

Restbetriebskonzept für die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor

Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreak- tors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruck- behälters des Nuklearschiffs Otto Hahn

Bericht Nr. EB-FRG/HL/RDB-OH-02

**Helmholtz-Zentrum hereon GmbH
Zentralabteilung Forschungsreaktor
Max-Planck-Straße 1
21502 Geesthacht**

Datum: 22. Februar 2022

Revision: 2

	Erstellt	Geprüft	Freigegeben
Firma	ISE	ITB	Hereon
Name	██████	██████	██████████
Unterschrift	████████████████████	████████████████████	████████████████████

Änderungsverzeichnis

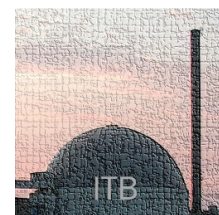
Revision	Datum	Änderungsgrund
0	15.11.2018	Erstellung
1	09.12.2020	Aufgrund der Stellungnahme des Gutachters zur Rev. 0 vom 10.07.2019 komplett überarbeitet.
2	22.02.2022	Überarbeitungsbedarf aufgrund der Prüfnotizen der Sachverständigen und der Genehmigungsbehörde zur Rev. 1 vom 04.05 und 31.05.2021.

Dieser Bericht wurde in Zusammenarbeit mit den Firmen

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



**ITB Dienstleistung
Ingenieurtechnische Beratung
kerntechnischer Rückbau
Restbetrieb**
Am Ostebogen 9
21712 Großenwörden



erstellt.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	15
Begriffsbestimmungen	22
1 Einleitung	30
1.1 Zielsetzung und Methodik	30
1.2 Grundlagen	32
1.3 Anlagenhistorie der FRG und des HL	33
1.4 Aktueller übergeordneter Anlagenzustand der FRG und des HL	34
1.5 Rahmenterminplan	35
1.6 Stilllegung und Abbau der Anlagen	36
2 Zustand der Anlagen im Nachbetrieb vor Übergang in den Restbetrieb	38
2.1 Gefährdungs- und Freisetzungspotential radioaktiver Stoffe	38
2.2 Anlagengelände und bauliche Anlagen	39
2.3 Gebäudeteile der Forschungsreaktoranlage (Geb. 03, UJA, USV)	41
2.4 Gebäudeteile des Heißen Labors (Geb. 03, UFJ)	42
2.5 Beckeninstrumentierung der FRG	43
2.6 Primär- und Sekundärkreislauf (JEC, PAB)	44
2.7 Beckenreinigung FRG (KBE)	44
2.8 Lüftungstechnische Anlage (KLA/KLC/KLE)	45
2.8.1 Lüftungsanlagen Forschungsreaktoranlage (KLA)	48
2.8.2 Lüftungsanlagen Heißes Labor (KLC)	51
2.8.3 Fortluftkamin (UKH)	54
2.9 Radioaktives Abwassersystem (KTC, KTM)	55
2.10 Strahlenschutzüberwachung (JYK)	58
2.10.1 Ortsfeste Ortsdosisleistungsmessung FRG und Heißes Labor	58
2.10.2 Überwachung der Aktivitätskonzentration in der Raumluft	60
2.10.3 Kontaminationsverschleppung	61
2.10.4 Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft (JYK91-93, JYK01)	62
2.10.5 Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser (KTM01)	65
2.10.6 Umgebungsüberwachung	66
2.11 Stromversorgung (BB, BF, BH, BJ)	67
2.11.1 Notstromeinrichtungen (BN)	69
2.11.2 Batteriestromversorgung der nuklearen Instrumentierung FRG (BT)	69
2.11.3 Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen HL (BRV)	70

2.11.4	Batteriestromversorgung der Fortluftinstrumentierung (BRV)	71
2.12	Brandschutz	72
2.12.1	Baulicher Brandschutz	72
2.12.2	Brandschutzeinrichtungen	73
2.12.3	Brandmeldeanlage (CYE)	73
2.13	Beleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung	74
2.14	Hebezeuge und Zubehör (SM)	75
2.15	Kommunikationsanlagen (CYA)	76
2.16	Objektschutz	76
2.17	Medienversorgung und Entsorgung	77
2.17.1	Frischwasseraufbereitung – Vollentsalzungsanlage (GCF)	77
2.17.2	Druckluft (KLX)	78
2.17.3	Gase	79
2.17.4	Niederschlagswasser	80
2.17.5	Konventionelles Schmutzwasser	80
2.18	Weitere Einrichtungen	80
2.18.1	Fastrocknungsanlage (KPA04)	81
2.18.2	Dekont-Strahlanlage (KPA02)	81
3	Schutzzielorientierte und schutzzielübergreifende Anforderungen im Restbetrieb	83
3.1	Schutzziel „Einschluss radioaktiver Stoffe“	83
3.2	Schutzziel „Begrenzung der Strahlenexposition“	85
3.3	Schutzzielübergreifende Anforderungen an den Restbetrieb	87
3.3.1	Zuverlässigkeit	87
3.3.2	Gesamtanlage	88
3.3.3	Administration	88
3.3.4	Leittechnik	88
3.3.5	Energie- und Hilfsmediensversorgung	88
4	Sicherheitsanalyse	89
4.1	Bestimmungsgemäßer Restbetrieb	89
4.1.1	Normalbetrieb	89
4.1.2	Einhaltung der radiologischen Abgabewerte im Normalbetrieb	91
4.1.3	Betriebsstörungen	92
4.2	Ereignisbeherrschung	94
4.2.1	Sicherer Zustand der FRG und des HL	94

