau in die Bohrungen gepasst haben. Die Abbildung 3-3 zeigt den typischen Aufbau des Reaktorkerns /44/.

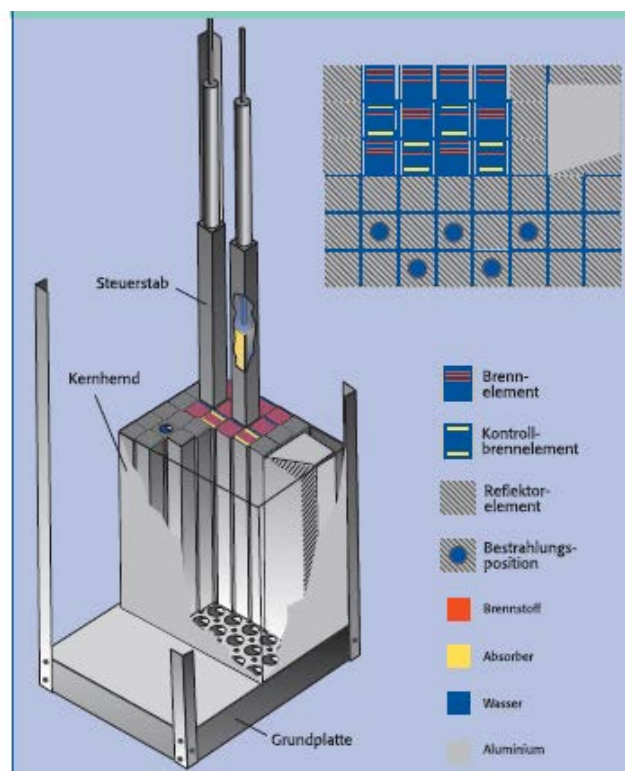


Abbildung 3-3: Typischer Aufbau des Reaktorkerns

Die Leistung des Forschungsreaktors wurde durch Anheben bzw. Absenken der Steuerstäbe mittels Steuerstabantrieb geregelt. Bei einem Auslösen des Reaktorschutzsystems hat eine elektromagnetische Kopplung zwischen Steuerstab und Steuerstabantrieb dafür gesorgt, dass die Steuerstäbe in den Kern einfielen und der Forschungsreaktor in < 1 Sekunde immer sicher abgeschaltet werden konnte.

Kühlkreisläufe des FRG-1

Die entstehende Wärme wurde über den Primär- und den Sekundärkreislauf an die Umgebung abgegeben. Zum Primärkreislauf gehörten das Betriebsbecken (Becken I, 140 m³), die Primärkreisrohrleitungen, die Pumpe und der Plattenwärmetauscher. Mit Hilfe der Primärpumpe wurde das Wasser von oben nach unten durch die Brennelemente aus dem Becken zum Wärmetauscher geleitet. Dort wurde die Wärme des Primärwassers an das Wasser des Sekundärkreislaufes übertragen. Das Primärwasser strömte wieder zurück in das Reaktorbecken. Im Sekundärkreislauf wurde das erwärmte Wasser zum Kühlturm gepumpt, wo es „verregnete“ und dadurch seine Wärme an die Umgebung abgab (Abbildung 3-4).

An der Oberfläche des Betriebsbeckens befand sich eine etwa ein Meter dicke Schicht aus separat gereinigtem Wasser, das um ca. vier Grad wärmer als das darunterliegende Wasser war. Diese Warmwasseraufschichtung verhinderte den Stoffaustausch mit den tieferliegenden Wasserschichten und führte zu einer Strahlungsreduktion oberhalb des Betriebsbeckens.

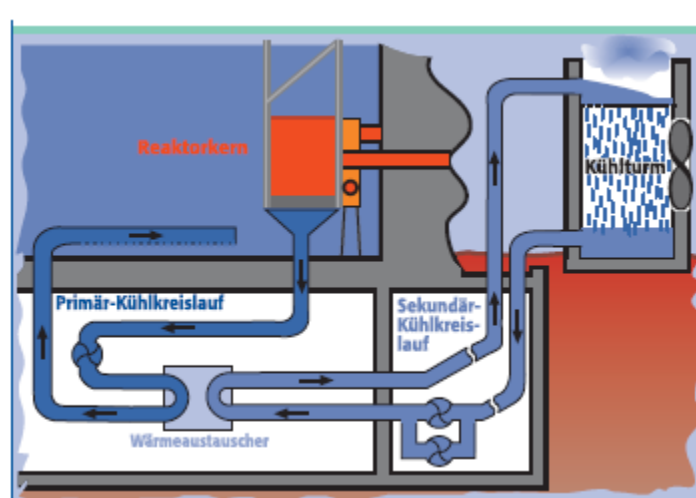


Abbildung 3-4: Kühlkreislauf des FRG-1 (Primär- und Sekundärkreislauf)

3.1.3 Anlagenhistorie der FRG und des HL

Die Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb des Forschungsreaktors FRG-1 hat die Landesregierung Schleswig-Holstein durch einen Beschluss vom 14.10.1958 der Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH Hamburg am 20.10.1958 erteilt. Der FRG-1 wurde am 23.10.1958 erstmals kritisch. Am 10.08.1959 wurde die Genehmigung bis zu einer Leistung von 200 kW und am 10.12.1959 bis zu einer Leistung von 5 MW erteilt.

Der FRG-2 wurde im März 1963 in Betrieb genommen. Für beide Forschungsreaktoren war nur ein Kühlkreislauf vorhanden, d. h. nur einer der beiden Forschungsreaktoren konnte mit voller Leistung von 5 MW, der andere jedoch nur mit 0,2 MW betrieben werden. Im Hinblick auf die Erweiterung der Forschungseinrichtung wurde 1967 ein umfangreicher Ausbau der Einrichtungen vorgenommen. Der vorhandene Kühlkreislauf wurde dem FRG-1 zugeordnet. Der jetzt fest im Becken IV installierte FRG-2 erhielt ein eigenes Kühlsystem, das für eine Wärmeabfuhr von mehr als 15 MW ausgelegt war. Nach Einbau des eigenen Kühlkreislaufs erfolgte im 5. Genehmigungsnachtrag vom 23.11.1973 der Betrieb bis zu 21 MW und im 6. Nachtrag vom 06.06.1974 der Betrieb bis zur endgültigen Außerbetriebnahme im Jahr 1991 mit bis zu 15 MW. Die Gebäude Kühlturm, Pumpenhaus, das Säurelager II und die Rohrleitungen des Sekundärkreises FRG-2 außerhalb des Reaktorgebäudes wurden mit dem Genehmigungsbescheid vom 17.01.1995 zur Außerbetriebnahme und zum Teilabbau des Forschungsreaktors FRG-2 aus der atomrechtlichen Aufsichtspflicht entlassen. Das Becken IV wurde mit Schieber und Blindflansch für Ein- und Auslauf doppelt abgesperrt und einige Einbauten im Becken IV (u. a. Matrixplatte, Ein- und Auslauf des Primärwassers im Becken) bis zum späteren Restabbau belassen. Verweilbehälter, Wärmetauscher, Rohrleitungen und Schott wurden entfernt. Die Rohrdurchführungen vom RA-Keller für den Sekundärkreislauf wurden ebenfalls mit 25 mm dicken Blindflanschen verschlossen.

Im Jahr 1987 wurde u. a. eine Überprüfung des Innenbetons der Becken durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass Sanierungsbedarf in fast allen Becken bestand. Die entdeckten Schäden wurden saniert. Zusätzlich wurden Modifikationen an den kernnahen Komponenten durchgeführt. Die FRG wurde ständig an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst, z. B. durch den Einbau der Kalten Neutronenquelle, des Be-Metallblockreflektors und die Erweiterung der alten Versuchshalle, den neuen Primärkreislauf in einem abgeschotteten Bereich und die neue Notstromversorgung.

Die endgültige Außerbetriebnahme des FRG-1 erfolgte am 28. Juni 2010. Im Rahmen des Nachbetriebs wurden u. a. folgende, wesentliche Tätigkeiten bereits durchgeführt:

- Entsorgung der Brennelemente,
- Weitergabe der Experimentiereinrichtungen an externe Einrichtungen,
- Schaffung von Stellflächen in Vorbereitung für den Abbau,
- bauliche Änderungen im Bereich der alten und neuen Versuchshalle.

Historie und Funktion des Heißen Labors

Das Heiße Labor wurde 1971 für die Durchführung technologischer, metallografischer und chemischer Nachuntersuchungen an Bestrahlungseinsätzen aus beiden Forschungsreaktoren in Betrieb genommen. Das Heiße Labor ist in die Bereiche

- Bleizellenraum,
- Betonzellenräume,
- Analytikmessraum,
- Radioaktive Abwasseranlage,
- Warme Werkstatt und
- Dosimetrieaufbau

unterteilt.

Bis Ende 1992 wurden überwiegend bestrahlte Druckbehälterwerkstoffe und Versuchsbrennstäbe zerstörend untersucht. Seit Auslaufen der Arbeiten zur Reaktorsicherheitsforschung werden im Heißen Labor HZG-eigene radioaktive Reststoffe und Abfälle untersucht, zerlegt und verpackt.

3.1.4 Technischer Anlagenzustand der FRG und des HL

Alle für die noch erforderlichen Restarbeiten und den Abbau benötigten Systeme / Anlagen sind in Betrieb bzw. betriebsbereit (z. B. Abwassersammel- und Aufbereitungssystem, Energieversorgung, Lüftungsanlage). Eine genauere Beschreibung der noch erforderlichen Restbetriebssysteme ist im Kapitel 5 zu finden.

3.1.5 Radiologische Charakterisierung der FRG und des HL

Die radiologische Charakterisierung stellt den zu Beginn des Abbaus erwarteten radiologischen Ausgangszustand der abzubauenden Anlagenteile dar.

Die radiologische Charakterisierung erfolgte auf Basis

- der Auswertung vorhandener radiologischer Angaben und Aufzeichnungen aus der Betriebszeit,
- von gammaspektrometrischen Messungen,
- von Aktivierungsrechnungen,
- mit Hilfe von Analogie- und Plausibilitätsbetrachtungen,
- von Dosisleistungsmessungen und anschließender Berechnung der Aktivität.

3.1.5.1 Aktivitätsinventar der Anlage

Das konservativ abgeschätzte Gesamtaktivitätsinventar der FRG und des HL setzt sich zusammen aus Aktivierung und Kontamination. Das gesamte Aktivitätsinventar beträgt zu Beginn des Abbaus ca. $5,0 \text{ E}15 \text{ Bq}$.

Das höchste Aktivitätsinventar beinhalten die Be-Metallblöcke und die Be-Metallreflektoren, die in Summe eine Aktivität von ca. $4,0 \text{ E}15 \text{ Bq}$ haben. Aus der Betriebshistorie heraus ergibt sich eine Differenzierung der Be-Metallblöcke und der Be-Metallreflektoren in Abbauabfälle und Betriebsabfälle. Die Zuordnung zu den Abbauabfällen und zu den Betriebsabfällen wird in Tabelle 3-2 und Tabelle 3-3 dargestellt. Die Aktivität der Bestrahlungseinrichtungen beträgt ca. $8,0 \text{ E}14 \text{ Bq}$, was einem Anteil am Gesamtaktivitätsinventar von ca. 16 % entspricht. Der Anteil der Aktivität aus Edelstahl-Reaktorbeckeneinbauten, γ -Absorberschildern und Bestrahlungseinrichtungen sowie aus dem radioaktiven Abfall, der in den Betonzellen 2 bis 4 im Heißen Labor gelagert wird, beträgt ca. 4 % ($2 \text{ E}14 \text{ Bq}$).

Der radioaktive Abfall, der sich in den Betonzellen 2 bis 4 befindet, besteht im Wesentlichen aus

- brennbarem Mischabfall,
- Aluminium,
- und metallischem Mischabfall.

Die Aktivität beträgt ca. $3,6 \text{ E}13 \text{ Bq}$ (Co-60 Äquivalent). Die Aktivität der sonstigen aktivierten Materialien, z. B. aktivierter Beton, ist 3–4 Größenordnungen niedriger.

Mit abgeschätzten $5,4 \text{ E}08 \text{ Bq}$ beträgt die Kontamination der Gebäudeoberflächen deutlich weniger als 1 ‰. Die Kontamination aller Betriebsabfälle wird mit ca. $4 \text{ E}13 \text{ Bq}$ abgeschätzt und beträgt somit weniger als 1 % des Gesamtaktivitätsinventars. Die wesentlichen kontaminierten Bereiche in der FRG sind das Reaktorbecken (Becken I bis IV), die Rohrleitungen des Primärkreises und der radioaktiven Reinigungskreisläufe sowie die inneren Oberflächen des Abwasser- und Lüftungssystems. Nach der Entfernung der Betriebsabfälle aus den Betonzellen 2 bis 4 verbleiben als wesentlich kontaminierte Bereiche des Heißen Labors die inneren Oberflächen der Betonzellen 2 bis 4 mit dem darunterliegenden Transportkanal sowie die inneren Oberflächen des Abwasser- und Lüftungssystems.

Die Ergebnisse der konservativen Abschätzung des Aktivitätsinventars für die aktivierten Materialien sind in Tabelle 3-2 und Tabelle 3-3 dargestellt.

Tabelle 3-2: für die Abbauplanung abgeschätztes Aktivitätsinventar in [Bq] (Teil 1)

Nuklid	Material					
	ferritischer Stahl	Normalbeton	Barytbeton	Aluminium	Edelstahl	Be-Metallblockreflektor
H-3		2,0 E11	1,3 E10			1,5 E15
C-14		1,3 E09	9,7 E07			1,2 E12
Mn-54	1,1 E08		1,7 E08			
Fe-55	8,5 E10	6,1 E10	2,0 E10			
Co-60	7,1 E09	2,7 E09	1,7 E09	1,3 E10	2,8 E13	1,5 E13
Ni-63	1,1 E08					
Ag-108m				2,7 E07		
Cs-134			2,1 E08			
Cs-137				9,4 E07		
Ba-133			1,9 E10			
Eu-152		8,4 E09	1,4 E09	1,2 E08		
Eu-154		7,4 E08	7,3 E07	1,2 E08		
Summe	9,2 E10	2,8 E11	5,6 E10	1,3 E10	2,8 E13	1,5 E15

Tabelle 3-3: für die Abbauplanung abgeschätztes Aktivitätsinventar in [Bq] (Teil 2)

Nuklid	Material						
	Präparat Tristan	Cs- Präparat	Misch- abfall	γ - Absorber	Bestrah- lungsein- richtungen	Sonstige Betriebsab- fälle in Be- cken IV	Be-Metall- reflektor- elemente
H-3							2,5 E15
C-14							1,8 E12
Co-60			3,6 E13	1,0 E13	4,0 E13	9,6 E12	2,4 E13
Sr-90	7,0 E14						
Cs-137		2,3 E12			4,0 E13		
Summe	7,0 E14	2,3 E12	3,6 E13	1,0 E13	8,0 E13	9,6 E12	2,5 E15

3.1.5.2 Dosisleistung

Die Dosisleistung in den einzelnen Bereichen der Anlage konnte durch die Einstellung des Reaktorbetriebes und dem daraus resultierenden Abtransport der Brennelemente deutlich reduziert werden. Durch Dekontaminationsmaßnahmen an Einrichtungen innerhalb des Gebäudes kann die Dosisleistung weiterhin verringert werden. Es wird davon ausgegangen, dass die mittlere Dosisleistung in den Abbaubereichen zwischen 0,05 und ca. 10 $\mu\text{Sv/h}$ betragen wird. Punktuell können höhere Dosisleistungen auftreten, die im Wesentlichen durch den Einsatz von z. B. Abschirmmatten oder Abschirmwänden (Blei oder Beton) reduziert werden können.

3.2 Beschreibung des Ausgangszustandes des RDB-OH

Der Reaktordruckbehälter mit Schildtank des stillgelegten Nuklearschiffs Otto Hahn wurde im Juni 1981 in einem eigens dafür errichteten Schachtbauwerk (Betonschacht, siehe Abbildung 3-6) auf dem Gelände des HZG, in unmittelbarer Nähe zum Gelände der Forschungsreaktoranlage Geesthacht (ca. 220 m), für ein geplantes Nachuntersuchungsprogramm eingelagert.

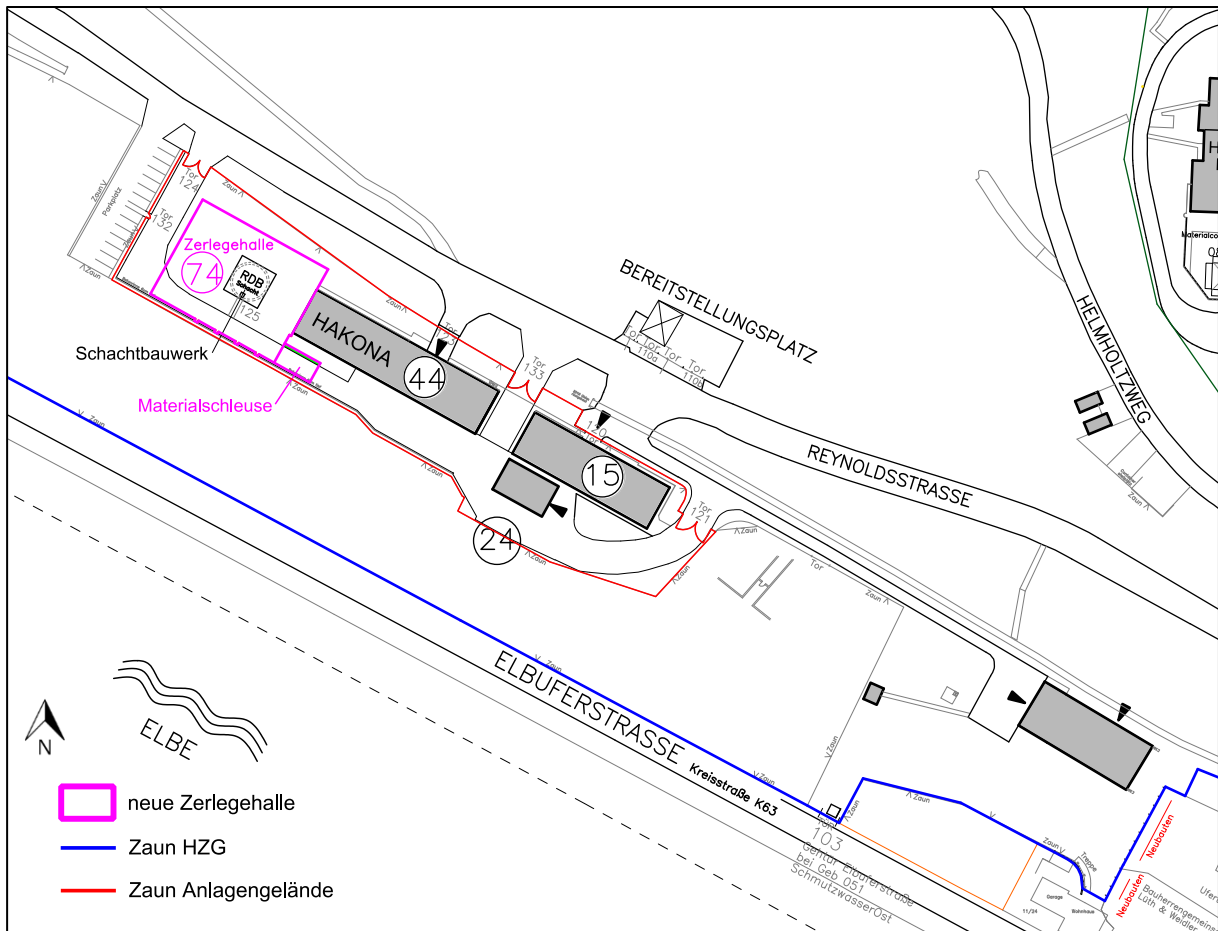


Abbildung 3-5: Lage des Schachtbauwerks mit dem RDB-OH und der darüber zu errichtenden Zerlegehalle

Tabelle 3-4: Bezeichnung und Abmessungen der Gebäude

Gebäude	Name	Abmessungen [m]		
		Länge	Breite	Höhe
15	Landessammelstelle Büro- und Umkleideräume: Hallenteil:	19,7	11,5	4,0
		18,1	11,5	8,1
24	Waschhaus	8,5	13,7	3,6
44	HAKONA (Halle zur Komponenten-Nachuntersuchung)	50,4	11,7	11,9
74	Zu errichtende Zerlegehalle über dem Schachtbauwerk	35,1	26,3	12,0

Nachfolgend werden

- das Schachtbauwerk (Betonschacht),
- das Funktionsprinzip des RDB-OH,
- die Historie des Nuklearschiffs Otto Hahn sowie
- der technische und radiologische Zustand des RDB-OH

übergeordnet dargestellt.

3.2.1 Schachtbauwerk (Betonschacht)

Die Lage des Schachtbauwerks auf dem Gelände des HZG sowie der Anlagenzaun sind in Abbildung 3-5 bzw. Anlage 3 dargestellt.

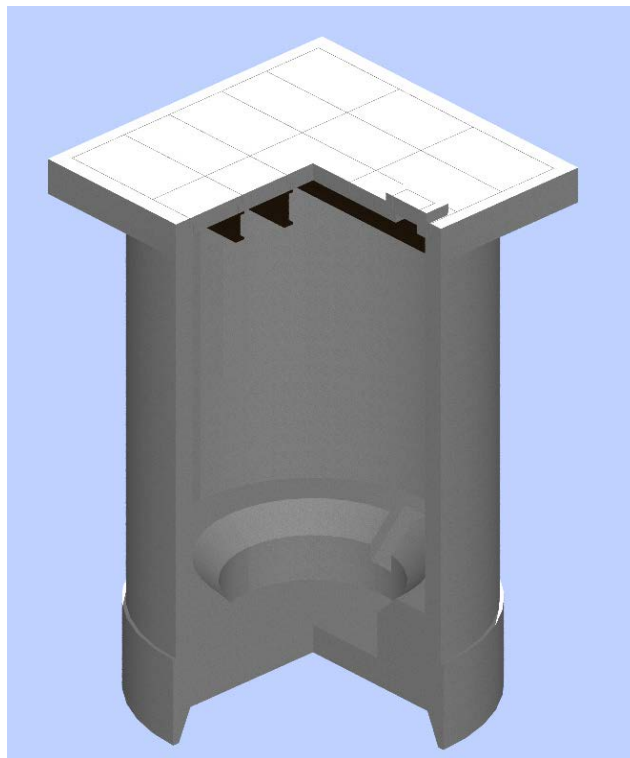


Abbildung 3-6: Schachtbauwerk (Betonschacht mit Abdeckung)

Das Schachtbauwerk (siehe Abbildung 3-6) besteht aus einem runden ca. 15,2 m tiefen Betonschacht mit einem Innendurchmesser von ca. 8,5 m. Die Wände sind aus Stahlbeton mit einer Dicke von ca. 60 cm gefertigt. Der Betonschacht wurde als Absenkschacht / offener Senkkasten in dem Zeitraum vom 15.09.1980 bis 23.02.1981 hergestellt. Hierzu wurde der

runde Stahlbetonschacht zunächst oberirdisch am vorgesehenen Standort betoniert. Der Schacht besteht unten aus einer umlaufenden Schneide mit Stahlverstärkung aus einem U-Profil. Nach der Fertigstellung des Baukörpers wurde innen der Boden gleichmäßig ausgehoben, so dass der Schacht durch sein Eigengewicht infolge eines stetigen Grundbruches unter der Schneide allmählich mithilfe eines umlaufenden Bentonit-Ringspaltens absank.

Nach dem Absenken wurde eine wasserdichte Stahlbetonsohle mit einer Dicke von 80 cm eingebaut und ein umlaufender Stahlbetonsockel als Auflager für den RDB-OH hergestellt. Der Schacht wurde mit einer demontierbaren Abdeckung aus einzelnen Stahlbetonfertigteilen abgedeckt. Die Stahlbetonteile liegen auf 4 Stahlträgern. Darüber befindet sich eine bituminöse Abdichtung.

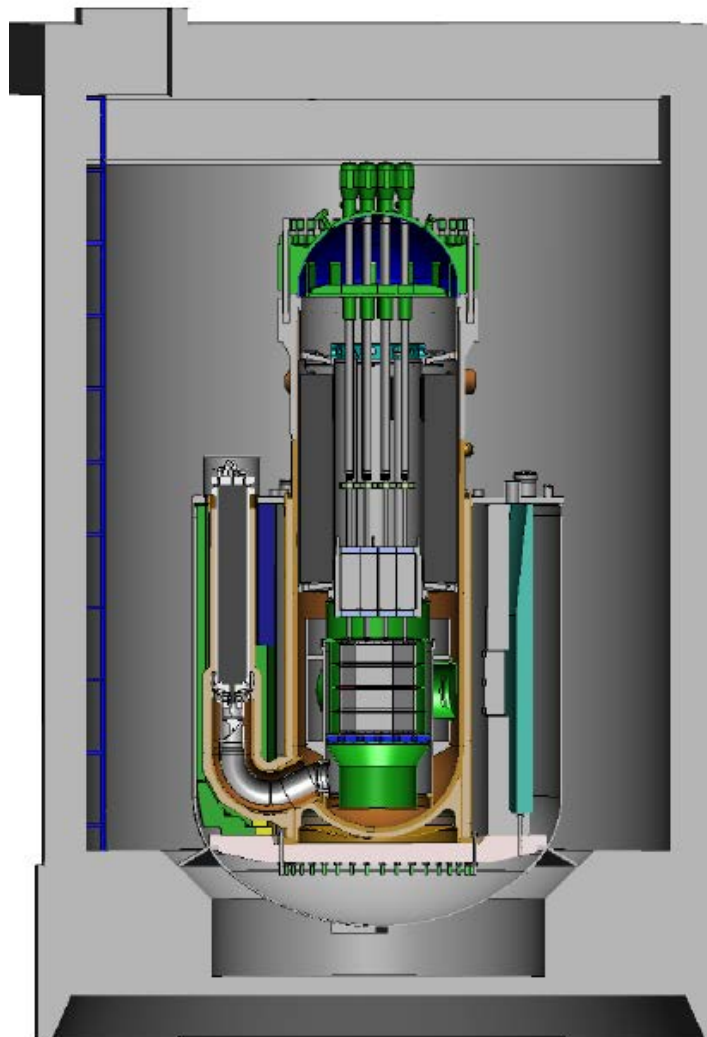


Abbildung 3-7: RDB-OH im Betonschacht

Innerhalb der Stahlbetonfertigteileabdeckungen gibt es an der Südseite eine Einstiegsöffnung von ca. 0,8 × 0,8 m mit einer wasserdichten Abdeckklappe aus Stahlblech. In den Betonschacht führt eine feuerverzinkte Zweiholm-Einstiegsleiter mit Steigschutzschiene, umklappbarer Einstiegshilfe und einklappbaren Ruhepodesten.

Bei der statischen Berechnung des Schachtbauwerkes (Betonschacht) ist für die Abdeckung und angrenzende Fläche eine Verkehrslast von 75 kN/m² zugrunde gelegt worden. Im Zuge der weiteren Herstellung der Außenanlagen für den Betonschacht und die HAKONA wurde das vorhandene Gelände um ca. 2 bis 5 m aufgefüllt.

3.2.2 Funktionsprinzip des RDB-OH

Das Nuklearschiff Otto Hahn wurde mit einem Druckwasserreaktor mit einer thermischen Leistung von 38 MW und mit Wasser als Kühlflüssigkeit und Moderator im Primärkreislauf betrieben. Im Sekundärkreislauf wurde der Antriebsdampf für die konventionelle Dampfturbine erzeugt /45/.

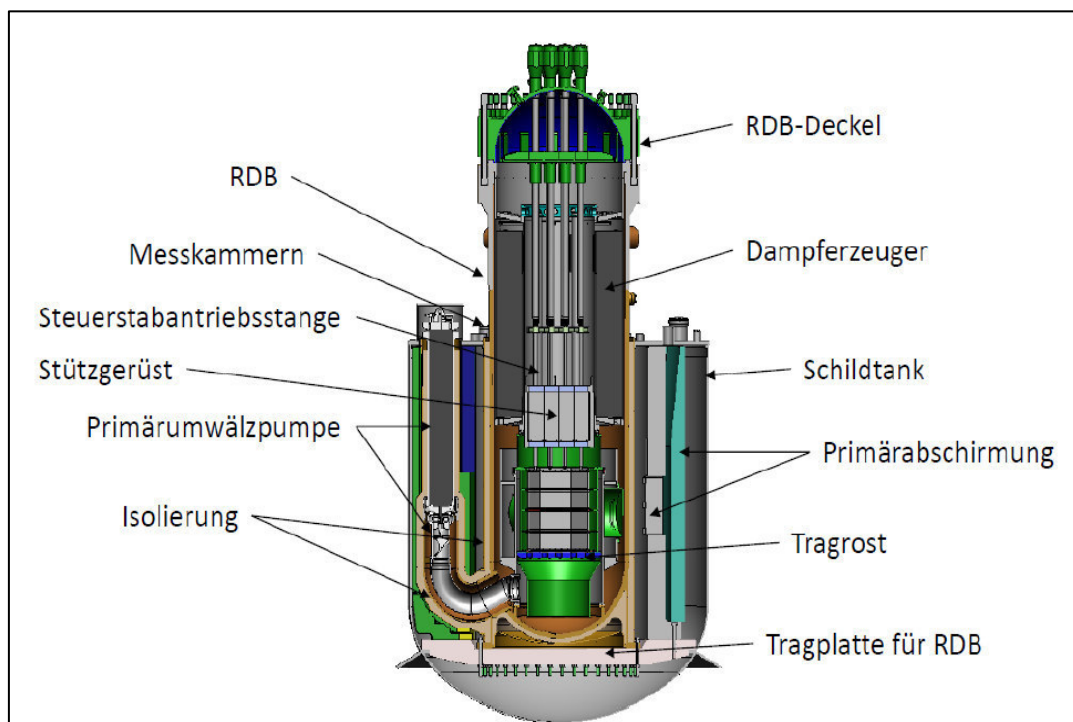


Abbildung 3-8: Zerlegung des RDB-OH

Fortschrittlich bei diesem Reaktortyp im Vergleich zu den konventionellen Druckwasserreaktoren war die Verlagerung von bisher außerhalb des Reaktordruckbehälters angeordneten Komponenten in den Reaktordruckbehälter hinein. Tragkonstruktionen für die Komponenten und die verbindenden Rohrleitungen konnten dadurch entfallen /45/. Durch diese kompakte Bauweise konnte auch die Reaktorabschirmung außerhalb des Reaktordruckbehälters vereinfacht werden.

Der Dampferzeuger und der Druckhalter für den Primärkreislauf sind beim „fortschrittlichen“ Druckwasserreaktor Teil der Druckbehältereinbauten. Die Druckhaltung im Primärsystem erfolgte durch das Dampfpolster im oberen Teil des Reaktordruckbehälters. Die Temperatur des Primärwassers am Reaktorkernaustritt bestimmte hierbei den Dampfdruck des Dampfpolsters. Durch das Dampfpolster, die statische Höhe des Primärsystems und die Abkühlung des Primärwassers am Dampferzeuger wurde der erforderliche Zulaufdruck für die Primärumschleppumpen auch bei stärkerem Seegang gewährleistet /45/.

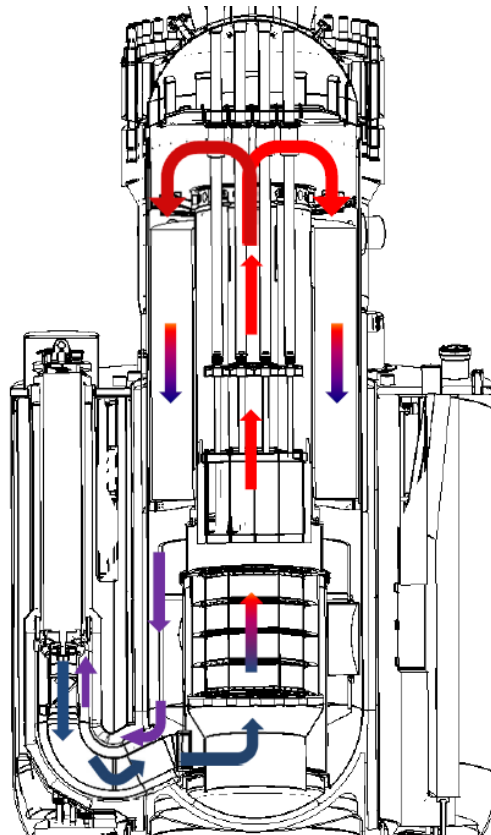


Abbildung 3-9: Funktion der Primärumschleppumpen, Kühlmittelstrom im RDB während des Reaktorbetriebs

Die Umwälzung des Primärwassers erfolgte mit drei freistehenden Primärumschleppumpen (siehe auch Abbildung 3-9). Diese sind über die drei doppelwandigen Pumpenstutzen mit dem RDB verbunden. Über den äußeren Mantel des Pumpenstutzens wurde das Primärkühlmittel aus dem Rückströmraum des RDB angesaugt und über die Pumpe durch den inneren Pumpenstutzen von unten in den Wasserleitmantel gepumpt. Von dort durchströmte das Primärkühlmittel den Reaktorkern von unten nach oben und wurde aufgeheizt. Das aufgeheizte Primärkühlmittel verließ den Kern nach oben und wurde anschließend durch den Dampferzeuger von oben nach unten wieder abgekühlt und nach dem Durchströmen des Dampferzeugers erneut von den Primärumschleppumpen angesaugt.

3.2.3 Historie des Nuklearschiffs Otto Hahn

Das Nuklearschiff Otto Hahn lief am 13. Juni 1964 als einziges deutsches Schiff mit Kernenergieantrieb vom Stapel. Der Einbau des nuklearen Antriebs erstreckte sich noch bis ins Jahr 1968. Am 11. Oktober 1968 absolvierte die „Otto Hahn“ die erste Probefahrt /46/.

1972 / 1973 wurden beim Umbau vom 1. auf den 2. Kern Veränderungen an der Brennelement- und Steuerelement-Geometrie vorgenommen. Statt der Steuerelemente mit plattenförmigem Absorber („4-T-Geometrie) kamen Steuerelemente mit Absorberfingern zum Einsatz. Zur Führung der neuen Absorberfinger sowie der Steuerelement-Antriebsstangen wurde das Stützgerüst eingebaut, das auch die Aufgabe der Kernverriegelung übernahm /47/.

Bis ins Jahr 1979 wurde die „Otto Hahn“ als Kernenergieforschungsschiff und nebenbei auch als Erzfrachter betrieben. Einer der wesentlichen Gründe für die Beendigung des nuklearen Betriebs stellte die Situation dar, dass ausländische Häfen und wichtige Schifffahrtswege (z. B. der Suez- oder der Panamakanal) nicht im gewünschten Umfang für nuklear betriebene Schiffe zugänglich waren oder freigegeben wurden. Der nukleare Antrieb wurde daraufhin 1979 stillgelegt. Im Juni 1981 wurde der Reaktordruckbehälter mit Schildtank im Hamburger Hafen ausgebaut und zur Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (GKSS), dem heutigen HZG, transportiert /46/.

Die „Otto Hahn“ wurde anschließend vollständig dekontaminiert und freigegeben und im Jahr 1982 zu einem Containerschiff mit konventionellem Dieselantrieb umgebaut /46/.

3.2.4 Technischer Zustand des RDB-OH

Vor dem Abtransport des RDB-OH wurden RDB und Schildtank soweit wie möglich entwässert. Die Entwässerung des RDB erfolgte über eine Lanze und Aufgabe von Druckluft auf den RDB. Damit war keine vollständige Entwässerung möglich. Die Restwassermenge im RDB (u. a. in der RDB-Kalotte und in den Pumpenstutzen) wird auf $< 1,0 \text{ m}^3$ und die im Schildtank (u. a. am tiefsten Punkt der Schildtankkalotte und in den Hauptkühlmittelpumpen) auf $< 0,1 \text{ m}^3$ geschätzt /48/.

Der RDB-Deckel ist weitestgehend mit den Originalschrauben (2 wurden durch Scherbolzen ersetzt) verschlossen. Der RDB-Deckel sitzt dicht auf und wurde zur Transportvorbereitung nicht geöffnet. Am Deckel wurden für den Transport zwei Aufnahmen für eine Hebetaverse angeschlagen. Diese wurden nach dem Einheben in den Betonschacht wieder entfernt.

An der Außenseite im Bereich der 3 Primärpumpen wurden Abschirmungen aus Blei angebracht. Weitere Bleiabschirmungen wurden im Deckelbereich an den Durchführungen der Steuerstabsutzen angebracht (Zusätzliche Abschirmmasse ca. 4,5 Mg).

Im unteren Bereich des Schildtanks wurden 2 Konsolen mit Tragzapfen angeschweißt, auf die die Komponente beim Horizontaltransport abgesetzt wurde.

Der RDB-OH wurde an der Außenseite für den Transport vom Hamburger Hafen zum HZG beschichtet.

3.2.5 Radiologische Charakterisierung des RDB-OH

Die radiologische Charakterisierung stellt den zu Beginn der Zerlegung erwarteten radiologischen Ausgangszustand der zerlegten Anlagenteile dar.

Die radiologische Charakterisierung erfolgte auf Basis

- der Auswertung vorhandener radiologischer Angaben und Aufzeichnungen aus der Betriebszeit,
- von gammaspektrometrischen Messungen,
- von Aktivierungsrechnungen,
- mit Hilfe von Analogie- und Plausibilitätsbetrachtungen,
- von Dosisleistungsmessungen und anschließender Berechnung der Aktivität.

3.2.5.1 Aktivitätsinventar des RDB-OH

Das gesamte Aktivitätsinventar des RDB-OH setzt sich aus Aktivierung und Kontamination zusammen und beträgt zu Beginn des Abbaus ca. $5,6 \text{ E}14 \text{ Bq}$.

Der Anteil der Aktivierung setzt sich insbesondere aus den Nukliden Ni-63 (ca. 93 %) und Co-60 (ca. 6 %) zusammen. Die übrige Aktivität verteilt sich auf die Nuklide Ni-59, Nb-93m, Fe-55 und C-14 /49/.

Bestimmend für die Gesamtaktivität sind insbesondere die Kerneinbauten (unterer Tragrost, Kernmantel, Wasserleitbleche und Stützzylinder). Der Anteil dieser hochaktivierten, kernnahen Einbauten an der Gesamtaktivität von Co-60 beträgt zu Beginn des Abbaus ca. 99,7 %.

Eine Betrachtung /49/ für den Zeitpunkt der Stilllegung des RDB-OH im Jahr 1980 weist für die mit Primärwasser beaufschlagten Komponenten eine Kontamination von ca. $3,7 \text{ E}05 \text{ Bq/cm}^2$ und für die mit Schildtankwasser beaufschlagten Komponenten eine Kontamination von ca. $3,7 \text{ E}-01 \text{ Bq/cm}^2$ auf. Zu Beginn des Abbaus wird hierbei ein realistisches Nuklidverhältnis von 90 % Co-60 und 10 % Cs-137 angesetzt. Die übrigen Nuklide weisen gegenüber Cs-137 und Co-60 deutlich kürzere Halbwertszeiten auf, so dass sie bei der Betrachtung vernachlässigt werden können /50/. Zu Beginn des Abbaus ergeben sich somit für Co-60 $2,9 \text{ E}03 \text{ Bq/cm}^2$ und für Cs-137 $1,6 \text{ E}04 \text{ Bq/cm}^2$ für mit Primärwasser beaufschlagte Komponenten.

Im RDB und damit auch im geschlossenen Primärkreislauf muss grundsätzlich mit Alpha-Strahlern aufgrund von Brennelementschäden während des Betriebs gerechnet werden.

Für die mit Schildtankwasser beaufschlagten Komponenten liegt der o. g. Ausgangswert von 1980 bereits unter den relevanten Grenzwerten der StrlSchV, so dass diese hinsichtlich Kontamination nicht weiter zu betrachten sind.

3.2.5.2 Dosisleistung

Die maximale Dosisleistung an der Außenseite des RDB-OH lag im Jahr 2013 bei $10 \mu\text{Sv/h}$. Im Jahr 1979 wurden im Inneren des RDB und im Jahr 1980 im Spalt zwischen RDB und Schildtank Dosisleistungsmessungen durchgeführt /51/. Die maximalen Werte lagen im Bereich der Core-Mitte:

- Max. Dosisleistung im RDB (mit Wasserfüllung): ca. 150 Sv/h
- Max. Dosisleistung im Spalt zwischen RDB und Schildtank: ca. 0,12 Sv/h

Da der wesentliche Beitrag zur Dosisleistung aus dem Aktivierungsprodukt Co-60 stammt, werden die entsprechenden Dosisleistungswerte zu Beginn des Abbaus in folgendem Bereich liegen:

- Max. Dosisleistung im RDB (mit Wasserfüllung): ca. 1 Sv/h
- Max. Dosisleistung im Spalt zwischen RDB und Schildtank: ca. 0,001 Sv/h

4 Beschreibung des Abbaus

4.1 Beschreibung des Abbaus der FRG und des HL

Der Abbau der FRG und des HL soll direkt an die Nachbetriebsphase des FRG-1 angeschlossen werden und im Rahmen einer Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG stattfinden.

Der Abbau wird so geplant und durchgeführt, dass es zu keiner Gefährdung des Personals und der Umwelt kommt und dass dieser rückwirkungsfrei in Bezug auf nachfolgende Abbauarbeiten und noch zu betreibende, vor allem sicherheitstechnisch relevante Restbetriebsysteme erfolgt. Das heißt, beim Abbau wird insbesondere die Rückwirkungsfreiheit auf Überwachungseinrichtungen der Fortluft und des Abwassers sowie die Unterdruckhaltung in den Kontrollbereichen im sicherheitstechnisch erforderlichen Umfang sichergestellt.

Das wesentliche Ziel des Abbaus der Anlage ist, den größten Teil der abgebauten Anlagenteile sowie die Gebäude und Bodenbereiche nach Erfüllung der Voraussetzungen des § 29 StrlSchV freizugeben. HZG strebt an, die in Abbildung 4-1 dargestellte FRG und das HL aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes zu entlassen.



Abbildung 4-1: Luftbild der FRG und des HL sowie der TBH (Stand: 2016)

Das Projekt ist in drei Abbauschritte gegliedert:

- Abbau Reaktoranlage FRG,
- Abbau Heißes Labor und
- Restabbau Gesamtanlage.

Im Anschluss daran erfolgt die Freigabe der Gebäude und des Geländes.

Nachfolgend werden

- die Infrastruktur für das Abbauvorhaben,
- die Abbaugeräte und -verfahren und
- die geplanten Abbauschritte

dargestellt.

4.1.1 Infrastruktur für das Abbauvorhaben

Im Folgenden werden die für die Durchführung des Abbaus der FRG und des HL erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen beschrieben.

4.1.1.1 Bautechnische Maßnahmen

Für den Abbau der FRG und des HL sind keine bautechnischen Maßnahmen im größeren Umfang vorgesehen. Zur Schaffung eines Transportpfades für radioaktive Reststoffe aus der Reaktorhalle in die alte Versuchshalle wird in der Reaktorhalle eine Deckenöffnung geschaffen. Um weitere für den Abbau notwendige Transportpfade (siehe Kapitel 4.1.1.5) zu schaffen, werden nach Bedarf Wände, Störkanten, usw. entfernt.

4.1.1.2 Einhausung und Zusatzlüftungsanlage für den Beckenabbau

Spätestens vor Beginn des Betonabbaus im Reaktorbecken wird eine Zusatzlüftungsanlage (ZLA), ggf. mit Zyklon-Vorabscheider, in der Reaktorhalle östlich des Reaktorbeckens aufgestellt. Über dem Reaktorbecken wird in Abhängigkeit des Abbaubereichs eine Einhausung errichtet und in Betrieb genommen, die mittels der ZLA separat be- und entlüftet wird.

4.1.1.3 Einrichtungen in den Becken I–IV

In den Becken I – IV werden, z. T. nach Beseitigung der Störkanten (siehe Kapitel 4.1.3), im Wesentlichen folgende Einrichtungen aufgebaut und je nach aktuellem Abbaubereich (Becken I bis IV) angepasst:

- höhenverstellbare Arbeitsbühne für das Betonabbaugerät,
- Abraumförderstrecke zum Abtransport des Betonbruchs,
- Backenbrecher zur Betonnachzerkleinerung,
- Abfüllstation zur Befüllung von Transportbehältern mit zerkleinertem Beton,
- Wassernebelanlage zur Reduzierung der Staubausbreitung.

4.1.1.4 Mobile Filteranlagen

Bei allen Arbeiten, bei denen radioaktive Aerosole oder Stäube freigesetzt werden können, werden mobile Filtersysteme eingesetzt. Die eingesetzten mobilen Filteranlagen sind grundsätzlich mit einem abreinigbaren Vorfilter und einem nachgeschalteten Feinfilter versehen.

4.1.1.5 Transportlogistik

Die Transportpfade aus den Abbaubereichen der FRG und des HL werden unterschiedlich geführt, so dass Überlappungen der Pfade möglichst vermieden werden. Für die Transportpfade aus den Kontrollbereichen der FRG sind die Pfade über die +9,0 m Ebene und ±0,0 m Ebene sowie der Transportpfad aus dem Kontrollbereich auf der ±0,0 m Ebene des Heißen Labors vorgesehen. Für die Transporte werden handelsübliche Transportmittel (z. B. Hubwagen, Gabelstapler, usw.) eingesetzt.

Transportlogistik FRG

1. Transport von Gussbehältern

Hochaktivierte Teile der Beckeneinbauten werden unter Wasser demontiert und auf Transportgröße zerlegt. Die Zerleteile werden in Gussbehälter verpackt. Die Beladung der Gussbehälter erfolgt ebenfalls unter Wasser. Nach dem Ausheben der beladenen Gussbehälter werden diese auf dem Beckenflur zum Trocknen in eine mobile Trocknungsanlage überführt. Nach Prüfung auf Kontaminationsfreiheit der äußeren Oberflächen der Behälter werden die Gussbehälter auf einen geeigneten Transportwagen (Plattenwagen) oder einem

Flurförderfahrzeug positioniert und über die +9,0 m Ebene (Beckenflur) durch das Reaktorhallentor ausgeschleust (siehe Abbildung 4-2).

Da durch das Öffnen des Reaktorhallentors eine lufttechnische Verbindung mit der Umgebung entsteht, werden für den Ausschleusvorgang die Abbauarbeiten im Bereich des Beckenflurs eingestellt. Nachdem die Behälter ausgeschleust wurden, erfolgt der Transport des bzw. der Behälter über die Fahrwege des Überwachungsbereichs zur TBH (rote Linie in Abbildung 4-5). Das Einbringen der Behälter in die TBH erfolgt über ein seitliches Tor der Verbindungsschleuse, welches sich in Ost-West Richtung befindet.

2. Transport von 200-l-Fässern und Stahlblech-Containern oder Gitterboxen

Der Transport von kontaminiertem und aktiviertem Material, wie z. B. des Bauschutts, der beim Abtrag von Oberflächen des Reaktorbeckens anfällt, wird zu Beginn der Abbautätigkeit über die Beckenflurebene (+9,0 m) erfolgen. Um häufige Unterbrechungen des Abbaus in der Reaktorhalle durch das Ausschleusen von 200-l-Fässern über das Reaktorhallentor zu vermeiden, ist eine Deckenöffnung von der Beckenflurebene (+9,0 m) in die alte Versuchshalle ($\pm 0,0$ m Ebene) mit einem Einbau eines Fassaufzugs vorgesehen (siehe gelbe Linienführung in Abbildung 4-2).

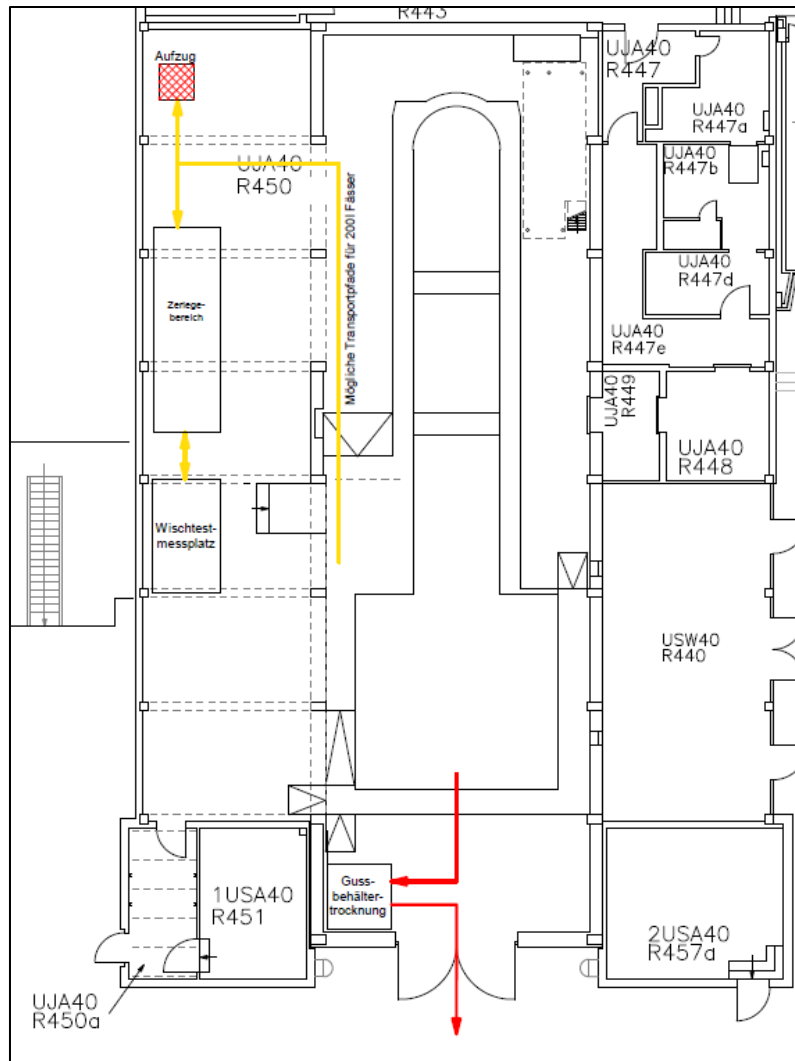


Abbildung 4-2: Ausschnitt Reaktorhalle (+9,0 m) mit Aufzugsposition, Sortier- und Nachbearbeitungsbereich

Im benachbarten Bereich des Fassaufzugs werden Arbeitstische für Sortier- und Nacharbeiten von radioaktiven Reststoffen oder Abfällen aus dem Abbaubereich der Beckenflurebene aufgebaut. Durch die Sortierung und Nachbearbeitung von radioaktiven Reststoffen kann das radioaktive Abfallvolumen gesenkt werden. Die Nachbearbeitung und Sortierung erfolgt nach Erfordernis. Befüllte Fässer können auch direkt zum Fassaufzug transportiert werden. Über den Sortier- und Bearbeitungstischen im östlichen Bereich wird eine Absaugung eingebaut, so dass eine mögliche Kontaminationsausbreitung durch radioaktive Aerosolpartikel vermieden wird. Die befüllten Fässer werden über den Fassaufzug auf die $\pm 0,0$ m Ebene transportiert.

Für die Befüllung von Stahlblech-Containern (z. B. Konrad Typ IV) mit Bauschutt aus 200-l-Fässern kann zur Reduzierung des Endlagervolumens optional eine Stahlblech-Container-Befüllstation mit einer Zusatzlüftungsanlage (ZLA) auf dieser Ebene aufgebaut werden. Außerdem ist im Bereich der Befüllstation die Beladung von Stahlblech-Containern direkt mit 200-l-Fässern möglich.

Bevor die Abfallgebinde den Kontrollbereich verlassen, werden sie radiologisch bewertet. Dafür werden optional Messstationen auf dem Transportpfad eingerichtet oder die Messungen erfolgen mit mobilen Messgeräten. Eine mögliche Anordnung der Behandlungs- und Messeinrichtungen sowie die Transportpfade auf der $\pm 0,0$ m Ebene in der alten Versuchshalle sind in Abbildung 4-3 dargestellt.

Auf der $\pm 0,0$ m Ebene kann Abbaumaterial, das aus dem RA-Keller kommt, in Fässern über die vorhandene Deckenöffnung mit Hilfe eines Krans auf die $\pm 0,0$ m Ebene gehoben werden. Die Fässer werden radiologisch bestimmt und zur TBH überführt. Optional besteht die Möglichkeit, den in Fässern befindlichen radioaktiven Abfall in der Stahlblech-Container-Befüllstation in Stahlblech-Container zu überführen. Nachdem die Stahlblech-Container befüllt wurden, werden sie radiologisch bewertet.

2a. Transportoptimierung innerhalb des Reaktorgebäudes

Bei fortgeschrittenem Abtrag der Betonstrukturen im Reaktorbecken I, kann nach der Entfernung der thermischen Säule eine Rollenbahn direkt aus dem Reaktorbecken I auf die $\pm 0,0$ m Ebene geführt werden, ohne den Fassaufzug weiter nutzen zu müssen. Die Befüllstation für die Beladung von Stahlblech-Containern kann weiterhin genutzt werden.

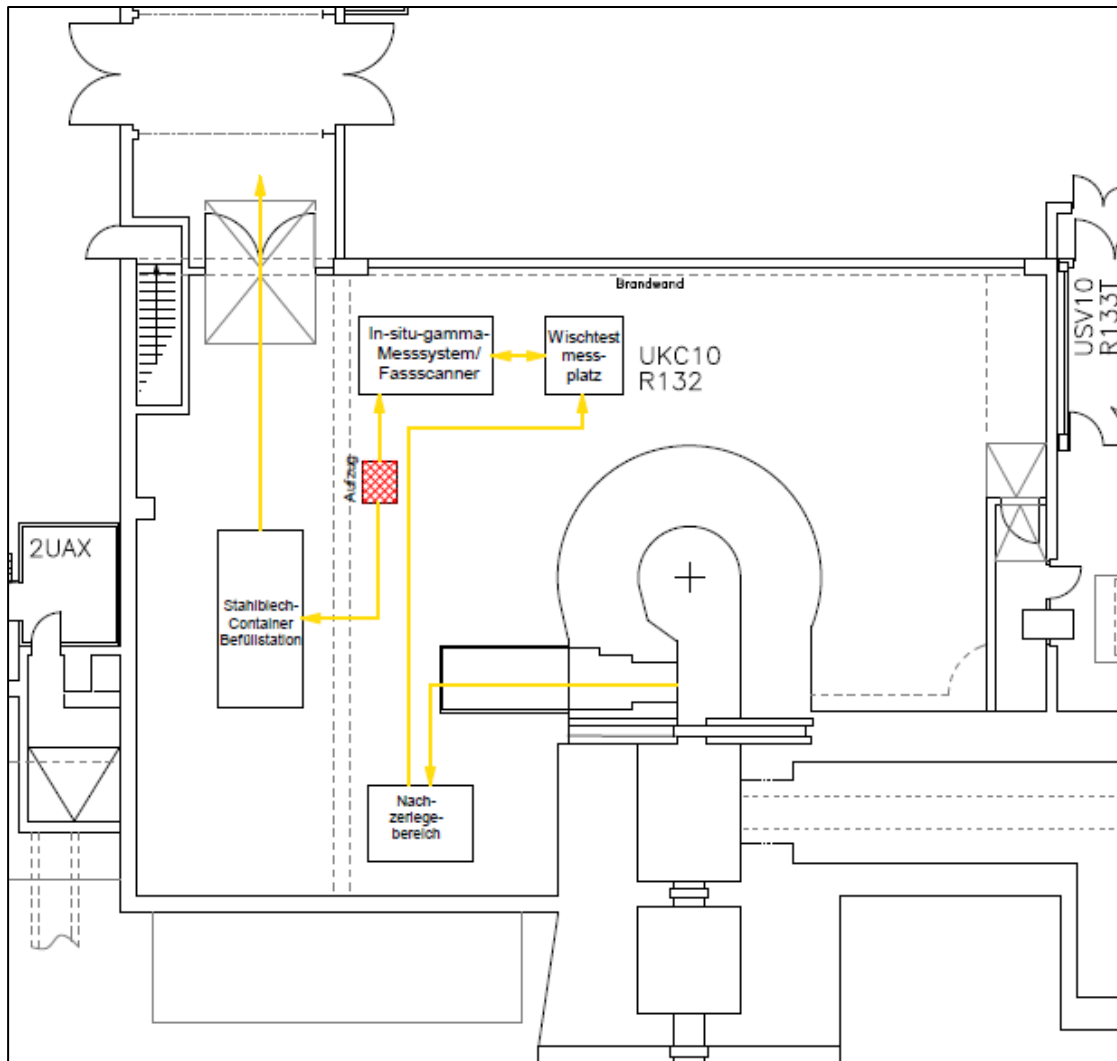


Abbildung 4-3: Transportpfade auf der $\pm 0,0$ m Ebene in der alten Versuchshalle

Transportlogistik Heißes Labor

Die Transporte von 200-l-Fässern, Gussbehältern und ggf. Stahlblech-Containern aus dem Kontrollbereich des HL erfolgen nach deren Befüllung über die LKW-Schleuse auf der $\pm 0,0$ m Ebene des Heißen Labors. Sortier-, Dekontaminations- und Konditionierungstätigkeiten werden im Wesentlichen auf dieser Ebene im Dekontaminationsraum und in angrenzenden Räumen durchgeführt. Nach Prüfung auf Kontaminationsfreiheit der Außenflächen der Behälter werden diese zur Lagerung in die TBH transportiert. Für den Transport der Behälter mit Flurförderfahrzeugen wird die maximale Hubhöhe durch das Betriebsreglement begrenzt. Der Transport von Abfallbehältern über das Außengeländes der FRG zur TBH erfolgt über das westliche Tor der Verbindungsschleuse (siehe Abbildung 4-5).

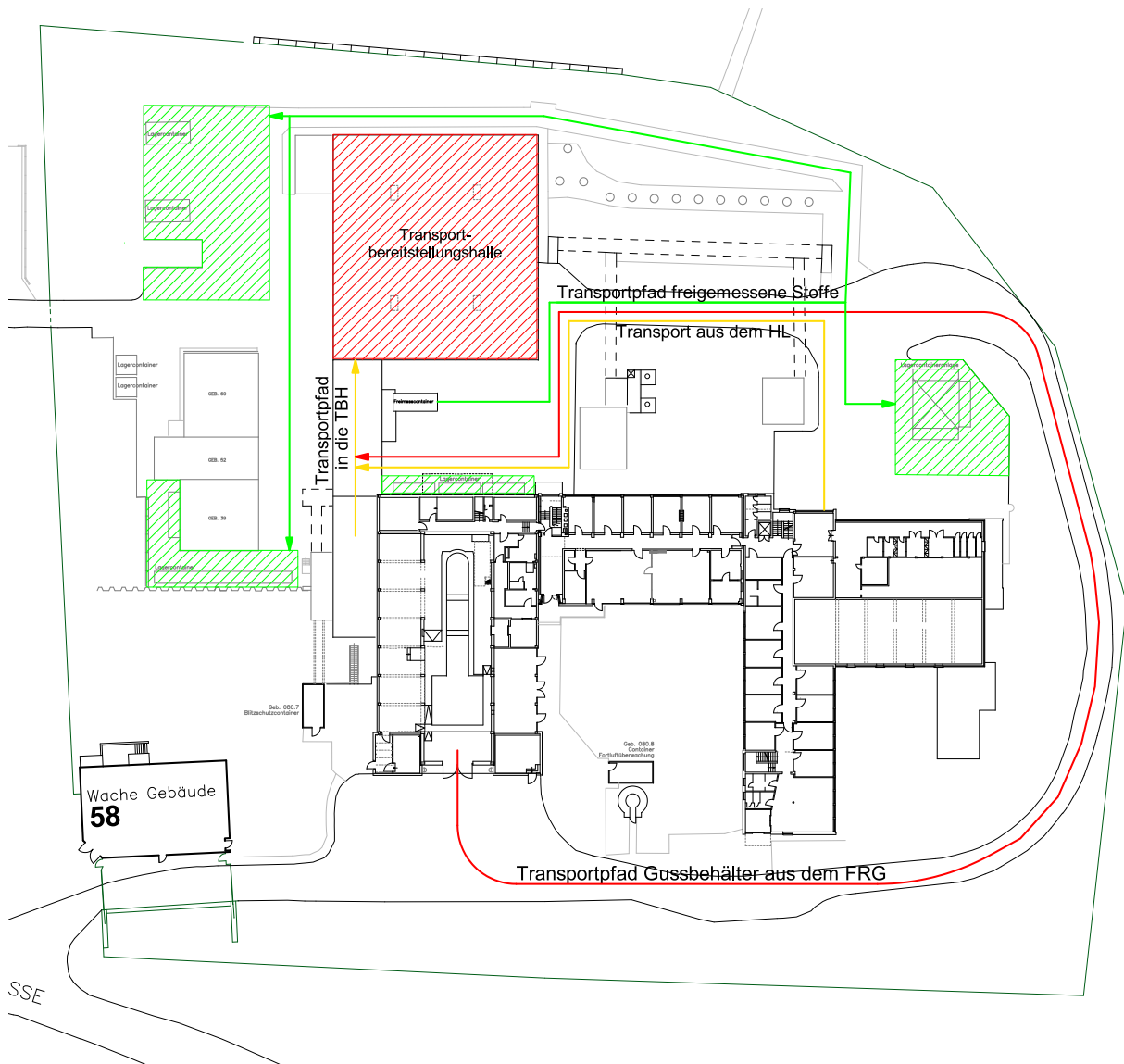


Abbildung 4-5: Transportpfade über das Betriebsgelände (ÜB) der FRG zur TBH sowie zu den vorgesehenen Bereitstellungsflächen

Externe Behandlung von Reststoffen

Sollte eine Bearbeitung der radioaktiven Reststoffe und die Behandlung bei Dritten notwendig werden, können die Behälter über die Verbindungsschleuse bzw. über die LKW-Schleuse des HL in Transportcontainer (z. B. 20'-Container Typ IP2) entsprechend der Anlieferbedingungen der jeweiligen Dienstleister überführt werden. Die behandelten bzw. konditionierten Abfälle werden anschließend zurückgeführt und bis zur Abgabe an ein Endlager des Bundes in der TBH oder in einer sonstigen externen Lagerstätte gelagert. Für den Transport der radioaktiven Reststoffe bzw. radioaktiven Abfälle auf öffentlichen Verkehrswegen werden darüber hinaus die Anforderungen der GGVSEB /12/ eingehalten.

4.1.2 Abbaugeräte und -verfahren

Die Auswahl der Abbaugeräte und -verfahren wurde unter folgenden Gesichtspunkten getroffen:

- Strahlenexposition des Personals,
- Referenzen bei vergleichbaren Zerlegaufgaben in anderen kerntechnischen Anlagen,
- Geringe Freisetzung von Aktivität / konventionelle Schadstofffreisetzung des Verfahrens,
- Räumliche Randbedingungen,
- Geringe Erschütterung der Gebäudestrukturen,
- Geringe Lärmentwicklung,
- Robuste Bauweise und geringe Störanfälligkeit der Geräte,
- Einfache und sichere Handhabung der Geräte,
- Industriestandard der Geräte,
- Sicheres Trennergebnis,
- Handhabung der Trennteile,
- Anfall von Sekundärabfall,
- Standzeit der Werkzeuge und Einsatzmittel,
- Trenngeschwindigkeit bzw. Abbauleistung.

4.1.2.1 Standardgeräte

Für den Abbau sind erprobte, handelsübliche Abbaugeräte bzw. Abbauwerkzeuge vorgesehen. Der manuelle Abbau wird mit handgeführten Abbaugeräten und Werkzeugen durchgeführt, deren Einsatz sich bei vielen Abbauprojekten bereits bewährt hat (z. B. Trenn-, Bohr-Schneidgeräte).

4.1.2.2 Geräte für den Betonabbau

Für den Betonabbau, insbesondere beim Reaktorbecken, sind neben den o. g. handgeführten Geräten ein Hydraulikbagger, eine Seilsäge sowie weitere Hilfseinrichtungen vorgesehen.

Abbaugerät

Bei dem Abbaugerät handelt es sich um einen hydraulisch gesteuerten, elektromotorisch angetriebenen, industriellen Hydraulikbagger in Standardausführung, der verschiedene Werkzeuge zur Bearbeitung als Anbaugeräte aufnehmen kann, z. B.

- hydraulische Betonfräse,
- hydraulischer Felsmeißel,
- ggf. hydraulische Schere,
- Schaufel- oder Greifvorrichtung.

Das Abbaugerät hat die Aufgabe, den Vorbeton bis zum Liner, ggf. auch freigeschnittene Linersegmente, den dahinter liegenden Hinterfüllbeton und den angrenzenden, tragenden Scherbeton abzutragen.

Seilsäge

Für das Abtragen von Störkanten, z. B. Betoneinfassung der Beckentore, Vorbau der Thermischen Säule, wird eine Seilsäge verwendet. Die Seilsägearbeiten erfolgen mit industriereprobten Seilsägen mit elektro-hydraulischem Antrieb.

4.1.2.3 Dekontaminationsverfahren und -einrichtungen

Um radioaktive Verunreinigungen zu beseitigen, werden verschiedene Dekontaminationsverfahren angewendet. Die Dekontaminationsarbeiten finden in Räumen mit einer bereits vorhandenen Abluftanlage statt. Ggf. werden Einhausungen errichtet und mobile Filteranlagen eingesetzt (siehe hierzu auch Kapitel 4.1.1). Sollte das Dekontaminationsziel bei einem Anlagenteil noch nicht erreicht sein, so wird dieses Anlagenteil erneut einem Dekontaminationsverfahren unterzogen, wenn dies unter radiologischen Gesichtspunkten sinnvoll ist.

Beim Abbau der FRG und des HL sind mechanische Dekontaminationsverfahren zur Bearbeitung von Oberflächenkontamination vorgesehen (z. B. Wischen, Bürsten, Fräsen). Außerdem verfügt HZG auch über stationäre Dekontaminationseinrichtungen, wie z. B. eine Trockenstrahlbox.

4.1.3 Abbau Forschungsreaktoranlage

Zu diesem Abbauschritt gehört der Abbau des Reaktorbeckens, der Abbau in der Reaktorhalle, der Abbau im RA-Keller und der Abbau in der alten Versuchshalle.

Im Folgenden werden die vorgesehenen Arbeitsschritte und Vorgehensweisen beispielhaft dargestellt.

4.1.3.1 Abbau Reaktorbecken

Für den Abbau des Reaktorbeckens sind im Wesentlichen folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Ausbau aller Beckeneinrichtungen und Abbau aller fest installierten Beckeneinbauten aus dem Reaktorbetrieb, mit und ohne Wasserüberdeckung,
- Ausbohren der Strahlrohrdurchführungen und Kontrollrohre sowie weiterer Beckendurchdringungen (Primärkühlung, Füll- und Entleerungsleitungen, alte Rohrpostanlage etc.),
- Beseitigung von Störkanten,
 - Abbau der Zwischenwände für die Beckentore zwischen den Becken I und II sowie zwischen Becken II und III bis zu den Kacheln der Seitenwände
 - Abbau der Thermischen Säule bis zur Beckenwand Becken I
 - Abbau des Aluminiumfensters des Bestrahlungskanals im Becken II
- Teilabbau aktivierter Barytbeton im Strahlrohrbereich auf der Beckenaußenseite (alte Versuchshalle),
- Abbau des Vorbetons der Wände im Becken I (Trennung kontaminiert/aktiviert), Beprobung Liner und radiologische Bewertung Liner und freigelegte Betonflächen,
- Abbau des aktivierten Liners im Strahlrohrbereich und des aktivierten Barytbetons (mit Ausgleichsbetonschicht),
- Abbau des Vorbetons, des aktivierten Liners und ggf. des aktivierten Barytbetons am Beckenboden, Beprobung Liner und radiologische Bewertung Liner und freigelegte Betonflächen,
- Abbau Vorbeton, Wände und Böden, Beprobung Liner und radiologische Bewertung Liner und freigelegte Betonflächen in der Reihenfolge: Becken II → Becken III → Becken IV,

- Bei Becken IV zusätzlich: Abbau des aktivierten Liners und ggf. des aktivierten Barytbetons am Beckenboden,
- falls erforderlich, Dekontamination Liner (Abtrag bei Befund mit handgeführten Schleifgeräten).

Das Becken I wird zuerst abgebaut, da damit das höchste Aktivitätspotential zu Beginn der Abbauarbeiten entfernt wird (das Aktivitätspotential durch Aktivierung der Beckenstrukturen ist beim Becken IV vergleichsweise niedrig; bei Becken II und III wird nicht mit Aktivierung gerechnet).

Unterwasserabbau Beckeneinbauten

Zu Beginn des Abbaus sind im Becken I noch Komponenten des FRG-1 vorhanden (z. B. Strahlrohre mit Strahlrohrspannketten, Traggerüst mit Gitterplatte, Kühlwasserablaufstutzen, Kühlwasserzulauf, I-Kammergestell und Be-Metallblockreflektor). In der Abbildung 4-6 ist eine mögliche Abbaureihenfolge beispielhaft dargestellt.

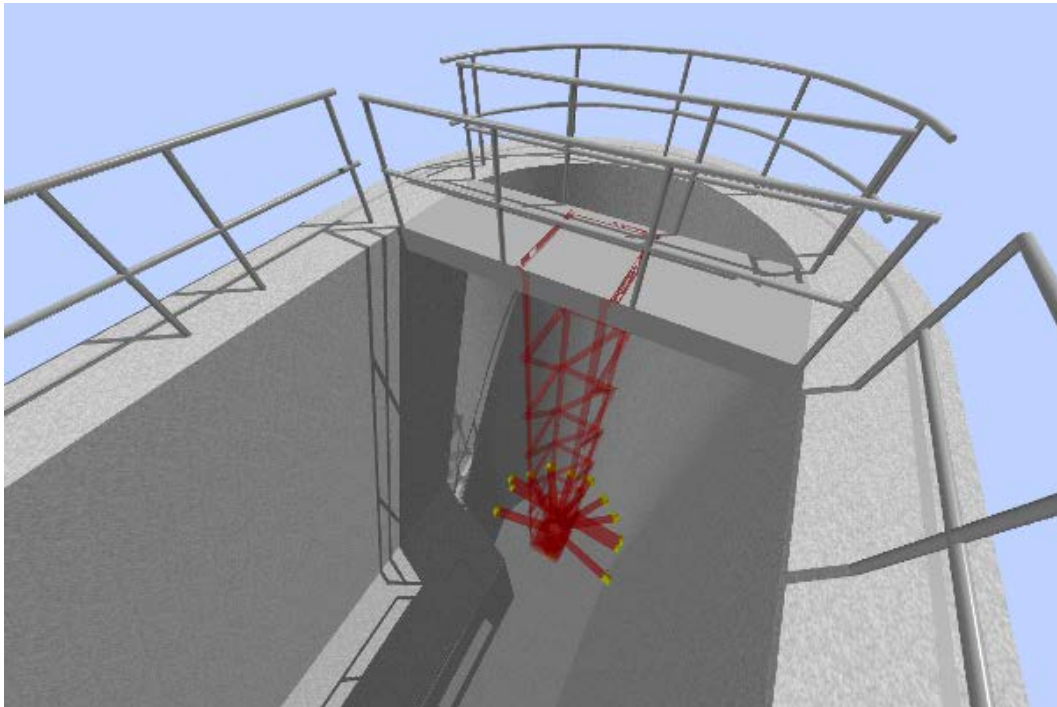


Abbildung 4-6: Beispielhafte Reihenfolge für den Unterwasserabbau der Beckeneinbauten

- Strahlrohre und Flansche demontieren
- Be-Metallblockreflektor ausbauen
- Kernhemd, Gitterplatte, Traggerüst, etc. ausbauen
- alte Rohrposten ausbauen

Analog zur Vorgehensweise in Becken I werden die noch vorhandenen Komponenten (z. B. Matrixplatte, Kühlwasserablaufstutzen) des FRG-2 in Becken IV abgebaut.

Die Beckeneinbauten mit relativ hohen Dosisleistungen werden zuerst unter Wasser mit den betrieblich vorhandenen Werkzeugen entsprechend den etablierten Arbeitsverfahren ausgebaut, ggf. zerlegt und in abgeschirmte Transport- oder Abfallbehälter überführt.

Nachdem die abgeschirmten Transport- oder Abfallbehälter aus dem Reaktorbecken gehoben wurden, wird deren Oberfläche dekontaminiert. Falls erforderlich, werden die ausgebauten Komponenten in den Heißen Zellen des HL nachzerlegt und in Abfallbehälter verpackt.

Abbau sonstige Beckeneinbauten (trocken)

Nach dem Ausbau der aktivierten Komponenten wird das Beckenwasser kontinuierlich abgelassen. Während des Ablassens erfolgt eine Dekontamination der Kacheln in den Reaktorbecken. Das Beckenwasser wird in die Abwassersammeltanks gepumpt, dort radiologisch bewertet, ggf. über Filter gereinigt und über genehmigte Abgabepfade abgegeben. Anschließend werden die weiteren, nicht oder gering aktivierten Beckeneinbauten wie z. B. Aluminiumfenster des Bestrahlungskanals (die entstandene Öffnung wird dicht verschlossen), Halterungen, Bodenplatten, etc. abgebaut. Erfolgt die Entleerung der Becken sequentiell von Becken I bis IV, kann der Abbau der Beckeneinbauten des Beckens I bereits weitergeführt werden, während in den anderen Becken noch die Entleerung mit Dekontamination der Kacheln läuft.

Ausbohren Durchführungen

Vor dem Ausbohren werden die Bleiverschlüsse der Strahlrohre abgebaut und die Einschübe bzw. Betonstopfen entfernt. Das Ausbohren der Strahlrohre erfolgt von der alten Versuchshalle aus innerhalb einer vor der Beckenwand errichteten Einhausung.

Des Weiteren werden sämtliche weitere Durchführungen (z. B. Primärkreisdurchführungen, Rohrpost, Kontrollrohre) mit den entsprechenden Durchmessern ausgebohrt. Die Bohrlöcher werden anschließend nach Bedarf lüftungstechnisch verschlossen. Dieser Arbeitsschritt ist in Abbildung 4-7 dargestellt.

Störkantenbeseitigung und radiologische Bewertung der Beckenwand

Im Rahmen der Störkantenbeseitigung erfolgen im Wesentlichen folgende Arbeiten (siehe Abbildung 4-7):

- Abbau der Einrichtungen oberhalb des Reaktorbeckens (Bedienbrücken, Geländer, etc.),
- Abbau der Zwischenwände Becken I-II und Becken II-III,
- Abbau der Thermischen Säule,
- Abbau des Aluminiumfensters des Bestrahlungskanals.

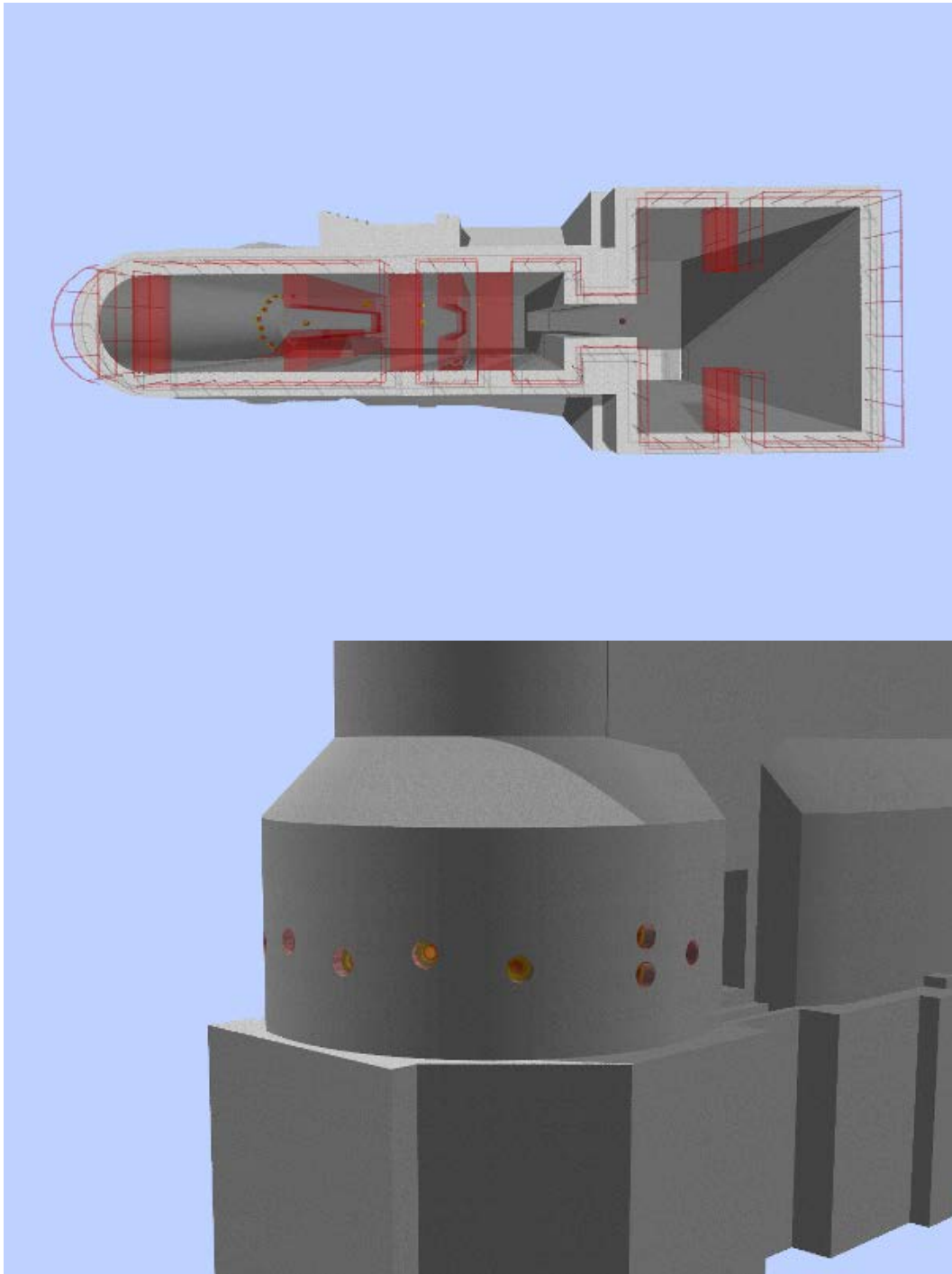


Abbildung 4-7: Beispielhafte Reihenfolge für Ausbohren und Störkantenbeseitigung

- Strahlrohre ausbohren, ca. \varnothing bis 600 mm
- Primärkreisdurchführungen und sonstige Durchführungen in den Becken I bis IV ausbohren, ca. \varnothing bis 800 mm
- Geländer und Brücken abbauen
- Trennwände zwischen Becken I/II und II/III bündig mit der Beckenwand abbrechen
- Teil der Thermischen Säule bündig mit der Beckenwand abbrechen

Eine Vorbeprobung der Beckenwand des Reaktorbeckens kann parallel zur Störkantenbeseitigung erfolgen. Zur Verifizierung des angenommenen Aktivierungsverlaufs in der Beckenwand werden an exponierten Stellen weitere Kernbohrungen von außen (alte Versuchshalle) in den Beckenkomplex bis zum Liner gebohrt. Zusätzlich können damit Informationen über mögliche Linerleckagen gewonnen werden. Falls kontaminiertes Wasser durch den Stahl liner ausgetreten ist, ist davon auszugehen, dass kontaminiertes Beckenwasser in die Betonfugen (Trennzone zwischen Barytbeton und Hinterfüllbeton und zwischen Hinterfüllbeton und Liner) getreten ist.

- **Einrichtungen oberhalb des Reaktorbeckens**

Die Einrichtungen oberhalb des Reaktorbeckens werden abgebaut, auf Transportgröße (z. B. Gitterboxgröße oder 200-l-Fass) zerlegt, ggf. dekontaminiert und voraussichtlich größtenteils dem Freigabepfad zugeführt.

- **Beckenzwischenwände**

Die Zwischenwände der Becken I-II und II-III werden mittels Seilsäge bündig zu den Beckenseitenwänden abgebaut, in Becken IV nachzerlegt und dem entsprechenden Entsorgungspfad zugeführt.

- **Thermische Säule**

Der Abbau der Thermischen Säule kann erfolgen, sobald die aktivierten Reaktorbeckeneinbauten ausgebaut sind und damit die Einstrahlung der aktivierten Beckenausbauten nicht mehr vorhanden ist (Dosisminimierung).

Für den Abbau der Thermischen Säule sind im Wesentlichen folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Entfernen des Abschirmtors,
- Abbau des Graphits,
- Abbau des Vorbaus der Thermischen Säule.

Nach Abbau der Zwischenwände und der Thermischen Säule steht genügend Standfläche und Bewegungsfreiheit für das Abbruchgerät zur Verfügung. Die restliche Baustelleneinrichtung (Arbeitsbühne, Abraumförderstrecke) wird in den Reaktorbecken aufgebaut. Die entstandene Öffnung der Thermischen Säule kann als Fluchtweg

aus Becken I in die alte Versuchshalle genutzt werden. Um einen lufttechnischen Abschluss zu erzielen, wird entweder die Öffnung mit Folie verschlossen oder es wird in den Thermischen Säulenbereich eine Schleuse eingerichtet.

Teilabbau Außenwand Becken I

Der Teilabbau des schwach aktivierten Bereiches des Becken I auf der Außenseite im Bereich der Halbrundung des Becken I (siehe Abbildung 4-8) erfolgt mit den noch nicht kontaminierten Abbruchwerkzeugen (Hydraulikbagger) von der alten Versuchshalle aus. Der zu erwartende Abbauumfang erstreckt sich bis zu einer Tiefe von ca. 40 bis 50 cm und in einer Höhe von ca. 1,40 m (ca. je 70 cm oberhalb und unterhalb der Strahlrohrebenen). Der Abbau erfolgt in einer Einhausung mit Absaugung (gerichtete Luftströmung in den Abbaubereich). Das in Fässern verpackte Abraummaterial wird mittels der Fassmessanlage in der alten Versuchshalle radiologisch bewertet. Danach erfolgt die Entscheidung gemäß des für den Abbau vorgesehenen Betriebsreglement. Es wird eine Barytbetonmasse von ca. 50 Mg abgetragen. Ggf. erfolgt ein partielles Aussteifen der abzutragenden Strukturen mit Schwerlastträgerkonstruktionen (bei statischem Eingriff in die tragenden Strukturen) entsprechend den Vorgaben eines Statikers.

Nach dem Abbau auf der Außenseite wird der betroffene Beckenbereich von außen zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppung aus dem Becken I heraus lüftungstechnisch verschlossen.

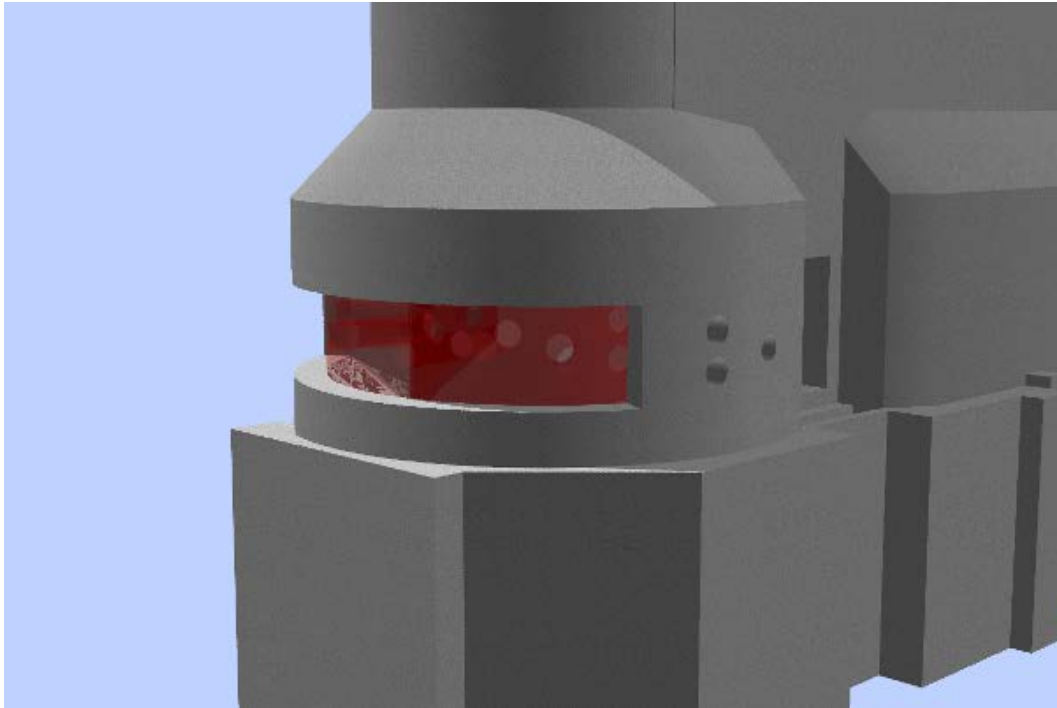


Abbildung 4-8: Beispiel für Teilabbau des aktivierten Beckenbereichs

- Aktivierten Bereich der Beckenwand von der alten Versuchshallenseite abbrechen

Abbau Vorbeton Wände Becken I

Zum Abbau des Vorbetons wird das Abbruchgerät (Hydraulikbagger mit Anbaugeräten) in das Becken I in der Reaktorhalle umgesetzt. Der Abbau erfolgt grundsätzlich von oben nach unten in mehreren Schichten (siehe Abbildung 4-9). Zunächst werden die Kacheln mit dem unmittelbar darunterliegenden Beton entfernt. Diese Fraktion ist voraussichtlich als radioaktiver Abfall zu entsorgen. Anschließend werden die tieferliegenden Schichten abgetragen, die voraussichtlich freigebbar sein werden. Der aktivierte Vorbeton im Bereich der Strahlrohrebenen wird gekennzeichnet, separiert abgebaut und als radioaktiver Abfall entsorgt.

Zur Überwindung der Höhendifferenz wird eine Arbeitsbühne für das Abbruchgerät zum Abbau des oberen Bereichs verwendet. Die Höhe der Arbeitsbühne wird entsprechend des Abbaufortschritts angepasst. Die Abraumförderung erfolgt mit der Abraumförderstrecke zur Verpackungsstation im Becken IV. Der gesamte Abbaubereich wird abbaubegleitend radiologisch bewertet.

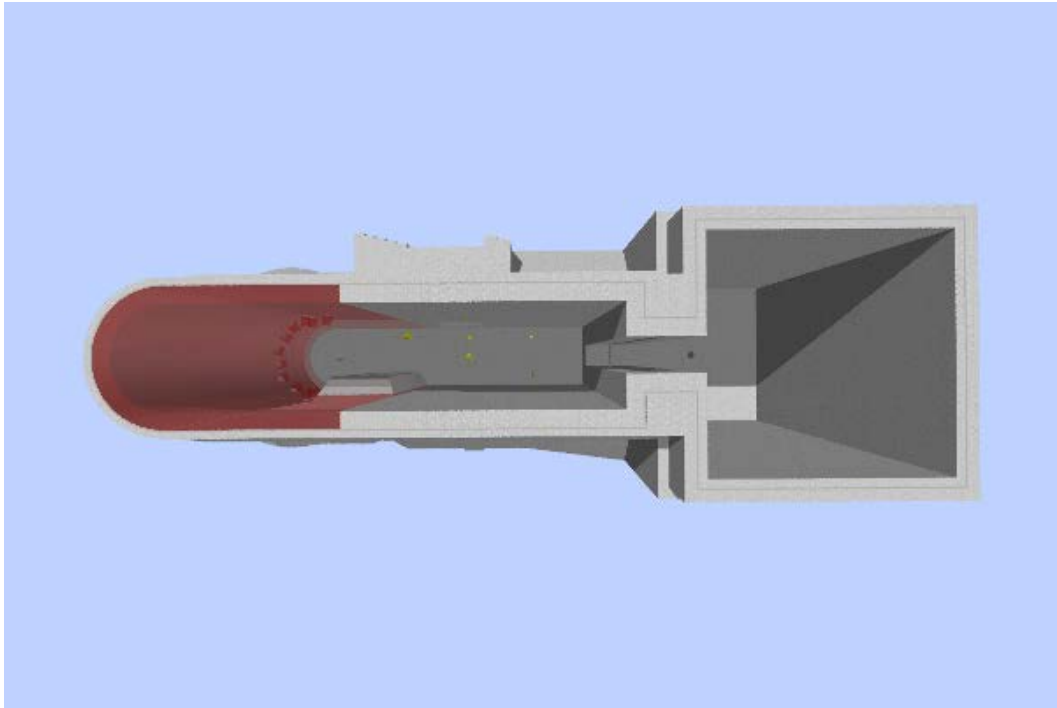


Abbildung 4-9: Beispiel für Abbau Vorbeton Becken I

Abbau Liner und Barytbeton aktiviert (Becken I)

Nach dem Abbau des aktivierten und kontaminierten Vorbetons der Wände bis zum Liner werden die Linerbereiche mit freigabewertüberschreitender Aktivierung ermittelt (im Wesentlichen im Wandbereich der Strahlrohrdurchführungen), farblich gekennzeichnet und mechanisch mit z. B. Trennschleifern abgebaut.

Zum Abbau des Liners an der Beckeninnenwand sind im Wesentlichen folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Detektion und Markierung der aktivierten Bereiche,
- Durchführen der Trennschnitte der gekennzeichneten Felder (Trennschleifer),
- Entnehmen der Schnittplatten (Liner), ggf. mit Hydraulikbagger losbrechen (einbetonierte Maueranker auf der Rückseite),
- Verpacken der aktivierten Schnittplatten zur weiteren Reststoffbearbeitung,
- Behandlung der aktivierten Stahlplatten (Linersegmente) und des Betons gemäß des für den Abbau vorgesehenen Betriebsreglement,
- Dekontamination und radiologische Bewertung der gesamten sonstigen Linerfläche nach Abbau des aktivierten Ausgleichs- und Barytbetons,

- Freilegen und Bewerten von ca. 10 % der Lineroberfläche zum Nachweis der Linderdichtheit an exponierten Stellen.

Mit dem Abbaugerät wird der aktivierte Ausgleichs- und Barytbeton (ca. 5 cm Ausgleichsbeton und ca. 186 cm Barytbeton = Gesamtwandstärke von ca. 191 cm) konusförmig abgetragen, bis der Durchbruch zu den von außen bereits abgetragenen Beckenstrukturen hergestellt ist. Armierungen werden ggf. mittels Hydraulikschere getrennt. Die Abtragshöhe beträgt im Halbkreisbereich der Strahlrohre innen ca. 360 cm (außen ca. 140 cm) und verringert sich im geraden Wandbereich auf ca. 30 cm und nach den Strahlrohren vor dem geraden Wandbereich auf ca. 50 cm Höhe und ca. 30 cm Abtragstiefe. Danach ist nur noch ein partieller Abtrag im Bereich weniger Zentimeter erforderlich.

Bei einem notwendigen statischen Eingriff in die tragenden Strukturen werden Schwerlastträgerkonstruktionen zum partiellen Aussteifen entsprechend den Vorgaben eines Statikers eingesetzt.