4.2.2	Randbedingungen und betrachtete Störfälle	96
4.3	Anlageninterner Brand	98
4.3.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	99
4.3.2	Darstellung der Ereignisablaufanalysen	102
4.3.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	103
4.3.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	103
4.3.5	Zusammenfassung	104
4.4	Anlageninterne Überflutung	105
4.4.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	106
4.4.2	Darstellung der Ereignisablaufanalysen	106
4.4.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	106
4.4.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	106
4.4.5	Zusammenfassung	106
4.5	Leckagen / Komponentenversagen	106
4.5.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	107
4.5.2	Darstellung der Ereignisablaufanalysen	107
4.5.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	108
4.5.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	109
4.5.5	Zusammenfassung	109
4.6	Absturz von Lasten	110
4.6.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	111
4.6.2	Darstellung der Ereignisablaufanalysen	111
4.6.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	111
4.6.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	112
4.6.5	Zusammenfassung	113
4.7	Kollision von Lasten mit Behältern oder Systemen mit freisetzbarem radioaktivem Inventar	113
4.8	Ereignisse bei Transportvorgängen	114
4.9	Anlageninterne Explosionen	115
4.9.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	115
4.9.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	115
4.9.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	116
4.9.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	116
4.9.5	Zusammenfassung	117
4.10	Chemische Einwirkungen	118

4.10.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	118
4.10.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	118
4.10.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	119
4.10.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	119
4.10.5	Zusammenfassung	119
4.11	Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen	119
4.12	Ausfälle und Störungen von Versorgungseinrichtungen	119
4.12.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	120
4.12.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	121
4.12.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	122
4.12.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	124
4.12.5	Zusammenfassung	125
4.13	Ausfälle und Störungen von leittechnischen und Überwachungseinrichtungen	126
4.14	Ausfälle und Störungen von Brandschutzeinrichtungen	126
4.15	Wechselwirkung mit anderen Anlagen am Standort	127
4.15.1	Wechselwirkungen mit der Transportbereitstellungshalle (TBH)	127
4.16	Ausfälle und Störungen von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe	128
4.16.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	128
4.16.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	129
4.16.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	129
4.16.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	130
4.16.5	Zusammenfassung	131
4.17	Hochwasser / Überflutung und Starkregen	131
4.17.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	132
4.17.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	132
4.17.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	132
4.17.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	132
4.17.5	Zusammenfassung	132
4.18	Sturm, Eis, Frost, Hagel und Schnee	132
4.18.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	133
4.18.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	133
4.18.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	133
4.18.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	133
4.18.5	Zusammenfassung	133

4.19	Blitzschlag	133
4.19.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	133
4.19.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	134
4.19.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	134
4.19.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	134
4.19.5	Zusammenfassung	134
4.20	Außergewöhnliche Hitzeperioden sowie hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit	134
4.20.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	134
4.20.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	134
4.20.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	135
4.20.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	135
4.20.5	Zusammenfassung	135
4.21	Biologische Einwirkung	135
4.21.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	135
4.21.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	135
4.21.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	135
4.21.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	136
4.21.5	Zusammenfassung	136
4.22	Eindringen gefährlicher Stoffe (Gase)	136
4.22.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	136
4.22.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	136
4.22.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	136
4.22.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	137
4.22.5	Zusammenfassung	137
4.23	Äußerer Brand	137
4.23.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	137
4.23.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	138
4.23.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	138
4.23.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	138
4.23.5	Zusammenfassung	138
4.24	Erdbeben	138
4.24.1	Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	139
4.24.2	Darstellung der Ereignisablaufanalyse	139
4.24.3	Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	140
4.24.4	Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	141

4.24.5 Zusammenfassung	142
4.25 Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen (auslegungsüberschreitend)	143
4.26 Flugzeugabsturz (auslegungsüberschreitend)	144
4.26.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs	144
4.26.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse	145
4.26.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen	145
4.26.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme	145
4.26.5 Zusammenfassung	145
4.27 Ereignisse, die nicht durch das Ereignisspektrum im Abschnitt 8.3 der ESK-Leitlinien abgedeckt sind	145
4.28 Zusammenfassung der Ereignisse	146
5 Sicherheitstechnische Einstufung der Strukturen, Systeme und Komponenten im Restbetrieb	151
5.1 Generelle Anforderungen an die Einstufung	151
5.2 Klassifizierungskonzept	153
5.3 Einrichtungsspezifische Anforderungen an die Einstufung	155
5.4 Klassifizierung als sicherheitstechnisch wichtige Einrichtung (SE)	156
5.4.1 Außenhülle der Anlagengebäude FRG und des HL	156
5.4.2 Lüftungsanlage (KLA, KLC, UKH)	156
5.4.3 Instrumentierung zur Überwachung der Fortluft (JYK91–93, JYK01)	157
5.4.4 Instrumentierung zur Überwachung des Abwassers (KTM01)	158
5.4.5 Umgebungsüberwachung (JYK60)	158
5.4.6 ODL-Überwachung (JYK10, 15 und 38)	158
5.4.7 Raumluftüberwachung (JYK21 und 31)	158
5.4.8 Einrichtungen zur Überwachung von Kontaminationsverschleppung (JYK)	158
5.4.9 Leckage- und Füllstandüberwachungen (JYH, KTM, KWA)	159
5.4.10 Notstromanlage (BRV01, XJA10)	159
5.4.11 Blitzschutzanlage (BAW)	159
5.4.12 Brandmeldeanlage und Feuerlöscheinrichtungen (CYE, SGJ01)	159
5.4.13 Objektschutz	159
5.5 Klassifizierung als betriebliche Einrichtung (BE)	160
5.5.1 Entsorgung von Abwasser und Beckenreinigung des FRG	161
5.5.2 Strahlenschutzmessgeräte / Instrumentierung (auch mobile Oberflächenkontaminationsmessgeräte)	161
5.5.3 Notbeleuchtung und Kommunikationsanlagen	161