Die Abbildung 4-10 zeigt den Durchbruch nach dem Abbau des Liners und des Ausgleichs- und Barytbetons in Becken I.

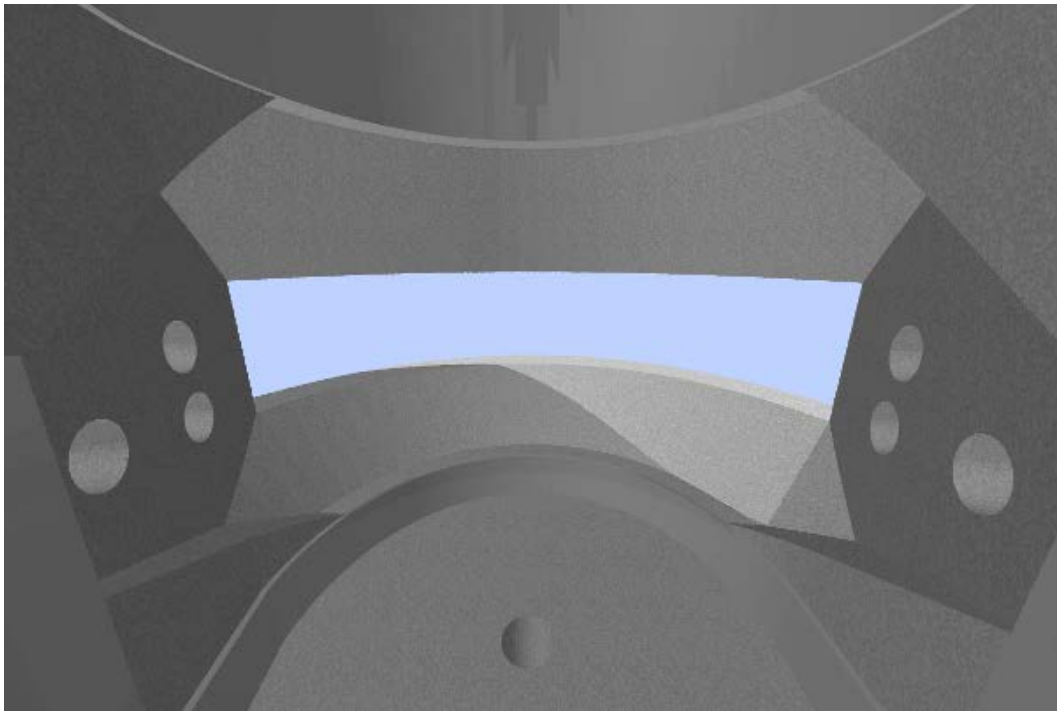


Abbildung 4-10: Durchbruch im Becken I

Abbau Boden Becken I

Der Boden des Beckens I wird erst nach dem Abbau des Vorbetons der Wände und des aktivierten Ausgleichs- und Barytbetons abgebaut, um so eine weitere Kontamination des voraussichtlich größtenteils in Einbaulage freigebbaren Liners im Bodenbereich zu vermeiden (siehe Abbildung 4-11). Analog zum Abbau des Vorbetons an der Beckenwand erfolgt eine Kennzeichnung und Separation der aktivierten Bodenbereiche sowie der ersten, voraussichtlich nicht freigebbaren Bodenschicht (Kacheln und ca. 5 cm Vorbeton). Nachdem der Liner komplett freigelegt wurde, werden die ggf. aktivierten Bereiche um die Primärkreisdurchführung herum detektiert und entfernt. Falls erforderlich, werden auch tiefergehende, oberhalb der Freigabewerte aktivierte Strukturen (Barytbeton und Armierung) ebenfalls mittels Abbruchgerät trichterförmig abgebaut. Die Öffnung zum RA-Keller wird anschließend wieder lüftungstechnisch verschlossen.

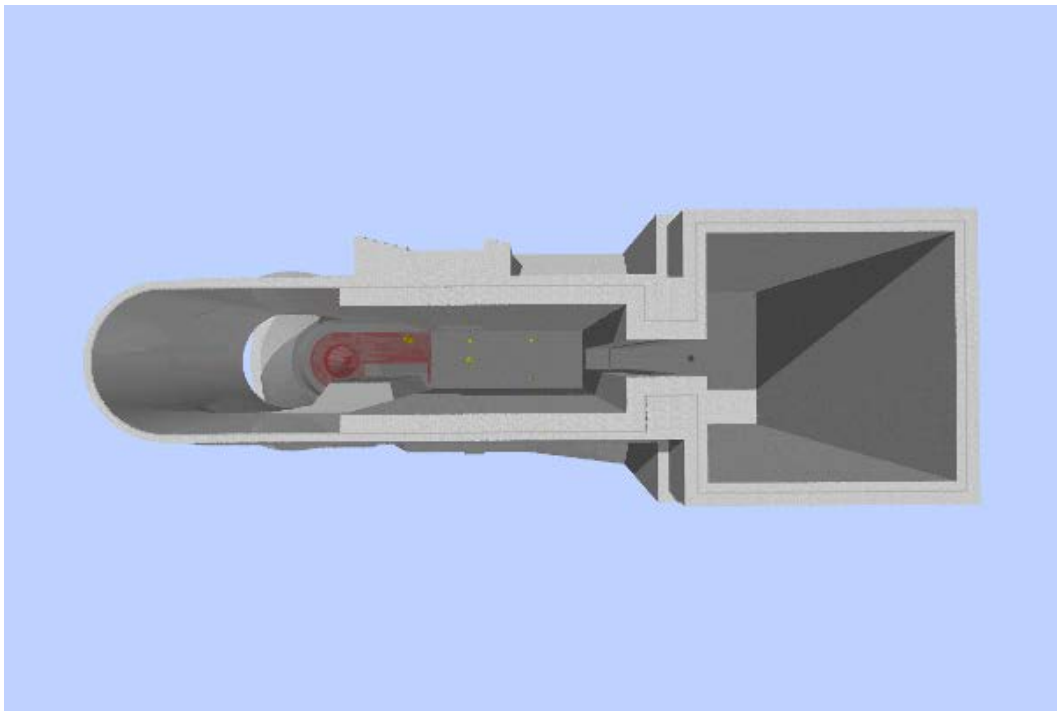


Abbildung 4-11: Beispiel für Abbau Boden Becken I

- Vorbeton des Bodens im Becken I abbrechen
- Liner (Stahlmembran) und Barytbeton um die Primärkreisdurchführung im Boden Becken I trichterförmig abbrechen

Abbau Vorbeton Becken II und III

Der Abbau des Vorbetons an Wänden und Böden der Becken II und III erfolgt analog der Vorgehensweise wie bei Becken I. Eine Aktivierung ist hier jedoch nicht zu berücksichtigen.

Die Baustelleneinrichtung (Arbeitsbühne, Abraumförderstrecke) wird jeweils dem Abbaufortschritt angepasst.

Abbau Vorbeton Wände Becken IV

Vor Beginn des Betonabbaus in Becken IV wird die Verpackungsstation in eines der anderen Becken, in denen der Abbau bereits beendet ist (z. B. Becken III), umgesetzt und die Abraumförderstrecke entsprechend angepasst. Der Abbau der Vorbeton-Wände und die Dekontamination des Liners erfolgen analog zur Vorgehensweise in den anderen Becken.

Abbau Boden Becken IV

Analog zum Abbau des Vorbetons am Boden des Beckens I erfolgt eine Kennzeichnung und Separation der aktivierten Bodenbereiche sowie der ersten, voraussichtlich nicht freigebbaren Bodenschicht (Kacheln und ca. 5 cm Vorbeton). Nachdem der Liner komplett freigelegt wurde, werden die aktivierten Bereiche um die Primärkreisdurchführung herum detektiert und entfernt. Falls erforderlich, werden tiefergehende, oberhalb der Freigabewerte aktivierte Strukturen (Barytbeton und Armierung) ebenfalls mittels Abbruchgerät trichterförmig abgebaut.

Restarbeiten

Nach Abbau des Vorbetons und Dekontamination des verbliebenen Liners werden an exponierten Stellen (an Leitungs- und Haltebolzendurchdringungen etc.) sowie weiteren Kontrollflächen (insgesamt ca. 10 % der Linerfläche) Linersegmente herausgetrennt und der dahinter liegende Beton, z. B. mittels Stockerproben, auf Kontamination durch Linerleckagen überprüft.

Außerdem wird die Baustelleneinrichtung im Reaktorbecken abgebaut (z. B. Fassbefüllstation, Arbeitsbühne). Es erfolgt eine abschließende, manuelle Dekontamination und radiologische Bewertung der verbliebenen Strukturen. Detektierte Restaktivierung oder Kontamination oberhalb der Freigabewerte wird mittels handgeführter Geräte beseitigt.

Die Zusatzlüftungsanlage und die Einhausung werden abgebaut und entsprechenden Entsorgungswegen zugeführt oder zur Wiederverwendung weitergegeben.

Die Abbildung 4-12 zeigt den voraussichtlichen Zustand des Reaktorbeckens nach der Entkernung.

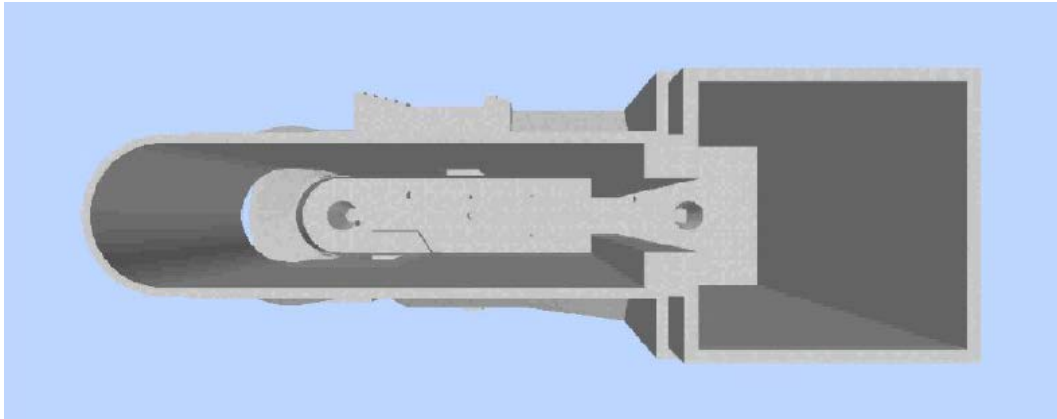


Abbildung 4-12: Reaktorbecken nach der vollständigen Entkernung

4.1.3.2 Abbau in der Reaktorhalle und den Nebenräumen

Alle verbliebenen, nicht mehr benötigten Einrichtungen und Anlagenteile in der Reaktorhalle und den Nebenräumen (Zu- und Ausgangsbereiche, Waschräume) werden abgebaut. Insbesondere werden die noch vorhandenen Stahlbauten (Bühnen) abgebaut und ggf. dekontaminiert. Die Einbauten sind voraussichtlich gemäß § 29 StrISchV freigebar. Wenn möglich, sollen die noch vorhandenen Kräne in Einbaulage zusammen mit dem Gebäude freigegeben werden. Nicht bzw. nur aufwändig in Einbaulage freigebbare Bauteile (Motoren, Kranseile und Seiltrommeln) werden abgebaut und gemäß des für den Abbau vorgesehenen Betriebsreglement entsorgt.

Lüftungskanäle und sonstige noch benötigte Infrastruktur werden im Rahmen des Restabbaus der Gesamtanlage abgebaut.

4.1.3.3 Abbau im RA-Keller

Alle nicht mehr benötigten Anlagenteile, insbesondere die Primär- und Sekundärkreiskühlsysteme sowie die Primärkreisreinigungsanlage werden abgebaut. Die Verbindungen zu den Abwassertanks werden stillgesetzt und verschlossen. Des Weiteren werden der Sumpf, die Schottwände und sonstige Einrichtungen abgebaut.

Die abgebauten Anlagenteile werden vor Ort auf Transportgröße (z. B. Gitterbox bzw. 200-l-Fass) zerlegt, ggf. dekontaminiert und gemäß des für den Abbau vorgesehenen Betriebsreglement entsorgt. Die Lüftungsanlage, Lüftungskanäle und sonstige noch benötigte Infrastruk-

tur (z. B. Kabel, Beleuchtung) werden im Rahmen des Restabbaus der Gesamtanlage (Kapitel 4.1.5) abgebaut.

Nachdem die Anlagenteile abgebaut sind, wird der Raumbereich dekontaminiert und für die Freimessung vorbereitet.

4.1.3.4 Abbau in alter Versuchshalle

Bei der Demontage der abzubauenden Anlagenteile ist eine Einhausung nicht zwingend notwendig. Einhausungen zur Kontaminationsrückhaltung bei Abbauarbeiten, die Staub und radioaktive Aerosole generieren, werden weiterhin eingesetzt.

In der alten Versuchshalle sind das Stopfenlager abzubauen und der ggf. kontaminierte Bereich der Wasserablauftrinne am Fuß der Reaktorbeckenwand zu dekontaminieren.

Beim Abbau des Stopfenlagers sind im Wesentlichen folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Entnahme der Stopfen aus dem Stopfenlager,
- Überführung der Stopfen in einen Nachzerlegebereich,
- Bereitstellung der Stopfen zur Konditionierung,
- ggf. Dekontamination der Lagerröhren,
- Beprobung und Bewertung des Stopfenlagers,
- Abbau des gesamten Stopfenlagers, wenn eine Dekontamination und Freigabe in Einbaulage nicht möglich ist.

Nachdem die Anlagenteile abgebaut sind, wird der Raumbereich dekontaminiert und für die Freimessung vorbereitet.

4.1.4 Abbau Heißes Labor

Der Abbauumfang im Heißen Labor umfasst im Wesentlichen die Arbeitsschritte:

- Abbau Betonzellen 2–4 und Bleizelle 1,
- Abbau Dosimetriezellen,
- Abbau in den restlichen Raumbereichen des HL.

4.1.4.1 Abbau Betonzellen

Der Abbau der Betonzellen kann beginnen, wenn diese von den Betriebsabfällen befreit und für die Tätigkeiten im Nachbetrieb und die ggf. erforderlichen Nachzerlegearbeiten im Restbetrieb der FRG sowie für die Nachzerlegung, Dekontamination und Verpackung von Teilen des RDB-OH nicht mehr benötigt werden. Für den Abbau der Betonzellen sind im Wesentlichen folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Errichtung Schleuszelte in den Isolierräumen (Zugang zu Betonzellen),
- Grunddekontamination des Zelleninneren,
- Abbau / Ausräumen aller festinstallierten Einrichtungen,
- Abbau Transporttunnel mit Einbauten,
- Abbau der Manipulatoren,
- Abbau der Medienversorgung,
- Abbau Deckenriegel,
- Abbau des Schwerlastmanipulators in Betonzelle 2
- Dekontamination der Stahlinnenauskleidung,
- Abbau der Stahlinnenauskleidung,
- ggf. Ersatz der Lüftungskanäle durch Flex-Schläuche,
- radiologische Bewertung, ggf. Dekontamination der Betonoberflächen,
- Dekontamination für das Freimessen,
- Ausbau der Bleiglasfenster,
- Freimessen der verbliebenen Zellenstrukturen.

Vor dem Ausbau der Manipulatoren und der Bleiglasfenster entsprechend betrieblicher Fachanweisungen, werden die Zellen, die Manipulatoren und die Bleiglasfenster dekontaminiert.

Beim Ausbau der Manipulatoren werden zunächst die Manipulator-Segmente innerhalb der Zellen demontiert. Anschließend erfolgt die Demontage der restlichen Manipulator-Segmente vom Bedienraum aus.

Der Ausbau der Bleiglasfenster kann verfahrenstechnisch nur in Richtung Bedienraum (siehe Abbildung 4-13) erfolgen. Dabei wird ein vorhandener mobiler Schwerlasttisch (siehe Abbildung 4-14) vor dem entsprechenden Fenster positioniert. Das Bleiglasfenster wird auf den

Schwerlasttisch gezogen. Von dort kann es anschließend von einem Stapler aufgenommen und abtransportiert werden.



Abbildung 4-13: Bediengang mit Blick auf die Manipulatoren und Bleiglasfenster



Abbildung 4-14: Mobiler Schwerlasttisch

Unmittelbar nach dem Ausbau eines Manipulators oder eines Fensters werden die entstandenen Öffnungen wieder lüftungstechnisch verschlossen. Während des Ausbaus ist durch die Lüftungsanlage eine gerichtete Luftströmung vom Bedienraum (ÜB) in den Zellenraum gewährleistet.

In der Betonzelle 2 ist vor dem Ausbau der Stahlinnenauskleidung das Probenlager auszubauen. Dazu wird zunächst versucht, die Lagerpositionen zu dekontaminieren und in Einbaulage freizugeben. Sollte dies technisch oder wirtschaftlich nicht möglich sein, erfolgt der Abbau z. B. mittels Presslufthammer. Der anfallende Bauschutt ist voraussichtlich größtenteils freigelegbar.

Nach dem Abbau der Deckenriegel kann der Schwerlastmanipulator aus Betonzelle 2 im Ganzen ausgebaut werden.

Für den Abbau der im Dekontaminationsraum befindlichen Bleizelle 1 (siehe Abbildung 4-15) sind im Wesentlichen folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Ggf. Errichtung einer Zelteinhausung mit mobiler Lüftungsanlage,
- Dekontamination der Bleizelle 1,
- Abbau der Steuerpulte und Einbauten,
- Abbau der Manipulatoren,
- Abbau der Bleisteine,
- Ausbau der Bleiglasfenster,
- Abbau der Zellenauskleidung und der Tragkonstruktion,
- Freimessen der Bleisteine.



Abbildung 4-15: Bleizelle 1 mit Manipulatoren und Bleiglasfenstern

Die Bleizelle 1 wird innen dekontaminiert. Anschließend erfolgt der Abbau der Einbauten und der Manipulatoren. Danach werden die Bleisteine inklusive des Bleiglasfensters abgetragen und die Zellauskleidung und Tragkonstruktion abgebaut. Die Bleisteine können voraussichtlich freigegeben oder in anderen kerntechnischen Einrichtungen weiter genutzt werden. Danach besteht ein Zugang zum Transporttunnel, der ggf. für die Innendekontamination und den Abbau der Einbauten im Tunnel genutzt werden kann. Die Arbeiten erfolgen ggf. in einer Zelteinhausung mit mobiler Lüftungsanlage.

4.1.4.2 Abbau Dosimetriezellen

Für den Abbau der Dosimetriezellen (siehe Abbildung 4-16) sind im Wesentlichen folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Abbau und Freimessen der Bleisteine,
- Abbau der freigeräumten Zellen,
- Dekontamination der Zellenwände und der Raumbereiche im Keller,
- Demontage der Lüftung.



Abbildung 4-16: Dosimetriezellen mit Manipulatoren und Bleiglasfenstern

4.1.4.3 Abbau in den restlichen Raumbereichen des HL

In den restlichen Raumbereichen des HL werden alle Anlagenteile und Einrichtungen bis auf die noch benötigte Infrastruktur (Beleuchtung, Lüftung, Medienversorgung, Abwasseranlage) abgebaut. Insbesondere sind die diversen Lagerpositionen im HL radiologisch zu bewerten, zu dekontaminieren oder ggf. abzubauen.

4.1.4.4 Abbau Kranhalle und Bestrahlungskanal

Im Bestrahlungskanal erforderliche Arbeitsschritte sind im Wesentlichen:

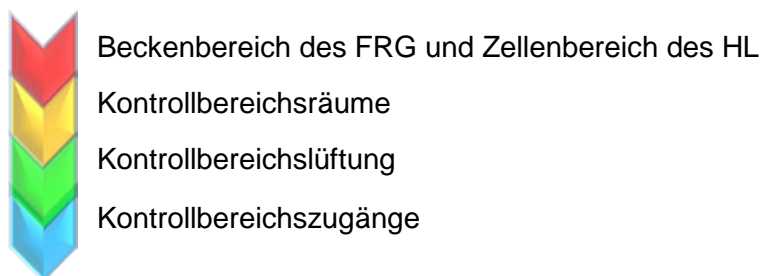
- vollständiges Freiräumen aller Räume im Bestrahlungskanal,
- Dekontamination aller Raumbereiche,
- Entfernung der Betontore (Verpackungsstation),
- Dekontamination Probenlager oder Abbau, falls eine Dekontamination und anschließende Freigabe in Einbaulage nicht möglich ist.

Die Kranhalle ist als Überwachungsbereich ausgewiesen. Dennoch sind begrenzte Bereiche voraussichtlich zu dekontaminieren und / oder abzubauen. Der Abbau der angrenzenden Kontrollbereiche Bestrahlungskanal und RA-Keller kann nur von der Kranhalle aus sinnvoll erfolgen. Der Abbau in der Kranhalle selbst umfasst im Wesentlichen:

- Dekontamination des Brennelementlagers,
- Dekontamination der Probenlager an der Nordwand der Kranhalle,
- Ausbau der Bleiglasfenster und Manipulatordurchführungen Betonzelle 1,
- ggf. Dekontamination der Kranhalle.

4.1.5 Rückzugskonzept und Restabbau der Gesamtanlage

Nachdem die wesentlichen Einbauten und Anlagenteile in der FRG und im HL weitgehend abgebaut bzw. dekontaminiert sind, wird die gesamte Infrastruktur im Sinne eines Rückzugs (vgl. Begriffsbestimmungen) aus den Gebäuden abgebaut. Dieser Rückzug erfolgt dabei, ausgehend vom Beckenbereich des FRG bzw. Zellenbereich des HL, über die allgemeinen Kontrollbereichsräume und die Kontrollbereichsräume des Lüftungssystems in Richtung der jeweiligen Kontrollbereichszugänge. In stockwerkbezogenen Plänen der FRG und des HL (siehe Anlage 2) sind die einzelnen Abschnitte des Rückzugs wie folgt kenntlich gemacht:



Grundsätzlich werden alle kontaminierten Systeme und Einrichtungen und alle nicht kontaminierten Systeme und Einrichtungen, die die Freigabe der verbleibenden Gebäude erschweren oder behindern, abgebaut. Darüber hinaus werden die Gebäude und erdverlegten Systeme (Abwasseranlage) radiologisch bewertet und ggf. dekontaminiert oder abgebaut.

Abwassersystem

Wenn nur noch geringe Mengen Abwasser im Kontrollbereich anfallen, kann das Abwassersystem für die radioaktiv kontaminierten Abwässer stillgesetzt und abgebaut werden. Dies betrifft die jeweils 2 Abwasserbehälter im Heißen Labor und im Reaktorgebäude, die gesamt-

ten Abwasserleitungen im Kontrollbereich, die Bodeneinläufe und die Gebäudesümpfe. Die in geringen Mengen anfallenden radioaktiven Abwässer werden in mobilen Abwassertanks gesammelt, radiologisch bewertet und entweder direkt abgeleitet oder zur Bearbeitung bei Dritten abgegeben.

Die konventionellen Abwasserstränge bleiben bis zum Abriss der Gebäude erhalten.

Der Abbau umfasst im Wesentlichen:

- Spülen der Rohrleitungen, Ventile und Pumpen mit Frischwasser,
- Stillsetzen der Pumpen und Komponenten,
- Demontage der Abwasserbehälter, Rohrleitungen, Ventile und Pumpen,
- Kontaminationsprüfung der Räume und Komponenten,
- Dekontamination der Räume,
- Freimessen der Räume.

Sonstige Gebäude – Deko-Station

Die Stillsetzung und der Abbau der Deko-Station erfolgen im Zuge des Abbaus der Abwasseraufbereitung. Der Abbau umfasst im Wesentlichen:

- Spülen bzw. dekontaminieren von Pumpen und Rohrleitungen,
- Entleeren aller medienführenden Systeme,
- Abbau der Rohrleitungen und Komponenten,
- Oberflächendekontamination der Rohrleitungen und Komponenten,
- Dekontamination der Räume,
- Freimessen der Räume.

Erdverlegte Systeme

Alle erdverlegten Systeme, bei denen eine Kontamination vorhanden oder nicht sicher auszuschließen ist, sind radiologisch zu bewerten, ggf. zu dekontaminieren und in Einbaulage freizugeben oder abzubauen.

Die erdverlegten Abwassertanks und die damit verbundenen kontaminierten Systemstrecken (im Wesentlichen Abwasserleitungen mit Armaturen) werden abgebaut und zerlegt. Dies erfolgt z. B. vor Ort in einer über den Abwassertanks zu errichtenden, mittels mobiler Lüf-

tungsanlage entlüfteten Einhausung. Alternativ können die Abwasserbehälter als Ganzes ausgehoben, ggf. oberirdisch vorzerlegt, in einen geeigneten Bereich der FRG und des HL verbracht und dort in einem lüftungstechnisch abgegrenzten Nachzerlegebereich in transport- und bearbeitungsgerechte Teile zerlegt werden. Anschließend erfolgt die Dekontamination und Freigabe.

Lüftungsanlage

Nach dem Abbau der Anlagenteile und Einrichtungen in einem Raum oder Gebäudebereich werden die festinstallierten Lüftungen in diesen Bereichen stillgesetzt und abgebaut. Dabei müssen die Kontrollbereiche von den Überwachungsbereichen bis zur Aufhebung der KB-Bedingungen oder der Freigabe lufttechnisch getrennt bleiben.

Durch den langen Zeitraum des Einsatzes der Lüftungsanlage ist davon auszugehen, dass es zu Kontaminationsanreicherungen gekommen ist. Daher werden Maßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationsverbreitung getroffen.

Der Rückzug aus den Restbetriebsräumen erfolgt sukzessiv in Richtung der Fortluftfilter / Betriebsräume der Abluft. Die festinstallierten Restbetriebssysteme werden entfernt. Dies schließt auch die Lüftungskanäle ein. Für die Raumbelüftung werden ggf. Flexrohre verlegt. Nach Abbau bzw. Dekontamination der Abluftkanäle werden die Systeme in den Betriebsräumen der Lüftung (Filterbänke, Ventilatoren etc.) abgebaut. Der Abbau umfasst im Wesentlichen:

- Überprüfung der Abluftkanäle auf Kontamination (zugängliche Bereiche und Bereiche mit höherer Kontaminationswahrscheinlichkeit),
- Abbau freiliegender Lüftungskanäle, ggf. unter strahlenschutztechnischen Aspekten,
- Dekontamination der Lüftungskanäle in Einbaulage, einschließlich des Fortluftkamins,
- Abbau der Betriebsräume Lüftung,
- Freimessen der verbleibenden Lüftungskanäle, einschließlich des erdverlegten Fortluftrohres und des Fortluftkamins.

Während des Abbaus der Lüftungskanäle (bei nach wie vor laufender Lüftung) wird die Raumbelüftung ohne Lüftungskanäle gewährleistet.

Restabbau und Dekontamination

Im Rahmen des Restabbaus werden noch vorhandene Systeme, die noch für den Abbau oder die Reststoffbearbeitung gebraucht wurden, abgebaut, z. B. noch vorhandene Dekontaminationseinrichtungen.

Beim Rückzug werden die verbliebenen Infrastruktureinrichtungen, die nicht in Einbaulage freigegeben werden können oder sollen, abgebaut. Dazu gehören im Wesentlichen:

- Medienversorgung (Deionat, Druckluft, Gasversorgung, etc.),
- Kommunikationseinrichtungen,
- Signaltechnische Einrichtungen,
- elektro- und leittechnische Einrichtungen,
- Energie- und Medienversorgung,
- Brandmelde- und Brandschutzeinrichtungen.

In dieser Phase noch benötigte Einrichtungen werden „fliegend“ verlegt, z. B. mobile Baustellenbeleuchtung, temporäre akkugepufferte Fluchtwegbeleuchtungen, Baustromverteiler.

Alle betroffenen Bereiche werden dekontaminiert und einer Vorbeprobung zum Freimessen unterzogen. Dies betrifft insbesondere die Raumbereiche mit möglicher luftgetragener Kontamination aus dem Abbau mit staubfreisetzenden Abbaufahren. Bei der Vorbeprobung gefundene Kontaminationen oberhalb der Freigabewerte werden beseitigt.

Fertig abgebaute, dekontaminierte und freigemessene Raumbereiche, die nicht als Verkehrswege oder Transportpfade erforderlich sind, werden verschlossen und lüftungstechnisch versiegelt. In diesen Raumbereichen befinden sich dann keine Einrichtungsgegenstände oder Anlagenteile mehr, es sei denn, diese sind ebenfalls freigemessen. Grundlage für eine Freigabe von Anlagenteilen und Gebäudeteilen ist der § 29 StrlSchV in Verbindung mit den in Anlage III Tabelle 1 festgelegten Freigabewerten.

4.2 Beschreibung der Zerlegung des RDB-OH

Die Zerlegung des RDB-OH soll zum Teil vorlaufend oder parallel zum Abbau der FRG und des HL erfolgen und mit dem Abbau der FRG und des HL im Rahmen einer gemeinsamen Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG stattfinden.

Für die Zerlegung des RDB-OH wird zunächst ein Gebäude, die sogenannte Zerlegehalle, über dem Betonschacht errichtet. Der bestehende Betonschacht wird baulich mit der neuen Zerlegehalle verbunden und diese mit der erforderlichen Infrastruktur sowie einem Kontrollbereich für den Umgang mit offenen und sonstigen radioaktiven Stoffen ausgestattet.

Der Abbau wird so geplant und durchgeführt, dass es zu keiner Gefährdung des Personals und der Umwelt kommt. Der gesamte RDB-OH wird zerlegebegleitend radiologisch bewertet, um die zerlegten Anlagenteile Entsorgungswegen zuordnen zu können.

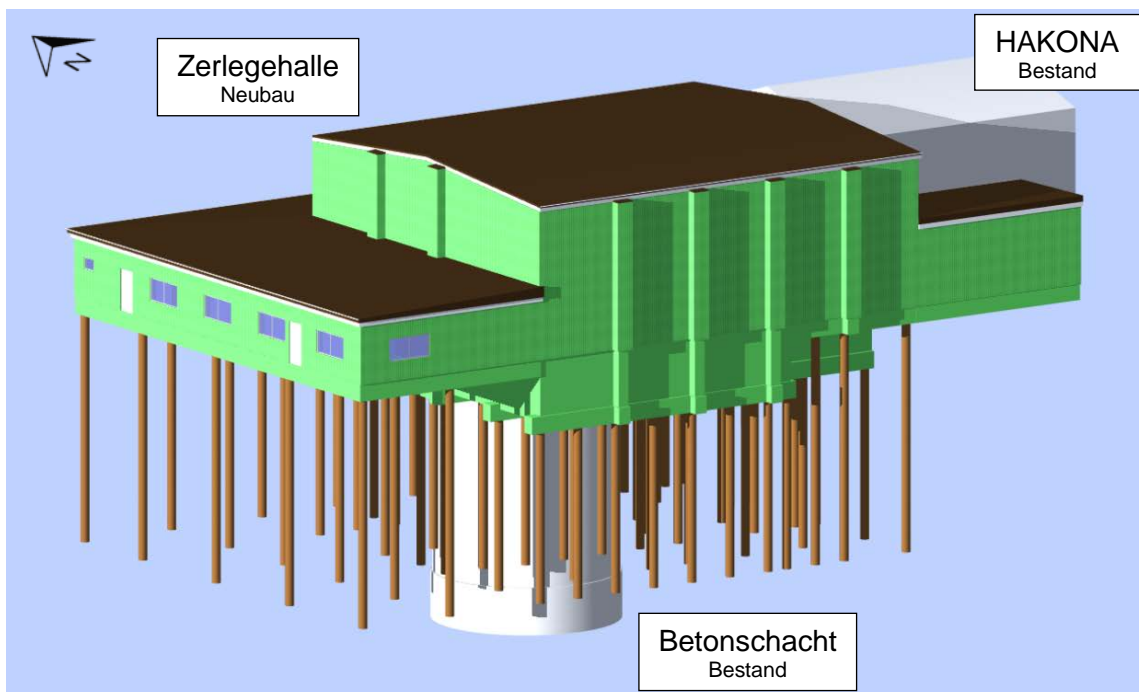


Abbildung 4-17: Isometrieansicht der Zerlegehalle und des Betonschachts

Das wesentliche Ziel des Abbaus ist, den größten Teil der abgebauten Anlagenteile sowie die Zerlegehalle und den Betonschacht nach Erfüllung der Voraussetzungen des § 29 StrlSchV freizugeben. HZG strebt an, die in Abbildung 4-17 dargestellte Zerlegehalle und den Betonschacht aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes zu entlassen.

Der Abbau ist in die drei folgenden Schritte unterteilt:

- Errichtung Zerlegehalle,
- Zerlegung RDB-OH und
- Restabbau und Dekontamination Zerlegehalle und Betonschacht.

Im Anschluss daran erfolgen die Freigabe der Gebäude und des Geländes.

Nachfolgend werden

- die Infrastruktur für das Abbauvorhaben,
- die Abbaugeräte und -verfahren und
- die geplanten Abbauschritte

dargestellt.

4.2.1 Errichtung der Zerlegehalle und Infrastruktur für das Zerlegevorhaben

Im Folgenden werden die für die Durchführung der Zerlegung des RDB-OH erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen beschrieben.

4.2.1.1 Bautechnische Maßnahmen

Für die Zerlegung des RDB-OH am Standort wird über dem bestehenden Betonschacht eine überwiegend oberirdische Zerlegehalle errichtet. Sie grenzt unmittelbar an die bestehende Halle zur Komponenten-Nachuntersuchung (HAKONA) an. Der bestehende Betonschacht wird baulich mit der neuen Zerlegehalle verbunden und mit der erforderlichen Infrastruktur sowie einem Kontrollbereich für den Umgang mit offenen sonstigen radioaktiven Stoffen ausgestattet. Der eigentliche Zerlegebereich erhält einen Brückenkran mit 30 Mg Traglast. Er ist ca. 23 m lang und 20 m breit bei einer lichten Höhe von ca. 10 m.

Der größte Teil des Hallenfußbodens befindet sich ca. 3 m unterhalb der Geländeoberkante. An der Südseite gibt es einen ca. 4 m breiten ebenerdigen Streifen zur Containerverladung für Container bis zu 20' Größe über die anschließende Materialschleuse. Unterhalb dieses Streifens werden Tank-Container für die Sammlung von radioaktiven Abwässern aufgestellt.

Die Zerlegehalle umfasst neben dem eigentlichen Zerlegebereich noch folgende ebenerdige Gebäudeteile:

- im Norden Räume für die technische Gebäudeausrüstung (Niederspannung, Heizung, Zu- und Abluft),
- im Nordosten ein Materialzugang,

- im Nordwesten Umkleieräume und Sanitärräume sowie
- im Westen Kontrollbereichs-Zugang, Büros, Lager, Mess- und Sozialraum.

Die Gesamtaußenabmessungen des Gebäudes betragen ca. 35,1 × 26,3 m zuzüglich Materialschleuse. Zwischen der Zerlegehalle und der HAKONA wird eine Brandwand errichtet. Die Dachhöhe des höheren Hallenteils entspricht der Höhe der vorhandenen HAKONA. Die Fassade wird mit Trapezblechen verkleidet, in Anlehnung an die Verkleidung der HAKONA.

Das Gebäude wird tief gegründet auf Stahlbetonpfählen. Die Wände des Zerlegebereichs werden aufgrund der Strahlenschutzanforderungen massiv aus 30 cm Stahlbeton hergestellt. Die restlichen tragenden Wände bestehen aus Kalksandstein-Mauerwerk.

Die Hallenbinder werden aus vorgespannten Fertigteilen auf Stahlbetonstützen errichtet. Die Dachdecke besteht aus Porenbeton-Platten. Die tragenden Bauteile werden feuerbeständig ausgeführt. Nichttragende Leichtbauwände werden in Trockenbauweise ausgeführt.

Wenn der Kontrollbereich voll funktionsfähig ist, wird der bestehende Betonschacht geöffnet, baulich an die Zerlegehalle angepasst und ertüchtigt. So wird der vorhandene Betonschacht (wasserdichter Beton) von innen gegen evtl. austretende kontaminierte Flüssigkeiten mit einem qualifizierten wasserdichten Dekontanstrich beschichtet.

4.2.1.2 Einhausungen / Nachzerlegebereich

In der Zerlegehalle werden für Dekontaminations- und Nachzerlegemaßnahmen separate mit mobilen Filteranlagen ausgestattet Einhausungen in Zeltbauweise errichtet.

4.2.1.3 Mobile Filteranlagen

Bei allen Arbeiten, bei denen radioaktive Aerosole oder Stäube freigesetzt werden können, werden mobile Filtersysteme eingesetzt. Die eingesetzten mobilen Filteranlagen sind grundsätzlich mit einem abreinigbaren Vorfilter und einem nachgeschalteten Feinfilter versehen.

4.2.1.4 Transportlogistik

Zur Anlieferung von Werkzeugen und sonstigen Komponenten, auch als Radioaktivtransport, steht die Materialschleuse zur Verfügung, über die Container bis 20' ein- und ausgeschleust werden können.

Die Zerlegung des RDB-OH erfolgt von innen nach außen. Komponenten mit hoher Aktivität werden vor Ort im RDB so zerlegt, dass sie die entsprechende Größe zur Verpackung haben. Große Komponenten, die nur geringfügig aktiviert oder nur kontaminiert sind, werden nach der Dekontamination im Nachzerlegebereich der Zerlegehalle soweit nachzerlegt, dass sie geeignet weiterbehandelt werden können. Zum Ausheben der Komponenten stehen in der Zerlegehalle der Brückenkran mit 30 Mg Traglast und ein Kettenzug mit 1 Mg Traglast an einer den Betonschacht überspannenden horizontal verfahrbaren Hilfsbrücke zur Verfügung. Am Verpackungsmanipulator der Hilfsbrücke können mobile Hebe- und Zerlegewerkzeuge adaptiert werden.

Alle Komponenten, die nicht bzw. unterhalb der Freigabewerte kontaminiert und / oder aktiviert sind, werden einer Freimessung unterzogen. Kontaminierte und aktivierte Reststoffe und Abfälle, die extern bearbeitet und behandelt werden sollen, werden entsprechend den Anlieferbedingungen der jeweiligen Dienstleister verpackt und abtransportiert. Die behandelten bzw. konditionierten Abfälle werden anschließend zurückgeführt und zusammen mit allen übrigen radioaktiven Abfällen aus der Zerlegung des RDB-OH bis zur Abgabe an ein Endlager des Bundes in der HAKONA oder in einer sonstigen externen Lagerstätte gelagert. Für den Transport der radioaktiven Reststoffe bzw. radioaktiven Abfälle auf öffentlichen Verkehrswegen werden darüber hinaus die Anforderungen der GGVSEB /12/ eingehalten.

Die Zerlegearbeiten erfolgen zum Teil vorlaufend oder parallel zum Abbau der FRG und des HL, da die zerlegten höher aktivierten Komponenten des RDB-OH aus logistischen Gründen sukzessive mittels abgeschirmten Transport- oder Abfallbehälter in die vorhandenen Betonzellen der FRG und des HL verbracht und dort unter geometrischen und radiologischen Gesichtspunkten optimiert entsprechend den Annahmebedingungen für ein Endlager des Bundes verpackt werden sollen. Die technischen und administrativen Vorgaben für Transporte werden im Aufsichtsverfahren unter Berücksichtigung des Transportrechts durchgeführt. Die vorgesehenen innerbetrieblichen Transportwege von der Zerlegehalle zum HL und zur HAKONA sind in Abbildung 4-18 dargestellt.

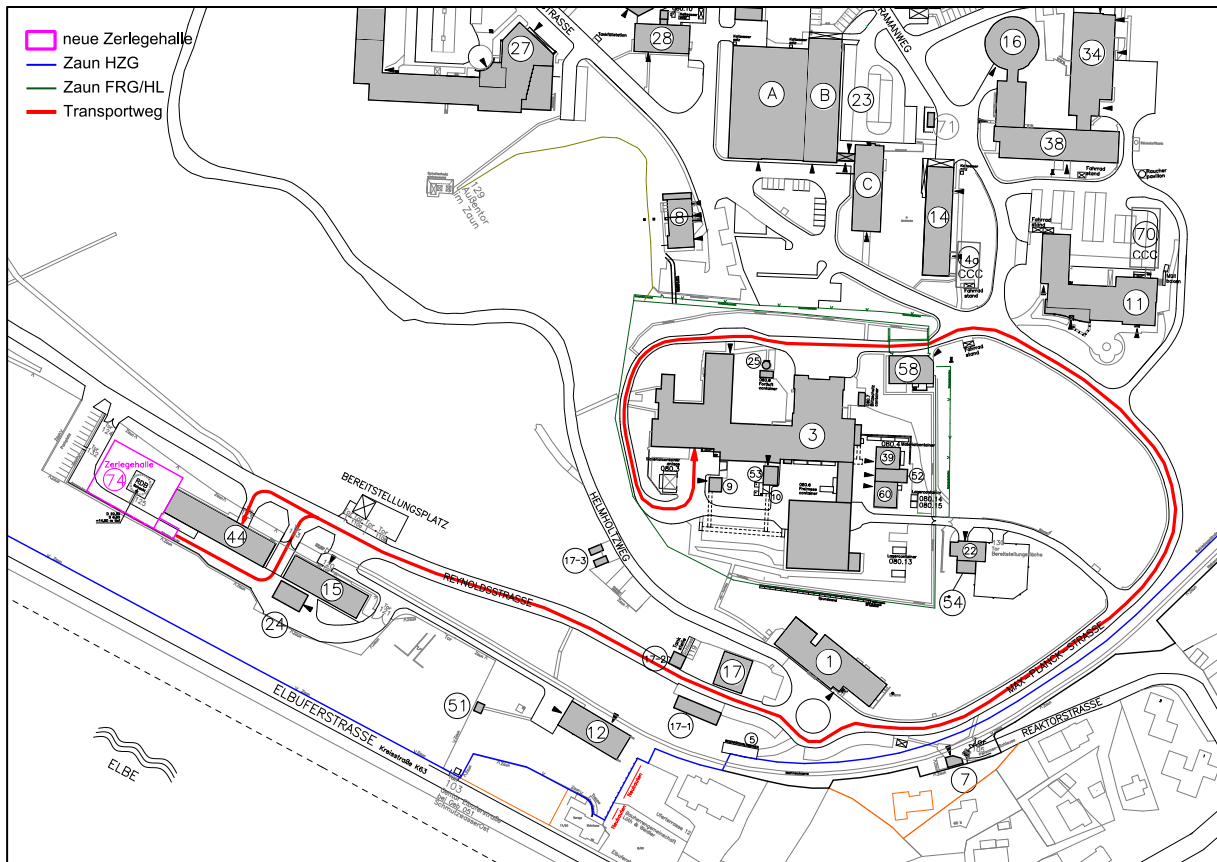


Abbildung 4-18: Transportpfade zwischen den Betriebstätten Zerlegehalle mit RDB-OH und FRG / HL über das HZG-Gelände sowie zur HAKONA

4.2.2 Zerlegegeräte und -verfahren

4.2.2.1 Standardgeräte

Für die Zerlegung des RDB-OH werden, wie auch für den Abbau der FRG und des HL vorgesehen und in Kapitel 4.1.2 bereits beschrieben, die gleichen manuellen handgeführten Abbaugeräte bzw. Abbauwerkzeuge verwendet.

Darüber hinaus sind für die Zerlegung der aktivierten Teile ebenfalls erprobte und bewährte fernhandierte Werkzeuge und thermische Zerlegeverfahren wie z. B. mittels Plasma-Schneidmodul, CAMC-Modul oder Autogen-Brennschneidmodul (adaptierbar am Verpackungsmanipulator der Hilfsbrücke) vorgesehen.

4.2.2.2 Dekontaminationsverfahren und -einrichtungen

Um radioaktive Verunreinigungen an Komponenten zu beseitigen, sind in der Zerlegehalle nur einfache Dekontaminationsmethoden vorgesehen. Diese beschränken sich auf die Entfernung von abwischbarer Kontamination mit Methoden, die nur wenig Abwasser und Sekundärabfälle erzeugen. Dies sind händische Verfahren mit Reinigern wie z. B. Putztücher mit Zitronensäure, Oxalsäure oder anderen bewährten Dekontaminationsreinigern. Die Putztücher mit der abgewischten Kontamination und den Rückständen des Reinigungsmittels werden in geeigneten Gebinden gesammelt und der Entsorgung zugeführt. Weiterhin können Abziehlacke zur Bindung und Entfernung von nicht festhaftender Kontamination eingesetzt werden.

Sollte das Dekontaminationsziel bei einem Anlagenteil noch nicht erreicht sein, so wird dieses Anlagenteil erneut einem Dekontaminationsverfahren unterzogen, wenn dies unter radiologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll ist. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, dekontaminationsfähige Komponenten vor Ort geeignet zu verpacken und anschließend einer externen Einrichtung zur weiteren Behandlung zuzuführen.

Für die Dekontamination von Werkzeugen und kleineren Einrichtungen, die bei der Zerlegung des RDB-OH eingesetzt werden, wird vor Ort ein Ultraschallbad vorgesehen.

4.2.3 Zerlegung RDB-OH

Für die Zerlegung des RDB-OH sind im Wesentlichen folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Ausbau der 3 Hauptkühlmittelpumpen und Dichtstopfen der Pumpenrohre,
- Ausbau der Steuerelement-Antriebsstangen,
- Ausbau des RDB-Deckels,
- Ausbau des Stützgerüsts,
- Ausbau des Dampferzeugers,
- Abbau der Kerneinbauten,
- Abbau der Einbauten im Schildtank,
- Abbau des RDB,
- Abbau des Schildtanks.

Die Arbeitsschritte und Vorgehensweisen werden nachfolgend beispielhaft dargestellt.

Ausbau der 3 Hauptkühlmittelpumpen und Dichtstopfen der Pumpenrohre

Als erstes werden die drei Hauptkühlmittelpumpen ausgebaut um zu vermeiden, dass diese sowie die oberen Bereiche der Hauptkühlmittelpumpenstutzen bei späteren Abbauschritten kontaminiert werden.

Dieser Vorgang erfolgt in der gleichen Weise, wie er als Maßnahme zum Tausch oder zur Reparatur von Hauptkühlmittelpumpen während des Reaktorbetriebs vorgesehen war.

Die betreffenden Stutzen auf dem Schildtankdeckel werden geöffnet. Die Flansche werden aufgeschraubt und die Dicht-Schweißnaht wird aufgetrennt.

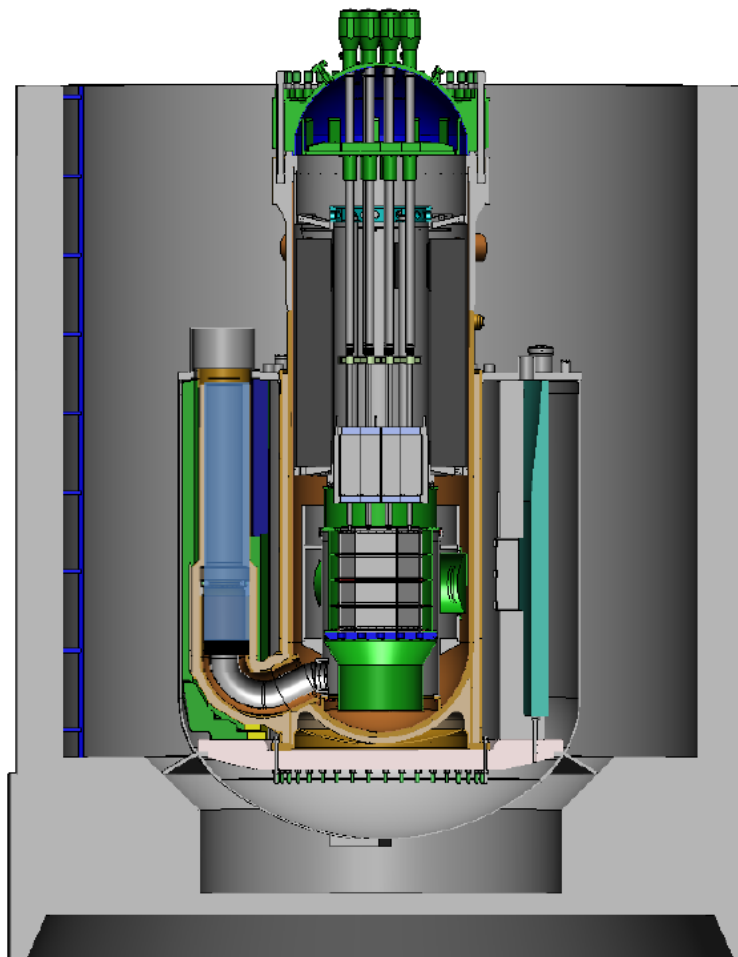


Abbildung 4-19: Zustand nach Ausbau der Hauptkühlmittelpumpe, Setzen des Dichtstopfens und Fluten des Pumpenrohrs

Anschließend werden die Pumpen komplett mit Antriebsmotor, Pumpenläufer und Leitapparat in einer Einheit ausgebaut, in einen Kontaminationsschutz (z. B. Folie) verpackt und für

die Nachzerlegung in den in Zeltbauweise ausgeführten Nachzerlegebereich in der Zerlegehalle transportiert.

Zur Vermeidung des Eindringens von Kontamination während der Phase, in der der RDB für die Abbauarbeiten geflutet wird, werden von oben in die Pumpenrohre neu angefertigte Dichtstopfen eingesetzt.

Ausbau der Steuerelement-Antriebsstangen

Die Steuerelement-Antriebsstangen werden analog zur Vorgehensweise beim betrieblichen Brennelementwechsel gemäß der noch vorhandenen Fachanweisung manuell ausgebaut.

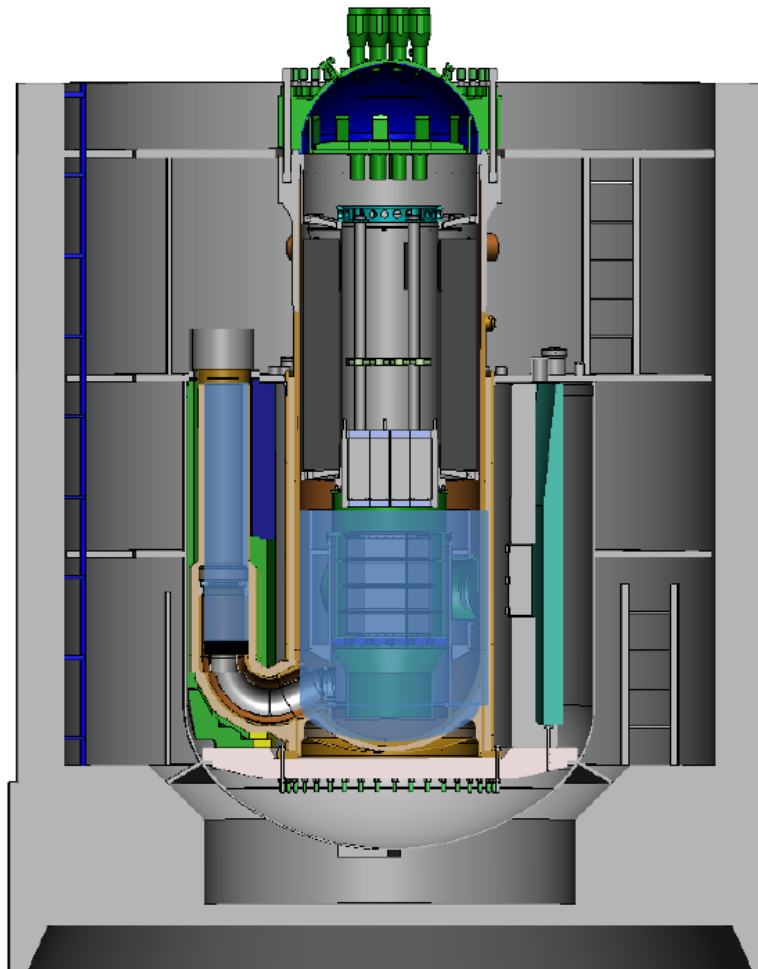


Abbildung 4-20: Steuerelement-Antriebsstangen ausgebaut; RDB bis Unterkante des Stützgerüsts geflutet

Um eine erhöhte Dosisleistung sowie mögliche Aerosolfreisetzung im Bereich der Arbeiten auf dem RDB-Deckel auszuschließen, wird vor dem Ausbau der Steuerelement-Antriebsstangen der RDB bis kurz vor die Unterkante des Stützgerüsts geflutet.

Die Nachzerlegung kann trocken oder unter Wasser, je nach radiologischen Bedingungen erfolgen. Die Steuerelement-Antriebsstangen werden für eine trockene Zerlegung mit dem Brückenkran zum Nachzerlegebereich in der Zerlegehalle transportiert. Die ggf. aktivierten Teile im unteren Bereich werden abgetrennt und dem radioaktiven Abfall zugeordnet. Die nicht aktivierten Teile der Steuerelement-Antriebsstangen sind nach deren Dekontamination voraussichtlich gemäß § 29 StrISchV freigebbar.

Ausbau des RDB-Deckels

Nach dem Ausbau der Steuerelement-Antriebsstangen erfolgt das Öffnen des RDB-Deckels, in der gleichen Weise wie beim früheren betrieblichen Brennelementwechsel. Die RDB-Deckelbolzen werden dekontaminiert und sind danach voraussichtlich größtenteils freigebbar.

Der RDB-Deckel wird auf einem geeigneten Abstellpodest abgestellt und zunächst grob dekontaminiert. Danach erfolgt die Zerlegung, wenn möglich mittels mobiler Säge. Wo erforderlich können thermische Trennschnitte zur Vorbereitung der Sägeschnitte gesetzt werden. Die Einzelteile werden nach der Zerlegung dekontaminiert. Anschließend sind die Einzelteile voraussichtlich größtenteils freigebbar.

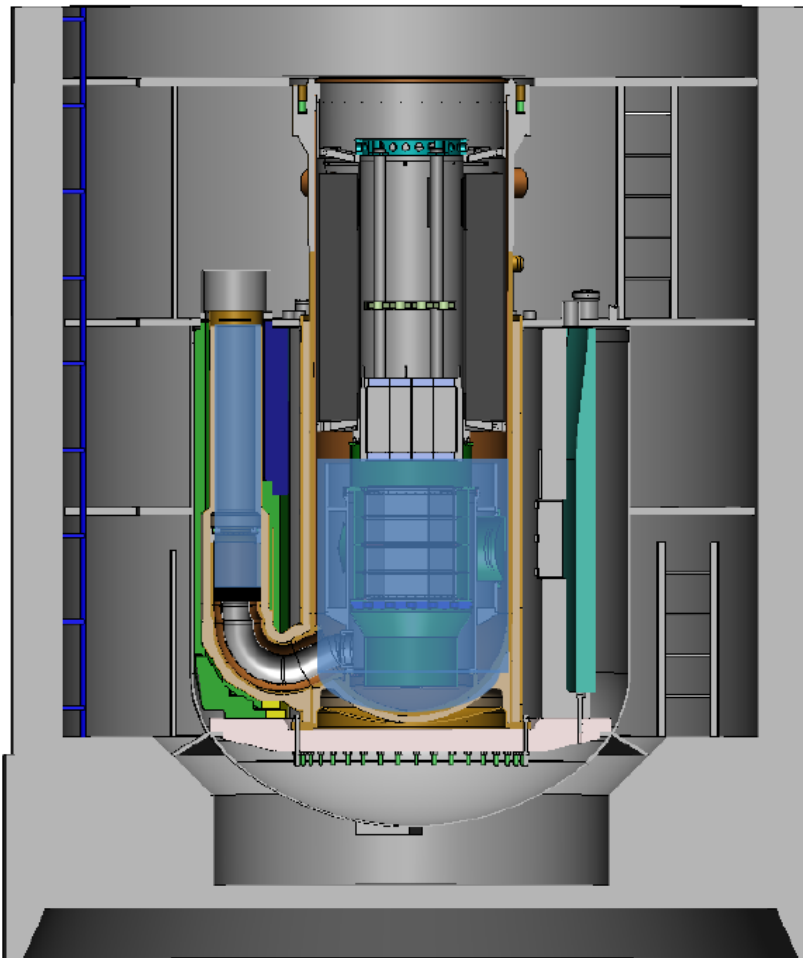


Abbildung 4-21: RDB-Deckel geöffnet

Ausbau des Stützgerüsts

Das Stützgerüst wird ebenfalls wie beim betrieblichen Brennelementwechsel ausgebaut. Anschließend erfolgt eine Dekontamination und Nachzerlegung. Die Nachzerlegung erfolgt mechanisch mit Hilfe von Sägen. Aktivierte Teile, die oberhalb der Freigabewerte liegen, werden je nach Aktivitätskonzentration entweder der Freigabe zur Rezyklierung oder der Entsorgung als radioaktiver Abfall zugeordnet.

Die Teile des Stützgerüsts, die nicht bzw. unterhalb der Freigabewerte aktiviert sind, sind je nach Dekontaminationserfolg voraussichtlich gemäß § 29 StrlSchV freigebar.

Nach dem Ausbau des Stützgerüsts wird der Wasserspiegel im RDB bis auf die Unterkante des Dampferzeugers angehoben.

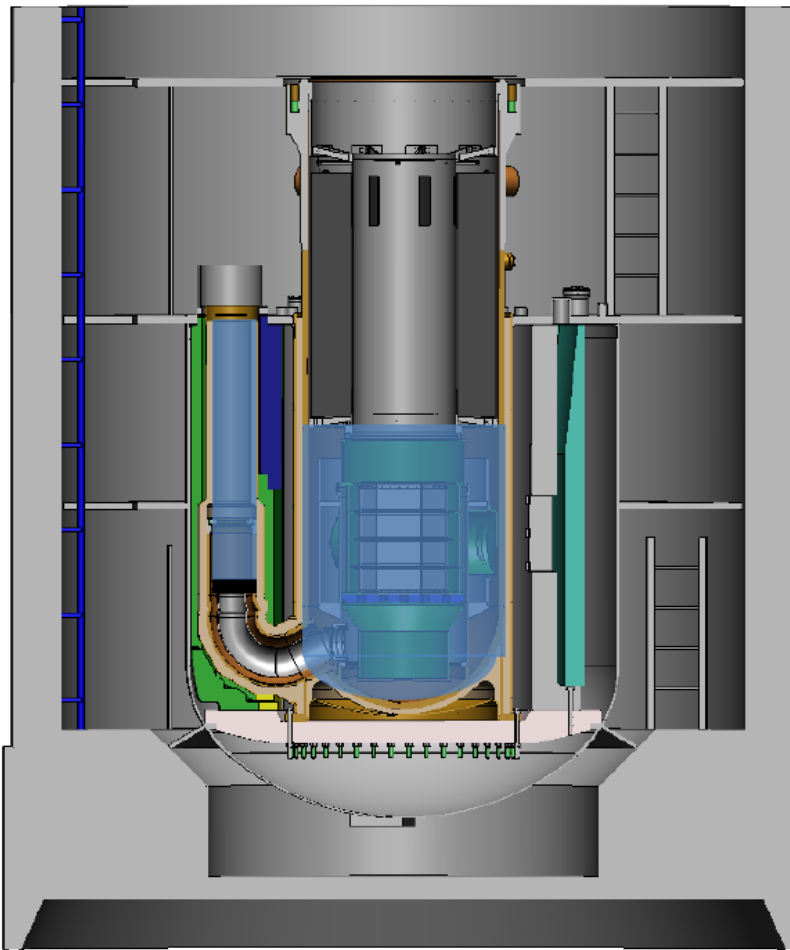


Abbildung 4-22: Stützgerüst ausgebaut

Ausbau des Dampferzeugers

Der Dampferzeuger wurde als eine Einheit in den RDB eingebaut und kann in einem Stück ausgebaut werden. Der Dampferzeuger wird mit dem Brückenkran herausgehoben. Dabei wird der Dampferzeuger in einen Kontaminationsschutz (z. B. Folie) verpackt, um eine Kontaminationsverschleppung in die Zerlegehalle zu vermeiden.

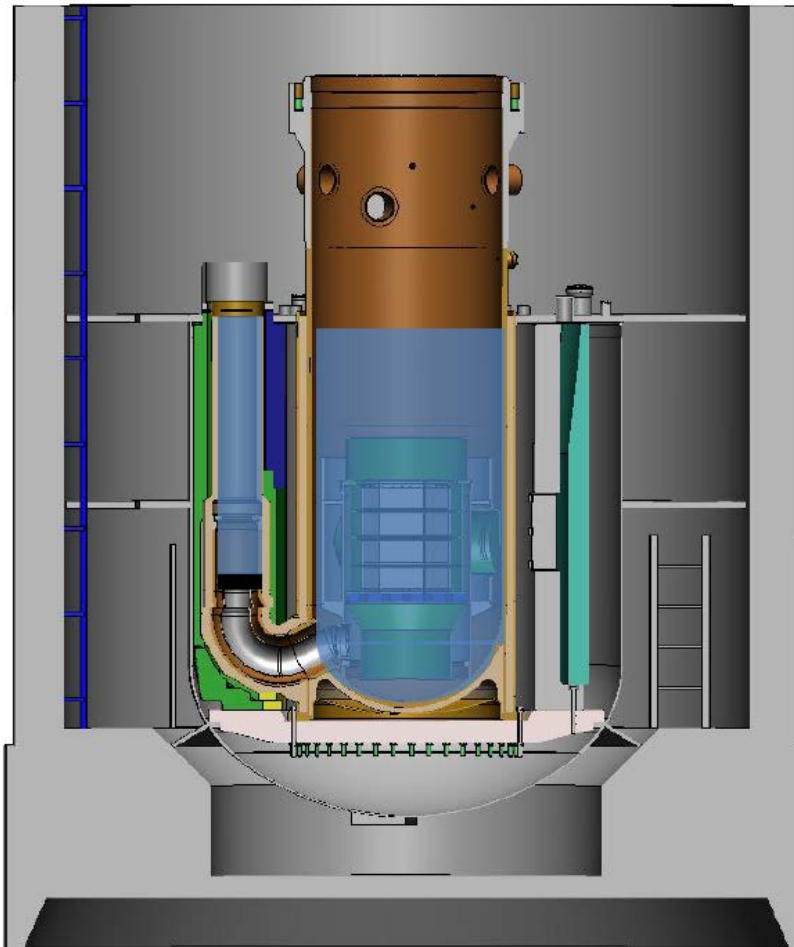


Abbildung 4-23: Dampferzeuger ausgebaut; RDB bis Schildtankdecke geflutet

Aufgrund der sehr großen Oberfläche der Dampferzeuger-Heizrohre stellt der Dampferzeuger die hinsichtlich Kontamination relevante Komponente dar. Da für die Dekontamination des Dampferzeugers eine aufwändige Infrastruktur erforderlich wäre und eine große Menge an Abwasser zu erwarten wäre, wird die Variante bevorzugt, den Dampferzeuger im Ganzen zu verpacken und zu einer externen, geeigneten Einrichtung zur Dekontamination und Nachzerlegung zu verbringen.

Für die externe Nachbehandlung wird der ausgebaute Dampferzeuger direkt in einen Transportcontainer (z. B. 20'-Container Typ IP 2) verpackt und ausgeschleust.

Zerlegung der Kerneinbauten

Die aktivierten Kerneinbauten werden im RDB unter Wasser mit fernbedienten bzw. fernhandhabten Einrichtungen zerlegt und in Siebkörbe verpackt. Der Wasserstand wird entsprechend

dem Zerlegefortschritt sukzessive abgesenkt. Während der Beladung werden die Siebkörbe (MOSAIK®-Einsatzkörbe) seitlich an der RDB-Wand mit ausreichender Wasserüberdeckung abgehängt. Die Siebkörbe werden mit einer Abschirmglocke ausgehoben und mittels abgeschirmten Transport- oder Abfallbehälter in die vorhandenen Betonzellen der FRG und des HL verbracht und dort unter geometrischen und radiologischen Gesichtspunkten optimiert entsprechend den Annahmebedingungen für ein Endlager des Bundes verpackt

Aufgrund der beengten Verhältnisse und des komplexen Aufbaus der Kerneinbauten kommen unterschiedliche Trennverfahren zum Einsatz. Da bei den vorgesehenen Trennverfahren eine Verschmutzung des Wassers durch feinkörnigen Materialabtrag entstehen wird, ist eine Wasserreinigung vorgesehen. Hierfür werden Schläuche über die Stützen in der RDB-Wand oberhalb des Flutungs-Wasserspiegels zu abgeschirmten Filtereinheiten geführt, die auf der Schildtankdecke abgestellt werden.

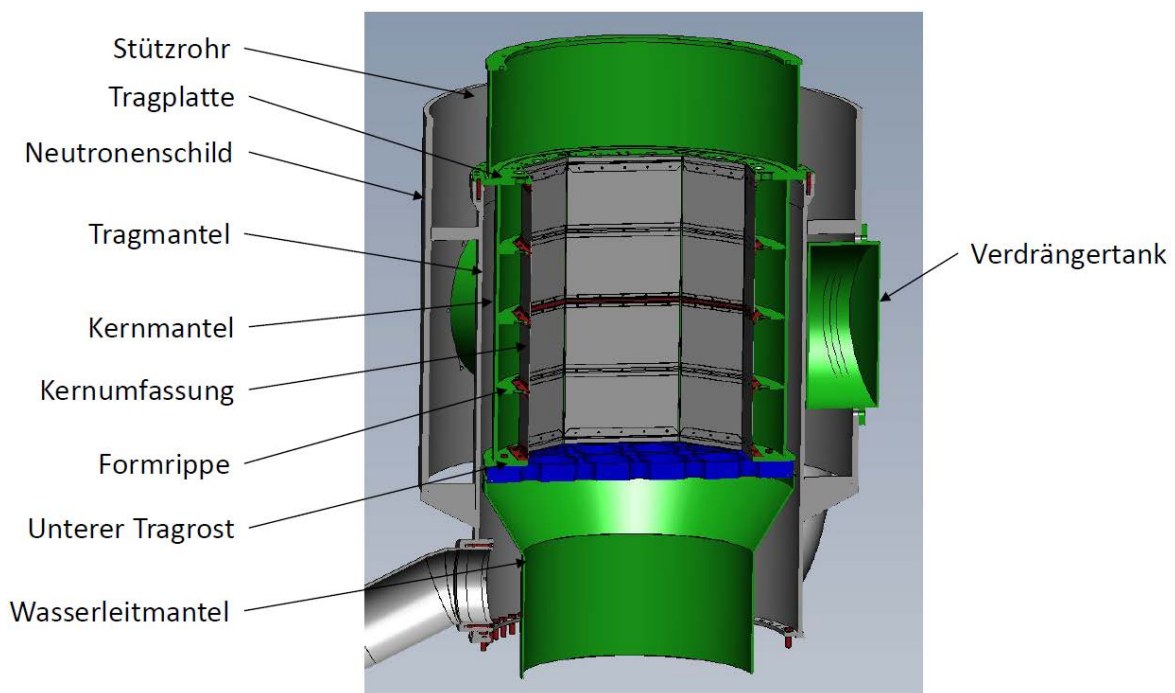


Abbildung 4-24: Aufbau der Kerneinbauten

Nach der Demontage der Kerneinbauten ist der größte Anteil der Aktivität aus dem RDB-OH entfernt. Der Wasserstand im RDB wird abgesenkt, wobei ggf. die RDB-Wand parallel mittels Hochdruck-Wasserstrahl von lose anhaftender Kontamination gereinigt wird. Am Boden des RDB abgesetzte Partikel werden mit Hilfe des Wasserreinigungssystems oder mit einem Unterwasserstaubsauger abgesaugt und auf Filter abgeschieden. Die Filter werden in Ab-

hängigkeit von ihrer Dosisleistung mit Hilfe der Abschirmglocke in geeignete Behälter ausgelagert. Das noch in den Pumpenstutzen vorhandene Wasser wird ebenfalls abgepumpt und die gesetzten Dichtstopfen werden entfernt.

Alle folgenden Arbeiten im RDB-OH finden ohne Wasserüberdeckung statt. Sollte es die Dosisleistung erfordern, wird der RDB erneut geflutet und der Wasserstand dem Fortschritt der Arbeiten im RDB-OH entsprechend sukzessive abgesenkt.

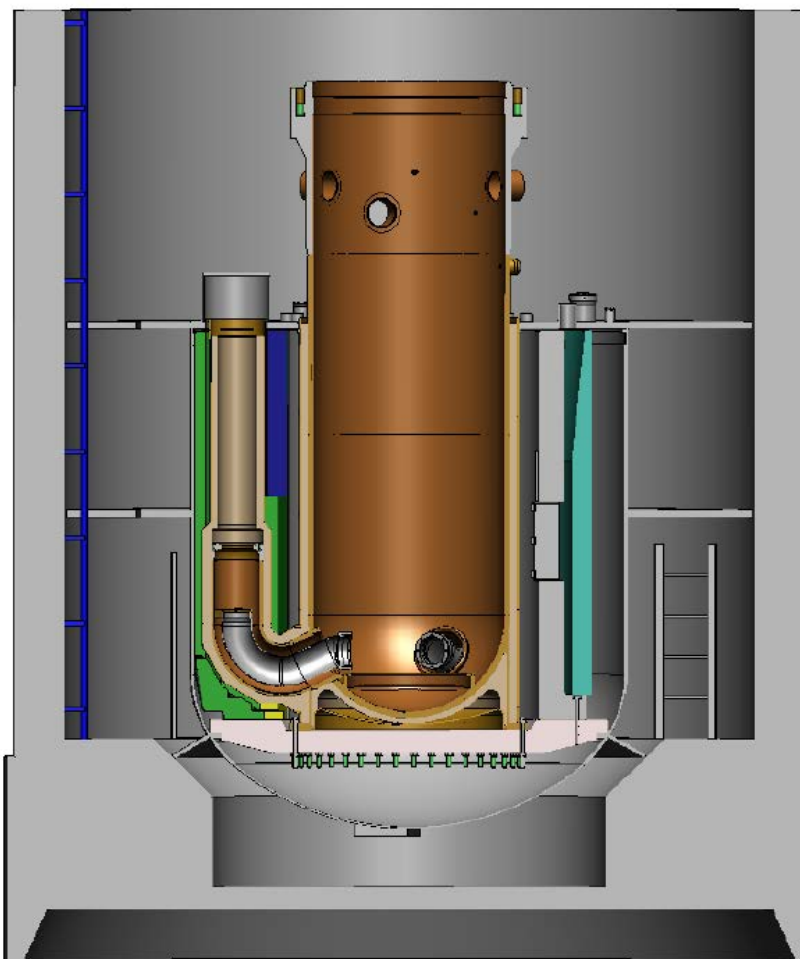


Abbildung 4-25: Zustand nach Abbau der Kerneinbauten

Zerlegung der Einbauten im Schildtank

Der Schildtank wird mit thermischen Verfahren geöffnet und die Schildtankdecke segmentweise herausgeschnitten. Die Segmente werden dekontaminiert und stehen anschließend für eine Freigabe nach § 29 StrlSchV bereit.

Danach werden die Abschirmplatten in umgekehrter Reihenfolge zur ehemaligen Montage ausgebaut und mit dem Brückenkran ausgehoben. Die Abschirmplatten werden dekontaminiert und sind anschließend voraussichtlich größtenteils freigebar.

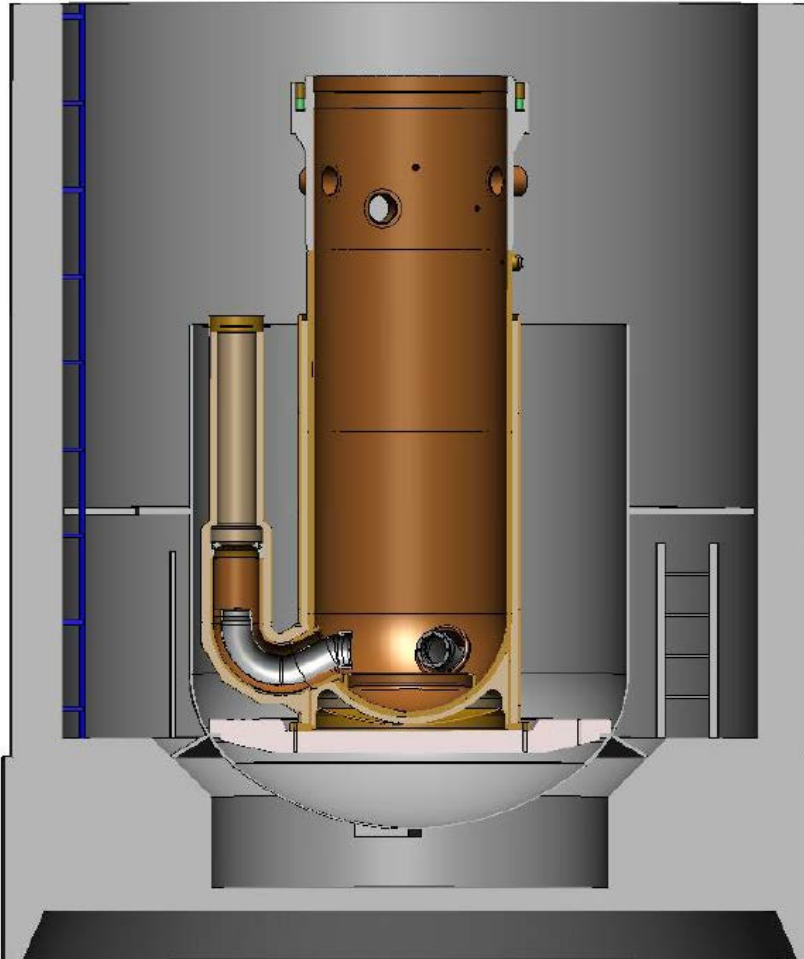


Abbildung 4-26: Zustand nach Entfernung der Einbauten des Schildtanks

Vor Beginn der Zerlegung des RDB ist die Isolierung (Steinwolle) zwischen Schildtank-Innenwand und RDB sowie im Bereich der Pumpenstutzen zu entfernen. Die in diesen Bereichen voraussichtlich in loser, gestopfter Form vorliegende Isolierung wird mit Stangenwerkzeug von einer Hilfsbühne auf Schildtankdecken-Höhe aus sowie durch Arbeiten im Schildtank selbst entfernt. Ggf. wird es erforderlich, die Schildtankwand partiell mittels Trennschleifer zu öffnen, um an die Isolierung heranzukommen.

Zerlegung des RDB

Der RDB wird mit thermischen Trennverfahren von oben nach unten schussweise zerlegt. Die Schnittführung am noch stehenden RDB erfolgt mit Hilfe eines Kraft-Manipulators von außen. Entstehende Brennschneidgase und ggf. mobilisierte Kontamination der RDB-Oberfläche werden über eine Luftabsaugung im Inneren des RDB über Filter abgezogen. Hierzu wird eine Absaughaube dicht oberhalb des jeweils zu schneidenden RDB-Schusses gesetzt, um eine gerichtete Luftströmung zu erreichen. Der Abbauplatz wird während dieser Arbeiten mit Hilfe eines Zelts eingehaust. Das Arbeitszelt wird ebenfalls mit einer gefilterten mobilen Luftabsaugung ausgerüstet. Durch den Abbau in Schüssen wird ein Herabfallen von abgetrennten Segmenten vermieden.

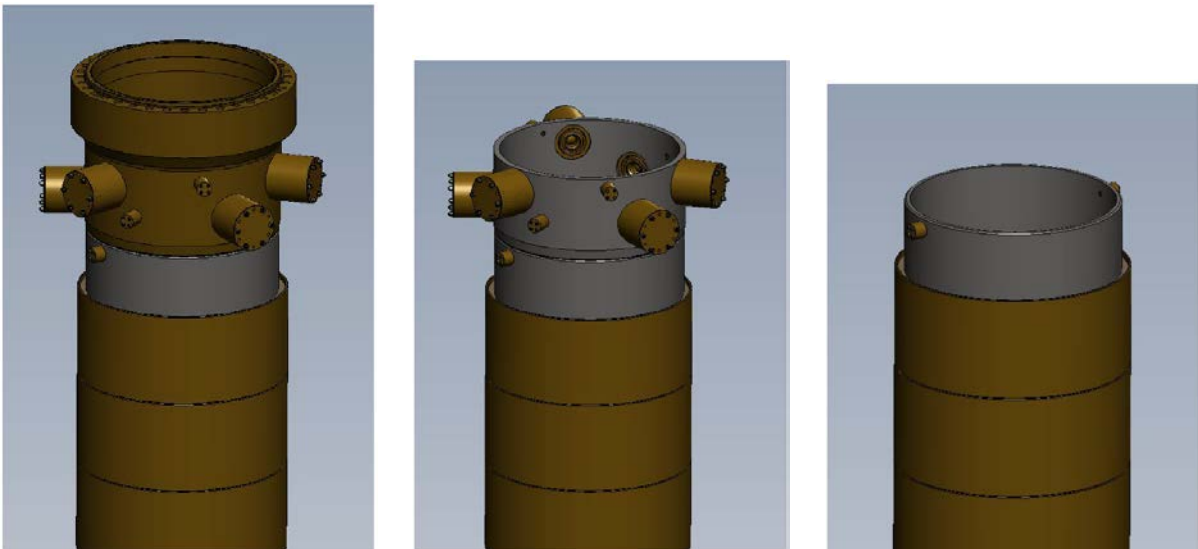


Abbildung 4-27: Schussweise Zerlegung des RDB im Betonschacht

Die abgetrennten Schüsse werden im Ganzen mit dem Brückenkran ausgehoben, dekontaminiert und anschließend im Nachzerlegebereich in der Zerlegehalle mittels Trennverfahren teilautomatisiert nachzerlegt. Die Segmente werden je nach Aktivitätskonzentration entweder der Freigabe nach § 29 StrISchV oder der Entsorgung als radioaktiver Abfall zugeordnet.

Die Demontage des Teils des RDB, der sich im Schildtank befindet, setzt voraus, dass die innere Zylinderwand des Schildtanks vorlaufend abgebaut wird. Dies kann ebenfalls durch thermisches Trennen erfolgen.

Im Rahmen der Demontage des RDB werden auch die Pumpenstutzen abgetrennt.

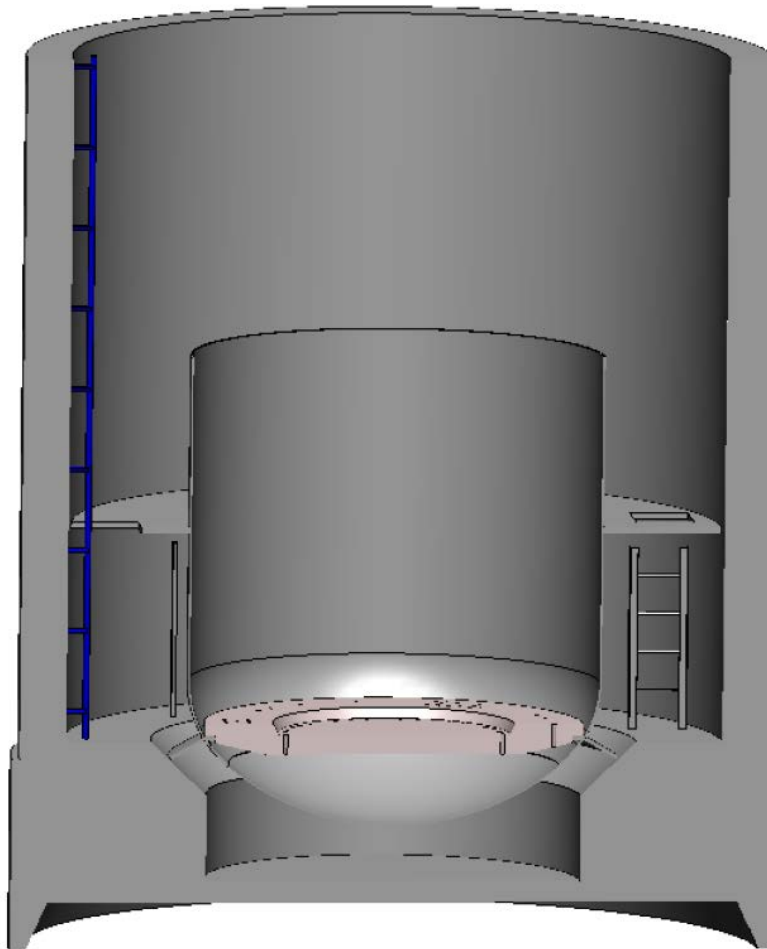


Abbildung 4-28: Zustand nach Abbau des RDB

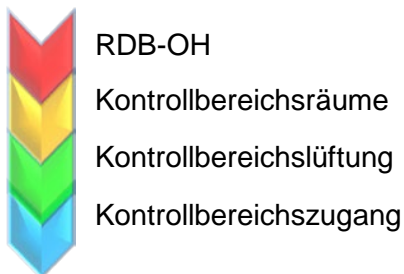
Zerlegung des Schildtanks

Nachdem der RDB und der innere Schildtankzylinder zerlegt sind, wird die Bodenplatte im Schildtank zerlegt. Aufgrund ihrer Masse von 45 Mg muss diese Bodenplatte in Einbaulage mindestens in zwei Teile zerlegt werden. Dies erfolgt mittels thermischen Trennens. Die Teile können nach der Dekontamination voraussichtlich der Freigabe nach § 29 StrISchV zugeführt werden.

Abschließend erfolgt die Zerlegung des verbliebenen äußeren Schildtankmantels. Aufgrund der zu erwartenden geringen Kontamination ist auch hier thermisches Trennen vorgesehen.

4.2.4 Rückzugskonzept, Restabbau und Dekontamination der Zerlegehalle und des Betonschachts

Nachdem der RDB-OH zerlegt ist, wird die gesamte Infrastruktur im Sinne eines Rückzugs (vgl. Begriffsbestimmungen) aus der Zerlegehalle und dem Betonschacht abgebaut. Der Rückzug erfolgt dabei ausgehend vom Betonschacht über die allgemeinen Kontrollbereichsräume und die Kontrollbereichsräume des Lüftungssystems in Richtung des Kontrollbereichszugangs. In einem Grundriss der Zerlegehalle (siehe Anlage 3) sind die einzelnen Abschnitte des Rückzugs wie folgt kenntlich gemacht:



Dabei werden alle kontaminierten Systeme und Einrichtungen und alle nicht kontaminierten Systeme und Einrichtungen, die die Freigabe der Zerlegehalle und des Betonschachts erschweren oder behindern, abgebaut. Anschließend werden die Baustrukturen der Zerlegehalle und des Betonschachts selbst radiologisch bewertet, ggf. dekontaminiert und freigemessen. Grundlage für eine Freigabe von Anlagenteilen und Gebäudeteilen ist der § 29 StrISchV in Verbindung mit den in Anlage III Tabelle 1 festgelegten Freigabewerten.

5 Betrieb der Betriebsstätten

5.1 Restbetrieb der FRG und des HL

Der Restbetrieb umfasst den Betrieb aller noch erforderlichen Systeme und Einrichtungen sowie alle unterstützenden Tätigkeiten, die zur Einhaltung der verbliebenen Schutzziele sowie zum Abbau der FRG und des HL erforderlich sind. Die Restbetriebssysteme sind aus dem Nachbetrieb bereits vorhanden und können unverändert oder modifiziert weiter betrieben werden. Sie werden den betrieblichen Erfordernissen und dem Abbaufortschritt angepasst. Gegebenenfalls werden Restbetriebssysteme / Ersatzsysteme (z. B. Lüftung, Abwasseranlage, Meldeanlagen) neu errichtet, wenn dies aus technischen und / oder wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll ist. Nicht mehr benötigte Restbetriebssysteme werden formal außer Betrieb genommen, stillgesetzt und abgebaut.

Die im Rahmen des Restbetriebs weiterhin benötigten Systeme und Einrichtungen sind im Wesentlichen:

- Lüftungsanlagen,
- Abwassersammel- und Aufbereitungssysteme der FRG und des HL,
- Energieversorgung,
- Leittechnische Einrichtungen (z. B. Telefon-, Ruf- und Meldeanlagen),
- Brandschutz,
- Teile der Reaktorschutzinstrumentierung,
- Strahlenschutzinstrumentierung,
- Medienver- und entsorgung (z. B. Druckluft, Deionatversorgung, Brauchwasserversorgung),
- Objektschutzeinrichtungen,
- Hebezeuge / Transporteinrichtungen.

Die Abwicklung der Außerbetriebnahme der Restbetriebssysteme wird in dem für die FRG, das HL und die Zerlegehalle mit RDB-OH gemeinsam zu erstellenden Restbetriebshandbuch (RBHB) geregelt.

5.1.1 Lüftungstechnische Anlage mit Fortluftüberwachung

5.1.1.1 Allgemeines

Die Be- und Entlüftungsanlagen der FRG und des HL für die Bereiche, in denen mit radioaktiven Verunreinigungen zu rechnen ist, sind an zwei Hauptabluftsammelleitungen angeschlossen.

Die überwiegend im Erdreich liegende Hauptabluftsammelleitung für den Bereich des Heißen Labors nimmt die Abluft der HL-Lüftungsanlagen für Halle, Betonzellen und Kellerräume auf. An die zweite Hauptabluftsammelleitung sind die Abluftanlagen der Reaktorhalle und der Kranhalle angeschlossen. Die Ausströmgeschwindigkeit aus dem Fortluftkamin beträgt bei Maximalleistung aller angeschlossenen Abluftanlagen ca. 15 m/s. Alle Hauptanlagen verfügen druckseitig über Rückschlagklappen, die bei Ausfall einer Anlage eine wirksame Abspernung gegen rückströmende Abluft gewährleisten. Die Einhaltung der Schutzziele:

- Einschluss der radioaktiven Stoffe,
- Begrenzung der Strahlenexposition,

ist durch den Betrieb der Lüftungsanlage und die raumtechnische Trennung zu der Umgebung gewährleistet. Abbildung 5-1 zeigt schematisch den Anschluss der Abluftstränge. Die Emissionsüberwachung der Fortluft ist in Kapitel 7.4.3 beschrieben.

5.1.1.2 Lüftungsanlagen Reaktorhalle

Die Zuluftanlage ist an der Nordostecke des Reaktorgebäudes aufgestellt. Der Zuluftventilator saugt im Normalbetrieb über einen Zuluftkanal an der Ostseite des Zulufttraumes bis zu 14.000 m³/h Außenluft an. Im Ablufttraum sind HEPA Filterpakete der Filterstufe H13 gemäß DIN EN 1822-1 eingebaut.

Die im Ablufttraum aufgestellte Notabluftanlage aus dem Leistungsbetrieb ist zur Erfüllung der Schutzziele nicht mehr erforderlich, wird jedoch aus betrieblichen Gründen als Reserveabluftanlage zunächst weiterbetrieben.

Für den Abbau des Reaktorbeckens wird eine Zusatzlüftungsanlage (ZLA) errichtet.

5.1.1.3 Alte Versuchshalle

Die „alte Versuchshalle“ ist durch eine Zwischendecke mit Deckenöffnung von der Reaktorhalle getrennt. Für die durchzuführenden Abbaumaßnahmen wird die alte Versuchshalle an die Kontrollbereichszu- und Abluft der Reaktorhalle angeschlossen. Mit dieser Anpassung wird die Fortluft aus der „alten Versuchshalle“ kontinuierlich gefiltert und radiologisch überwacht. Der Luftdurchsatz wird so eingestellt, dass eine gerichtete Luftströmung in Richtung der Reaktorhalle erreicht wird. Durch die Zugangsschleuse zwischen der Kranhalle und der alten Versuchshalle sowie der Verbindungsschleuse zur TBH können Tätigkeiten in der alten Versuchshalle ohne Unterbrechungen durchgeführt werden. Zur Vermeidung radioaktiver Aerosolfreisetzung bei Ab- oder Umbaumaßnahmen innerhalb des Gebäudes werden bei Bedarf Zelteinhausungen errichtet und mit mobilen Filteranlagen betrieben.

5.1.1.4 Kranhalle

Eine Luftmenge von max. 4.000 m³/h Außenluft wird an der Nordseite der Halle über Vorfilter und Erhitzer in die Kranhalle geblasen. Auch hier dient die Luft gleichzeitig als Wärmeträger und die Temperaturen der eingeblasenen Luft werden automatisch geregelt. Die Abluft gelangt als Sekundärluft in den Bestrahlungskanal und den RA-Keller.

5.1.1.5 Bestrahlungskanal

Der Bestrahlungskanal ist unterteilt in:

- Beladestation,
- RA-Reinigungsraum,
- Verpackungsstation.

Die Zuluftfilteranlage für diesen Bereich befindet sich in der Kranhalle. Die Kranhallenluft wird nach nochmaliger Filterung an der Hallennordseite angesaugt. Die Abluft aus den vorgenannten Bereichen wird über getrennte Kanäle in den RA-Keller geführt, wo die erforderlichen HEPA Filter der Filterstufe H13 gemäß DIN EN 1822-1 installiert sind. Die weitere Luftführung erfolgt zunächst über Einzelkanäle, die später in einen Strang zusammengeführt werden und in den Fortluftkamin münden.

5.1.1.6 RA-Keller

Die erforderliche Zuluft für den RA-Keller wird als Sekundärluft der Kranhalle entnommen. In einer Filterkammer werden die Verunreinigungen der Hallenluft zurückgehalten. Das Abluftfiltergerät steht im RA-Keller. Die Abluft wird durch HEPA Filter der Filterstufe H13 gemäß DIN EN 1822-1 gereinigt und über die Abluftsammelleitung und den zugehörigen Abluftventilator in den Fortluftkamin gegeben.

5.1.1.7 Fortluftkamin

Die gesamte Fortluft aus der FRG und dem HL wird über eine Abluftsammelleitung in den Fortluftkamin geblasen. Der Fortluftkamin ist westlich der Reaktorhalle vor dem Laboranbau errichtet. Er steht auf einem Fundament aus Stahlbeton, in dem die beiden Krümmer für die Zuführung der Abluft (Abluftsammelleitung aus dem Reaktorgebäude und Abluftsammelleitung aus dem Heißen Labor) angeschlossen sind. Das Fundament hat einen Durchmesser von 8 m bei 4 m Höhe. Der aus Radialklinkern gemauerte Fortluftkamin hat eine Höhe von 61,30 m; er ist von innen und außen glatt verfugt. Steigeisen sind innen und außen montiert. Am Fortluftkamin ist eine begehbare Bühne angebracht.

Neben den Hauptsträngen aus der Reaktorhalle und aus dem Heißen Labor wird aus den nachfolgend aufgeschlüsselten Bereichen über Nebenstränge die Fortluft an die Abluftsammelleitung des Reaktorgebäudes und damit in den Fortluftkamin angeschlossen:

- a) Abluft Verpackungsstation / Bestrahlungskanal
- b) Abluft RA-Keller
- c) Abluft Strahlrohre mit Stopfenlager (alte Versuchshalle)
- d) Abluft radioaktives Abwassersystem

Die Abbildung 5-1 zeigt die Fortluftführung aus den Gebäudeteilen FRG und HL mit der Darstellung der Fortluftfilterung.