5.5.4	Energieversorgung	161
5.5.5	Batterieanlagen mit nachgeordneten Einrichtungen	162
5.5.6	Hebezeuge	162
5.5.7	Betonzellen	162
5.6	Abbau der Einrichtungen und Änderungen der Klassifizierung	162
5.7	Sicherheitstechnische Einstufung von neu einzubringenden Systemen und Einrichtungen	163
5.7.1	Konventionelle Kleinwerkzeuge	164
5.7.2	Konventionelle Geräte	164
5.7.3	Einrichtungen nach Spezifikation Gerätetechnik	164
6	Anforderungen durch Regelwerke	166
6.1	Anforderungen durch Gesetze und Rechtsverordnungen	166
6.1.1	Atomgesetz (AtG)	166
6.1.2	Strahlenschutzgesetz (StrlSchG)	168
6.2	Anforderungen durch die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)	169
6.3	Richtlinien des BMI/BMUB	171
6.3.1	Anforderungen aus der Richtlinie 3-0.1 und 3-0.2: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke / Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /11, 109/	177
6.3.2	Anforderungen aus der Richtlinie 3-23: Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /41/	178
6.3.3	Anforderungen aus der Richtlinie 3-43.2: Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen – Teil 2 Die Strahlenschutzmaßnahmen während des Betriebes und der Stilllegung einer Anlage oder Einrichtung /110/	179
6.3.4	Anforderungen aus der Richtlinie 3-44: Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken /111/	179
6.3.5	Anforderungen aus der Richtlinie 3-53: Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktoren /112/	180
6.3.6	Anforderungen aus der Richtlinie 3-60: Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle /113/	180
6.3.7	Anforderungen aus der Richtlinie 3-62: Richtlinie über Maßnahmen für den Schutz von Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs und sonstigen	

kerntechnischen Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen zugangsberechtigter Einzelpersonen /114/	181
6.3.8 Anforderungen aus der Richtlinie 3-73: Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes /10/	181
6.4 Empfehlungen der Beratungsgremien	182
6.4.1 Empfehlungen der RSK	182
6.4.2 Empfehlungen der SSK	182
6.4.3 Anforderungen aus den Empfehlungen der ESK	183
6.5 Kerntechnische Regeln	186
6.5.1 KTA-Regel 1201: Anforderungen an das Betriebshandbuch	189
6.5.2 KTA-Regel 1202: Anforderungen an das Prüfhandbuch	190
6.5.3 KTA-Regel 1301.2: Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken; Teil 2: Betrieb	191
6.5.4 KTA-Regel 1401: Allgemeine Forderungen an die Qualitätssicherung	191
6.5.5 KTA-Regel 1402: Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken	192
6.5.6 KTA-Regel 1404: Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken	192
6.5.7 KTA-Regel 1501: Ortsfestes System zur Überwachung von Ortsdosisleistungen innerhalb von Kernkraftwerken	193
6.5.8 KTA-Regel 1502: Überwachung der Aktivitätskonzentrationen radioaktiver Stoffe in der Raumlufte von Kernkraftwerken	193
6.5.9 KTA-Regel 1505: Nachweis der Eignung von festinstallierten Messeinrichtungen zur Strahlungsüberwachung	194
6.5.10 KTA-Regel 1507: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe bei Forschungsreaktoren	194
6.5.11 KTA-Regel 1508: Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre	195
6.5.12 KTA-Regel 2101.1-3: Brandschutz in Kernkraftwerken	195
6.5.13 KTA-Regel 2103: Explosionsschutz in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren (allgemeine und fallbezogene Anforderungen)	196
6.5.14 KTA-Regel 2501: Bauwerksabdichtungen von Kernkraftwerken	196
6.5.15 KTA-Regel 3601: Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken /33/	197

6.5.16	KTA-Regel 3603: Anlagen zur Behandlung von kontaminiertem Wasser in Kernkraftwerken	197
6.5.17	KTA-Regel 3604: Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken	198
6.5.18	KTA-Regel 3703: Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken	198
6.5.19	KTA-Regel 3901: Kommunikationseinrichtungen für Kernkraftwerke	199
6.5.20	KTA-Regel 3902: Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken	199
6.5.21	KTA-Regel 3903: Prüfungen und Betrieb von Hebezeugen in Kernkraftwerken	199
6.5.22	KTA-Regel 3905: Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken	200
6.6	Regeln und Normen	200
7	Notfallmaßnahmen und Notfallorganisation im Restbetrieb	201
8	Betriebsreglement	202
8.1	Restbetriebshandbuch (RBHB)	202
8.1.1	Wegfall des Schichtbetriebs FRG und der Schichtleiter-Funktion und der Operateur Funktionen als verantwortliche Personen	205
8.1.2	Wegfall der Fluchtalarme	206
8.2	Prüfhandbuch (PHB)	206
8.3	Qualitäts-Management-Handbuch	207
9	Zusammenfassung	208
	Literatur und verwendete Gesetze	209