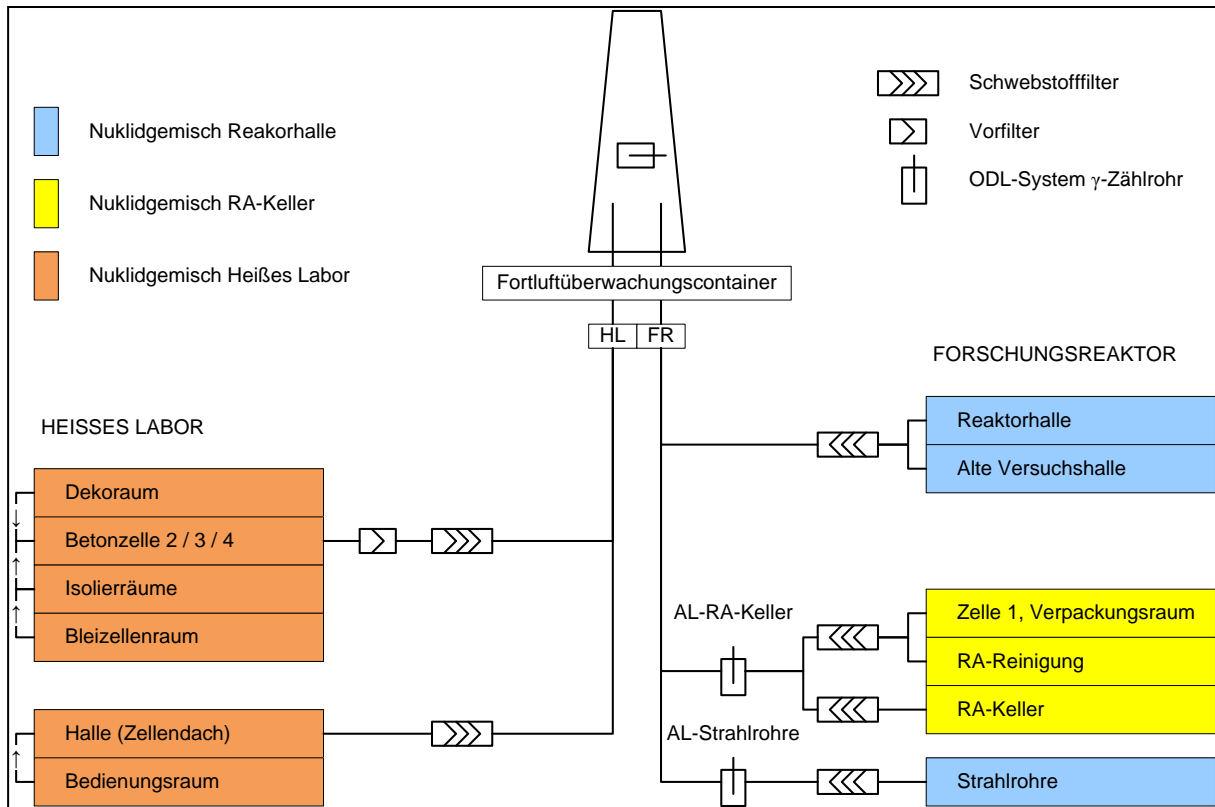


Abbildung 5-1: Darstellung der Fortluftführung der Lüftungsanlagen FRG und HL

5.1.2 Abwassersammel- und Aufbereitungssystem

Radioaktiv kontaminierte Abwässer fallen im Reaktorgebäude und im Heißen Labor an. Anfallende Abwässer werden dem Abwassersammelsystem zugeführt. Das Abwassersystem für die radioaktiv kontaminierten Abwässer wird nachfolgend kurz beschrieben.

Zwölf erdverlegte, doppelwandige, lecküberwachte Stahlsammelbehälter mit einer Gesamtkapazität von 350 m³ (10 × 25 m³, 2 × 50 m³) dienen zum Zwischenlagern der anfallenden Abwässer. Von den Behältern dienen 6 mit einem Rauminhalt von je 25 m³ zur Aufnahme von radioaktivem Abwasser mit einer Aktivitätskonzentration < 3,7 E6 Bq/m³ und die restlichen 6 Tanks (4 × 25 m³, 2 × 50 m³) zur Aufnahme von radioaktivem Abwasser mit einer Aktivitätskonzentration > 3,7 E6 Bq/m³. Die Verbindungsleitung zwischen den beiden Tanksystemen kann nur über ein ferngesteuertes Ventil mit Schlüsselschalter geöffnet werden.

Abwässer aus dem Bereich des RA-Kellers und angeschlossener Systeme, aber auch Regenerierabwässer der radioaktiven Reinigungsanlage werden über einen Pumpensumpf

im RA-Keller direkt in das erdverlegte Tanksystem für eine Aktivitätskonzentration $> 3,7 \text{ E6 Bq/m}^3$ gepumpt.

Alle anderen radioaktiven Abwässer aus dem Reaktorgebäude fließen mit natürlichem Gefälle in zwei je 8 m^3 fassende Behälter im Keller des Reaktorgebäudes. Von hier aus wird das Wasser nach vorheriger Messung durch den Strahlenschutz in das Tanksystem für eine Aktivitätskonzentration $< 3,7 \text{ E6 Bq/m}^3$ gepumpt. Es besteht aber auch die Möglichkeit, in das Tanksystem für eine Aktivitätskonzentration $> 3,7 \text{ E6 Bq/m}^3$ zu pumpen.

Abwässer aus dem Heißen Labor, die radioaktiv kontaminiert sind, werden im Keller des Heißen Labors in zwei je 8 m^3 fassenden Behältern aufgefangen. Nach einer Messung durch die Abteilung Strahlenschutz wird das Wasser aus diesen Tanks in das Sammeltanksystem für radioaktives Abwasser gepumpt.

Abwasser mit einer Aktivität $> 3,7 \text{ E6 Bq/m}^3$ wird gesammelt und kampagnenweise mit Tankfahrzeugen zu einer externen Konditionierungsanlage abgefahren.

Abwasser mit einer Aktivität $< 3,7 \text{ E6 Bq/m}^3$ wird neutralisiert, von Schwebstoffen gereinigt und anschließend in die Elbe eingeleitet.

Die Abwasseranlagen bleiben während des Abbaus erhalten und werden erst zum Schluss, wenn diese nicht mehr benötigt werden, abgebaut.

5.1.3 Energieversorgung

Die elektrische Energieversorgung der FRG und des HL erfolgt aus den zentralen Stromversorgungseinrichtungen des HZG mit Niederspannung 400/230 V, 50 Hz.

Die Stromversorgungsanlagen des HZG sind angeschlossen an das Energienetz des Energieversorgungsunternehmens (EVU). Die Einspeisung erfolgt mit einer Leistung von $2 \times 6 \text{ MVA}$ und einer Spannung von 11 kV über 2 Kabel von der EVU-Station Krümmel zur Hauptschaltanlage des HZG, von wo die Trafostation Mitte mit einer z. Z. installierten Trafoleistung von 3.650 kVA über zwei Kabel mit je 4 MVA eingespeist wird.

Bei Ausfall der vorerwähnten Einspeisung steht zur Aufrechterhaltung eines eingeschränkten Betriebes eine zweite Einspeisung zur Verfügung, die mittels Kabel 11 kV und einer maximalen Leistung von 1 MVA von der EVU-Station Tesperhude zur Trafostation Südost des HZG erfolgt.

Im Falle eines Stromausfalles stehen zwei Schnellstartaggregate und Batterien zur Verfügung. Die Batterien versorgen die erforderlichen Systeme mit 2 x 300 Ah die positive Einspeisung von +26 V und mit 2 x 250 Ah die negative Einspeisung von -26 V.

Da während des Restbetriebs keine neuen Anforderungen an die Energieversorgung gestellt werden, kann die bisherige bestehen bleiben.

5.1.4 Kommunikationseinrichtungen

Die Telefonanlage auf dem Gelände des HZG ist mit dem öffentlichen Telefonnetz verbunden. Die Telefonanlagen dienen u. a. auch dazu, im Notfall Hilfe zu rufen. Für die interne Kommunikation steht zusätzlich eine Personenruf- und Alarmierungsanlage zur Verfügung.

Die Kommunikationseinrichtungen erfüllen während des Restbetriebes die gleichen Aufgaben wie bisher und werden beibehalten.

5.1.5 Brandschutz

Im Rahmen der Stillsetzungsmaßnahmen werden alle betrieblichen Brandlasten auf den notwendigen Bedarf reduziert. Dazu gehört im Wesentlichen das Entfernen der mit der Stillsetzung nicht mehr benötigten Kabel, auch das Entfernen von Ölen und anderen brennbaren Betriebsmedien aus den stillgesetzten Anlagenteilen.

Weiterhin ergibt sich eine erhebliche Reduzierung der brandschutztechnischen Anforderungen im Restbetrieb durch die Außerbetriebnahme und Stillsetzung von nicht mehr benötigten Systemen und Komponenten.

Der für den Restbetrieb erforderliche Brandschutz richtet sich nach konventionellen Gesichtspunkten und Strahlenschutz Gesichtspunkten. Es wird jederzeit darauf geachtet, dass mit den baulichen und betrieblichen Brandschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der

Reduzierung von Brandlasten und den Änderungen des Anlagenbetriebes die maßgeblichen Schutzziele zum Brandschutz sicher eingehalten werden. Diese Brandschutzziele sind:

- Rettung und Flucht von Menschen im Brandfall,
- Vermeidung bzw. Minimierung von Aktivitätsfreisetzungen bei Brand,
- Vorbeugung gegen Entstehung und Ausbreitung von Schadensfeuern,
- Rechtzeitige Erkennung und wirksame Bekämpfung bei Auftreten eines Brandes.

Außerdem werden folgende Ziele berücksichtigt:

- Anfallendes Löschwasser wird so aufgefangen und entsorgt, dass keine unzulässigen Belastungen für die Umgebung der Anlage entstehen.
- Die Betriebssicherheit von Brandschutzeinrichtungen wird durch Wiederkehrende Prüfungen gewährleistet.
- Es werden ausreichend betriebliche Brandschutzmaßnahmen getroffen.

Die Brandschutzeinrichtungen und Brandschutzmaßnahmen werden während des Restbetriebes an den aktuellen Anlagenzustand angepasst. Den Abbaufortschritt behindernde Systeme werden nach Erfordernis demontiert und, soweit noch erforderlich, durch äquivalente Systeme ersetzt. Nachdem die Voraussetzungen dafür erfüllt sind (Entfernen von Brandlasten, keine Zündquellen mehr, etc.), werden anschließend auch die Brandschutzsysteme in sinnvoller Reihenfolge ausgebaut.

Die aus dem Betrieb bereits vorhandenen Brandschutzsysteme erfüllen alle Anforderungen, die an einen Restbetrieb gestellt werden und bleiben zunächst weiterhin in Betrieb.

5.1.5.1 Baulicher Brandschutz

Baulicher und vorbeugender Brandschutz wird hauptsächlich durch das jeweilige Landesrecht bestimmt. Gemäß LBO SH /13/ müssen bauliche Anlagen so beschaffen sein, dass

- der Entstehung und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird,
- die Rettung von Menschen möglich ist,
- bei einem Brand wirksame Löscharbeiten möglich sind.

Die gesamte Anlage ist dementsprechend in Brandabschnitte und Brandbekämpfungsabschnitte eingeteilt. Brandabschnitte sind mindestens entsprechend F90 nach DIN 4102 voneinander getrennte Bauabschnitte. Das Reaktorgebäude ist in fünf Brandabschnitte eingeteilt:

- Reaktorhalle, Leitstand, Reaktorschutzräume und alte Versuchshalle,
- Kranhalle mit den darüber liegenden offenen Stockwerken sowie alle Büroräume bis zum Eingang in das Reaktorgebäude,
- Bereich der Heißen Zelle,
- Neue Versuchshalle und
- Verbindungsgang.

Türen, Kabeldurchführungen, Rohrleitungen und Lüftungsdurchführungen sind brandtechnisch nach F90 abgeschottet. Die Türen schließen

- bei Auslösung des Rauchmelders oder
- durch Türschließer.

5.1.5.2 Brandmeldeeinrichtung

Die Brandmeldeeinrichtung entspricht dem aktuellen Stand der Technik und kann für die gesamte Restbetriebs- und Abbauphase verwendet werden. Die FRG und das HL sind in verschiedene Brandabschnitte aufgeteilt. Bei Auslösen eines Brandalarms, entweder über Rauchmelder oder über einen Druckknopfmelder, läuft die Meldung bei der ständig besetzten Integrierten Regionalstelle Süd auf, die die örtliche Feuerwehr alarmiert.

Der Freiwilligen Feuerwehr Geesthacht stehen entsprechend dem Abbaufortschritt ständig aktualisierte Feuerwehreinsatzpläne zur Verfügung.

5.1.5.3 Brandschutzeinrichtungen

Im Treppenhaus (Ostseite des Laboranbaues) befindet sich eine Steigleitung (6 bar, 3 Zoll) mit Anschlussstellen in jedem Stockwerk. An jeder Anschlussstelle befindet sich ein Schlauch (Größe C) von 25 m Länge mit Strahlrohr. Handfeuerlöscher sind an verschiedenen Stellen des Gebäudes und in den Laboren aufgestellt. Blitzschutzeinrichtungen sind auf

allen Dächern angebracht. Zusätzlich existiert eine CO₂ Löschanlage für die Betonzellen 2–4 im Heißen Labor.

Im Außenbereich / auf dem Anlagengelände stehen ausreichend Feuerlöschhydranten zur Verfügung. Die Löschwasserversorgung erfolgt aus den Hauptleitungen der Stadt Geesthacht.

5.1.5.4 Organisatorische Maßnahmen

Für den Brandschutz ist bei HZG ein Brandschutzbeauftragter für den Forschungsreaktor FRG bestellt.

Es werden regelmäßig vorbeugende Brandschutzunterweisungen über technische Einrichtungen, wie mechanische Rauchabzugsanlagen, Funktion von Wasserhydranten, Feuerlöcher sowie über die aktuellen Brandschutzpläne durchgeführt.

Bei einem Brand in der Reaktoranlage obliegt die Einsatzleitung der Freiwilligen Feuerwehr Geesthacht.

Die Kontrollbereiche sind in Feuerwehrgefahrgruppen gemäß Feuerwehr Dienstvorschrift 500 (FwDV 500 /52/) eingeordnet. Die Gruppen II und III sind zusätzlich aus den Meldungen an der Brandmeldeanlage mit der entsprechenden Gefahrengruppe ersichtlich. Die Gefahrengruppen nach § 52 StrlSchV bedeuten:

Gefahrengruppe I:

Hier kann die Feuerwehr im Einsatzfall ohne besonderen Schutz vor den Gefahren radioaktiver Stoffe tätig werden.

Gefahrengruppe II:

Hier kann die Feuerwehr im Einsatzfall nur unter Verwendung einer Sonderausrüstung tätig werden. Die Bereiche sind gekennzeichnet. Zu dieser Gefahrengruppe II gehören u. a.: Der Reaktorhallen-Eingangsbereich, Zwischendecke, Personenschleuse, Waschraum, Abluft- und Zulufttraum, Kabelschacht-Reaktorhalle, Versuchshalle Nord- und Südteil, Abwasserkeller und einige Bereiche des Heißen Labors.

Gefahrengruppe III:

Hier kann die Feuerwehr im Einsatzfall nur unter Verwendung einer Sonderausrüstung und unter Hinzuziehung eines Sachverständigen, der die während des Einsatzes entstehende Strahlengefährdung und die anzuwendenden Schutzmaßnahmen beurteilen kann, tätig werden. Die Bereiche sind gekennzeichnet. Zu dieser Gefahrengruppe III gehören u. a.: Die Reaktorhalle, Bestrahlungskanal, Brennelementlager, radioaktive Reinigung und einige Bereiche des Heißen Labors.

5.1.6 Sonstige Versorgungssysteme

Die Strahlenschutzlabore, die Personenmonitore und die Werkstatt werden über eine zentrale Gasversorgungsanlage mit technischen Gasen versorgt. Die Leitungen sind sowohl an der zentralen Gasversorgungsanlage als auch an jeder Entnahmestelle durch Absperrventile verschließbar. Ferner sind in den Laboren, Kellern und Hallen Entnahmemöglichkeiten für Wasser und Druckluft vorhanden. Die Reaktorhalle hat eine separate Druckluftversorgung. Im Heißen Labor steht die Fremdluftversorgung für Zelleninterventionen betriebsbereit zur Verfügung.

Außerdem verfügt die FRG über eine betriebseigene Wäscherei zur Dekontamination von im Kontrollbereich anfallender Wäsche (z. B.: Overall, Kittel, Überschuhe), die auch für den Zeitraum des Abbaus genutzt werden soll.

5.1.7 Hebezeuge

Die für Abbaumaßnahmen vorgesehenen Hebezeuge dienen zum Heben und Transportieren von anfallenden Lasten. Es stehen verschiedene betrieblich bewährte Hebezeuge zur Verfügung (z. B. Laufkräne, Kettenzüge, Lastmanipulator), die regelmäßigen, wiederkehrenden Prüfungen unterzogen werden, dem genehmigten Stand entsprechen und nur durch geschultes Personal bedient werden.

Ggf. zusätzliche und neue Hebezeuge und Lastaufnahmemittel (z. B. Fassaufzug, siehe Kapitel 4.1.1.5) werden entsprechend dem Stand der Technik und den Anforderungen des gültigen Regelwerks ausgelegt.

5.2 Betrieb der Zerlegehalle

Der Betrieb der Zerlegehalle umfasst alle erforderlichen Systeme und Einrichtungen sowie alle unterstützenden Tätigkeiten, die zur Einhaltung der Schutzziele sowie zur Zerlegung des RDB-OH erforderlich sind. Alle Betriebssysteme und Einrichtungen werden im Zuge der Errichtung der Zerlegehalle installiert und in Betrieb genommen. Dies sind im Wesentlichen:

- Lüftungsanlagen,
- Energieversorgung,
- Leittechnische Einrichtungen / Kommunikationseinrichtungen,
- Brandschutz,
- Medienver- und entsorgung (z. B. Druckluft, Gase, Brauchwasserversorgung),
- Objektschutzeinrichtungen,
- Hebezeuge / Transporteinrichtungen.

Betriebssysteme, die für die Zerlegung des RDB-OH anschließend nicht mehr benötigt werden, werden formal außer Betrieb genommen, stillgesetzt und abgebaut. Die Abwicklung der Außerbetriebnahme dieser Betriebssysteme wird in dem für die FRG, das HL und die Zerlegehalle mit RDB-OH gemeinsam zu erstellenden Restbetriebshandbuch (RBHB) geregelt.

5.2.1 Lüftungsanlagen mit Fortluftüberwachung

Der Kontrollbereich der Zerlegehalle wird mit einer Lüftungstechnischen Anlage ausgestattet. Diese besteht aus einer Zuluftanlage, einer Fortluftanlage, einer Fortluftüberwachungsanlage und mobilen Filteranlagen.

Die Auslegung erfolgt entsprechend den strahlenschutztechnischen Anforderungen

- Aktivitätsrückhaltung und
- Begrenzung der Strahlenexposition.

Der Zuluft- bzw. Fortluftvolumenstrom beträgt in Summe ca. 11.650 m³/h und teilt sich wie folgt auf die Bereiche der Zerlegehalle auf:

- Zuluftvolumenstrom Zerlegebereich ca. 10.000 m³/h,
- Abluftvolumenstrom Zerlegebereich ca. 10.000 m³/h,

- Zuluftvolumenstrom Umkleidebereich ca. 1.650 m³/h,
- Abluftvolumenstrom Umkleidebereich ca. 1.650 m³/h.

Im Kontrollbereich ist folgende Unterdruckstaffelung vorgesehen:

- Umkleidebereich -30 Pa,
- Zerlegebereich -50 Pa.

Der Unterdruck im Kontrollbereich zur Atmosphäre wird mittels einer Unterdruckregelung, welche auf die zugeordneten Regelklappen einwirken, geregelt. Der Referenzatmosphärendruck wird an den Außenwänden der Zerlegehalle erfasst.

Die nach Arbeitsstättenrichtlinie vorgeschriebenen Mindest-Zulufraten von 65 m³/h pro Person im Aufenthaltsbereich bzw. von 85 m³/h für Personen im Zerlegebereich werden eingehalten.

Es werden folgende Luftwechsel zugrunde gelegt:

- ständig besetzte Räume 5 h⁻¹,
- ständig besetzte Laborräume 8 h⁻¹,
- Sanitär- und Umkleideräume min. 3 h⁻¹,
- Betriebsräume 0,3 h⁻¹.

Die Filterung der Zuluft innerhalb der Zuluftanlage ist in Vor- und Nachfilter unterteilt. Die Vorfilterung erfolgt über Feinfilter (G4), die Nachfilterung über Feinstfilter (F7). Die Filterung der Abluft aus dem Kontrollbereich erfolgt über Schwebstofffilter (H13) mit einem Abscheidegrad von 99,97 %.

Die Filterung der Abluft der mobilen Filteranlagen erfolgt ebenfalls über ein Schwebstofffilter (H13) mit einem Abscheidegrad von 99,97 %. Zur Erhöhung der Standzeit ist ein Vorfilter in Feinstfilterqualität (F7) oder ein abreinigbares Schwebstofffilter der Klasse S vorgeschaltet. Die so gefilterte Abluft kann je nach Einsatz entweder in den Raum oder direkt in das Abluftkanalsystem der Zerlegehalle geleitet werden.

Fortluftüberwachungsanlage

Die Auslegung der Fortluftüberwachungsanlage erfolgt in Anlehnung an die KTA 1507 und DIN 25423. Die Fortluftüberwachungsanlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Probenahmereinrichtungen und Probenahmeleitung nach DIN 25423,
- Probensammler für Aerosole, H-3/C-14,
- Ventilator,
- Rückschlagklappen,
- Absperrventile.

Die Probenahme erfolgt isokinetisch. Die Auswertung der Proben erfolgt diskontinuierlich. Die Fortluftüberwachungsanlage wird zwischen Fortluftventilator und Fortluftkamin angeordnet. Die Messluftmenge $\dot{V} = \text{ca. } 15 \text{ m}^3/\text{h}$ ergibt sich in Anlehnung an die KTA 1507 (Messluftmenge mindestens 1/1000 des Fortluftvolumenstromes) und einem Mindestdurchsatz durch die Düsen der isokinetischen Probenahme. Zu beachten ist, dass im vorliegenden Fall der Zerlegehalle, abweichend von der KTA, die Messstränge für Iod und Edelgas entfallen, da diese beiden Nuklidfamilien im Falle der Zerlegung des RDB-OH nicht vorkommen. Weiterhin wird auf die Möglichkeit zur Entnahme von diskontinuierlichen Gasproben verzichtet.

Die Messluft wird über den Probenahmereinrichtungen im Fortluftkanal entnommen und über das angeschlossene Rohrleitungssystem mit Absperrventilen, Rückschlagklappen und Ventilatoren in den Fortluftkanal zurückgeführt. Die Aerosol-Probensammler entnehmen einen Teilstrom der Messluft aus der Ringleitung. Die Aerosole werden jeweils über einen Schwebstofffilter zur Bilanzierung gesammelt. Die Auswertung der Proben erfolgt diskontinuierlich.

Folgende Messstellen sind vorgesehen:

- der Strömungswächter für den Fortluftvolumenstrom,
- der Strömungswächter für die Messluftmenge,
- die Temperaturüberwachung für die Messlufttemperatur.

Zur Verhinderung von Kondensatbildung in der Messluftleitung ist eine Begleitheizung vorgesehen. Die Regelung der Begleitheizung erfolgt in Abhängigkeit von der Temperaturmessung. Die Ventilatoren werden durch Differenzdruckwächter überwacht. Bei Unterschreitung des minimalen Differenzdruckes wird die Störung gemeldet.

Bei relevanten Störungen in der Lüftungsanlage, Ausfall der Fortluftüberwachung oder Auslösung eines Brandalarms wird der kontrollierte lufttechnische Abschluss des Kontrollbereiches hergestellt. Dazu werden folgende Klappen automatisch geschlossen:

- Absperrklappe an der Kontrollbereichsgrenze,
- Filterabsperklappen.

Die definierte Klappenstellung „ZU“ wird ohne Fremdenergie sichergestellt.

5.2.2 Energieversorgung

Die Stromverteilung erfolgt über den Niederspannungsraum der Zerlegehalle. Aufgrund der u. a. vorgesehenen thermischen Zerlegeverfahren, wird hierfür eine separate Stromversorgung (400 V, 180 A) vorgesehen.

Die übrigen Verbraucher werden über eine getrennte Gebäudezuleitung (400 V, 265 A) versorgt.

Sicherheitsrelevante Einrichtungen wie Fluchtwegbeleuchtung, Brandmeldeanlage und Fortluftüberwachung sind mit Batteriepufferung (USV) ausgestattet. Alle übrigen Verbraucher fallen bei einem Ausfall der externen Energieversorgung aus. Die Arbeiten werden in einem solchen Fall bis zur Wiederverfügbarkeit der externen Energieversorgung eingestellt.

5.2.3 Leittechnische Einrichtungen / Kommunikationseinrichtungen

Folgende Einrichtungen sind vorgesehen:

- Einbruchmeldeanlage,
- Datenanschlüsse für Computernetzwerk, mit Anbindung zum HZG-Standort-Netzwerk,
- Brandmeldeanlage,
- Telefon,
- Lautsprecheranlage / Blitzlampen zur Alarmierung,
- Steuerung der Lüftungsanlage,
- Fortluftüberwachung.

Die Einrichtungen werden in den Räumen nördlich des Zerlegebereichs untergebracht.

5.2.4 Brandschutz

Aufgrund der besonderen Nutzung des Gebäudes für den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen werden im Hinblick auf den Brandschutz strahlenschutztechnische Anforderungen berücksichtigt.

5.2.4.1 Baulicher Brandschutz

Bei der Errichtung der Zerlegehalle werden die gültigen Anforderungen (§ 27 LBO SH /13/) eingehalten. Die massiven, tragenden und aussteifenden Bauteile werden mindestens feuerbeständig ausgeführt. Die vorhandenen Massivdecken (auch Dachdecken) sind mindestens feuerbeständig F90. Im Hinblick auf die besondere Nutzung der Anlage werden für die Wärmedämmung und Fassadenverkleidung nur nichtbrennbare Baustoffe (Mineralwolle) verwendet.

5.2.4.2 Rettungswegkonzept

Die Anforderungen an die Rettungsweglängen und Rettungswegführung aus Abschnitt 5.6 der MIndBauRL /53/ werden eingehalten. Es sind ausreichend Ausgänge gemäß den vorstehenden Anforderungen vorgesehen. Die maximale Rettungsweglänge von 35 m wird überall eingehalten. Ein Fluchtwegkonzept für die speziellen Anforderungen bei Flucht aus dem Kontrollbereich ist vorgesehen.

5.2.4.3 Brandmeldeanlage

Es ist eine automatische Brandmeldeanlage vorgesehen. Bei Auslösen eines Brandalarms läuft die Meldung bei der ständig besetzten Integrierten Regionalstelle Süd auf, die die örtliche Feuerwehr alarmiert.

Die Brandmeldeanlage wird mit automatischen Brandmeldern und mit nicht automatischen Brandmeldern (Handfeuermelder) im Bereich der Notausgänge ausgestattet. Die Überwachung umfasst sämtliche Bereiche der Zerlegehalle. Zur Brandmeldeanlage gehört ein Feuerwehrtastfeld gemäß DIN 14661.

Mit der vorgesehenen Brandmeldeanlage wird eine automatische Alarmierungseinrichtung gekoppelt (optische und akustische Alarmierung). Die Alarmierungseinrichtungen werden so installiert, dass der Alarm in allen genutzten Räumen deutlich wahrgenommen werden kann.

5.2.4.4 Brandschutzklappen der Lüftungsanlage

Bei Auslösung eines Brandalarms wird die Lüftungsanlage automatisch abgeschaltet. Die Brandschutzklappen werden geschlossen.

Die Brandschutzklappen verfügen über eine allgemeine Bauartzulassung, Schmelzlotauslösung, Elektro-Magnetauslösung und Endschalter für Meldung, Stellung „AUF“ und „ZU“. Brandschutzklappen sind an der Grenze zwischen Nichtkontrollbereich und Kontrollbereich im Zuluftkanalsystem vorgesehen.

Beim Schließen einer Brandschutzklappe mittels Schmelzlotauslösung wird die lüftungstechnische Anlage abgeschaltet.

5.2.4.5 Brandbekämpfung

Die Anforderungen an Feuerlöscher zur Bekämpfung von Entstehungsbränden aus Abschnitt 5.8 der MIndBauRL /53/ werden eingehalten. Die Bemessung und Anordnung erfolgt in Anlehnung an die BGR 133 und in Absprache mit der zuständigen Feuerwehr. Die Löscher und ihre Standorte werden dauerhaft mit nachleuchtenden Sicherheitszeichen gekennzeichnet (BGV A8 bzw. ASR A1.3).

Die Anforderungen für Feuerwehrezufahrten, Aufstellflächen und Bewegungsflächen gemäß § 5 LBO SH /13/ und MIndBauRL /53/ werden eingehalten. Die Gebäudeöffnungen sind von allen Seiten für die Feuerwehr zugänglich. Es sind ausreichende Aufstell- und Bewegungsflächen für Feuerwehrfahrzeuge vorhanden.

Die Zufahrt zum HZG-Gelände ist jederzeit möglich, da die Wache an der Max-Planck-Straße durchgehend besetzt ist.

Die Löschwasserversorgung ist durch die vorhandene Infrastruktur auf dem Gelände des HZG gewährleistet.

Die erforderliche Ausrüstung für die Feuerwehr ergibt sich je nach der aktuell vorliegenden Gefahrengruppe (siehe Kapitel 5.2.4.7). Die erforderliche Sonderausrüstung wird von der zuständigen Feuerwehr (ABC-Zug) vorgehalten. Im Rahmen der Einweisung der zuständigen Feuerwehr bei der Inbetriebsetzung der Zerlegehalle können Vereinbarungen getroffen werden, wonach bestimmte Ausrüstungsgegenstände für einen Feuerwehreinsatz im Kontrollbereichszugang deponiert werden.

5.2.4.6 Löschwasserrückhaltung

Zur Löschwasserrückhaltung werden die Sohle und die Wände des ca. 3 m unter Terrain liegenden Hallenbereichs aus wasserundurchlässigem Beton hergestellt. Der vorhandene wasserundurchlässige Betonschacht erhält zusätzlich eine qualifizierte wasserdichte Beschichtung.

Dadurch entsteht insgesamt ein mehr als ausreichendes Löschwasser-Rückhaltevolumen. Der Betonschacht erhält im Rahmen des Anschlusses an das neu zu errichtende Gebäude der Zerlegehalle umlaufend eine 10 cm hohe Aufkantung, so dass ggf. in der Halle anfallende Löschwassermengen bis zu ca. 30 m³ nicht in den Betonschacht ablaufen können.

5.2.4.7 Organisatorische Maßnahmen

Der Kontrollbereich wird zu Beginn der Tätigkeit in die Feuerwehrgefahrgruppe IIIA gemäß Feuerwehr Dienstvorschrift 500 (FwDV 500 /52/) eingeordnet (Gesamtaktivität >1 E7-fache Freigrenze).

Nach Entfernung der Kerneinbauten erfolgt eine Rückstufung in die Feuerwehrgefahrgruppe IIA. (1 E4-fache Freigrenze < Gesamtaktivität < 1E7-fache Freigrenze)

Nach der Zerlegung des RDB-OH kann auf die Gefahrengruppe IA zurückgegangen werden.

Folgende organisatorische Maßnahmen werden getroffen:

- Die bestehende Brandschutzordnung FRG / HL wird im Zuge der Überarbeitung des Betriebshandbuchs (BHB) zum Restbetriebshandbuch (RBHB) um die Brandschutz-Aspekte der Zerlegehalle mit RDB-OH ergänzt.
- Flucht- und Rettungspläne werden erstellt.

- Ein Brandschutzbeauftragter ist bei HZG für den Forschungsreaktor FRG bestellt. Dieser kann auch die Zuständigkeit für die Zerlegehalle übernehmen.
- Unterweisungen und Übungen werden im Rahmen der Inbetriebsetzung der Zerlegehalle durchgeführt und regelmäßig wiederholt.
- Brandschutzeinrichtungen werden regelmäßig wiederkehrend nach Vorschrift geprüft.

5.2.5 Medienver- und -entsorgung

Strom

Die Energieversorgung ist in Kapitel 5.2.2 beschrieben.

Fernwärme

Die Beheizung der Zerlegehalle erfolgt im Wesentlichen über Fernwärme.

Wasser

Der Wasseranschluss erfolgt über die vorhandene Wasserleitung NW200 in der Reynoldsstraße.

Abwasser

Abzuführende Sanitärabwässer werden an die in der Elbuferstraße bzw. in der Reynoldsstraße vorhandene Schmutzwasserleitung angeschlossen. Das Regenwasser der Dachentwässerung und befestigten Außenflächen wird an die vorhandene Regenleitung angeschlossen.

Abwasser aus dem Kontrollbereich wird aufgefangen und in den vorgehaltenen Tank-Containern an der Südseite der Halle gesammelt. Die Abwassersammlung erfolgt getrennt für Wasser, das im Rahmen von Dekontaminations-Tätigkeiten oder bei der Flutung des RDB-OH höhere Aktivitätskonzentrationen aufweisen kann und für Wasser, bei dem eine niedrige spezifische Aktivität zu erwarten ist, z. B. Händewaschwasser vom Waschbecken beim Kontrollbereichsausgang.

Das Abwasser wird zur Konditionierung an eine externe Stelle abgegeben. Beide vorgesehenen Tank-Container sind für einen Transport nach ADR, Klasse 7, zugelassen.

Druckluft

Zum Betrieb von Werkzeugen für den Unterwassereinsatz sowie zur Bereitstellung von Atemluft, z. B. für Umgebungsluft-unabhängige Vollschutzanzüge bei Arbeiten in Bereichen mit hoher Luftaktivitätskonzentration, wird eine Druckluftversorgung vorgesehen.

Die Bereitstellung der Druckluft erfolgt über einen leistungsfähigen, geräuscharmen Schraubenkompressor mit einer Druckluftleistung von ca. 3.000 l/min. Zur Druckluftverteilung sind fest verrohrte Anschlüsse mit absperrbaren Druckluftkupplungen im Demontagebereich vorgesehen.

Für die Bereitstellung von Atemluft wird die bereitgestellte Druckluft durch eine geeignete Atemluftaufbereitungsstation mit Ölnebelabscheidung und Aktivkohlefilterung geführt.

Technische Gase

Technische Gase werden benötigt, z. B. in Form von Schutzgas für Plasma-Trennschneiden, Autogen-Brenngas für Autogen-Brennschneiden und als Zählgas für gasgespülte Strahlungsmesstechnik.

Zur Versorgung mit technischen Gasen ist ein Gasflaschenlager außerhalb der Zerlegehalle an der nordöstlichen Gebäudeseite vorgesehen. Die Gasverteilung im Gebäude wird über eine Verrohrung mit geeigneter Sicherheitstechnik ausgeführt.

5.2.6 Objektschutzeinrichtungen

Die gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 3 AtVfV erforderlichen Angaben über Maßnahmen (und Einrichtungen), die zum Schutz gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter vorgesehen sind, sind in einer separaten Unterlage enthalten.

5.2.7 Hebezeuge / Transporteinrichtungen

Der Zerlegebereich wird mit einem Brückenkran mit 30 Mg Traglast ausgestattet. Er ist ca. 23 m lang und 20 m breit bei einer lichten Höhe von ca. 10 m. Die Hakenhöhe des Kranes zum tieferliegenden Hallenteil beträgt ca. 8,2 m und zum höherliegenden Hallenteil ca. 5,1 m.

Der Bereich über dem bestehenden Betonschacht wird mit einer horizontal verfahrbaren Hilfsbrücke überspannt, von der aus Zerlegearbeiten unter Wasserüberdeckung im RDB-OH ausgeführt werden können. Am Verpackungsmanipulator der Hilfsbrücke können mobile Hebe- und Zerlegewerkzeuge adaptiert werden.

Zum Anschlagen von Containern sind Spreader vorgesehen, um die Container an den Brückenkran anschlagen zu können. Das Ein- und Ausschleusen von Containern erfolgt mit einem hierfür geeigneten Schwerlastanhänger und Gabelstapler. Der Gabelstapler muss hierzu nicht in den Kontrollbereich hineinfahren.

Hebezeuge und Lastaufnahmemittel entsprechen dem Stand der Technik und den Anforderungen des gültigen Regelwerks. Sie werden regelmäßig wiederkehrend geprüft und nur durch geschultes Personal bedient.

6 Organisation und betriebliche Regelungen

Neben einer zuverlässigen Technik hat auch die Betriebsführung einer kerntechnischen Anlage einen hohen Stellenwert für die Gewährleistung des sicheren Betriebs. Ein wesentliches Element für eine sichere Betriebsführung ist nach heutigem Verständnis ein wirkungsvolles Sicherheitsmanagement, worunter die Gesamtheit der Tätigkeiten zur Planung, Organisation, Leitung und Kontrolle von Personen und Arbeitsaktivitäten im Hinblick auf die effiziente Erreichung einer hohen Sicherheitsleistung, d. h. zur Erreichung einer hohen Qualität aller für die Sicherheit bedeutsamen Tätigkeiten und zur Förderung einer hohen Sicherheitskultur verstanden wird /54/.

Nach INSAG-13 /55/ ist das Sicherheitsmanagement als ein Teil des Qualitätsmanagements zu betrachten. Für die Forschungsreaktoranlage wurde in Anlehnung an die Anforderungen der KTA-Regel 1401 („Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung“) /56/ ein Qualitätssicherungs-Programm erstellt und umgesetzt. Für die zu errichtende Zerlegehalle und den RDB-OH wird das Qualitätssicherungs-Programm ggf. angepasst und ebenfalls angewendet. Grundlegende Angaben zur Organisation und zu betrieblichen Regelungen sind in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

6.1 Organisation

Leiter der Zentralabteilung Forschungsreaktor

Der Leiter der Zentralabteilung Forschungsreaktor trägt die fachliche und disziplinarische Verantwortung. Er hat dafür zu sorgen, dass geltende Regeln und Normen während des Restbetriebs und des Abbaus Anwendung finden. Dazu gehören im Wesentlichen:

- Bestimmungen des Atomrechts,
- atomrechtliche Genehmigungen und Nebenbestimmungen,
- aufsichtsbehördliche Auflagen und Anordnungen,
- Vorgaben der betrieblichen Regelungen und
- die Anwendung des RBHB.

Strahlenschutzverantwortlicher und Strahlenschutzbeauftragte

Strahlenschutzverantwortlicher nach § 31 StrlSchV ist die HZG GmbH, vertreten durch die Geschäftsführung sowie im Rahmen des § 31 Abs. 1 Satz 3 StrlSchV durch den wissenschaftlichen Geschäftsführer, der die Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen für die

beiden Betriebsstätten FRG / HL und Zerlegehalle mit dem RDB-OH wahrnimmt. Gemäß § 31 StrISchV wird der Strahlenschutzverantwortliche die für die Leitung und Beaufsichtigung des Restbetriebs der FRG und des HL sowie des Betriebs der Zerlegehalle erforderliche Anzahl von Strahlenschutzbeauftragten schriftlich bestellen, um den Strahlenschutz während der Stilllegung des FRG-1, dem Restbetrieb der FRG und des HL sowie dem Betrieb der Zerlegehalle, dem Abbau der FRG und des HL sowie der Zerlegung des RDB-OH sicherzustellen.

Qualifikation und Fachkunde des Personals

Das verantwortliche Personal verfügt zur Erfüllung seiner Aufgaben während des Restbetriebs der FRG und des HL, des Betriebs der Zerlegehalle sowie des Abbaus der FRG, des HL und des RDB-OH über die jeweils notwendige Fachkunde. Die Fachkunderichtlinie für Forschungsreaktorpersonal /57/ wird entsprechend Stilllegungsleitfaden /1/ sinngemäß angewendet. Zum Erwerb bzw. zur Erhaltung und Aktualisierung der Fachkunde erfolgt die regelmäßige Teilnahme an anerkannten Kursen oder anerkannten Fortbildungsmaßnahmen. Die erfolgreiche Teilnahme wird durch eine Fachkundebescheinigung bestätigt. Diese wird der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde für die entsprechenden verantwortlichen Personen zur Prüfung vorgelegt.

Die bei der Stilllegung des FRG-1, dem Restbetrieb der FRG und des HL sowie dem Betrieb der Zerlegehalle, dem Abbau der FRG und des HL sowie der Zerlegung des RDB-OH sonst tätigen Personen verfügen durch interne betriebliche Schulungen und Unterweisungen über die notwendigen Kenntnisse zum Restbetrieb und Abbau der kerntechnischen Anlage, insbesondere die möglichen Gefahren und die anzuwendenden Schutzmaßnahmen gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 2 AtG.

6.2 Betriebliche Regelungen

Das Betriebshandbuch (BHB) wurde in Anlehnung an die KTA 1201-Richtlinien („Anforderungen an das Betriebshandbuch“) /58/ erstellt. Das BHB bildete die Grundlage für den Betrieb der FRG und des HL und wird entsprechend den Anforderungen des Restbetriebes und des Abbaus der FRG und des HL sowie des Betriebs der Zerlegehalle und der Zerlegung des RDB-OH angepasst und als Restbetriebshandbuch (RBHB) weiterverwendet. Die Anpassung des RBHB erfolgt im aufsichtlichen Verfahren.

Folgende übergeordnete Themen werden u. a. in den Anweisungen des RBHB geregelt:

- Personelle Organisation und Verantwortungsbereiche,
- Abwicklung von Arbeiten,
- Instandhaltung von Systemen und Anlagenteilen,
- Durchführung von Änderungen,
- Strahlen-, Arbeits- und Brandschutz,
- Entsorgung von Reststoffen und Abfällen,
- Dokumentation,
- Betriebsanweisungen für Abbaumaßnahmen,
- Betriebsanweisungen für betrieblich erforderliche Einrichtungen.

Das Prüfhandbuch (PHB) enthält u. a. Festlegungen zu den wiederkehrenden Prüfungen, Prüflisten und Prüfanweisungen und ist damit Bestandteil der betrieblichen Regelungen für die Stilllegung des FRG-1 und den Abbau der FRG und des HL sowie den Betrieb der Zerlegehalle und der Zerlegung des RDB-OH.

7 Strahlenschutz

Der Strahlenschutz gewährleistet den Schutz der Bevölkerung, der Umwelt und des Personals, das die Abbautätigkeiten durchführt, vor ionisierender Strahlung. Die Strahlenschutzgrundsätze Dosisbegrenzung gemäß § 5 StrlSchV /10/ sowie Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und Dosisreduzierung für Mensch und Umwelt gemäß § 6 StrlSchV werden eingehalten.

Die wesentlichen Aufgaben des Strahlenschutzes sind:

- Festlegung und Überwachung der Strahlenschutzbereiche,
- Strahlenschutzüberwachung einschl. der Abwicklung des Freigabeverfahrens,
- Strahlenschutzplanung einschl. Dosisabschätzung und Reststoffmanagement,
- Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung.

7.1 Strahlenschutzbereiche

Die Strahlenschutzbereiche der FRG, des HL und der Zerlegehalle sind gemäß § 36 StrlSchV in Überwachungs-, Kontroll- und Sperrbereiche sowie temporär wechselnde Kontrollbereiche gegliedert. Die Strahlenschutzbereiche sind in der Strahlenschutzordnung dargestellt.

7.1.1 Überwachungsbereich

Überwachungsbereiche sind nicht zum Kontrollbereich gehörende betriebliche Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.

Die Betriebsstätte der FRG und des HL ist von einem Objektschutzzaun umgeben. Dieser Zaun stellt die Grenze des Überwachungsbereiches dar. Der Überwachungsbereich umschließt die Kontrollbereiche. Innerhalb dieses Objektschutzzaunes wird auch die TBH gemäß einer separat beantragten Genehmigung nach § 7 StrlSchV betrieben.

Die Betriebsstätte der Zerlegehalle mit dem RDB-OH wird von einem Anlagenzaun umschlossen, der die Grenze des Überwachungsbereiches darstellt. Der Überwachungsbereich umschließt den Kontrollbereich.

Durch die allgemein niedrige Ortsdosisleistung im Überwachungsbereich beider Betriebsstätten, die routinemäßige messtechnische Überwachung (Messungen der Ortsdosisleistung und der Oberflächenkontamination) und das Ergreifen von Strahlenschutzmaßnahmen bei Bedarf, wie z. B. die Begrenzung der Aufenthaltsdauer oder die Verwendung von Abschirmungen, ist die Einhaltung der Dosis- und Kontaminationsgrenzwerte in beiden Überwachungsbereichen sichergestellt.

7.1.2 Kontrollbereiche

Gemäß den Festlegungen von § 36 StrlSchV Abs. 1 Nr. 2 sind Kontrollbereiche Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder eine Organodosis von mehr als den dort festgelegten Werten erhalten können.

Im Bedarfsfall werden vom Strahlenschutzbeauftragten temporäre Kontrollbereiche eingerichtet. Die Kontrollbereiche sind abgegrenzt und gemäß § 68 StrlSchV mit einem Strahlenwarnzeichen „KONTROLLBEREICH“ gekennzeichnet.

Das Betreten und Verlassen der Kontrollbereiche erfolgt über Kontrollbereichszugänge. Dort befinden sich die erforderlichen Einrichtungen für das ordnungsgemäße Betreten und Verlassen des Bereiches (z. B. Personenkontaminationsmonitore). Das Verlassen eines Kontrollbereiches über Notausgänge ist grundsätzlich nur bei Fluchalarm zulässig.

7.1.3 Sperrbereiche

Sperrbereiche sind Bereiche innerhalb des Kontrollbereiches, die gemäß den Festlegungen von § 36 StrlSchV Abs. 1 Nr. 3 eine Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h aufweisen können. Sperrbereiche werden vom Strahlenschutz mit dem Strahlenwarnzeichen und dem Zusatz „SPERRBEREICH – KEIN ZUTRITT“ gekennzeichnet und abgegrenzt. Außerdem sind die Sperrbereiche so abgesichert, dass Personen nicht unkontrolliert hineingelangen können.

7.2 Strahlenschutzüberwachung

7.2.1 Ortsfeste Strahlenschutzmessgeräte

Die während des Betriebs genutzten Strahlenschutzmessgeräte werden auch für den Zeitraum des Restbetriebs und Abbaus der FRG und des HL weiterhin eingesetzt. Im Reaktorgebäude und HL befinden sich zur ständigen Kontrolle der Dosisleistung je 12 an bestimmten Stellen montierte Strahlenschutzmessgeräte.

Außer den Monitoren des Ortsdosisleistungsüberwachungssystems sind weiterhin vorhanden:

- Aerosolmonitore, die kontinuierlich die Aerosolaktivität in der Reaktorhalle und dem Heißen Labor überwachen und
- Deckenmonitore in der Reaktorhalle zur Überwachung der Dosisleistung.

Für die Zerlegung des RDB-OH wird in der Zerlegehalle zur kontinuierlichen Überwachung der Dosisleistung ein Ortsdosisleistungsüberwachungssystem installiert und betrieben. Darüber hinaus werden Aerosolmonitore zur kontinuierlichen Messung von an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen in der Luft eingesetzt.

7.2.2 Mobile Strahlenschutzmessgeräte

Innerhalb der beiden Betriebsstätten FRG / HL und Zerlegehalle mit dem RDB-OH stehen mobile Strahlenschutzmessgeräte zur Verfügung, die für den täglichen Gebrauch genutzt werden können.

7.2.3 Messgeräte des Strahlenschutzlabors

Zur Auswertung von Aerosol- und Wasserproben sowie Wischtests und anderen radioaktiven Präparaten oder für die Analyse von Proben unbekannter Isotopengemische sind ausreichend α -, β - und γ -Messplätze vorhanden.

7.2.4 Kontaminationsüberwachung

Um Personenkontaminationen zu erfassen, werden Kontaminationsmonitore eingesetzt. Diese befinden sich jeweils im Ausgangsbereich der Kontrollbereiche, in denen mit offenen

radioaktiven Stoffen umgegangen wird. Alternativ ist auch eine Personenkontrolle mittels mobiler Strahlenschutzmessgeräte möglich. Außerdem befindet sich ein Hand-Fuß-Monitor in der Verbindungsschleuse zur TBH.

Nach einem festgelegten Plan werden regelmäßig alle Räume, Flure und Treppen der Gebäude durch Messungen überwacht.

In einer betriebseigenen Wäscherei, die an das radioaktive Abwassersystem angeschlossen ist, wird die im Kontrollbereich anfallende getragene Wäsche (z. B. Kittel, Overalls) gewaschen.

7.2.5 Personendosismessung

Für die Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen sind grundsätzlich zwei unabhängige Dosimeter vorgesehen.

- elektronische Dosimeter mit einer Anzeige zur täglichen Kontrolle,
- Dosimeter einer amtlichen Messstelle, die regelmäßig ausgewertet werden.

7.3 Strahlenschutzplanung

7.3.1 Grundsätze für die Abbauarbeiten

Für die Abbauarbeiten werden bezüglich des Strahlenschutzes die folgenden Grundsätze berücksichtigt:

- Zur Minimierung der Personendosis vor Ort werden Abschirmungen und ggf. Fernhantierungen genutzt. Radioaktive Komponenten sind aus dem allgemeinen Arbeitsumfeld zu entfernen (Überführung auf den Transportbereitstellungsplatz, ggf. Zwischenlager) und die Aufenthaltszeit in Bereichen mit erhöhter Ortsdosisleistung ist zu minimieren.
- Die Vermeidung von Kontaminationsverschleppung wird durch die vorhandene bzw. angepasste Lüftungstechnik und die Auswahl der Luftführung bewirkt. Die Ausbreitung luftgetragener Kontamination beim Abbau wird auf die Zerlegebereiche beschränkt. Der Verschleppung von Kontamination durch Personen oder Arbeitsgeräte

wird durch entsprechende Strahlenschutzmaßnahmen an den Übergängen der Strahlenschutzbereiche und durch die luft- und gebäudetechnischen Barrieren, ggf. temporäre Barrieren, zwischen den Verkehrsbereichen und den unterschiedlich eingestuftten Arbeitsbereichen (Abbau-/Interventionsbereiche usw.) vorgebeugt.

- Inkorporationen werden durch Festlegung von personenbezogenen Strahlenschutzmaßnahmen wie z. B. Vollmaske und Fremdbelüftung verhindert.
- Vorhandene technische Einrichtungen und Erfahrungen aus vorangegangenen Arbeiten (z. B. während des Betriebs des FRG-1 bereits durchgeführte Arbeiten in den Reaktorbecken) werden genutzt.
- Arbeitserlaubnisverfahren
- IWRS II - Betrachtung

7.3.2 Abschätzung der Personendosis

Für die Kollektivdosismessung wurden die Zahl der jeweils im Abbaubereich tätigen Personen sowie die jeweilige mittlere Dosisleistung im Abbaubereich je Arbeitsschritt abgeschätzt. Der Abschätzung der mittleren Dosisleistung im Abbaubereich der FRG und des HL liegen DL-Messungen im Rahmen der Anlagenbegehung, DL-Berechnungen mittels Micro-Shield /59/ auf Basis des Aktivitätsinventars beim aktivierten Abbau sowie die geplanten Vorgehensweisen bei den einzelnen Abbauschritten (z. B. fernhantierter Abbau der Beckeneinbauten unter Wasser) zugrunde.

Für den Abbau der FRG und des HL wurde eine Kollektivdosis von insgesamt ca. 181 Personen-mSv abgeschätzt. Den weitaus größten Anteil mit ca. 102 Personen-mSv macht der Abbau der aktivierten Strukturen des Reaktorbeckens aus. Die restliche Dosis verteilt sich auf den Abbau des HL sowie den Restabbau in der Gesamtanlage, hier insbesondere den Abbau der kontaminierten Abwasseranlage sowie die Entnahme der Betriebsabfälle aus den Betonzellen 2–4.

Für die Zerlegung des RDB-OH und der Maßnahmen zum anschließenden Aufheben des Kontrollbereichs wurde eine Kollektivdosis von insgesamt ca. 190 Personen-mSv abgeschätzt.

Die abgeschätzte Gesamtdosis für die Maßnahmen zur Stilllegung des FRG-1, zum Abbau der FRG und des HL sowie der Zerlegung des RDB-OH beträgt somit ca. 371 Personen-mSv.

7.4 Aktivitätsableitung und Strahlenexposition

7.4.1 Aktivitätsrückhaltung

Beim Abbau der FRG und des HL sowie der Zerlegung des RDB-OH werden Maßnahmen zur Aktivitätsrückhaltung getroffen (z. B. Reduzierung der Schadstofffreisetzung). Dazu werden in den Abbaubereichen, in denen Trenn-, Stemm- oder Abbrucharbeiten mit Staubeentwicklung oder / und Aerosolbildung durchgeführt werden, Staubbarrieren, z. B. Zelteinhausungen oder Folienabschlüsse aufgebaut. Bei hoher Staubeentwicklung wird eine Absaugung am Entstehungsort mit mobilen Filtergeräten eingesetzt.

Eine weitere, wichtige Maßnahme zur Aktivitätsrückhaltung ist die Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen (siehe Kapitel 7.3.1).

7.4.2 Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe

Fortluft aus der Betriebsstätte FRG / HL

Innerhalb des Kontrollbereichs der FRG und des HL können während des Restbetriebs und des Abbaus der FRG und des HL luftgetragene, radioaktive Stoffe (Aerosole, Gase) anfallen. Die Nuklidzusammensetzung der aerosolförmigen Ableitungen wird von den Nukliden Co-60, Cs-137 und Sr-90 dominiert.

Es wurden folgende Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Kalenderjahr beantragt:

- Aerosolförmige Radionuklide 3,7 E07 Bq,
- Gasförmige radioaktive Stoffe
 - H-3 (Tritium) 1,5 E11 Bq,
 - C-14 1,2 E09 Bq.

Bei maximaler Ausschöpfung der Genehmigungswerte führt dies zu einer effektiven Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung an der ungünstigsten Einwirkungsstelle in der Umgebung von < 1 µSv im Kalenderjahr.

Die Genehmigungswerte für die Ableitung von Jod und radioaktiven Edelgasen können mit der Stilllegung des FRG-1 und dem Abbau der FRG und des HL entfallen. Durch die Einstellung des Reaktorbetriebes und den Abtransport aller Brennelemente sind diese nicht mehr relevant.

Fortluft aus der Betriebsstätte Zerlegehalle mit RDB-OH

Innerhalb des Kontrollbereichs der zu errichtenden Zerlegehalle können während der Zerlegung des RDB-OH luftgetragene, radioaktive Stoffe (Aerosole, Gase) anfallen. Es ist geplant, dass alle Arbeiten, die zu einer Mobilisierung von lose gebundener Aktivität in die Raumluft der Zerlegehalle führen können mit geeigneten Absaugungen bzw. innerhalb von geschlossenen Arbeitszelten mit mobiler Abluftabsaugung und Filterung durchgeführt werden und diese Maßnahmen wirkungsvoll sind. Mit einem internen Grenzwert für die Aerosolaktivität von 10 Bq/m³ ergibt sich unter Berücksichtigung der Fortluftfilter (Filterabscheidegrad > 99,97 %) eine Aktivitätskonzentration die unterhalb der Werte der Anlage VII, Teil D, Tabelle 4, Spalte 2 StrlSchV /10/ liegen.

Es wurden folgende Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Kalenderjahr beantragt:

- Aerosolförmige Radionuklide 1,0 E07 Bq,
- Gasförmige radioaktive Stoffe
 - H-3 (Tritium) 1,0 E08 Bq,
 - C-14 1,0 E09 Bq.

Bei maximaler Ausschöpfung der Genehmigungswerte führt dies zu einer effektiven Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung an der ungünstigsten Einwirkungsstelle in der Umgebung von < 1 µSv im Kalenderjahr.

Abwasser aus der Betriebsstätte FRG / HL

Für den Restbetrieb und den Abbau von FRG und HL wurden folgende Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser im Kalenderjahr beantragt:

- Gesamtaktivität (ohne Tritium) 2,0 E09 Bq,
- Tritium 4,0 E10 Bq.

Die Nuklidzusammensetzung der Ableitungen mit dem Abwasser wird von den Nukliden Co-60, Cs-137 und Sr-90 dominiert.

Abwasser aus der Betriebsstätte Zerlegehalle mit RDB-OH

Innerhalb des Kontrollbereichs der zu errichtenden Zerlegehalle fällt zusätzlich zu den täglichen Reinigungs- und Dekontaminationsarbeiten einmalig das Füllwasser bei der Entleerung des Betonschachts und des Reaktor- und Schildtankrestwassers als Abwasser an.

Das Abwasser wird im Kontrollbereich der Zerlegehalle in einen zugelassenen Tankcontainer gesammelt und extern konditioniert. Eine Ableitung von Wässern vom Gelände der Betriebsstätte Zerlegehalle mit RDB-OH ist nicht vorgesehen.

Die Zerlegehalle ist für eine Löschwasserrückhaltung ausgelegt, so dass potentiell anfallendes Löschwasser zurückgehalten werden kann und es nicht zu einer Vermischung mit Oberflächenwässern kommt. Angefallenes Löschwasser wird mittels Oberflächenpumpe in einen dafür zugelassenen Tankwagen oder Tankcontainer überführt, radiologisch bewertet und entsprechend entsorgt (z. B. externe Konditionierung).

Somit ist keine Beantragung von Genehmigungswerten für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser notwendig.

7.4.3 Emissionsüberwachung

Fortluft

Die Emissionsüberwachung der Fortluft erfolgt gemäß KTA 1507 /60/. Ziel ist die Bilanzierung und Dokumentation der Messergebnisse und damit die Erbringung des Nachweises, dass die diesbezüglichen Grenzwerte der §§ 46 und 47 der StrlSchV unterschritten werden.

Die kontinuierliche Überwachung der Fortluft des Reaktorgebäudes erfolgt durch Messungen in einer Bypass-Strecke des Abluftammelstranges Reaktorgebäude. Die Fortluft des Heißen Labors wird in einer Bypass-Strecke des Abluftammelstranges Heißes Labor dauerhaft überwacht. Eine dritte Bypass-Strecke erfasst mengenproportionale Anteile der Fortluft aus dem Reaktorbereich und dem HL.

Die Fortluft der Zerlegehalle wird ebenfalls kontinuierlich in einem Bypass zum Fortluftstrom überwacht.

Bei allen Arbeiten, bei denen radioaktive Aerosole oder Stäube freigesetzt werden können, werden mobile Filtersysteme eingesetzt.

Abwasser

Die Emissionsüberwachung des Abwassers erfolgt gemäß KTA 1507 /60/. Ziel ist die Bilanzierung und Dokumentation der Messergebnisse und damit die Erbringung des Nachweises, dass die diesbezüglichen Grenzwerte der §§ 46 und 47 der StrlSchV unterschritten werden.

Die radioaktiven Abwässer der FRG und des HL werden in Sammelbehältern gesammelt, neutralisiert und nach anschließender Sedimentation und Freigabe vom Strahlenschutz in Übergabebehälter geleitet. Bei der Ableitung aus diesen Behältern wird die Aktivitätskonzentration kontinuierlich mit einer integralen Messung der γ -Strahlung bestimmt und bezüglich gültiger Genehmigungswerte überwacht. Währenddessen werden die Werte im Informations- und Meldesystem sowie auf einem Schreiber im Leitstand der Forschungsreaktoranlage angezeigt. Kommt es zu einer Überschreitung der Genehmigungswerte erfolgen Warnmeldungen vor Ort und die automatische Abschaltung des Systems.

Die radioaktiven Abwässer der Zerlegehalle werden im Kontrollbereich der Zerlegehalle in einen zugelassenen Tankcontainer gesammelt und extern konditioniert. Eine Ableitung von Wässern vom Gelände der Betriebsstätte Zerlegehalle mit RDB-OH ist nicht vorgesehen.

7.4.4 Immissionsüberwachung (Umgebungsüberwachung)

Die Immissionsüberwachung erfolgt nach einem Messprogramm, das mit der Aufsichtsbehörde abgestimmt wurde. In diesem Messprogramm werden die Maßnahmen der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen /61/ erfüllt. Die Mes-

sungen werden durch HZG und durch eine unabhängige Messstelle zur Überwachung der Umgebung der beiden Betriebsstätten FRG / HL und Zerlegehalle mit dem RDB-OH durchgeführt. Die regelmäßige Überwachung der Verteilung der abgeleiteten Stoffe in Wasser und Luft wird an repräsentativen Stellen durchgeführt und durch Untersuchungen in den Nahrungsketten und in einzelnen Bereichen der Umwelt (Orte, an denen sich langfristig bevorzugt radioaktive Stoffe sammeln können) ergänzt. Die Messstelle des HZG befindet sich auf dem Gelände in 200 m Entfernung (NO-Richtung) vom Fortluftkamin auf einem Gebäude des Instituts für Küstenforschung.

Zur Überwachung der Ortsdosis durch Direktstrahlung sind bzw. werden an den Anlagenzäunen der beiden Betriebsstätten Dosimeter angebracht und zur Beweissicherung einmal jährlich ausgewertet. Bei besonderen Vorkommnissen können die Dosimeter auch zeitnah nach dem Vorkommnis ausgewertet werden.

7.4.5 Strahlenexposition in der Umgebung

Die potenzielle Strahlenexposition in der Umgebung der beiden Betriebsstätten FRG / HL und Zerlegehalle mit dem RDB-OH setzt sich zusammen aus der potenziellen Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser sowie der potenziellen Strahlenexposition durch die von den Betriebsstätten ausgehende Direktstrahlung.

Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft

Die Berechnung der potenziellen Strahlenexposition durch die Ableitung mit der Fortluft erfolgt unter Anwendung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV (AVV) /62/. Dabei gilt der Grenzwert des § 47 StrlSchV für die effektive Dosis im Kalenderjahr. Bei der Berechnung wird die vollständige Ausschöpfung der beantragten Werte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus Kapitel 7.4.2 angenommen.

Für die Berechnung gemäß AVV werden die ungünstigsten Einwirkstellen aus der Verteilung der radioaktiven Stoffe durch die Ableitung mit der Fortluft in die Umgebung in Betracht gezogen, d. h. an dieser Stelle ist die höchste potenzielle Strahlenexposition bei einer Referenzperson durch Aufenthalt an dieser Stelle oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel zu erwarten.

Bei der Berechnung der potenziellen Strahlenexposition ergibt sich ein Wert für die effektive Dosis im Kalenderjahr von ca. $3,2 \text{ E-}02 \text{ mSv}$ /38/. Dieser Wert gilt für die am stärksten exponierte Altersgruppe der Kleinkinder ($> 1 - \leq 2$ Jahre) unter der Annahme einer vollständigen Ausschöpfung der Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und resultiert fast ausschließlich aus der radiologischen Vorbelastung (siehe Kapitel 2.11). Der Anteil der Exposition, der durch Ableitungen aus der FRG und dem HL sowie der Zerlegehalle des RDB-OH verursacht wird, liegt bei $< 2 \text{ E-}03 \text{ mSv/a}$.

Der ungünstigste Aufpunkt liegt dabei in einer Entfernung von 1.100 m in Sektor 11 am Anlagenzaun von KKK (für Expositionspfade äußere Strahlenexposition und Inhalation) bzw. Sektor 12 nordöstlich der Freiluftschaltanlage von KKK (Ingestion), vergleiche Abbildung 2-2.

Die potenzielle Strahlenexposition liegt damit deutlich unter dem Grenzwert von $0,3 \text{ mSv}$ der effektiven Dosis im Kalenderjahr nach § 47 StrlSchV. Auch die Grenzwerte für die Organdosis gemäß § 47 StrlSchV werden eingehalten.

Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser

Die Berechnungen der potenziellen Strahlenexposition durch die Ableitung mit dem Abwasser erfolgt unter Anwendung der AVV zum § 47 StrlSchV /62/. Dabei gilt der Grenzwert des § 47 StrlSchV für die effektive Dosis im Kalenderjahr. Bei der Berechnung wird die vollständige Ausschöpfung der beantragten Werte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser aus Kapitel 7.4.2 angenommen.

Für die Berechnung gemäß AVV werden die ungünstigsten Einwirkstellen aus der Verteilung der radioaktiven Stoffe durch die Ableitung mit dem Abwasser in Betracht gezogen, d. h. an dieser Stelle ist die höchste potenzielle Strahlenexposition bei einer Referenzperson durch Aufenthalt an dieser Stelle oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel zu erwarten.

Bei der Berechnung der potenziellen Strahlenexposition ergibt sich im Nahbereich des HZG ein Wert für die effektive Dosis im Kalenderjahr von ca. $1,0 \text{ E-}01 \text{ mSv}$ und im Fernbereich (Elbe abwärts, im Tideeinflussbereich bei Brunsbüttel) ein Wert von ca. $1,4 \text{ E-}01 \text{ mSv}$. Diese Werte gelten jeweils für die am stärksten exponierte Altersgruppe der Säuglinge (≤ 1 Jahr) unter der Annahme einer vollständigen Ausschöpfung der Genehmigungswerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser. Die potenzielle Strahlenexposition resultiert für den Nah- bzw. Fernbereich fast ausschließlich aus der radiologischen Vorbelastung (siehe

Kapitel 2.11). Der Anteil der Exposition, der durch Ableitungen aus der FRG und dem HL verursacht wird, liegt bei $< 3 \text{ E-}03 \text{ mSv/a}$. Das Abwasser aus dem Kontrollbereich der Zerlegehalle wird gesammelt und extern konditioniert. Eine direkte Ableitung von Wässern vom Gelände der Betriebsstätte Zerlegehalle mit RDB-OH ist nicht vorgesehen.

Die potenzielle Strahlenexposition liegt damit unter dem Grenzwert von $0,3 \text{ mSv}$ der effektiven Dosis im Kalenderjahr nach § 47 StrlSchV. Auch die Grenzwerte für die Organdosis gemäß § 47 StrlSchV werden eingehalten.

Strahlenexposition durch Direktstrahlung

Die von der FRG, dem HL und dem im Betonschacht gelagerten RDB-OH bisher ausgehende Direktstrahlung liegt im Schwankungsbereich der natürlichen Strahlung in der Umgebung der beiden Betriebsstätten. Da die Aktivität beim Abbau der FRG, des HL und des RDB-OH nicht zunimmt, wird die Höhe der Direktstrahlung allein durch den Lagerort der Abfälle verändert.

Die Direktstrahlung an der Grenze des Überwachungsbereiches der FRG und des HL kann lediglich im Bereich der Transportbereitstellungsflächen durch die zum Abtransport temporär bereitgestellten Container beeinflusst werden. Im Bereich der Transportbereitstellungsflächen wird die Direktstrahlung am Anlagenzaun kontinuierlich überwacht.

Durch die Lagerung von gefüllten Abfallgebinden in der TBH ist ein zusätzlicher Beitrag zur Direktstrahlung an der Grenze des Überwachungsbereiches möglich. Um die Direktstrahlung aus der TBH in die Umgebung zu verringern, werden radioaktive Stoffe mit hoher Aktivität in Abschirmbehälter eingebracht. Zusätzlich sind optional Flächen für die Positionierung von Abschirmwänden zu den Außenseiten des Gebäudes vorgesehen. Die abschließende Bewertung der Direktstrahlung aus der TBH erfolgt in einem separaten Genehmigungsverfahren nach § 7 StrlSchV.

Durch betriebliche Maßnahmen wird sichergestellt, dass die Summe der Strahlenexposition aus der Direktstrahlung und der Strahlenexposition aus Ableitungen von beiden Betriebsstätten den Grenzwert der effektiven Dosis gemäß § 46 StrlSchV von 1 mSv im Kalenderjahr an der Grenze der Überwachungsbereiche für Einzelpersonen der Bevölkerung sicher unterschreitet.

8 Reststoffe und Abfälle

Gemäß § 9a Abs. 1 AtG ist beim Abbau der FRG und des HL sowie der Zerlegung des RDB-OH dafür zu sorgen, dass die anfallenden radioaktiven Reststoffe sowie ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile schadlos verwertet oder als radioaktive Abfälle geordnet beseitigt werden.

8.1 Reststofffluss

Beim Abbau der FRG und des HL sowie der Zerlegung des RDB-OH wird der Massenfluss radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle gegenüber dem Betrieb deutlich zunehmen. Für eine reibungslose Logistik werden der Abbau und die Entsorgung der anfallenden Reststoffe und Abfälle nach einer vorab festgelegten Vorgehensweise durchgeführt. Diese wird im Betriebsreglement geregelt. Von zentraler Bedeutung sind dabei die Zuordnung der anfallenden Reststoffe zu einem Entsorgungsweg, die interne und externe Reststoffbearbeitung sowie radiologische Messungen zur Charakterisierung der Reststoffe und Abfälle.

8.2 Anfallende Reststoffe

Die Gesamtmasse der FRG, des HL und der Zerlegehalle mit RDB-OH beträgt ca. 39.000 Mg. In Abbildung 8-1 sind die Massenströme mit den zu erwartenden Entsorgungspfaden dargestellt. Es wird erwartet, dass ca. 1 % der gesamten Masse als radioaktiver Abfall beseitigt werden muss. Der größte Teil (ca. 99 %) kann konventionell entsorgt werden.

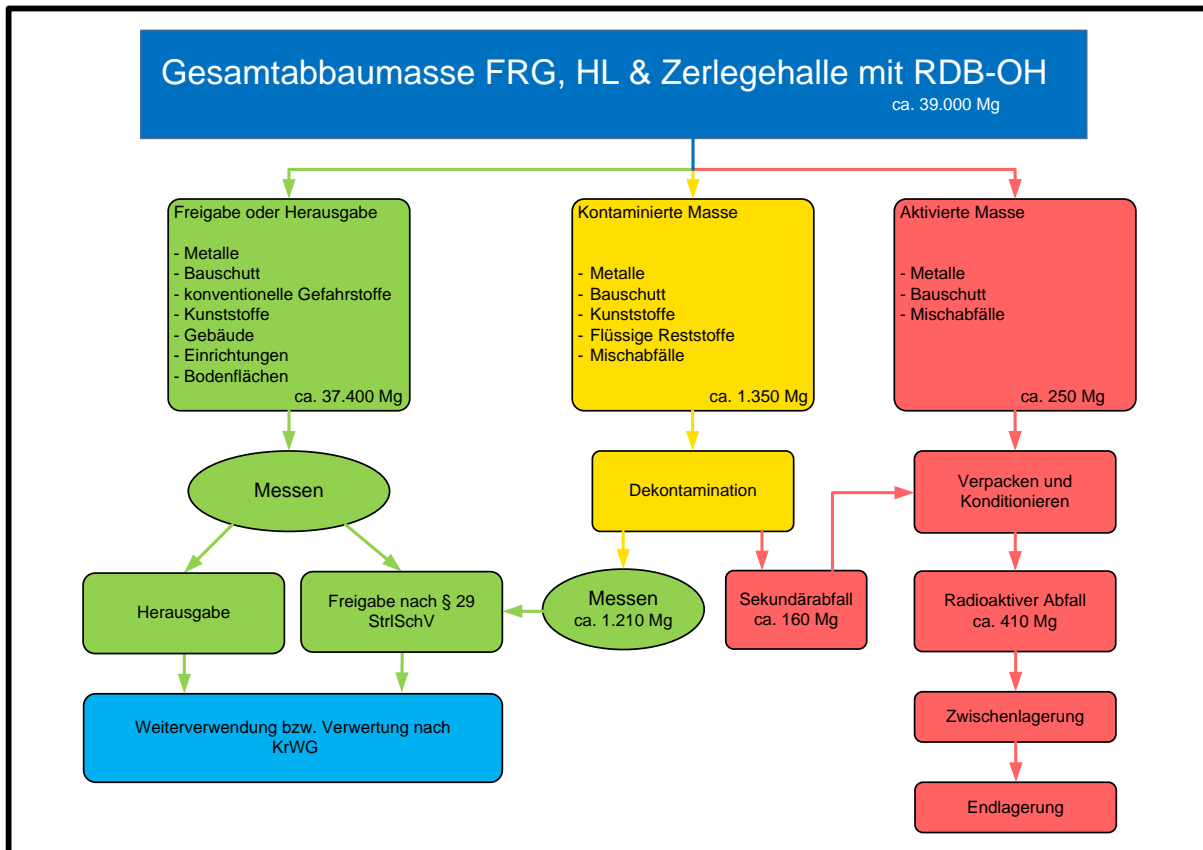


Abbildung 8-1: Darstellung der Gesamtmassenbilanz

8.3 Entsorgungswege

In Abbildung 8-2 sind die prinzipiellen Wege für die Entsorgung der beim Abbau anfallenden Reststoffe und Abfälle dargestellt.

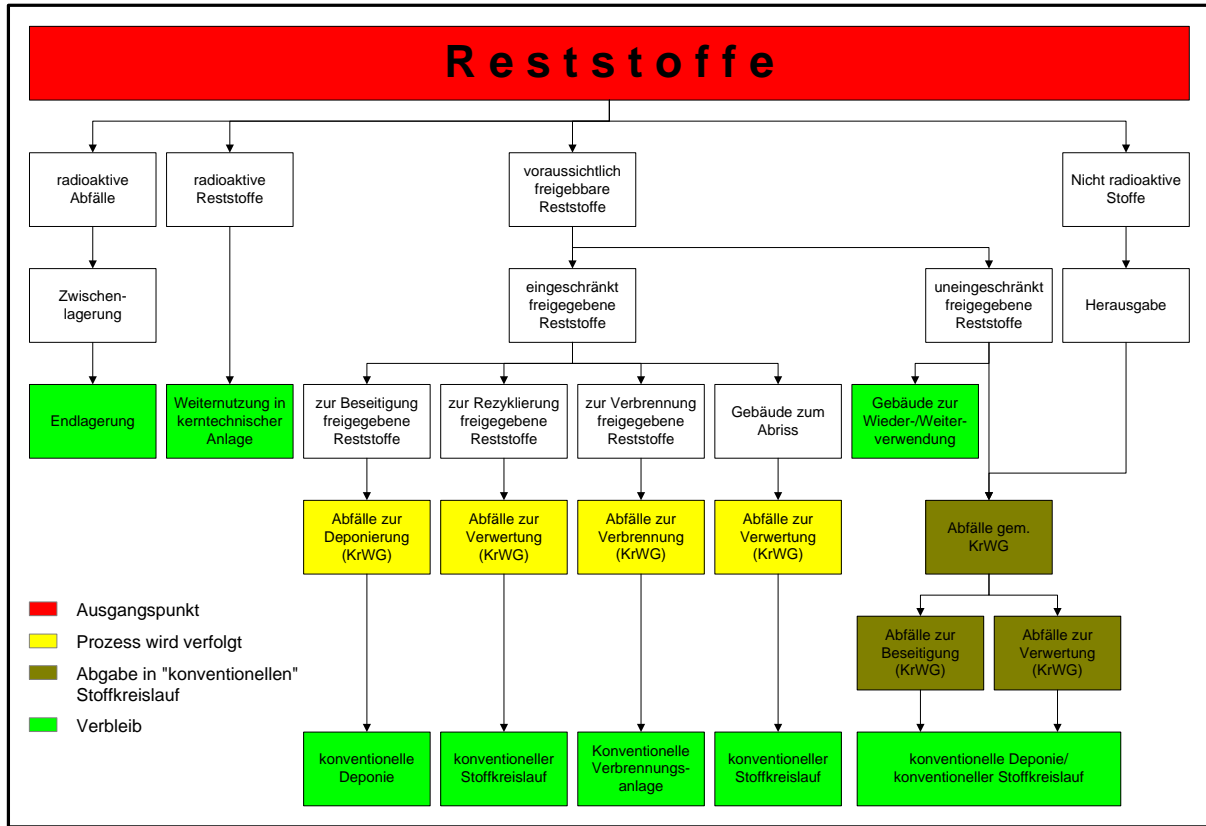


Abbildung 8-2: Reststoffentsorgungswege

Vor der Entsorgung bzw. Beseitigung wird geprüft, ob eine direkte Wiederverwendung des Materials bei anderen Genehmigungsinhabern möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist. Wenn eine Wiederverwendung bzw. Verwertung eines Reststoffes wirtschaftlich nicht sinnvoll und eine Freigabe nicht möglich ist, ist eine Beseitigung als radioaktiver Abfall vorgesehen.

Das für den Abbau vorgesehene Betriebsreglement regelt den Umgang mit radioaktiven Abfällen und radioaktivem Abwasser, das nicht in die Elbe eingeleitet werden darf. Die Regelungen gelten von der Entstehung der radioaktiven Abfälle / Abwässer bis hin zur Ablieferung an ein Endlager des Bundes oder eine sonstige externe Lagerstätte. Die Freigabe von radioaktiven Reststoffen wird darin auf Basis eines Freigabebescheides geregelt. Auch alle für den Abbau in den Kontrollbereich der Anlagen eingebrachten Geräte unterliegen diesem Verfahren.

Bei Stoffen oder Gegenständen, die nicht kontaminiert oder aktiviert sind, bedarf es keiner Freigabe gemäß § 29 StrlSchV. Die Herausgabe wird im Betriebsreglement geregelt.

Alle im Rahmen des Abbaus der kontaminierten und ggf. aktivierten Strukturen der FRG, des HL und des RDB-OH anfallenden Massen werden entweder als radioaktiver Abfall entsorgt oder bei Unterschreiten der entsprechenden Freigabewerte gemäß § 29 StrlSchV freigegeben. Reststoffe, die direkt ohne Bearbeitung oder mit geringem Aufwand und einfachen, bei HZG zur Verfügung stehenden Mitteln dekontaminiert und bewertet werden können, werden direkt vor Ort freigegeben. Radioaktive Abfälle, für die ein externer Behandlungsschritt nicht sinnvoll ist (z. B. Bauschutt), werden direkt entsprechend den Annahmebedingungen für ein Endlager des Bundes in geeignete Behälter verpackt.

Die Lagerung der radioaktiven Abfälle der FRG und des HL erfolgt anschließend in der TBH oder einer sonstigen externen Lagerstätte. Die radioaktiven Abfälle des RDB-OH werden in der HAKONA oder einer sonstigen externen Lagerstätte eingelagert. Die Bearbeitung und Behandlung aller weiteren beim Abbau anfallenden kontaminierten und aktivierten Reststoffe und Abfälle erfolgt überwiegend über externe Konditionierungs- und Behandlungsanlagen. Die behandelten bzw. konditionierten radioaktiven Abfälle werden anschließend zurückgeführt und bis zur Abgabe an ein Endlager des Bundes ebenfalls in der TBH bzw. in der HAKONA oder in einer sonstigen externen Lagerstätte eingelagert.

8.4 Freigabeverfahren

Freigabeverfahren nach § 29 StrlSchV /10/ basieren auf dem Schutzziel des 10 Mikrosievert-Konzeptes, nach dem die Freigabe von Stoffen möglich ist, wenn für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von 10 Mikrosievert im Kalenderjahr auftreten kann. Der Entsorgungsweg der Freigabe wird als Verfahren in einem Bescheid der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde auf der Grundlage der Strahlenschutzverordnung nach § 29 festgelegt.

Mögliche Freigabeoptionen nach § 29 StrlSchV sind:

- die uneingeschränkte Freigabe von Stoffen, Anlagen und Anlagenteilen, Bauschutt, Bodenaushub, Bodenflächen und von Gebäuden zur Wieder- und Weiterverwendung sowie
- die Freigabe von festen Stoffen zur Beseitigung auf Deponien, von Stoffen zur Beseitigung in einer Verbrennungsanlage, von Gebäuden zum Abriss und von Metallschrott zur Rezyklierung.

Diese Optionen für die Freigabe nach § 29 StrlSchV sollen auch für die anfallenden Reststoffe der FRG, des HL und des RDB-OH angewendet werden. Hierfür wird ein neuer Freigabebescheid für ein Freigabeverfahren benötigt, das die Randbedingungen und die Prozesse der Freigabe im Zuge des Abbaus berücksichtigt.

Die Vorgaben für den Ablauf des Freigabeverfahrens werden im Betriebsreglement geregelt, das im Aufsichtsverfahren zur Anwendung kommt. Darin sind die Freigabeoptionen, durchzuführende Schritte zur Untersuchung und radiologischen Charakterisierung, Behandlung und Messung der Stoffe, die Umfänge der Nachweise der Freigabefähigkeit und der Umfang der Freigabedokumentation festgelegt. Die Dokumentation wird durch eindeutiges Kennzeichnen der zur Freigabe vorgesehenen bzw. freigemessenen Gebinde und Anlagenteile sowie durch ein entsprechendes elektronisches Buchführungssystem sichergestellt.

Detailfestlegungen für einzelne Schritte im Verfahren, beispielsweise für die Durchführung von Untersuchungen oder für Messverfahren, erfolgen in untersetzenden Anweisungen. Die einzelnen Verfahren werden in Abhängigkeit von den Stoffarten und dem Entsorgungsziel festgelegt.

Für die Messungen im Freigabeverfahren werden beispielsweise folgende Messeinrichtungen verwendet:

- Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung z. B. mittels Freimessanlage,
- Oberflächenkontaminationsmessungen z. B. mittels Kontaminationsmonitor,
- Gamma-Spektrometrie an Proben,
- In-Situ-Gammaspektrometrie.

Die Freigabe der Stoffe aus der atomrechtlichen Überwachung erfolgt nach erfolgreichem Abschluss des Verfahrens als Verwaltungsakt durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde.

Bis die freigegebenen Stoffe anschließend dem konventionellen Stoffkreislauf zugeführt werden, erfolgt deren Lagerung z. B. in separaten Containern auf den Anlagengeländen der Betriebsstätten FRG / HL und Zerleghalle mit dem RDB-OH.

Es kann gegebenenfalls auch eine Freigabe nach § 29 StrlSchV bei Dritten, z. B. bei externer Konditionierung und Behandlung von Reststoffen, erfolgen.

8.5 Herausgabeverfahren

Stoffe, Anlagen und Anlagenteile, Gebäude und Flächen, die nicht kontaminiert oder aktiviert sind und nicht aus Kontrollbereichen stammen, können herausgegeben werden. Es muss betriebshistorisch grundsätzlich ausgeschlossen werden können, dass eine Kontamination oder Aktivierung vorliegen könnte. Dies ist durch Kontrollmessungen zu verifizieren. Diese Stoffe brauchen dann nicht mittels Freigabeverfahren aus der Überwachung entlassen zu werden.

Die Vorgaben für den Ablauf des Herausgabeverfahrens werden im Betriebsreglement geregelt, das im Aufsichtsverfahren zur Anwendung kommt. Detailfestlegungen für einzelne Schritte im Verfahren werden in Anweisungen festgelegt.

8.6 Herausbringen

Sollen bewegliche Gegenstände, insbesondere Werkzeuge, Messgeräte, Messvorrichtungen, sonstige Apparate, Anlagenteile oder Kleidung, aus Kontrollbereichen, in denen offene radioaktive Stoffe vorhanden sind, zum Zweck der Handhabung, Nutzung oder sonstigen Verwendung mit dem Ziel der Wiederverwendung oder Reparatur außerhalb von Strahlenschutzbereichen herausgebracht werden, sind sie zuvor auf Kontamination zu prüfen. Wenn die Prüfung ergibt, dass die Kontamination unterhalb der in § 44 Abs. 3 StrlSchV vorgegebenen Werte liegt, können diese Gegenstände uneingeschränkt wieder verwendet oder repariert werden.

Die Vorgaben für den Ablauf des Herausbringens werden im Betriebsreglement geregelt, die im Aufsichtsverfahren zur Anwendung kommt. Detailfestlegungen für einzelne Schritte im Verfahren erfolgen in untersetzenden Anweisungen.

8.7 Dokumentation der Reststoffe

Die Daten der Reststoffe, für die eine Freigabe gemäß § 29 StrlSchV erteilt wurde, umfassen gemäß § 70 Abs. 3 StrlSchV u. a. spezifische Aktivität, Masse, das Freimessverfahren, Zeitpunkt und Ort des tatsächlichen Verbleibs. Diese Daten werden in einem entsprechenden elektronischen Buchführungssystem erfasst. Die dokumentierten Daten werden gemäß § 70 Abs. 6 für 30 Jahre aufbewahrt.

8.8 Maßnahmen zur Vermeidung des Anfalls radioaktiver Reststoffe

Während des Abbaus finden u. a. folgende Maßnahmen zur Vermeidung radioaktiver Reststoffe Anwendung:

- Vermeidung von Kontaminationsverschleppung (siehe Kapitel 7.3.1).
- Nutzung bewährter Verfahren, Geräte und Einrichtungen.
- Vor Beginn der jeweiligen Demontearbeiten wird auf Basis einer radiologischen Charakterisierung der angestrebte Entsorgungsweg für die anfallenden Reststoffe festgelegt.
- Gegenstände und Materialien, die im Kontrollbereich nicht erforderlich sind, dürfen nicht eingebracht werden.

8.9 Radioaktive Abfälle

Die Behandlung und Konditionierung der radioaktiven Reststoffe bzw. radioaktiven Abfälle erfolgt gemäß § 74 Abs. 2 StrlSchV /10/ nach geprüften und vom Bundesamt für Strahlenschutz genehmigten Ablaufplänen sowie nach Zustimmung zu den Kampagnen durch die zuständige atomrechtliche Aufsichtsbehörde.

Da die Behandlung und Konditionierung der radioaktiven Reststoffe bzw. radioaktiven Abfälle überwiegend extern stattfindet, müssen die Komponenten entsprechend der Anlieferbedingungen der Dienstleister verpackt werden. Für den Transport der radioaktiven Reststoffe bzw. radioaktiven Abfälle auf öffentlichen Verkehrswegen werden darüber hinaus die Anforderungen der GGVSEB /12/ (bzw. bei Erfordernis der GGVSee /63/) eingehalten.

Die radioaktiven Abfälle werden in geeignete Transportverpackungen gefüllt. Die Verpackung erfolgt, soweit radiologisch möglich, in 200-l-Fässern. Für Komponenten mit höherer Dosisleistung / Aktivität wird eine entsprechende Abschirmverpackung (z. B. MOSAIK®-Behälter) vorgesehen. Zu den typischen Behandlungsverfahren von radioaktiven Abfällen gehören u. a.:

- **Trocknen**
Feuchte radioaktive Abfälle werden beispielsweise unter Vakuum soweit getrocknet, dass der zulässige Feuchtigkeitsgehalt unterschritten wird und somit keine Zersetzungsgase (Faulen, Gären) oder Radiolysegas (Wasserstoff) in den Abfallbinden entstehen können.
- **Verfestigen flüssiger Abfälle**
Flüssige radioaktive Abfälle werden beispielsweise verdampft, wodurch nur noch der Feststoffanteil zurück bleibt oder sie werden in eine Betonmatrix eingebunden, um die flüssigen radioaktiven Abfälle in eine feste Form zu überführen und so den Annahmebedingungen für ein Endlager des Bundes zu entsprechen.
- **Verbrennen**
Brennbare radioaktive Abfälle wie beispielsweise Folien oder Filter werden mit dem Ziel der Reduktion des Abfallvolumens und der Herstellung von qualifizierten Abfallprodukten in externen Verbrennungsanlagen verbrannt. Die Verbrennungsrückstände werden in Fässer verpackt und der Hochdruckverpressung zugeführt.
- **Hochdruckverpressen**
Kompaktierbare radioaktive Abfälle werden mit dem Ziel der Reduktion des Abfallvolumens und der Herstellung von qualifizierten Abfallprodukten mittels einer Hochdruckpresse verpresst. Die entstehenden Presslinge werden zu Abfallbinden verpackt.
- **Schmelzen**
Metallische radioaktive Abfälle werden mit dem Ziel der Reduktion des Abfallvolumens durch Wiederverwertung im kerntechnischen Stoffkreislauf in externen Schmelzanlagen eingeschmolzen. Die beim Schmelzvorgang in die Schlacke übergehende radioaktive Verunreinigung wird zu qualifizierten Abfallprodukten (Presslinge) verarbeitet. Das übrige flüssige Metall kann z. B. für die Produktion von Abschirmungen oder Abfallbinden verwendet werden.

Die behandelten bzw. konditionierten radioaktiven Abfälle werden anschließend bis zur Abgabe an ein Endlager des Bundes in der TBH bzw. in der HAKONA oder in einer sonstigen externen Lagerstätte eingelagert. Die entsprechenden Annahmebedingungen der Zwischenlager werden eingehalten.

Die Behandlung der radioaktiven Abfälle erfolgt nach den Vorgaben des § 74 StrlSchV, der Abfallkontrollrichtlinie, den ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen und den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung.

8.10 Anfallende Menge an radioaktiven Abfällen

Die Gesamtmasse der radioaktiven Abfälle beträgt ca. 412 Mg. Für die Abschätzung des mittleren Platzbedarfs für die anfallenden radioaktiven Abfälle und zur Veranschaulichung wurde beispielhaft die Verpackung in 200-l-Fässer zu Grunde gelegt. Die Verpackung der radioaktiven Abfälle erfolgt abschließend entsprechend den Annahmebedingungen für ein Endlager des Bundes.

Es wird konservativ davon ausgegangen, dass mit Ausnahme der brennbaren Abfälle, keine Verpressung des Abfalls durchgeführt wurde. Die Gesamtanzahl der Abfallbehälter beträgt somit ca. 1360 Stück 200-l-Fässer.

Die hochaktiven Abfälle wie, z. B. Be-Metallblöcke, Be-Metallreflektoren, aktivierter Edelstahl, γ -Absorberschilder, Bestrahlungseinrichtungen und der aktivierte Betriebsabfall der FRG und des HL sowie die Kerneinbauten und der mittlere RDB-Teil des RDB-OH werden in entsprechende Abschirmverpackungen (z. B. Gussbehälter bzw. MOSAIK[®]-Behälter) verpackt. Die Behälter mit den hochaktiven Abfällen werden innerhalb der TBH bzw. HAKONA separiert aufbewahrt.

Anfallende radioaktive Abfälle beim Abbau der FRG und des HL

Die anfallende Masse an radioaktivem Abfall aus dem Abbau der FRG und des HL sowie der Betriebsabfallentsorgung wurde wie in Tabelle 8-1 und Tabelle 8-2 dargestellt abgeschätzt.

Tabelle 8-1: Radioaktive Abfälle aus dem Abbau der FRG und des HL

Materialien	ca. Masse [Mg]	Abgeschätzte Schüttdichte [Mg/m ³]	ca. Volumen [m ³]	ca. Anzahl 200-ℓ-Fässer
Reaktorbecken Kacheln	7,1	1,3	5,4	28
Reaktorbecken Vorbeton	35,4	1,3	27,3	137
Reaktorbecken Barytbeton	112,2	1,7	66,0	330
Edelstahl	0,8	2,3	0,4	2*
Bohrkerne Strahlrohre	14,9	1,7	8,8	44
Aluminium	1,4	1	1,4	7
Stahl liner	5,9	2,3	2,6	13
Beryllium-Metallblockreflektor	0,2	1	0,2	1*
Bewehrung	3,4	2,3	1,5	8
Behälter / Tanks	29,4	2,5	11,8	59
Sonstige kontaminierte Abfälle	88,9	1	88,9	445
Summe	299,6		214,3	1.074

*Die Materialien werden in Gussbehälter überführt

Die Abfälle aus dem Betrieb der FRG und des HL befinden sich zum Teil im Becken IV und in den Betonzellen 2 bis 4 im HL.