Liste der Anlagen

Anlage 1: Brandschutztechnische Stellungnahme

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Abgeschätzter Zeitplan nach Erteilung der Genehmigung mit Dauer und Abfolge der geplanten Maßnahmen und Abhängigkeiten, nach derzeitigem Planungsstand	35
Abbildung 2-1:	Lageplan Gebäude und Anlagenbereiche der FRG und des HL	40
Abbildung 2-2:	Draufsicht auf das Reaktorbecken	42
Abbildung 2-3:	Vereinfachte Darstellung der Beckenreinigung	45
Abbildung 2-4:	Vereinfachtes Lüftungsschema Reaktorhalle, alte Versuchshalle, Bestrahlungskanal, Kranhalle und RA-Keller	47
Abbildung 2-5:	Vereinfachtes Lüftungsschema Heißes Labor	47
Abbildung 2-6:	Vereinfachte Darstellung des Abwassersystems	57
Abbildung 2-7:	Schema Fortluftüberwachung FRG und HL	63
Abbildung 2-8:	Vereinfachtes Schema der Stromversorgung	68
Abbildung 2-9:	Vereinfachte Darstellung der Vollentsalzungsanlage	77
Abbildung 2-10:	Vereinfachtes Schema Druckluftversorgung	79
Abbildung 2-11:	Fasstrochnungsanlage im Großen Bleizellenraum	81
Abbildung 2-12:	Dekont-Strahlanlage im Großen Bleizellenraum	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Restbestand Kernbrennstoffe in der FRG und dem HL	38
Tabelle 2-2:	Bezeichnung und Abmessungen der Gebäude	41
Tabelle 3-1:	Schutzziel „Einschluss radioaktiver Stoffe“	84
Tabelle 3-2:	Schutzziel „Begrenzung der Strahlenexposition“	86
Tabelle 4-1:	Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen bei einem unterstellten anlageninternen Brand	105
Tabelle 4-2:	Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktion und vorhandene Systemfunktionen bei unterstellten Leckagen bzw. bei Komponentenversagen	110
Tabelle 4-3:	Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktion und vorhandene Systemfunktionen bei einem unterstellten Absturz von Lasten	113
Tabelle 4-4:	Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen bei einer unterstellten anlageninternen Explosion	117
Tabelle 4-5:	Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen bei unterstellten Ausfällen und Störungen von Versorgungseinrichtungen	125
Tabelle 4-6:	Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen bei unterstellten Ausfällen und Störungen von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe	131
Tabelle 4-7:	Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen bei einem unterstellten Erdbeben	143
Tabelle 4-8:	Ereignisablauf und vorhandene Einrichtungen zur Vorsorge und Minderung der Auswirkungen	146
Tabelle 4-9:	Zusammenfassung der Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen	149
Tabelle 6-1:	Nicht anzuwendende BMI/BMUB-Richtlinien (RS-Handbuch)	172
Tabelle 6-2:	Unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigende administrative BMI/BMUB-Richtlinien (Kategorie I)	174
Tabelle 6-3:	Unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigende BMI/BMUB-Richtlinien, die die erforderlichen Systeme und Einrichtungen betreffen	176

Tabelle 6-4:	Unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigende (Kategorie I) KTA-Regeln für den brennelementfreien Restbetrieb der FRG und des HL	187
Tabelle 6-5:	KTA-Regeln (Kategorie I), die für den brennelementfreien Restbetrieb der FRG und des HL keine Anwendung finden	187
Tabelle 6-6:	Unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigende (Kategorie I) KTA-Regeln für den brennelementfreien Restbetrieb der FRG und des HL	188
Tabelle 8-1:	Betriebsordnungen zur Umsetzung der betrieblichen Anforderungen	204

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
AGG	Abfallgebindegruppe
ASR	Technische Regeln für Arbeitsstätten (Arbeitsstättenregel)
AtEV	Atomrechtliche Entsorgungsverordnung
AtG	Atomgesetz
AtSMV	Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
AVV-IMIS	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (IMIS) nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS)
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
AZ	Aktenzeichen
BAnz.	Bundesanzeiger
BE	Betriebliche Einrichtung
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BHB	Betriebshandbuch
BK	Belastungsklasse
BMI	Bundesministerium des Innern
BMU	Bundesministerium für Umwelt
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
d. h.	das heißt
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DVGW	Deutscher Verband des Gas- und Wasserfachs
DWR	Druckwasserreaktor

EN	Europäische Norm
EPA	Hochleistungs-Partikelfilter
ESK	Entsorgungskommission
etc.	Et cetera
EVA	Einwirkung von außen
EVI	Einwirkung von innen
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EX-RL	Explosionsschutz-Regeln
FRG	Forschungsreaktoranlage Geesthacht
FRG-1	Forschungsreaktor Geesthacht – 1
FRG-2	Forschungsreaktor Geesthacht – 2
Geb.	Gebäude
ggf.	gegebenenfalls
GmbH	Gesellschaft mit begrenzter Haftung
GMBL.	Gemeinsames Ministerialblatt
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH
GS	Gleichstromversorgung
H13	Schwebstofffilterklasse (Abscheidegrad > 99,95 %)
HAKONA	Halle zur Komponentennachuntersuchung
Hereon	Helmholtz-Zentrum hereon GmbH
HEPA	Schwebstofffilter (High Efficiency Particulate Air)
HL	Heißes Labor
HZG	Helmholtz-Zentrum Geesthacht
IHAO	Instandhaltungs- und Abbauordnung
IMS	Integriertes Managementsystem
INES	Internationale Bewertungsskala für nukleare Ereignisse
inkl.	inklusive
IT	Informationstechnologie

IWRS I	Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor, Teil 1: Die während der Planung der Anlage zu treffende Vorsorge
IWRS II	Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen, Teil 2: Die Strahlenschutzmaßnahmen während des Betriebs und der Stilllegung einer Anlage oder Einrichtung
KFÜ	Kernreaktor-Fernüberwachungssystem
KKS	Kraftwerkkenzeichensystem
KTA	Regelwerk des Kerntechnischen Ausschusses
mSv	Millisievert, Maßeinheit verschiedener gewichteter Strahlendosen (1E-3 Sv)
max.	maximal
NDWV	Notfall-Dosiswerte-Verordnung
NE	Nicht erforderlich
NN	Normalhöhenull
Nr.	Nummer
NS	Niederspannungsverteiler
ODL	Ortsdosisleistung
OSD	Objektsicherungsdienst
PBO	Personelle Betriebsordnung
PHB	Prüfhandbuch
PSÜ	Periodische Sicherheitsüberprüfung
RA-Keller	Reaktorkeller (Bereich unterhalb des Reaktorbeckens)
rad.	radioaktiv
RAO	Reststoff- und Abfallordnung
RBHB	Restbetriebshandbuch
RDB	Reaktordruckbehälter
RDB-OH	Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffs Otto Hahn
RdSchr.	Rundschreiben
REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen

Rev.	Revision
RG	Organisationseinheit: Stab Genehmigung und Aufsicht, Managementsystem
RöV	Röntgenverordnung
RS	Reaktorsicherheit und Strahlenschutz
RSK	Reaktor-Sicherheitskommission
S.	Seite
SSA	Schnellstartaggregat
SSK	Strahlenschutzkommission
SE	Sicherheitstechnisch wichtige Einrichtung
SEWD	Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter
STWG	Stadtwerke Geesthacht
SSO	Strahlenschutzordnung
SSp	Sicherheitsspezifikation
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TB	Transportbehälter
TBH	Transportbereitstellungshalle
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
u. a.	unter anderem
ULPA	Hochleistungs-Schwebstofffilter
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VE	vollentsalztes bzw. demineralisiertes (Wasser)
VGB	VGB PowerTech, ehemals „Vereinigung der Großkesselbesitzer“
z. B.	zum Beispiel
ZAR	Zentralabteilung Forschungsreaktor
z. Z.	zur Zeit

KKS

BAW	Erdungs- und Blitzschutzanlagen
BA, BB, BF, BH, BJ, BT	Energieversorgung
BN	Notstromeinrichtungen
BRV	Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage
BTU	Gleichstromversorgung
CB, CF, CT, CW	Elektroschaltschränke, Bedienpulte
CFF	Elektroschaltschrank Strahlenschutz
CKA	Informations- und Meldesystem
CYA, CYB	Kommunikationseinrichtungen
CYE	Brandmeldeanlage
FA, FC	Beckenhandhabungsvorrichtungen
GAA	Wassergewinnung
GCF	Vollentsalzungsanlagen
GCN	Chemikalienversorgung
GUA	Drainagesysteme
JAA	Reaktorbecken
JBA	Durchdringungen/Strahlrohre
JEC	Primärkreislauf
JME / JMF	Personen- und Notschleuse
JMH	Nordtor
JYK	Strahlenschutzüberwachung
KBE	Primärwasserreinigung
KLA / KLE	Lüftungsanlagen FRG
KLC	Lüftungsanlagen HL
KLX	Druckluftversorgung
KLZ	Fortluftfilterung HL
KPA	Behandlungssysteme für radioaktiven Abfall
KPB	Radioaktive Reinigung, Nebenkreislauf

KT	Radioaktives Abwasseranlage / Anlagenentwässerungssystem
KUA	Primärwasserüberwachung
KWA	Strahlrohrflutsystem
PAB	Sekundärkreislauf
SB	Gebäudeheizung
SDA	Wasch-/Trocknungsanlage Atemschutzmasken
SGJ	CO ₂ -Löschanlage
SM	Hebezeuge (Kräne, Manipulatoren, etc.)
SNA	Aufzug
SQ	Straßenanlagen
SR	Werkstatt-, Lager, Labor- und Sozialeinrichtungen im Kontrollbereich
ST	Werkstatt-, Lager, Labor- und Sozialeinrichtungen im Überwachungsbereich
UBN	Notstromgebäude
UFJ	Heißes Labor
UGA	Brunnenhaus
UGX	Säurelager I
UJA	Reaktorhalle (alte Versuchshalle)
UKC	Neue Versuchshalle und Verbindungsgang
UKH	Fortluftkamin
UKG	Fortluftcontainer
UKR	Bestrahlungskanal
UKS	Dekostation
UKT	Bediengang radioaktive Abwasserbehälter
UKZ	Verbindungsschächte zu den radioaktiven Abwasserbehältern
UNQ	Kompressorhaus
USA	Lüftungszentrale
USV	Kranhalle
USX	Reaktorانبau
UYF	Wachgebäude