Tabelle 8-2: Radioaktive Abfälle aus dem Betrieb der FRG und des HL

Materialien	ca. Masse [Mg]	Abgeschätzte Schüttdichte [Mg/m³]	ca. Volumen [m³]	ca. Anzahl 200-ℓ-Fässer
Beryllium-Metallreflektoren	0,5	1	0,5	3*
Brennbare Mischabfälle	0,8	2,3**	0,4	2*
Metallischer Mischabfall	4,3	2,3	1,9	10*
Aluminium	0,6	1	0,6	3
γ-Absorberschilder	1,1	5	0,2	2*
Sonstige Betriebsabfälle in Becken IV	0,6	1	0,6	3
Bestrahlungseinrichtungen	1	2,3	0,4	2*
Summe	8,9		4,6	25

*Die Materialien werden in Gussbehälter überführt

**Schüttdichte der verpressten Asche der brennbaren Mischabfälle

Anfallende radioaktive Abfälle beim Abbau der FRG und des HL

Die anfallende Masse an radioaktivem Abfall aus der Zerlegung des RDB-OH wurde wie in Tabelle 8-3 dargestellt abgeschätzt.

Tabelle 8-3: Radioaktive Abfälle aus der Zerlegung des RDB-OH

Materialien	ca. Masse inkl. Sekundärabfall [Mg]	Abgeschätzte Schüttdichte [Mg/m ³]	ca. Volumen [m ³]	ca. Anzahl 200-ℓ-Fässer
Zerlegehalle Wände	0,5	2,3	0,2	2
Zerlegehalle Stützen & Zwischendecken	0,1	2,3	0,0	1
Betonschacht	0,5	1,7	0,3	2
Hauptkühlmittelpumpen	0,3	2,3	0,1	1
Steuerelement-Antriebsstangen	0,65	2,3	0,3	2
RDB-Deckel	3	2,3	1,3	7*
Stützgerüst	0,65	2,3	0,3	2
Dampferzeuger	2	2,3	0,9	5*
Kerneinbauten	7,7	2,3	3,3	17**
Schildtank-Einbauten	8	2,3	3,5	18*
RDB, Oben	6	2,3	2,6	14*
RDB, Mitte	25	2,3	10,9	55*
RDB, Unten	25	2,3	10,9	55*
Tragplatte RDB	0,5	2,3	0,2	2
Schildtank	14	2,3	6,1	31*
Sonstiges	1	1	1,0	5*
Betriebsabfälle	8	1	8,0	40*
Summe	103		49,9	259

*Die Materialien werden in Konrad-Container überführt

** Die Materialien werden in MOSAIK®-Behälter überführt

8.11 Dokumentation der radioaktiven Abfälle

Die Datenerfassung für die Dokumentation erfolgt in Papierform und mit einem elektronischen Buchführungssystem, das die Anforderungen gemäß § 73 StrlSchV erfüllt. Der erforderliche Datenumfang bezüglich Benennung und Buchführung radioaktiver Abfälle ist in der Anlage X Teil A und B der StrlSchV festgelegt. In der Dokumentation der abzugebenden Abfallbinde bzw. Transportbehälter werden beispielsweise die wesentlichen Angaben bezüglich der Verarbeitung und Verpackung der radioaktiven Abfälle, stoffliche Zusammensetzung und Verwendung von Abfallbehältern nachvollziehbar zusammengestellt. Die Daten

werden so aufgezeichnet, dass auf Anfrage der zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörde die erfassten Angaben unverzüglich bereitgestellt werden können.

9 Störfallanalyse

Gemäß § 50 Abs. 1 in Verbindung mit Abs. 2 StrlSchV /10/ sind bei der Planung des Abbaus bauliche oder technische Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des potenziellen Schadensausmaßes zu treffen, um die Strahlenexposition bei Störfällen während des Abbaus durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu begrenzen. Die Bundesregierung erlässt mit Zustimmung des Bundesrates allgemeine Verwaltungsvorschriften, in denen Schutzziele zur Störfallvorsorge festgelegt werden. Bis zu deren Inkrafttreten ist gemäß § 117 Abs. 16 StrlSchV bei der Planung die Störfallexposition so zu begrenzen, dass die durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung verursachte effektive Dosis von 50 mSv (Störfallplanungswert) nicht überschritten wird.

Im Rahmen der Störfallanalyse wurden sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisabläufe bei der Stilllegung des FRG-1 und dem Abbau der FRG und des HL sowie der Zerlegung des RDB-OH analysiert /64/. Es wurde berechnet, dass die mögliche Strahlenexposition als Folge von Störfällen bei der Stilllegung maximal 0,1 % der gemäß StrlSchV zulässigen Strahlenexposition beträgt. Damit wurde gezeigt, dass ausreichend Vorsorge gegen mögliche Störfälle geleistet wird.

Darüber hinaus wird als sehr seltenes, auslegungsüberschreitendes Ereignis jeweils der Flugzeugabsturz auf die Betriebsstätten FRG / HL und Zerlegehalle mit dem RDB-OH betrachtet. Die Folgen eines Flugzeugabsturzes werden als abdeckendes Ereignis entsprechend den Vorgaben der „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ /65/ betrachtet und bewertet. Es wurde gezeigt, dass keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich sind.

9.1 Überblick über Störfallmöglichkeiten innerhalb und außerhalb der Anlage, die nicht geplante Freisetzungen radioaktiver Stoffe zur Folge haben könnten

Die für den Abbau der FRG und des HL sowie der Zerlegung des RDB-OH zu treffenden Vorsorgemaßnahmen richten sich nach dem noch in der Anlage vorhandenen Gefährdungspotenzial und der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Störfalls.

Das Gefährdungspotenzial ist bereits mit der Einstellung des Reaktorbetriebes und dem Abtransport der Brennelemente deutlich verringert worden (gilt für FRG als auch für den RDB-OH).

Die aus dem Betrieb der Anlage FRG und des HL stammenden Barrieren zum Einschluss der radioaktiven Stoffe sind jedoch bis zum Ende des gesamten Abbaus, soweit erforderlich, noch vorhanden. Entsprechende Barrieren für die Zerlegung des RDB-OH werden mit der Zerlegehalle errichtet.

Ferner fehlt bei den zu unterstellenden Ereignissen das Potenzial zur Freisetzung radioaktiver Stoffe weitgehend. So fehlen z. B. das Energiepotenzial, das beim Reaktorbetrieb aus der Kernspaltung zur Neutronenerzeugung resultiert und gleichzeitig das hohe Aktivitätsinventar der Brennelemente. Das Gefährdungspotenzial resultiert somit im Wesentlichen aus dem noch vorhandenen, nicht fest gebundenen Aktivitätsinventar (im Wesentlichen ein Teil der in der Anlage FRG und HL sowie im RDB-OH vorhandenen Kontamination), das bei Störfällen, z. B. beim Abbau bzw. beim Transport von Anlagenteilen in der Anlage sowie beim Umgang mit radioaktiven Reststoffen und Abfällen, anteilig in die Umgebung freigesetzt werden kann.

Die Abschätzung des Gesamtaktivitätsinventars der FRG und des HL sowie der betrieblichen Abfälle ergab einen Wert von ca. $5,0 \text{ E}15 \text{ Bq}$. Das Aktivitätsinventar ist fast komplett fest in den aktivierten Anlagenstrukturen der Reaktorbeckeneinbauten und der Reaktorbecken sowie des Betriebsabfalls eingebunden und somit nicht unmittelbar freisetzbar. Deutlich weniger als 1 % des Gesamtaktivitätsinventars liegt als Kontamination vor.

Die Abschätzung des Gesamtaktivitätsinventars des RDB-OH ergab einen Wert von ca. $5,6 \text{ E}14 \text{ Bq}$. Das Aktivitätsinventar ist hier ebenfalls zu fast 100 % fest in den aktivierten Anlagenstrukturen der Reaktoreinbauten und des RDB-OH eingebunden und somit nicht unmittelbar freisetzbar. Deutlich weniger als 1 % des Gesamtaktivitätsinventars liegt hier ebenfalls als Kontamination vor.

Mit der Einstellung des Reaktorbetriebes und dem Abtransport der Brennelemente sind die Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ und „Kühlung der Brennelemente“ sowohl für den FRG als auch für den RDB-OH entfallen. Für die Stilllegung und den Abbau verbleiben als sicher-

heitstechnische Anforderungen der „Einschluss der radioaktiven Stoffe“ und die „Begrenzung der Strahlenexposition“.

Die für die FRG, das HL und den RDB-OH zu betrachtenden Ereignisse werden in zwei Gruppen unterteilt:

- Einwirkungen von innen (EVI):
 - Brand,
 - Lastabsturz,
 - Leckage,
 - Ausfall von Strahlenschutzeinrichtungen oder Versorgungseinrichtungen.

- Einwirkungen von außen (EVA):
 - Hochwasser / Überflutung, Sturm, Starkregen, Eis und Schnee,
 - Eindringen von Gasen,
 - Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen,
 - Äußerer Brand,
 - Erdbeben,
 - Flugzeugabsturz (auslegungsüberschreitend).

9.2 Zur Abschätzung der möglichen radiologischen Folgen nicht geplanter Ableitungen in Betracht gezogene Störfälle für die FRG und das HL

9.2.1 Einwirkungen von innen (EVI)

Brand

Brandverhinderung, Branderkennung und Brandbekämpfung in der Anlage sind durch die getroffenen Brandschutzmaßnahmen gewährleistet. Aufgrund der Brandschutzmaßnahmen und der Gegebenheiten vor Ort kann die Entstehung und die Ausbreitung eines Brandes als äußerst unwahrscheinlich angesehen werden. Die Brandlasten werden im Verlauf des Abbaus ständig reduziert. Zusätzliche relevante Brandlasten durch Einrichtungen für die Durchführung der Abbautätigkeiten ergeben sich nicht. Auswirkungen durch das Ereignis Brand sind nicht zu befürchten.

Ungeachtet dessen wird der Brand eines Behälters, der mit kontaminierten Putztüchern gefüllt ist, unterstellt. Der unterstellte Brand bleibt auf einen Behälter beschränkt, da sicherge-

stellt wird, dass immer nur 1 Behälter an einem Arbeitsplatz für die Sammlung von brennbaren Abfällen offen steht. Weitere in der Anlage vorhandene brennbare Abfälle befinden sich in geschlossenen Behältern (z. B. 200-l-Fass).

Der Brand von Graphit der Thermischen Säule wird nicht betrachtet, da Graphit extrem schwer entflammbar ist und beim Abbau selbst mit Schneidbrennern nicht genügend Energie aufgebracht werden kann, um den Graphit zu entzünden.

Eine der geplanten Abbautätigkeiten ist der Abbau der Betonzellen. In diesem Bereich ist die höchste, großflächige Kontamination zu erwarten. Vor dem Abbau der Innenauskleidung aus Stahl wird diese z. B. durch Abwischen dekontaminiert. Die Putzlappen werden nach Gebrauch in einem 400-l oder 200-l-Behälter gesammelt. Es wird unterstellt, dass der Inhalt des Behälters vollständig abbrennt.

Die Berechnungen haben ergeben, dass dieses Szenario nur eine vernachlässigbare Freisetzung von Radioaktivität in die Umgebung zur Folge hätte. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung können daher ausgeschlossen werden.

Lastabsturz

Während der Durchführung der Abbaumaßnahmen ist es erforderlich, verschiedene Anlagenteile und gefüllte Behälter zu transportieren. Hierfür werden geeignete Transportmittel eingesetzt. In der Anlage stehen diverse Krane zur Verfügung, die regelmäßig entsprechend den anzuwendenden Vorschriften geprüft und gewartet werden. Für die Bedienung der Krane wird ausschließlich geschultes Fachpersonal eingesetzt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass ein Lastabsturz praktisch ausgeschlossen ist. Weiterhin werden Transporte mit Transportmitteln wie Hubwagen oder Gabelstapler durchgeführt, bei denen die mögliche Absturzhöhe technisch begrenzt ist oder durch entsprechende Betriebsanweisungen mit Vorgabe maximaler Hubhöhen begrenzt werden kann. Somit sind die Auswirkungen potenzieller Lastabstürze wirksam zu begrenzen. Nachfolgend werden potentielle Lastabstürze beim Abbau der FRG und des HL betrachtet und ein abdeckender Lastabsturz hergeleitet.

Geplante Abbautätigkeiten sind beispielsweise der Ausbau der aktivierten Reaktorbeckeneinbauten und der Abbau des aktivierten Betons des Becken I. Die Materialien werden in Behältern (200-l-Fass) verpackt und abtransportiert. In der Störfallanalyse wurde der Absturz von Behältern, die mit diesen Materialien gefüllt sind, betrachtet. Die Reaktorbeckeneinbau-

ten und der aktivierte Bauschutt sind die Materialien mit der höchsten spezifischen Aktivität innerhalb der FRG und des HL, deshalb gilt dies als abdeckendes Beispiel.

Die Behälter werden sowohl innerhalb der Anlage als auch außerhalb der Anlage zur TBH transportiert. Ein Lastabsturz mit Freisetzung in die Atmosphäre außerhalb der Anlage ist abdeckend, da hier die freigesetzte Aktivität nicht über die Aerosolfilter der Fortluftanlage, sondern direkt entweicht. Außerdem würde eine bodennahe Freisetzung außerhalb der Anlage im Vergleich zu einer Freisetzung über den ca. 60 m hohen Fortluftkamin zu einer höheren Folgedosis führen. Nachfolgend wird daher der Lastabsturz eines Behälters während des Transports auf dem Anlagengelände der FRG betrachtet.

Die Verpackung der radioaktiven Abfälle erfolgt überwiegend in 200-l-Fässern. Die Fallhöhe kann über 1 m betragen, so dass davon auszugehen ist, dass der Behälter beschädigt wird. Bei aktivierten metallischen Reaktorbeckeneinbauten liegt die Aktivität überwiegend fest eingebunden in der Materialstruktur vor. Die durch einen Lastabsturz eingebrachte Energie reicht nicht aus, eine relevante Freisetzung aerosolförmiger Aktivität zu verursachen. Die ggf. aus dem Behälter ausgetretenen aktivierten Reaktorbeckeneinbauten können in einen neuen Behälter umgeladen werden. Unzulässige Auswirkungen auf die Umgebung außerhalb des Anlagengeländes sind nicht zu erwarten.

Auch beim aktivierten Betonschutt liegt die Aktivität überwiegend fest eingebunden in der Materialstruktur vor. Jedoch kann die durch einen Lastabsturz eingebrachte Energie zu einer Staubbefreiung und damit einer Aktivitätsfreisetzung in die Atmosphäre führen.

Die Berechnung der effektiven Dosis für einen Lastabsturz ergeben Werte von ca. $9,5 \cdot 10^{-3}$ mSv (Normalbeton) und ca. $4,6 \cdot 10^{-2}$ mSv (Barytbeton). Diese Werte liegen weit unterhalb des Störfallplanungswertes von 50 mSv.

Leckage

Zu Beginn des Abbaus der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors befindet sich das Primärwasser noch innerhalb der Reaktorbecken. Dies stellt zwar die größte Wassermenge innerhalb der Anlage dar, jedoch liegt die Aktivitätskonzentration des Primärwassers bereits jetzt im Bereich bzw. unterhalb von $1,5 \cdot 10^4$ Bq/m³.

Bei einer Leckage und dem Austritt von Primärwasser z. B. in den RA-Keller würde dieses innerhalb der Anlage zurückgehalten werden. Die durch Verdunstung in die Anlagenatmosphäre freigesetzte Aktivität entspricht in etwa derselben Aktivität, die zurzeit durch Verdunstung aus den Reaktorbecken in die Reaktorhalle freigesetzt wird. Die Verdunstung aus den Reaktorbecken in die Reaktorhalle führt zu keiner relevanten Aktivitätskonzentration in der Luft der Reaktorhalle. Eine relevante Aktivitätsfreisetzung durch den Austritt von Primärwasser ist nicht zu erwarten. Eine Leckage von Primärwasser in der Forschungsreaktoranlage wird daher nicht näher betrachtet. Unzulässige Auswirkungen auf die Umgebung ergeben sich nicht.

Weitere größere Mengen radioaktiven Wassers befinden sich ggf. in den Abwassertanks im Keller der FRG bzw. des HL. Solange die Abwassertanks gefüllt sind, finden in den entsprechenden Räumen keine Abbautätigkeiten statt. Die Eintrittswahrscheinlichkeit für eine Leckage eines Abwassertanks ist daher sehr gering.

Unabhängig von der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit wurde die Leckage eines komplett gefüllten Abwassertanks im Keller der FRG bzw. des HL in der Störfallanalyse betrachtet. Es wird unterstellt, dass der gesamte Inhalt eines Abwasserbehälters ausläuft. Die Abwassertanks sind in Auffangwannen aufgestellt, die den gesamten Tankinhalt aufnehmen können. Eine Ausbreitung des Wassers in benachbarte Räume wird somit verhindert. Die Berechnungen haben ergeben, dass dieses Szenario nur eine geringe Freisetzung von Radioaktivität in der Umgebung zur Folge hätte. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung können daher ausgeschlossen werden

Die 12 erdverlegten Sammelbehälter mit einer Gesamtkapazität von insgesamt 350 m³ sind doppelwandig ausgelegt, mit kathodischem Korrosionsschutz versehen und zusätzlich mit einer Leckageüberwachung ausgestattet. Eine Beschädigung der gefüllten Sammelbehälter durch Abbautätigkeiten ist auszuschließen, da in diesem Bereich keine Tätigkeiten stattfinden, solange die Sammelbehälter noch gefüllt sind. Eine Leckage der erdverlegten Sammelbehälter wird daher nicht betrachtet. Unzulässige Auswirkungen auf die Umgebung ergeben sich nicht.

Ausfall von Strahlenschutzeinrichtungen

Abbaubereiche, in denen radioaktive Aerosolbildung zu erwarten ist, werden von den anderen Abbaubereichen lufttechnisch abgeschottet. Eine solche Abschottung wird in der Regel

durch Einhausung realisiert. Die Einhausung wird mit einer oder mehreren mobilen Filteranlagen ausgerüstet.

Eine der geplanten Abbautätigkeiten ist beispielsweise das Abtragen des aktivierten Betons der Reaktorbeckenwand. Hierzu wird der Bereich oberhalb der Reaktorbecken I bis IV eingehaust. Die Einhausung hat eine Länge von ca. 26 m, eine Breite von ca. 8 m und eine Höhe von ca. 1 m. Zusammen mit dem Luftvolumen in den Reaktorbecken selbst ergibt sich somit ein Volumen von max. 900 m³. Das Versagen dieser Einhausung kann als abdeckendes Ereignis für den Ausfall von Strahlenschutzeinrichtungen angesehen werden, da beim Abbau des aktivierten Betons der Reaktorbeckenwand die maximale Aktivitätskonzentration innerhalb einer Einhausung entstehen wird und diese Einhausung die größten Abmessungen hat.

Es wird unterstellt, dass ein Flurförderfahrzeug die Einhausung beschädigt und dass die gesamte luftgetragene Aktivität innerhalb der Einhausung in die Reaktorhalle freigesetzt wird.

Die Berechnungen haben ergeben, dass dieses Szenario nur eine vernachlässigbare Freisetzung von Radioaktivität in die Umgebung zur Folge hätte. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung können daher ausgeschlossen werden.

Ausfall von Versorgungseinrichtungen

Bei Ausfall der elektrischen Versorgung können sämtliche Systeme und Einrichtungen nicht weiterbetrieben werden, es sei denn, sie sind batteriegepuffert bzw. ersatzstromgesichert. Dies ist z. B. der Fall beim Informations- und Meldesystem, der Brandmeldeanlage, der Fortluftinstrumentierung und der Fluchtwegebeleuchtung. Aus Verfügbarkeitsgründen sind zunächst weitere, sicherheitstechnisch nicht bedeutsame Anlagen und Einrichtungen batteriegepuffert bzw. ersatzstromgesichert. Dies sind z. B.:

- Versorgung ODL-System,
- Gegensprechanlage, Funkanlage,
- Kameraanlage,
- Personenkontaminationsmonitore.

Die Batterie- bzw. Ersatzstromversorgung dieser Anlagen und Einrichtungen kann im Verlauf des Abbaus ohne Auswirkungen auf diese Störfallanalyse außer Betrieb genommen werden.

Bei Ausfall der elektrischen Versorgung werden die Arbeiten innerhalb der Anlage, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Anlagenatmosphäre bewirken können, sofort eingestellt und das Personal verlässt, falls erforderlich, die Kontrollbereiche. Für die Kontaminationskontrolle an den Kontrollbereichsausgängen werden ersatzweise mobile Oberflächenkontaminationsmonitore eingesetzt. Weitere erforderliche Strahlenschutzmaßnahmen werden veranlasst. Unzulässige Auswirkungen auf die Umgebung ergeben sich nicht.

9.2.2 Ereignisse durch Einwirkungen von außen (EVA)

Gegen Einwirkungen von außen wie z. B. Hochwasser, Sturm, Starkregen, Eindringen von Gasen, Druckwellen, Äußere Brände, Erdbeben und Flugzeugabsturz werden für die Durchführung der Abbautätigkeiten keine besonderen sicherheitstechnischen Maßnahmen getroffen. Die Aussagen, die zu den oben genannten Ereignissen für die Phase Forschungsbetrieb gemacht wurden, sind weiterhin gültig, wobei das jetzige Gefährdungspotential wegen der Verringerung des Aktivitätsinventars im Vergleich zum Forschungsbetrieb um Größenordnungen geringer ist.

Hochwasser / Überflutung, Sturm, Starkregen

Die Gebäude sind gegen die bei Sturm und Starkregen üblicherweise auftretenden Belastungen ausgelegt. Der Standort liegt auf einer Höhe von 50 m ü. NN und damit deutlich oberhalb der Elbe. Eine Überflutung durch Hochwasser ist ausgeschlossen.

Eindringen von Gasen

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ist mit dem Auftreten von signifikanten Mengen toxischer oder korrosiver Gase nicht zu rechnen. In der näheren Umgebung der FRG und des HL gibt es keine Einrichtungen, die als mögliche Quelle hierfür in Frage kommen. Das Ereignis ist daher als unwahrscheinlich anzusehen.

Sollten widererwarten Gase eindringen und mögliche Ereignisabläufe initiiert werden, können diese zu Störungen an Betriebssystemen oder zu Störungen durch menschliches Versagen (z. B. Lastabstürze) führen. Allen Störungen gemeinsam ist jedoch, dass sie keine Auswirkungen haben, die durch die untersuchten Ereignisabläufe infolge Einwirkungen von innen nicht abgedeckt sind.

Druckwellen aufgrund chemischer Reaktion

Im Umkreis des Standorts befinden sich keine chemischen Betriebe, in denen mit explosionsgefährlichen Stoffen umgegangen wird, sowie keine Gas- / Ölleitungen. Bei einer unterstellten Explosion auf einem vorbeifahrenden Schiff auf der Elbe werden die Versagensfälle von Systemen und Komponenten durch die betrachteten Einwirkungen von Innen wie Leckage, Lastabsturz oder Versagen von Versorgungseinrichtungen (siehe Kapitel 9.2.1) abgedeckt.

Äußere Brände

Als äußerer Brand kommt lediglich ein Brand der in der Umgebung befindlichen Bäume in Betracht. Ein Übergreifen eines Brandes auf die FRG und das HL kann aufgrund der räumlichen Distanz ausgeschlossen werden.

Erdbeben

Der Standort HZG liegt in der norddeutschen Tiefebene. Die Gebietseinheit befindet sich gemäß der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 /42/ in keiner Erdbebenzone. Gebiete mit der Erdbebenzone 0 sind in etwa 300 km Entfernung vorzufinden. Eine Gefährdung durch Bodenbewegungen, insbesondere durch Erdbeben, ist nicht zu erwarten.

Für die Bauwerke Forschungsreaktoranlage, Heißes Labor sowie die weiteren Nebengebäude ist bei einem dennoch unterstellten Erdbeben die Standsicherheit durch Anwendung des konventionellen Baurechts im Rahmen der Errichtung gegeben. Für Systeme und Komponenten, die gemäß kerntechnischen Regelwerken nicht gegen Erdbeben ausgelegt sind, kann ein Versagen im Erdbebenfall nicht ausgeschlossen werden. Allen erdbebeninduzierten Versagensfällen von Systemen und Komponenten ist jedoch gemeinsam, dass sie durch die betrachteten Einwirkungen von Innen wie Leckage, Lastabsturz oder Versagen von Versorgungseinrichtungen (siehe Kapitel 9.2.1) abgedeckt sind.

Flugzeugabsturz

In einem Umkreis von circa 50 km um den Standort HZG befinden sich der internationale Flughafen Hamburg (37 km NW), der Flugplatz Uetersen-Heist (54 km NW) sowie die Landeplätze Lüneburg (17 km SSO), Hamburg-Finkenwerder (41 km WNW) und Lübeck-Blankensee (48 km NNO). Die Anlage liegt nicht unter einer der Einflug- oder Abflugschneisen eines Flughafens oder Landeplatzes.

Die Wahrscheinlichkeit eines Flugzeugabsturzes auf das Standort-Zwischenlagers des Kernkraftwerks Krümmel (SZK) wird mit ca. $1,0 \cdot 10^{-6}$ /66/ angegeben. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Wahrscheinlichkeit eines Flugzeugabsturzes auf die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor identisch zum SZK ist, da die Standorte nur eine räumliche Distanz von ca. 1 km aufweisen.

Trotz des sehr unwahrscheinlichen Falles eines Flugzeugabsturzes auf die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor wurde dieser untersucht. Da es sich um einen auslegungsüberschreitenden Störfall handelt, wird dieser nach den Vorgaben und Maßstäben der „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ /65/ betrachtet.

Für die Abschätzung der Freisetzung durch einen Flugzeugabsturz wird unterstellt, dass sowohl die Forschungsreaktoranlage als auch das Heiße Labor von dem Flugzeug bzw. von den Flugzeugtrümmern getroffen werden. In Anlehnung an Betrachtungen zum Ablauf des Reaktorunfalls von Tschernobyl /67/ wird angenommen, dass die gesamte Tritium- und C-14-Aktivität, Cs-134 und Cs-137 mit 33 % sowie 4 % der übrigen vorhandenen Radionuklide freigesetzt werden. Damit sind sowohl die mechanischen Einwirkungen auf die Gebäude und die darin vorhandenen radioaktiven Stoffe als auch die durch den entstandenen Brand verursachten thermischen Einwirkungen auf die radioaktiven Stoffe in der Forschungsreaktoranlage und im Heißen Labor berücksichtigt. Damit ergibt sich ein Quellterm für die Freisetzung durch einen Flugzeugabsturz von ca. $4,0 \cdot 10^{15}$ Bq.

Auf der Basis des ermittelten Quellterms wurde eine Berechnung der äußeren Exposition in sieben Tagen und der effektiven Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhalierten Radionuklide mit dem Simulationsprogramm „SAFER 2“ /68/ durchgeführt.

Die Folgen eines Flugzeugabsturzes werden als abdeckendes Ereignis entsprechend den Vorgaben der „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ betrachtet und bewertet. Es wurde gezeigt, dass keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich sind.

9.2.3 Zusammenfassung der Störfallanalyse der FRG und des HL

Für die Ausbreitungsrechnung wurden die Szenarien in Betracht gezogen, bei denen mit der höchsten Freisetzung von Radioaktivität zu rechnen ist. Die betrachteten Ereignisse und die daraus resultierenden Strahlenexpositionen in die Umgebung ergeben für die ungünstigste Referenzperson (Kleinkind > 1 – ≤ 2 Jahre) und die ungünstigste Diffusionskategorie („E“) einen Wert für die effektive Dosis, der deutlich unterhalb des Störfallplanungswertes der StrlSchV (§ 117 Abs. 16) von 50 mSv liegt.

Für den Absturz eines 200-l-Behälters ergaben sich aufgrund der unterschiedlichen Nuklidgemische folgende Dosiswerte:

- gefüllt mit Normalbeton eine effektive Dosis von ca. $9,5 \cdot 10^{-3}$ mSv,
- gefüllt mit Barytbeton eine effektive Dosis von ca. $4,6 \cdot 10^{-2}$ mSv.

Der Absturz eines mit Barytbeton gefüllten 200-l-Behälters während des Transportes auf dem Anlagengelände stellt den abdeckenden Störfall dar. Es wurde berechnet, dass die mögliche Strahlenexposition als Folge von Störfällen bei der Stilllegung maximal 0,1 % der gemäß StrlSchV zulässigen Strahlenexposition (50 mSv) beträgt, d. h. die mögliche Strahlenexposition liegt deutlich unter der maximal zulässigen.

Die zu erwartende effektive Dosis für die ungünstigste Referenzperson durch einen auslegungsüberschreitenden Flugzeugabsturz zeigt, dass für die Umgebung der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich sind.

9.3 Zur Abschätzung der möglichen radiologischen Folgen nicht geplanter Ableitungen in Betracht gezogene Störfälle für die Zerlegehalle mit dem RDB-OH

9.3.1 Einwirkungen von innen (EVI)

Brand

Der Brandschutz in der Zerlegehalle basiert insgesamt auf einer Kombination von bautechnischen, anlagentechnischen und administrativen Brandschutzmaßnahmen. Eine Begrenzung der Folgen von Bränden und eine Verhinderung unzulässiger Freisetzungen radioaktiver

Stoffe werden durch Maßnahmen, wie frühzeitige Branderkennung, Abtrennung betroffener Bereiche und geeignete Löschmaßnahmen, gewährleistet.

Das Brandpotenzial in der Zerlegehalle ist auf Grund der geringen Mengen an brennbaren Stoffen, wie Kabel, Gase, Schmieröle und Hydrauliköle relativ gering. Die während der Durchführung der Abbaumaßnahmen einzubringenden zusätzlichen Brandlasten sind ebenfalls gering. Auswirkungen durch das Ereignis Brand sind somit nicht zu befürchten.

Ungeachtet dessen wird der Brand eines Behälters, der mit kontaminierten Putztüchern gefüllt ist, unterstellt. Der unterstellte Brand bleibt auf einen Behälter beschränkt, da sichergestellt wird, dass immer nur 1 Behälter an einem Arbeitsplatz für die Sammlung von brennbaren Abfällen offen steht. Weitere in der Anlage vorhandene brennbare Abfälle befinden sich in geschlossenen Behältern (z. B. 200-l-Fass).

Die höchste, großflächige Kontamination ist im Bereich der Nachzerlegung zu erwarten. Der Bereich wird regelmäßig durch Abwischen der Oberfläche dekontaminiert. Die Putzlappen werden nach Gebrauch in einem 200-l-Behälter gesammelt. Es wird konservativ unterstellt, dass der Inhalt des Behälters vollständig abbrennt.

Die Berechnungen haben ergeben, dass dieses Szenario nur eine geringe Freisetzung von Radioaktivität in der Umgebung zur Folge hätte. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung können daher ausgeschlossen werden.

Lastabsturz

Vor dem Beginn des Abbaus, d. h. bei der Errichtung der Zerlegehalle, ist ein Absturz von Lasten auf den Betonschacht nicht auszuschließen. Da die Zerlegehalle während der Errichtung nicht geschlossen ist, wäre eine Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu besorgen.

Nach der Fertigstellung der Zerlegehalle wird mit der Zerlegung des RDB-OH begonnen. Während der Durchführung der Abbaumaßnahmen ist es erforderlich, verschiedene Anlagenteile und gefüllte Behälter zu transportieren. Für den innerbetrieblichen Transport und die Handhabung von Gebinden und Komponenten steht der Brückenkran mit qualifizierten Lastaufnahmemitteln zur Verfügung. Bei der Demontage werden weitere Hebezeuge, wie z. B. ein Hilfshub an der Hilfsbrücke, eingesetzt, die regelmäßig entsprechend den anzuwendenden

den Vorschriften geprüft und gewartet werden. Für die Bedienung des Brückenkrans und der Hebezeuge wird ausschließlich geschultes Fachpersonal eingesetzt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass ein Lastabsturz praktisch ausgeschlossen ist. Weiterhin werden Transporte mit Transportmitteln wie Hubwagen oder Gabelstapler durchgeführt, bei denen die mögliche Absturzhöhe technisch begrenzt ist oder durch entsprechende Betriebsanweisungen mit Vorgabe maximaler Hubhöhen begrenzt wird. Somit sind die Auswirkungen potenzieller Lastabstürze wirksam zu begrenzen.

Nachfolgend werden potentielle Lastabstürze bei der Errichtung der Zerlegehalle und bei der Zerlegung des RDB-OH betrachtet und ein abdeckender Lastabsturz hergeleitet.

Während der Errichtung des Rohbaus der Zerlegehalle steht der RDB-OH im Betonschacht, der mit schweren Betonriegeln abgedeckt ist. Als relevantes Ereignis wurde die Montage der Dachbinder aus Stahlbetonfertigteilen ermittelt. Durch eine geschickt gewählte Montagefolge kann das Überfahren des Betonschachts mit Dachbindern reduziert werden. Bei einem unterstellten Absturz eines Dachbinders kann ein Durchschlagen auf den RDB-OH aufgrund der massiven Betonschachtabdeckung ausgeschlossen werden. Abplatzende Betonteile an der Unterseite eines Betonriegels können keine relevanten Beschädigungen des RDB-Deckels bzw. der Stützen verursachen, so dass radiologische Auswirkungen auf die Umgebung daher ausgeschlossen werden können.

Geplante Zerlegetätigkeiten nach der Fertigstellung der Zerlegehalle sind beispielsweise die Zerlegung der aktivierten RDB-Einbauten und des Dampferzeugers.

Die hoch bzw. höher aktivierten Teile der RDB-Einbauten werden unter Wasser in Siebkörbe verpackt, mit einer betriebsbewährten Abschirmglocke ausgehoben und anschließend in abgeschirmte Transport- oder Abfallbehälter verpackt. Durch die vorhandenen qualifizierten Lastanschlagpunkte an der Abschirmglocke ist die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Absturzes sehr gering. Bei einem dennoch unterstellten Absturz der Abschirmglocke beim Anheben auf die Übergabehöhe des Einsatzkorbes in den aufnehmenden abgeschirmten Transport- oder Abfallbehälter kann davon ausgegangen werden, dass der bodenseitige Abschirmschieber nicht versagt. Die Abschirmschieber von Abschirmglocke und Abschirmkulisse des Transport- oder Abfallbehälters werden erst geöffnet, wenn die Abschirmglocke ihre Absetzposition erreicht hat. Ein Absturz der Abschirmglocke ist dann nicht mehr zu besorgen, da

diese sich dann nur noch auf die Abschirmkulissee absenken und nicht mehr abstürzen würde.

Der Dampferzeuger soll im Ganzen mit dem Brückenkran aus seiner Einbaulage im RDB gehoben werden. Aufgrund der sehr großen Oberfläche der Dampferzeuger-Heizrohre, stellt der Dampferzeuger die hinsichtlich Kontamination relevante Komponente dar. Bei einem Absturz könnte durch ihn die meiste Kontamination in die Raumluft freigesetzt werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Kontamination nicht weiter fixiert wird. Für den Transport an Luft wird der Dampferzeuger zur Vermeidung einer Kontaminationsverschleppung mit Folie eingeschlagen.

Die maximale Fallhöhe beträgt ca. 4 m. Bei einem unterstellten Absturz wird ein geringer Teil der vorhandenen Kontamination zunächst in die Folie und von dort wiederum ein Teil als radioaktive Aerosole in die Raumluft freigesetzt werden. Der Filterabscheidegrad beträgt dabei mindestens 99,9 %.

Die Berechnungen haben ergeben, dass dieses Szenario nur eine geringe Freisetzung von Radioaktivität in die Umgebung zur Folge hätte. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung können daher ausgeschlossen werden.

Leckage

Für die Demontage der RDB-Einbauten wird der RDB-OH mit Wasser geflutet. Ein spontanes Versagen des RDB und damit Leckagen aus dem RDB können ausgeschlossen werden. Der Schildtank und der mit Dekontbeschichtung versehene Betonschacht würden als weitere Barrieren dienen.

Leckagen der Abwassersammelbehälter (Tank-Container) werden durch die als Auffangwannen ausgeführten Aufstellungsräume beherrscht. Evtl. auslaufendes Wasser hat in etwa Raumtemperatur, so dass bei Leckagen nur geringe Mengen an Aerosolen in die Raumluft freigesetzt werden können.

Ausfall von Versorgungseinrichtungen

Bei Ausfall der elektrischen Versorgung können sämtliche Systeme und Einrichtungen nicht weiterbetrieben werden, es sei denn, sie sind batteriegepuffert bzw. ersatzstromgesichert. Dies ist z. B. der Fall bei der Brandmeldeanlage und der Fluchtwegebeleuchtung. Die lüf-

tungstechnische Anlage schaltet sich ab und die Lüftungsklappen an der Kontrollbereichs-Grenze werden geschlossen.

Bei Ausfall der elektrischen Versorgung oder bei Ausfall der Lüftungstechnischen Anlage werden die Arbeiten innerhalb der Zerlegehalle, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Raumluft bewirken können, sofort eingestellt und das Personal verlässt, falls erforderlich, die Kontrollbereiche. Für die Kontaminationskontrolle an den Kontrollbereichsausgängen werden ersatzweise mobile Oberflächenkontaminationsmonitore eingesetzt. Weitere erforderliche Strahlenschutzmaßnahmen werden veranlasst. Unzulässige Auswirkungen auf die Umgebung ergeben sich nicht.

Sollte der Brückenkran durch Ausfall der elektrischen Versorgung oder andere Ursachen nicht mehr funktionstüchtig sein und ggf. gerade ein mit aktivierten RDB-Einbauten gefüllter Siebkorb oder der im Ganzen ausgebaute Dampferzeuger in der Transportstellung verbleiben, kann die resultierende Direktstrahlung aufgrund des Abstandes und der Abschirmwirkung der Gebäudestrukturen hinsichtlich ihres Einflusses auf die radiologische Situation in der Umgebung der Zerlegehalle vernachlässigt werden.

Bei Einhaltung der technisch-administrativen Maßnahmen zum Strahlenschutz (ausreichender Abstand von der Strahlenquelle, Begrenzung der Verweilzeit im Strahlenfeld, Schutz durch Abschirmungen der Arbeitsplätze des Personals, Nutzung von temporären Abschirmungen für die aktivierten Komponenten bei einer Handhabung außerhalb der abgeschirmten Zerlege- und Verpackungsbereiche) werden unzulässige Strahlenexpositionen auch für das Personal vermieden.

Der Ausfall der sonstigen vorhandenen Anlagen und Komponenten aufgrund von Störungen, z. B. der Druckluftversorgung, kann allenfalls zu einer Unterbrechung von Abbautätigkeiten führen. Die Tätigkeiten können nach Beendigung der Reparaturmaßnahmen fortgeführt werden. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung aufgrund des Ausfalls dieser Einrichtungen sind praktisch ausgeschlossen.

9.3.2 Ereignisse durch Einwirkungen von außen (EVA)

Hochwasser / Überflutung, Sturm, Starkregen, Eis und Schnee

Aufgrund der Lage auf dem Elbhang (Bodenniveau der Zerleghalle 17,8 - 20,8 m ü. NN) ist die Einwirkung von Hochwasser nicht zu betrachten.

Die Ableitung von Regenwasser der Dachentwässerung und der befestigten Flächen erfolgt über eine vorhandene Regenwasserleitung. Diese ist für die zu erwartenden Niederschlagsmengen ausgelegt. Bisher sind keine Ereignisse aufgetreten, die zu einem Regenwassereintrich in den bestehenden Betonschacht geführt haben. Dieser wird kontinuierlich mit einem Wasserstands-Sensor auf eindringendes Wasser überwacht.

Eine Überflutung der Zerleghalle aufgrund von Starkniederschlag ist daher nicht zu unterstellen.

Die Auslegung der Zerleghalle gegen Wind, Eis und Schnee erfolgt gemäß den geltenden einschlägigen Normen, die die Lastannahmen und Bemessungsvorschriften für Bauten enthalten. Radiologische Auswirkungen auf die Umgebung sind somit nicht zu besorgen.

Eindringen von Gasen

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ist mit dem Auftreten von signifikanten Mengen toxischer oder korrosiver Gase nicht zu rechnen. In der näheren Umgebung der Zerleghalle gibt es keine Einrichtungen, die als mögliche Quelle hierfür in Frage kommen. Das Ereignis ist daher als unwahrscheinlich anzusehen.

Sollten widererwarten Gase eindringen und mögliche Ereignisabläufe initiiert werden, können diese zu Störungen an Betriebssystemen oder zu Störungen durch menschliches Versagen (z. B. Lastabstürze) führen. Allen Störungen gemeinsam ist jedoch, dass sie keine Auswirkungen haben, die durch die untersuchten Ereignisabläufe infolge Einwirkungen von innen nicht abgedeckt sind.

Druckwellen aufgrund chemischer Reaktion

Im Umkreis des Standorts befinden sich keine chemischen Betriebe, in denen mit explosionsgefährlichen Stoffen umgegangen wird, sowie keine Gas- / Ölleitungen. Bei einer unterstellten Explosion auf einem vorbeifahrenden Schiff auf der Elbe werden die Versagensfälle von Systemen und Komponenten durch die Betrachtung des Erdbebens abgedeckt.

Äußere Brände

In der näheren Umgebung der Zerlegehalle sind keine Einrichtungen mit größeren Brandlasten vorhanden, die Rückwirkung auf die Zerlegehalle haben können. Als äußerer Brand kommt daher lediglich ein Brand der in der Umgebung befindlichen Bäume in Betracht. Ein Übergreifen eines Brandes auf die Zerlegehalle kann aufgrund der räumlichen Distanz ausgeschlossen werden.

Erdbeben

Der Standort HZG liegt in der norddeutschen Tiefebene. Die Gebietseinheit befindet sich gemäß der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 /42/ in keiner Erdbebenzone. Gebiete mit der Erdbebenzone 0 sind in etwa 300 km Entfernung vorzufinden. Eine Gefährdung durch Bodenbewegungen, insbesondere durch Erdbeben, ist nicht zu erwarten.

Bei einem unterstellten Erdbeben ist die Standsicherheit der Bauwerke Zerlegehalle und Betonschacht, mit dem darin befindlichen RDB-OH, darüber hinaus durch Anwendung des konventionellen Baurechts im Rahmen der Errichtung gegeben.

Dennoch wird unterstellt, dass es in Folge eines Erdbebens zur Zerstörung der Zerlegehalle und zur Freisetzung von Radioaktivität in die Umwelt kommt.

Die Berechnung der effektiven Dosis für ein Erdbeben ergab einen Wert von ca. 3,44 mSv. Dieser Wert liegt weit unterhalb des Störfallplanungswertes von 50 mSv.

Flugzeugabsturz

In einem Umkreis von circa 50 km um den Standort HZG befinden sich der internationale Flughafen Hamburg (35 km NW), der Flugplatz Uetersen-Heist (52 km NW) sowie die Landeplätze Lüneburg (20 km SSO), Hamburg-Finkenwerder (40 km WNW) und Lübeck-Blankensee (47 km NNO). Die Anlage liegt nicht unter einer der Einflug- oder Abflugschneisen eines Flughafens oder Landeplatzes.

Die Wahrscheinlichkeit eines Flugzeugabsturzes auf das Standort-Zwischenlagers des Kernkraftwerks Krümmel (SZK) wird mit ca. $1,0 \cdot 10^{-6}$ /66/ angegeben. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Wahrscheinlichkeit eines Flugzeugabsturzes auf die Zerlegehalle mit dem RDB-OH identisch zum SZK ist, da die Standorte nur eine räumliche Distanz von ca. 1 km aufweisen.

Trotz des sehr unwahrscheinlichen Falles eines Flugzeugabsturzes auf die Zerlegehalle wurde dieser untersucht. Da es sich um einen auslegungsüberschreitenden Störfall handelt, wird dieser nach den Vorgaben und Maßstäben der „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ /65/ betrachtet.

Für die Abschätzung der Freisetzung durch einen Flugzeugabsturz wird unterstellt, dass die Zerlegehalle von dem Flugzeug bzw. von den Flugzeugtrümmern getroffen wird. In Anlehnung an Betrachtungen zum Ablauf des Reaktorunfalls von Tschernobyl /67/ wird angenommen, dass die gesamte Tritium- und C-14-Aktivität, Cs-134 und Cs-137 mit 33 % sowie 4 % der übrigen vorhandenen Radionuklide freigesetzt werden. Damit sind sowohl die mechanischen Einwirkungen auf die Gebäude und die darin vorhandenen radioaktiven Stoffe als auch die durch den entstandenen Brand verursachten thermischen Einwirkungen auf die radioaktiven Stoffe in der Zerlegehalle berücksichtigt. Damit ergibt sich ein Quellterm für die Freisetzung durch einen Flugzeugabsturz von ca. 2,3 E13 Bq.

Auf der Basis des ermittelten Quellterms wurde eine Berechnung der äußeren Exposition in sieben Tagen und der effektiven Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhalierten Radionuklide mit dem Simulationsprogramm „SAFER 2“ /68/ durchgeführt.

Die Folgen eines Flugzeugabsturzes werden als abdeckendes Ereignis entsprechend den Vorgaben der „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ betrachtet und bewertet. Es wurde gezeigt, dass keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich sind.

9.3.3 Zusammenfassung der Störfallanalyse der Zerlegehalle mit dem RDB-OH

Für die Ausbreitungsrechnung wurden die Szenarien in Betracht gezogen, bei denen mit der höchsten Freisetzung von Radioaktivität zu rechnen ist. Die betrachteten Ereignisse und die daraus resultierenden Strahlenexpositionen in die Umgebung ergeben für die ungünstigste Referenzperson (Kind > 2 – ≤ 7 Jahre) und die ungünstigste Diffusionskategorie („E“) einen Wert für die effektive Dosis, der deutlich unterhalb des Störfallplanungswertes der StrlSchV (§ 117 Abs. 16) von 50 mSv liegt.