XJA

Notstromaggregat (SSA 1 und 2)

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 waren oder entsprechend zu bewerten sind /10/.
Abfall, radioaktiv	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 AtG, die nach § 9a AtG geordnet beseitigt werden müssen, ausgenommen Ableitungen im Sinne des §§ 99 und 102 StrlSchV.
Abfallgebinde	Einheit aus Abfallprodukt (auch mit Verpackung) und Abfallbehälter.
Abfallprodukt	Verarbeiteter radioaktiver Abfall ohne Verpackung und Abfallbehälter.
Ableitung	Abgabe flüssiger, an Schwebstoff gebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus der Anlage und Einrichtungen der FRG und des HL auf hierfür vorgesehenen Wegen.
Abluft	Die aus einem Gebäude oder einem Raum abgeführte Luft.
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).
Änderung	Änderung ist jede Abweichung von den in der Genehmigung und in der Anlagendokumentation enthaltenen Festlegungen, die den Sollzustand der Anlage wiedergeben.

Barrieren konstruktiv	Konstruktive Barrieren bestehen aus festen Wandungen und ggf. Armaturen, die erforderliche Öffnungen in den Wandungen schließen /49/.
Barrieren physikalisch	Physikalische Barrieren umfassen die Wasserüberdeckung und die gerichtete Strömung durch Unterdruckhaltung, erforderlichenfalls mit Filterung oder Verzögerungsstrecke /49/.
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).
Betrieb	<p>Der Betrieb umfasst alle Zustände und Vorgänge in der Anlage zwischen dem Vollzug der ersten Teilgenehmigung zum Betrieb und der endgültigen Beendigung dieses Betriebes.</p> <p>Hat der Betreiber die endgültige Einstellung des Leistungs- bzw. Produktionsbetriebes der Anlage vorgenommen, beginnt bei weiterhin gültiger Betriebsgenehmigung die sogenannte Nachbetriebsphase.</p>
Brandabschnitt	Bereich von Gebäuden, dessen Umfassungsbauteile (Wände, Decken, Abschlüsse von Öffnungen, Abschottungen von Durchbrüchen, Fugen) so widerstandsfähig sind, dass eine Brandausbreitung auf andere Gebäude oder Gebäudeteile verhindert wird.
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.

Dosimeter	Messgerät zur Bestimmung der Dosis und/oder Dosisleistung.
Einrichtung	System oder Zusammenfassung mehrerer Systeme mit gleicher Aufgabe.
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.
Freigabe	<p>Freigaben können erfolgen, wenn durch die freizugebenden Stoffe für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von 10 μSv im Kalenderjahr auftreten kann. Dies ist als erfüllt anzusehen, wenn die in der StrlSchV für die verschiedenen Freigabearten aufgeführten Freigabewerte (§§ 31–42 StrlSchV in Verbindung mit Anlage 4 Tabelle 1 Spalten 3, 6–14 gegebenenfalls in Verbindung mit Spalte 5) und soweit zutreffend die in der Anlage 8 Teil A Nummer 1 und Teile B–G der StrlSchV aufgeführten Festlegungen zur Freigabe, eingehalten werden.</p> <p>Freigegebene Stoffe können als nicht radioaktive Stoffe verwendet, verwertet, beseitigt, innegehabt oder an einen Dritten weitergegeben werden.</p>

Freischalten	<p>System oder Teilsystem wird nicht mehr betrieben und ist ausgeschaltet.</p> <p>Elektrische Anlagen: Allseitiges Abschalten oder Abtrennen einer Anlage, eines Teils einer Anlage oder eines Betriebsmittels von allen nicht geerdeten Leitern.</p> <p>Verfahrenstechnische Systeme oder Anlagenteile: Abschiebern oder Abtrennen von allen nicht drucklosen Leitungen oder Behältern sowie das Herbeiführen des drucklosen Zu-standes und erforderlichenfalls das Abkühlen oder Entleeren.</p>
Herausgabe	<p>Dauerhafte Entfernung von Stoffen, die nicht kontaminiert und nicht aktiviert sind, aus dem Regelungsbereich des AtG. Es bedarf keiner Freigabe nach § 31–42 StrISchV.</p>
Instandhaltung	<p>Instandhaltung ist die Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes (DIN 31051: ... von technischen Mitteln des Systems).</p> <p>Die Instandhaltung gliedert sich in Inspektion, Wartung und Instandsetzung (Reparatur, Austausch).</p>
Instandsetzung	<p>Instandsetzung ist die Gesamtheit der Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes.</p>
Konditionierung	<p>Behandlung radioaktiver Abfälle zur Herstellung lagerfähiger Gebinde.</p>

Kontrollbereich	Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 Millisievert oder eine Organ-Äquivalentdosis von mehr als 15 Millisievert für die Augenlinse oder 150 Millisievert für die Hände, die Unterarme, die Füße oder Knöchel oder eine lokale Hautdosis von mehr als 150 Millisievert erhalten können.
Ortsdosis	Dosis, die an einem bestimmten Ort gemessen wird.
mitigativ	mildernd, abschwächend
Nachbetrieb	Die betrieblichen Maßnahmen in dem Zeitraum zwischen der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebes und dem Zeitpunkt der Nutzung der Stilllegungsgenehmigung.
Nuklid	Eine durch seine Protonenzahl, Neutronenzahl und seinen Energiezustand charakterisierte Atomart.
Ortsdosis	Dosis, die an einem bestimmten Ort gemessen wird.
Ortsdosisleistung	in einem bestimmten Zeitintervall erzeugte Ortsdosis, dividiert durch die Länge des Zeitintervalls.
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 /10/.

Reststoff	<p>Radioaktive Stoffe, ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile, Gebäudeteile (Bauschutt) und aufgenommener Boden, sowie bewegliche Gegenstände, die kontaminiert oder aktiviert sind, bei denen der Verwertungs- bzw. Entsorgungsweg noch nicht entschieden ist, bis zur Entscheidung des Genehmigungsinhabers, dass sie dem radioaktiven Abfall zuzuordnen sind. Der Reststoff in diesem Sinne kann</p> <ul style="list-style-type: none">• in der eigenen oder einer anderen Anlage verwertet werden, wobei radioaktive Abfälle anfallen können oder• sofort oder nach Abklinglagerung nach § 31–42 StrISchV freigegeben werden.
Rückzug	<p>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.</p>
Sicherheitstechnisch wichtige Systeme und Anlagenteile	<p>Sicherheitstechnisch wichtige Systeme und Anlagenteile sind solche, die erforderlich sind, den Reaktor jederzeit aus bestimmungsgemäßem Betrieb und bei Störfällen sicher abzuschalten und in abgeschaltetem Zustand zu halten, die Nachwärme abzuführen, das Auftreten unkontrollierter Kritikalität zu verhindern sowie die erforderliche Vorsorge gegen Schäden zu gewährleisten und jede Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik auch unterhalb der festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.</p>
Sperrbereich	<p>Zum Kontrollbereich gehörende Bereiche, in denen die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv/h sein kann.</p>

Stilllegung	Der Begriff „Stilllegung“ bezieht sich im Atomgesetz auf die Maßnahmen in der zeitlichen Phase zwischen endgültiger Betriebseinstellung einerseits und dem Beginn des sicheren Ein schlusses oder des Abbaus der Anlage oder von Anlagenteilen andererseits.
Stillsetzung	Endgültige Außerbetriebnahme von Systemen und Teilsyste men, die Voraussetzung für deren Abbau ist.
Störfall	Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Abbaubetrieb oder die Tätigkeiten aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortge führt werden können und für den die FRG und das HL auszulegen sind oder für deren Nutzung Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.
Störung	Fehlverhalten eines Bauelements, einer Komponente oder ei nes Systems.
Strahlenexposition	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Kör per.
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	Betriebliche Bereiche, die nicht zum Kontrollbereich gehören, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 Millisievert oder eine Organ-Äquivalentdosis von mehr als 50 Millisievert für die Hände, die Unterarme, die Füße oder Knöchel oder eine lokale Hautdosis von mehr als 50 Millisievert 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.

1 Einleitung

Der Forschungsreaktor FRG-1 des Helmholtz-Zentrums Hereon, vormals Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (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.

Die Forschungsreaktoranlage (FRG) und das Heiße Labor (HL) sollen abgebaut sowie der Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffs Otto Hahn (RDB-OH) zerlegt werden. Die FRG und das HL befindet sich im Nachbetrieb mit gültiger Genehmigung nach § 7 Abs. 1 AtG (FRG) und § 9 AtG (HL).

Hereon hat mit dem Schreiben vom 21.03.2013 /1/ mit Präzisierung vom 6. September 2016 /2/ bei der zuständigen atomrechtlichen Behörde die Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und den Abbau der Forschungsreaktoranlage (FRG) und des Heißen Labors (HL) sowie Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn beantragt. Entsprechend den Vorgaben der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) /3/ beschreibt der Sicherheitsbericht /4/ übergeordnet den Antragsgegenstand.

1.1 Zielsetzung und Methodik

Der vorliegende Erläuterungsbericht vertieft die Informationen des Sicherheitsberichts bezüglich der Thematik Restbetriebskonzept für die Forschungsreaktoranlage und das Heißen Labor.

Im vorliegenden Restbetriebskonzept werden Art und Umfang der zur Schutzzieleinhaltung notwendigen technischen Anlagenteile und Betriebsvorschriften anhand sicherheitstechnischer Betrachtungen ausgehend vom Gefährdungspotential der FRG und HL auf Basis der Aufgaben und Tätigkeiten sowie in Folge von Störungen und Störfällen und sehr seltenen Ereignissen während der Stilllegung und des Abbaus abgeleitet und beschrieben.