Die Berechnung der effektiven Dosis für ein Erdbeben ergab einen Wert von ca. 3,44 mSv.

Das Erdbeben stellt den abdeckenden Störfall dar. Es wurde berechnet, dass die mögliche Strahlenexposition als Folge von Störfällen bei der Stilllegung deutlich unterhalb von 0,1 % der gemäß StrlSchV zulässigen Strahlenexposition (50 mSv) beträgt, d. h. die mögliche Strahlenexposition liegt deutlich unter der maximal zulässigen.

Die zu erwartende effektive Dosis für die ungünstigste Referenzperson durch einen auslegungsüberschreitenden Flugzeugabsturz zeigt, dass für die Umgebung der Zerlegehalle keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich sind.

9.4 Abdeckender Störfall für beide Betriebsstätten

Für die Betriebsstätte FRG/HL stellt der Fall des Lastabsturzes den abdeckenden Störfall dar. Es wurde gezeigt, dass als Folge von Störfällen die mögliche Strahlenexposition maximal 0,1 % der gemäß StrlSchV zulässigen Strahlenexposition (50 mSv) beträgt.

Das Erdbeben stellt für die Betriebsstätte Zerlegehalle mit dem RDB-OH den abdeckenden Störfall dar. Es wurde berechnet, dass die mögliche Strahlenexposition als Folge von Störfällen bei der Stilllegung maximal 7 % der gemäß StrlSchV zulässigen Strahlenexposition (50 mSv) beträgt, d. h. die mögliche Strahlenexposition liegt deutlich unter der maximal zulässigen.

Die zu erwartende effektive Dosis für die ungünstigste Referenzperson durch einen auslegungsüberschreitenden Flugzeugabsturz zeigt, dass für die Umgebung der Forschungsreaktoranlage, des Heißen Labors und der Zerlegehalle mit dem RDB-OH keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich sind.

Literatur und verwendete Gesetze

- /1/ Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 Atomgesetz, 23. Juni 2016 (BAnz AT 19.07.2016 B7).
- /2/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) vom 23.1.1959 (BGBl. I S.814) in der Fassung vom 15.07.1985 (BGBl. I S. 1565) zuletzt geändert am 26.07.2016 (BGBl. I S. 1843).
- /3/ Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) i .d. F. vom 24.2.2010 (BGBl. I S.94) zuletzt geändert am 21.12.2015 (BGBl. I S. 2490).
- /4/ Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17.5.2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 26.07.2016 (BGBl. I S. 1839).
- /5/ Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. August 2016 (BGBl. I S. 1972).
- /6/ Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen - Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 4. April 2016 (BGBl. I S. 569).
- /7/ Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensverordnung -AtVfV), Stand 9. Dezember 2006.
- /8/ Verordnung über die Deckungsvorsorge nach dem Atomgesetz (Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung - AtDeckV) vom 25.1.1977 (BGBl. I S. 220) geändert durch Artikel 74 des Gesetzes vom 8. Juli 2016 (BGBl. I S. 1594).
- /9/ Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung - AtSMV) vom 14.10.1992 (BGBl. I S. 1766) i. d. Fassung vom 8.6.2010 (BGBl. I S. 755).
- /10/ Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1843).
- /11/ Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179), zuletzt geändert durch Artikel 282 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474).
- /12/ Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt - GGVSEB) vom 30. März 2015 (BGBl. I S. 366), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1843).

- /13/ Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein (LBO) vom 22. Januar 2009, in der Fassung vom 16.03.2015, GVOBl. S. 96.
- /14/ Gewerbeordnung (GewO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Februar 1999 (BGBl. I S. 202), zuletzt geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 31. Juli 2016 (BGBl. I S. 1914).
- /15/ Bevölkerung der Gemeinden in Schleswig-Holstein 2. Quartal 2015 - Ergebnisse der Fortschreibung auf Basis des Zensus 2011, A I 2 - vj 2/15 SH, Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 29.01.2016.
- /16/ LSN-Online (<http://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/>): Tabelle A100001G, Bevölkerung und Katasterfläche in Niedersachsen (Gebietsstand: 1.1.2015), Landesamt für Statistik Niedersachsen, 30.09.2015.
- /17/ Bodenflächen in Schleswig-Holstein am 31.12.2014 nach Art der tatsächlichen Nutzung, A V 1 - j 14 SH, Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 28.10.2015.
- /18/ LSN-Online (<http://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/>): Tabelle Z0000001, Katasterfläche in Niedersachsen (Gebietsstand: 1.1.2014), Landesamt für Statistik Niedersachsen, 31.12.2014.
- /19/ <http://www.geodienste.bfn.de/schutzgebiete/#?centerX=3600907.118?centerY=5923388.592?scale=100000?layers=631>
- /20/ Landesregierung Schleswig-Holstein: Landesverordnung über das Naturschutzgebiet "Hohes Elbufer zwischen Tesperhude und Lauenburg" vom 12. Januar 1993.
- /21/ Landkreis Lüneburg: Verordnung zum Schutzes eines Landschaftsteiles in der Gemeinde Bütlingen vom 04. September 1957.
- /22/ Landkreis Lüneburg: Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet des Landkreises Lüneburg vom 23.05.2011.
- /23/ Landesregierung Schleswig-Holstein: Landesverordnung über das Naturschutzgebiet „Besenhorster Sandberge und Elbsandwiesen“ vom 12. Januar 2011.
- /24/ Senat der Freien und Hansestadt Hamburg: Verordnung zum Schutz von Landschaftsteilen in der Gemarkung Altengamme vom 19. April 1977.
- /25/ <http://www.hamburg.de/landschaftsschutzgebiete/>.
- /26/ Senat der Freien und Hansestadt Hamburg: Verordnung über das Naturschutzgebiet Borghorster Elblandchaft vom 19. September 2000.
- /27/ Landkreis Lüneburg: Verordnung des Regierungspräsidenten in Lüneburg für das Naturschutzgebiet "Fehlingsbleck" in der Gemarkung Lüdershausen vom 17. Mai 1974.

- /28/ Landkreis Lüneburg: Verordnung der Bezirksregierung Lüneburg über das Naturschutzgebiet "Bennerstedt", in der Gemeinde Scharnebeck, Samtgemeinde Scharnebeck, Landkreis Lüneburg, vom 18. Dezember 1987.
- /29/ Landesregierung Schleswig-Holstein: Landesverordnung über das Naturschutzgebiet "Lauenburger Elbvorland", vom 19. April 1995.
- /30/ Landesregierung Schleswig-Holstein: Server zu Informationen der FFH-Gebiete Schleswig-Holsteins, sowie Gebietssteckbriefe:
<http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/S/schutzgebiete/ffh/FFHSchutzgebiete.html?what=ffh>
- /31/ Landesregierung Niedersachsen, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN): Vollständige Gebietsdaten der FFH- und EU-Vogelschutzgebiete:
http://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutz/natura_2000/downloads_zu_natura_2000/46104.html#volstDat-FFH.
- /32/ Freie und Hansestadt Hamburg: Informationen zu den Schutzgebieten:
<http://www.hamburg.de/schutzgebiete/>
- /33/ <http://www.elbtreff.de/elbe/geschichte/geschichte.html>
- /34/ <http://www.hlms.de/de/techniktour-geesthacht>
- /35/ <http://www.industriemuseum-geesthacht.de>
- /36/ <http://www.ecad.eu/download/ensembles/download.php> (abgerufen 6.4.2016).
- /37/ <http://www.coastdat.de> (abgerufen 6.4.2016).
- /38/ Berechnung der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung des Helmholtz-Zentrums Geestacht durch Ableitungen mit der Fortluft gemäß AVV zu § 47 StrlSchV, Brenk Systemplanung, Stand: 17.12.2015.
- /39/ Geologische Übersichtskarte Schleswig-Holstein
<http://portale.wisutec.de/gka/FachlicheGrundlagen/StratigraphieKartiereinheiten/StratigraphiederBundesrepublik/TabellenderBundesl%C3%A4nder/SchleswigHolstein.aspx>
- /40/ Gutachten über die baugrundgeologischen Verhältnisse am Ort des geplanten Atomreaktors der Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH in Hamburg, Dr. Si/Fr. -57/57-, 9. Mai 1957.
- /41/ Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE): Die Elbe und ihr Einzugsgebiet - Ein geographisch-hydrologischer und wasserwirtschaftlicher Überblick, 2005.
- /42/ DIN EN 1998-1/NA:2011-01, Nationaler Anhang zur Europäischen Norm EN 1998-1 „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau“, Stand: Januar 2011.

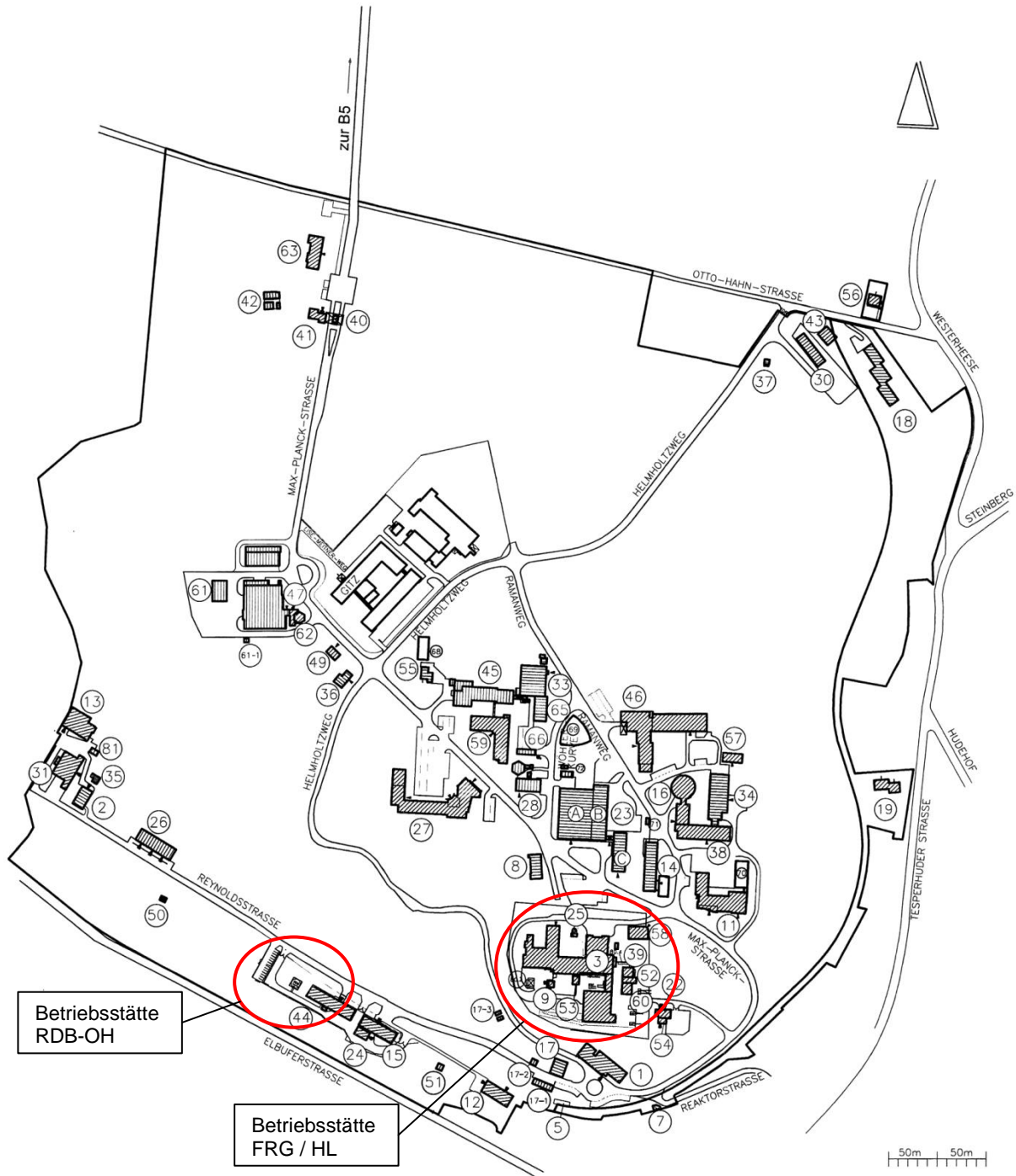
- /43/ Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung des Helmholtz-Zentrum Geesthacht durch Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser nach AVV zu § 47 StrlSchV, Brenk Systemplanung, Stand: 17.12.2015.
- /44/ Neutronen für die Wissenschaft, Der Forschungsreaktor Geesthacht FRG-1, HZG, April 2010.
- /45/ [https://de.wikipedia.org/wiki/Otto_Hahn_\(Schiff\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Otto_Hahn_(Schiff))
- /46/ Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen, Erfahrungen und Perspektiven; 3. neubearbeitete Auflage; Brenk Systemplanung, Aachen, beauftragt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung; November 2009.
- /47/ Kernenergie-Forschungsschiff N.S. „Otto Hahn“, Sicherheitsbericht, Rev. D, Oktober 1974, Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH, Geesthacht.
- /48/ Machbarkeitsuntersuchung Transport des Reaktordruckbehälters (RDB) mit Schildtank des NS Otto Hahn vom Forschungszentrum GKSS, Geesthacht zum Zwischenlager Nord, Lubmin; ISE Bericht Dok.-Nr.: 0909_Abschlussbericht_20101025, ISE Ingenieurgesellschaft für Stilllegung und Entsorgung mbH, Rödermark, 25.10.2010.
- /49/ P.W. Phlippen: Berechnung der Aktivität im Reaktordruckbehälter des Kernenergie-Forschungsschiffs „Otto Hahn“; Bericht WTI/68/09 WTI Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH, Jülich, Oktober 2009.
- /50/ K.-D. Henning: Radiological data concerning the nuclear merchant ship OTTO HAHN. A review after ten years of operation; GKSS 79/E/24 Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH, Geesthacht, 1979.
- /51/ Abschlußbericht über die Stilllegung des NS "OTTO HAHN", Gg Noell GmbH, Würzburg, 20.12.1982.
- /52/ FwDV 500, Feuerwehr-Dienstvorschrift 500: Einheiten im ABC-Einsatz, Ausgabe August 2004.
- /53/ Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL), Stand Juli 2014.
- /54/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Grundlagen für Sicherheitsmanagementsysteme in Kernkraftwerken, Bonn, 29. Juni 2004.
- /55/ INSAG-13 Management of Operational Safety in Nuclear Power Plants, IAEA, Wien, 1999.
- /56/ KTA 1401 Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung, Fassung 2013/11.
- /57/ Richtlinie für den Fachkundenachweis von Forschungsreaktorpersonal vom 16. Februar 1994 (GMBI. 1993, Nr. 11, S. 366).

- /58/ KTA 1201 Anforderungen an das Betriebshandbuch, Fassung 11/2015.
- /59/ Micro-Shield Version 5, Grove Engineering.
- /60/ KTA 1507 Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe bei Forschungsreaktoren, Fassung 11/12.
- /61/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) in der Fassung vom 07. Dezember 2005, RS II 5-15603/5.
- /62/ Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen (AVV), Stand 28.08.2012 (BAnz AT 05.09.2012 B1).
- /63/ Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (Gefahrgutverordnung See – GGVSee) in der Fassung vom 9. Februar 2016 (BGBl. I S. 182), zuletzt geändert durch Artikel 14 des Gesetzes vom 26. Juli 2016 (BGBl. I S. 1843).
- /64/ Empfehlung der ESK - Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen vom 16. März 2015.
- /65/ Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen, Amtliche Fassung veröffentlicht im BAnz. AT 04.01.2016 B4.
- /66/ Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen am Standort-Zwischenlager in Krümmel der Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG; Az.: GZ-V4 8541 510 vom 19. Dezember 2003.
- /67/ F.W. Krüger, L. Albrecht, E. Spoden und W. Weiss: Der Ablauf des Reaktorunfalls Tschernobyl 4 und die weiträumige Verfrachtung des freigesetzten Materials: Neuere Erkenntnisse und ihre Bewertung in: A. Bayer, A. Kaul, C. Reiners: Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1996).
- /68/ Simulationsprogramm „SAFER 2“ (Version 2.5.2), TÜV NORD.

Anlage 1

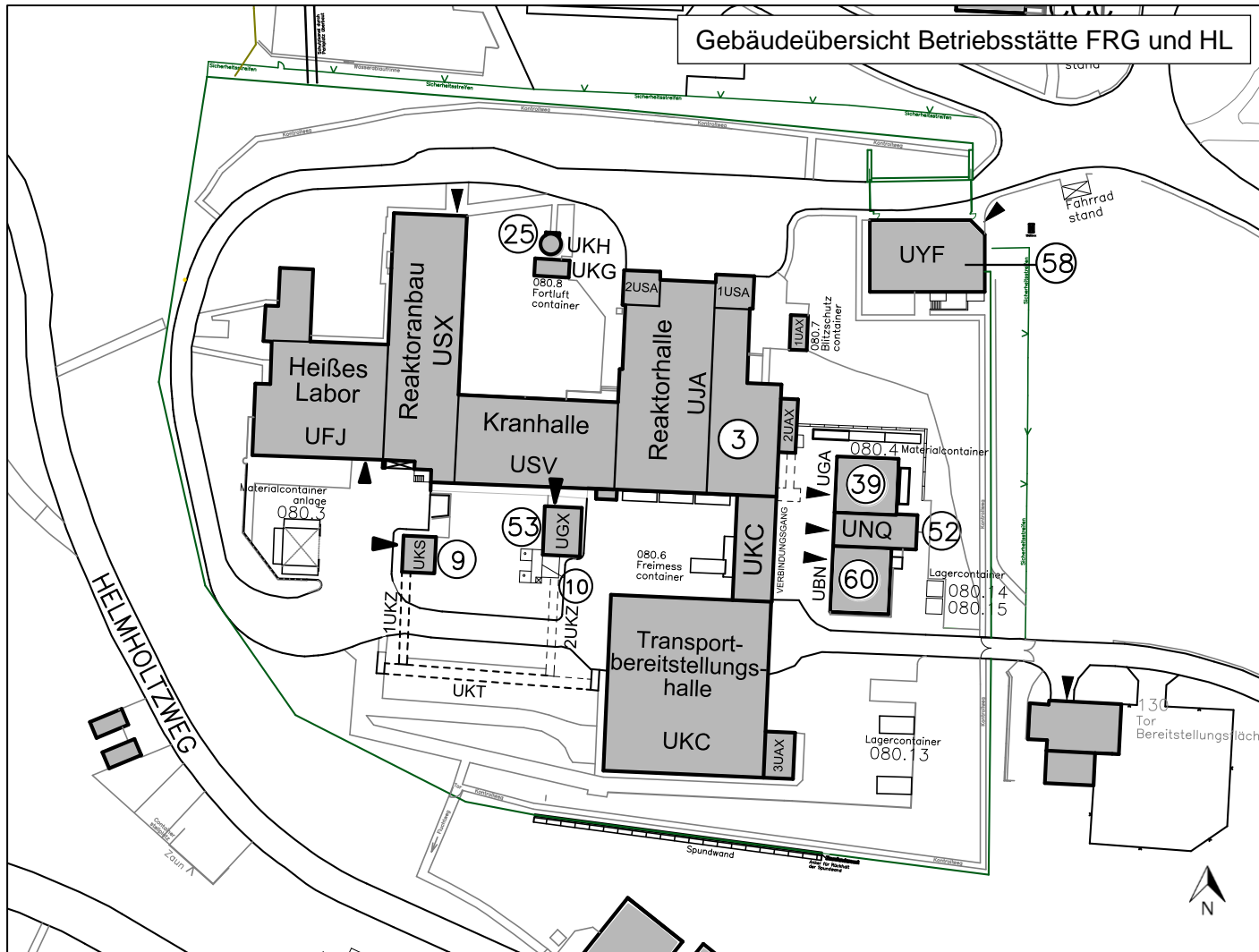
Geländeplan

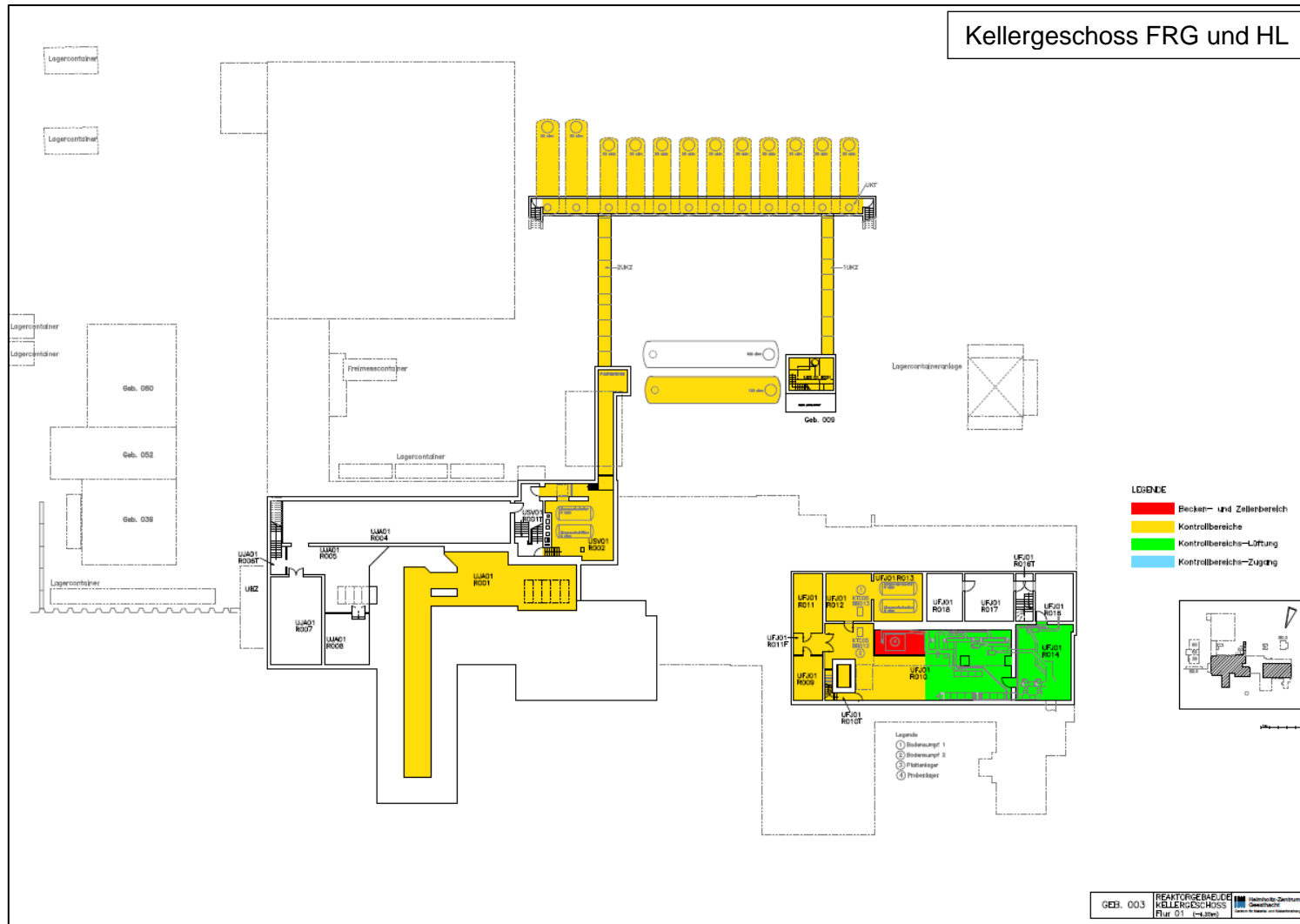
Geländeplan Helmholtz-Zentrum Geesthacht

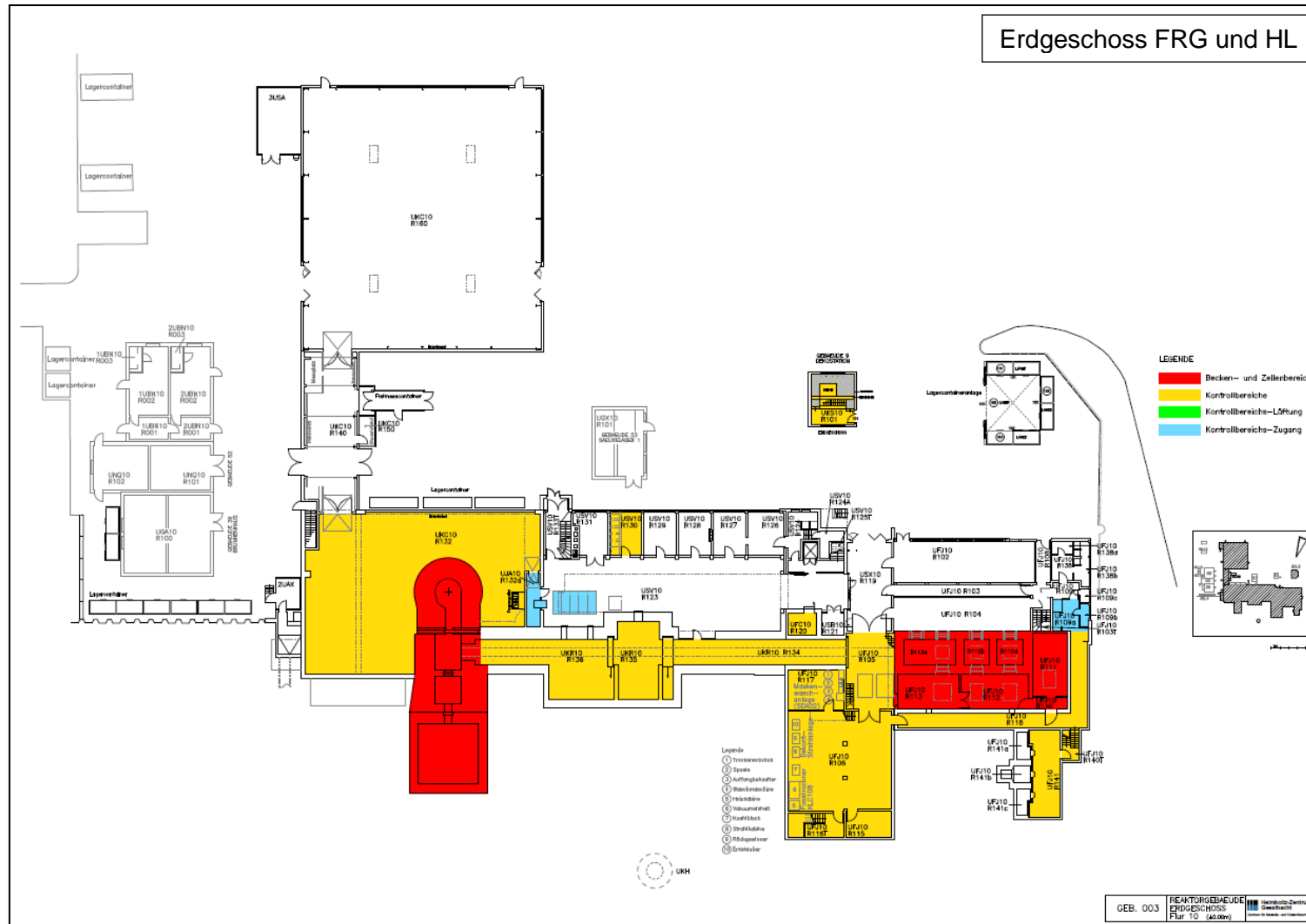


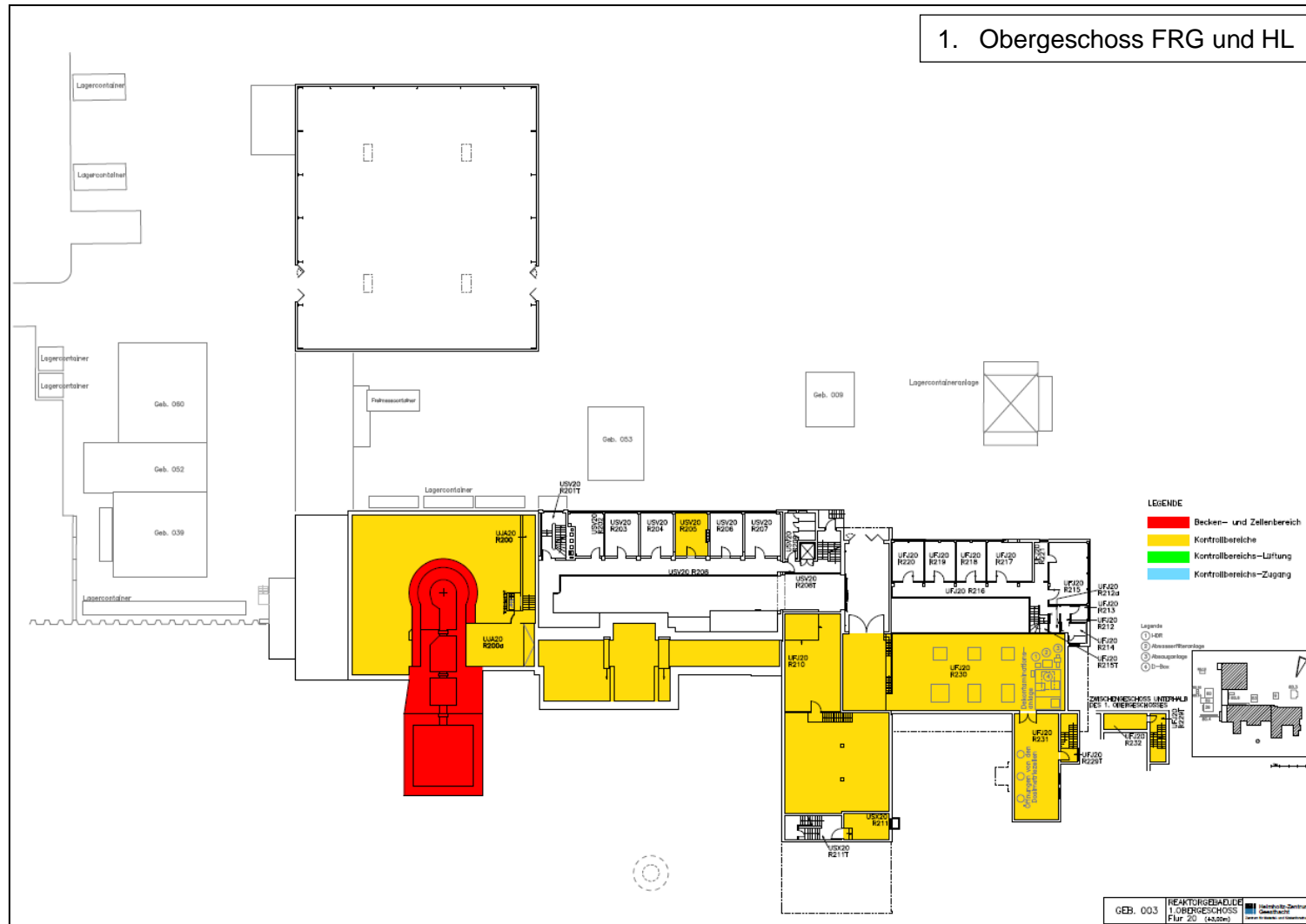
Anlage 2

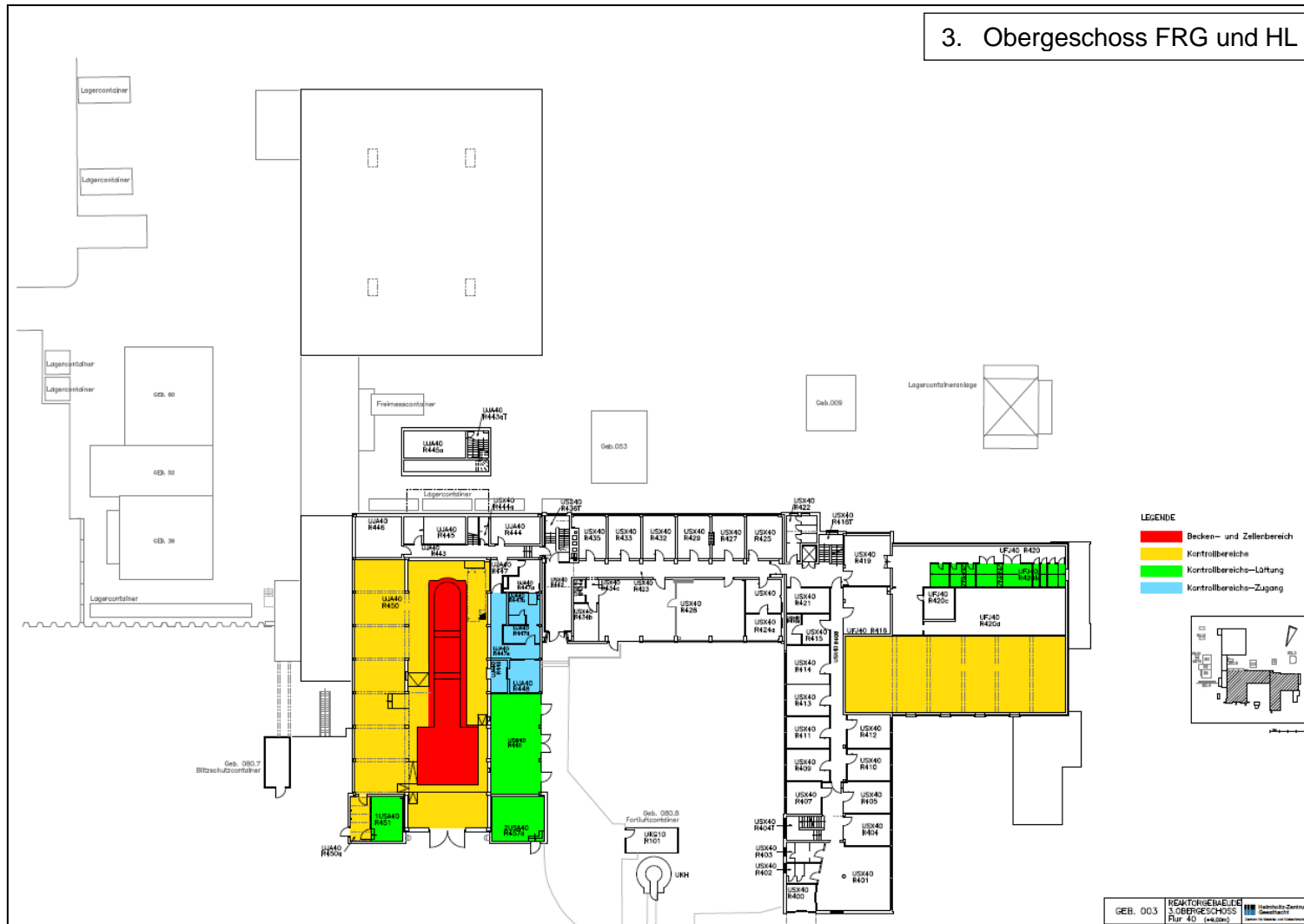
Lageplan und stockwerkbezogene Pläne der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors

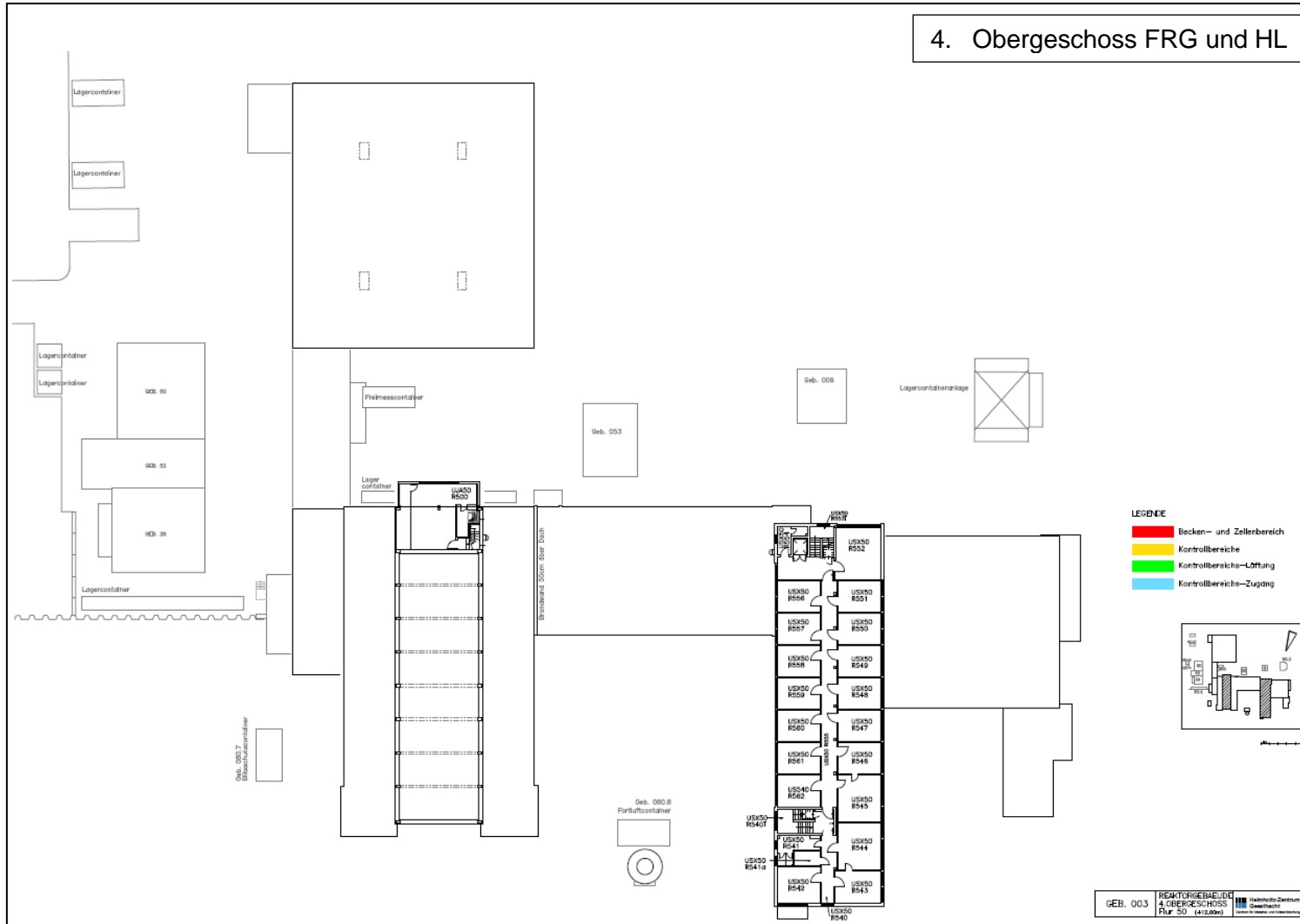






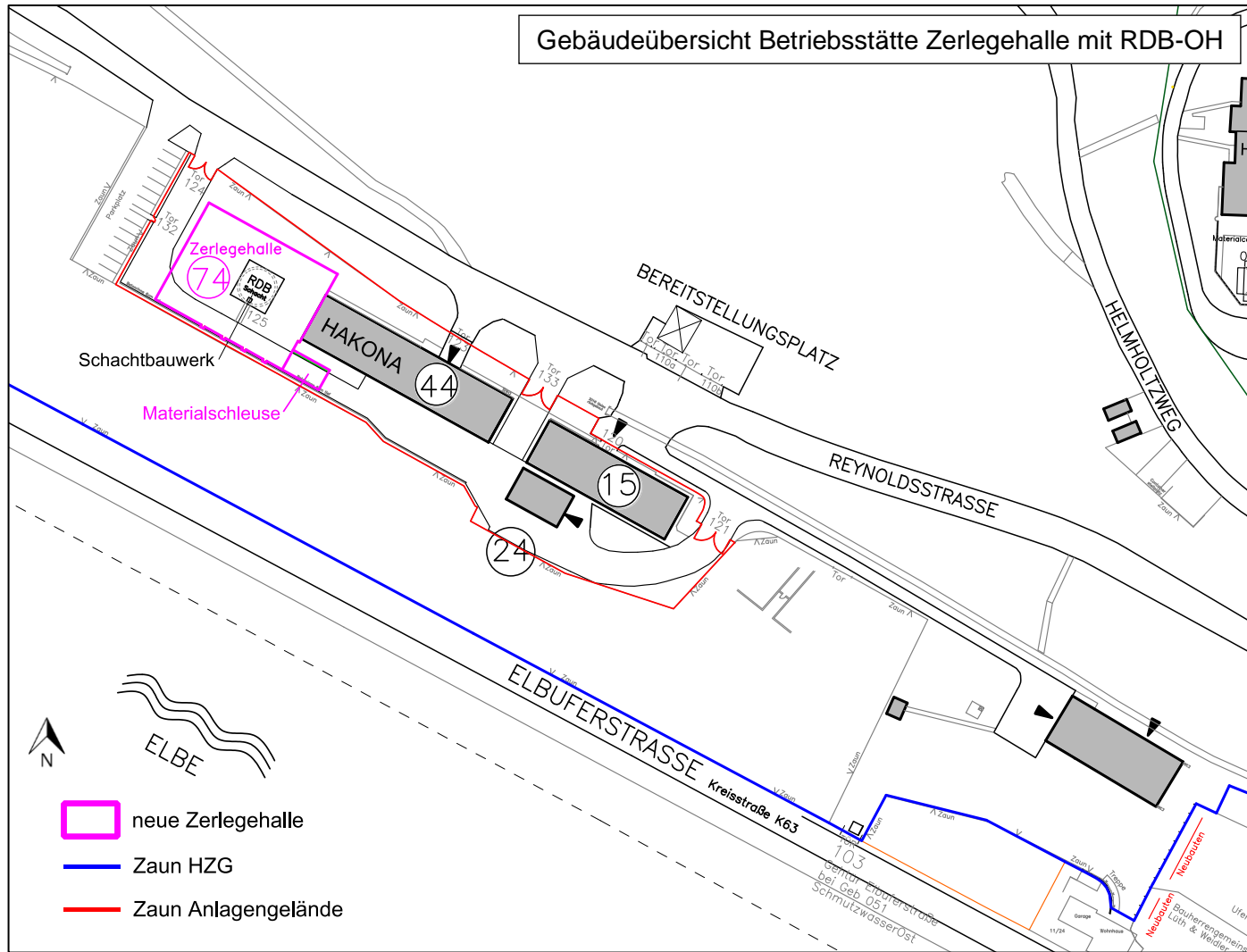


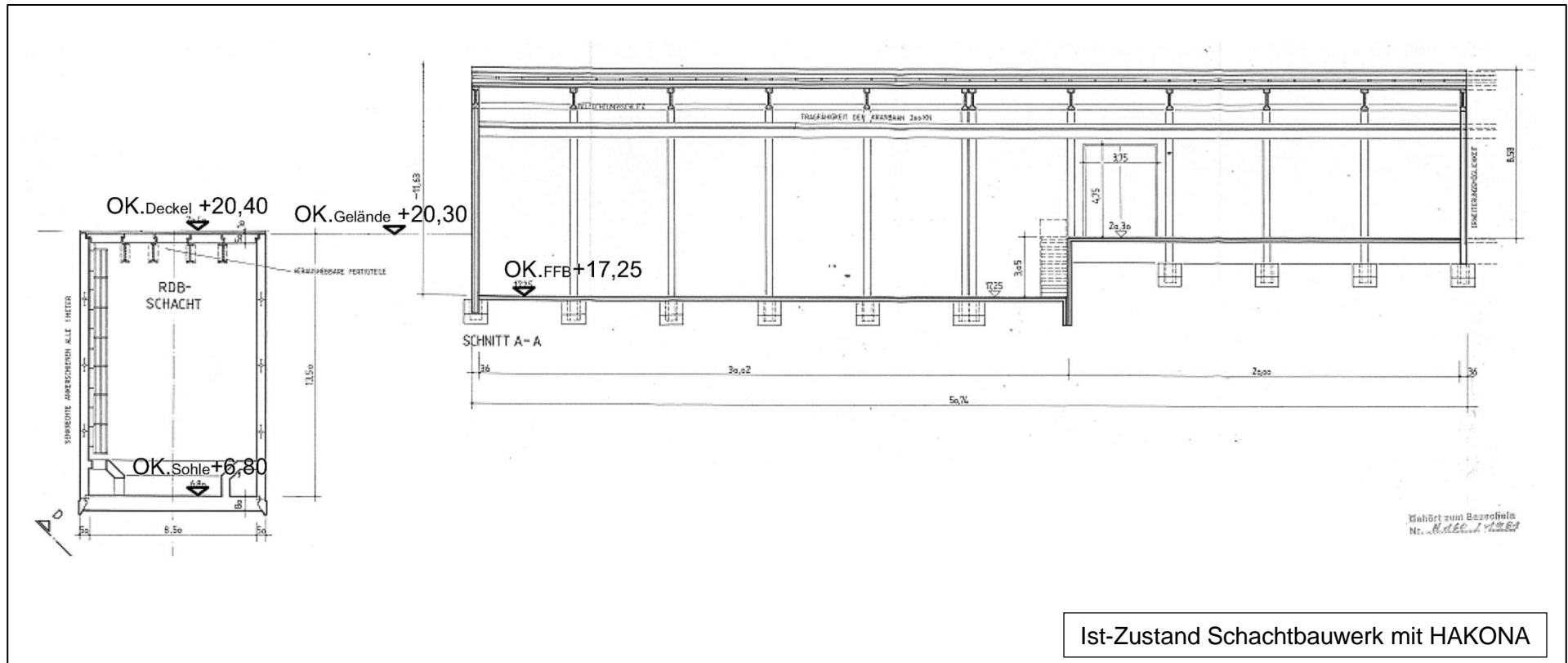




Anlage 3

Lageplan, Ist-Zustand, Grundriss, Schnitte und Ansichten der geplanten Zerlegehalle





Ist-Zustand Schachtbauwerk mit HAKONA