Auf dieser Basis wird gemäß Abschnitt 8.4 der ESK-Stilllegungsleitlinien eine Klassifizierung der gesamten maschinentechnischen, elektrotechnischen und leittechnischen Systeme, der Einrichtungen des Brandschutzes sowie der Gebäudestrukturen entsprechend ihrer Relevanz für die Schutzzieleerfüllung oder betrieblichen Belange vorgenommen. Die für die Klassi-

fizierung der Strukturen, Systeme und Komponenten relevanten Regelwerksanforderungen werden dargestellt und hinsichtlich der Einstufung der Strukturen, Systeme und Komponenten bewertet.

Das Restbetriebskonzept bildet damit den technischen und administrativen Handlungsrahmen zur Gewährleistung eines sicheren Restbetriebs.

Die nachstehende methodische Vorgehensweise basiert auf dem Bericht BfS-KT-17/97 „Schutzzielorientierte Gliederung des kerntechnischen Regelwerks“ /5/ und beschreibt die Schutzziele, die schutzzielorientierten und schutzzielübergreifenden Anforderungen im Restbetrieb.

Die zu jedem Schutzziel formulierten Sicherheitsfunktionen sowie die schutzzielübergreifenden Anforderungen sind auf ihre Relevanz für den Restbetrieb zu bewerten und darzustellen. Im Ergebnis dieser Betrachtung hat man die verbliebenen Schutzziele und deren Sicherheitsfunktionen sowie die schutzzielübergreifenden Anforderungen (Hilfsfunktionen) ermittelt. Am Beginn untersucht man, mit welchen Restbetriebssystemen und ihren Systemfunktionen mit der erforderlichen Wirksamkeit und Zuverlässigkeit im bestimmungsgemäßen Betrieb (auch bei Störfällen, Betriebsstörungen und anormalem Betrieb) die Einhaltung der Schutzziele gewährleistet wird. Unter Beachtung der zu erwartenden Abbauaktivitäten und des noch vorhandenen Gefährdungspotentiales in der Anlage beschreibt man ein mögliches Ereignisspektrum auf Basis der Empfehlungen der ESK Leitlinien Kapitel 8 /6/. Nach Festlegung der Ereignisgruppen und der Einzelereignisse, welche einer Sicherheitsanalyse unterzogen werden, können die radiologisch relevanten Ereignisse an Hand der Ergebnisse bestimmt werden, um ein abdeckendes Ereignis für eine vertiefende Untersuchung zu ermitteln.

Bei den Sicherheitsanalysen der Ereignisse sind die Sicherheitsfunktionen der relevanten Schutzziele zu benennen und eine Zuordnung der entsprechenden Systemfunktionen der Restbetriebssysteme, die die Erfüllung der entsprechenden Sicherheitsfunktionen garantieren vorzunehmen. Daraus ableitend ist es möglich, das Erfordernis eines Restbetriebssystems für die Erfüllung und die zuverlässige Absicherung der Schutzziele zu bewerten.

1.2 Grundlagen

Für die Bewertung der sicherheitstechnisch und betrieblich erforderlichen Restbetriebssysteme werden als Grundlage im Wesentlichen folgende kerntechnische Gesetze, Verordnungen und Regelwerke herangezogen, siehe auch Kapitel 6:

- Atomgesetz (AtG) /7/,
- Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) /8/,
- Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /9/,
- Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes (Stilllegungsleitfaden) /10/,
- ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen (ESK-Leitlinie) /6/,
- Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /11/,
- Richtlinien des BMI/BMUB / Verwaltungsvorschriften,
- Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA).

Weiter werden die Ergebnisse der folgenden Antragsunterlagen und Erläuterungsberichte miteinbezogen:

- Sicherheitsbericht FRG/HL /4/,
- Aktivitätsinventar /12/,
- Störfallbetrachtung /13, 14/,
- Rahmenablaufplan /15/,
- Technischer Anlagenzustand der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors /16/,
- Abbaukonzept der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors /17/,
- Reststoff- und Abfallkonzept /18/,
- Freigabekonzept /19/,
- Herausgabekonzept /20/,
- Strahlenschutzkonzept /21/,
- Arbeitsschutzkonzept /22/,
- Brandschutzkonzept /23/,
- Anlagensicherungskonzept /24/,
- Ordnungen des RBHB (Teil 1) /25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32/.

1.3 Anlagengeschichte 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.

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
- Dosimetrieanbau

unterteilt.

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

1.4 Aktueller übergeordneter Anlagenzustand der FRG und des HL

Für die Stilllegung und den Abbau der FRG und des HL sind sicherheitstechnische Anforderungen festzulegen und einzuhalten. Diese richten sich in erster Linie nach dem verbleibenden Gefährdungspotential, vergleiche Kapitel 2.1. Entsprechend wird der aktuelle übergeordnete Anlagenzustand der FRG und des HL stichpunktartig zusammengefasst:

- Die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor sind seit November 2010 brennelementefrei.
- Die wissenschaftlichen Experimentiereinrichtungen sind vollständig abgebaut.

- Das gesamte Beckenwasser (ca. 800 m³ Deionat, ca. 2 E+4 Bq/m³) ist Ableitungsqualität und stellt somit keine Gefährdung dar.
- Innerhalb der FRG und des HL werden keine Systeme mehr betrieben, deren Betriebsdruck größer 8 bar und deren Betriebstemperatur größer 60 °C ist.

Die Abschätzung des Gesamtaktivitätsinventars der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors ergibt einen Wert von ca. 5,0E+15 Bq /12/.

1.5 Rahmenterminplan

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.

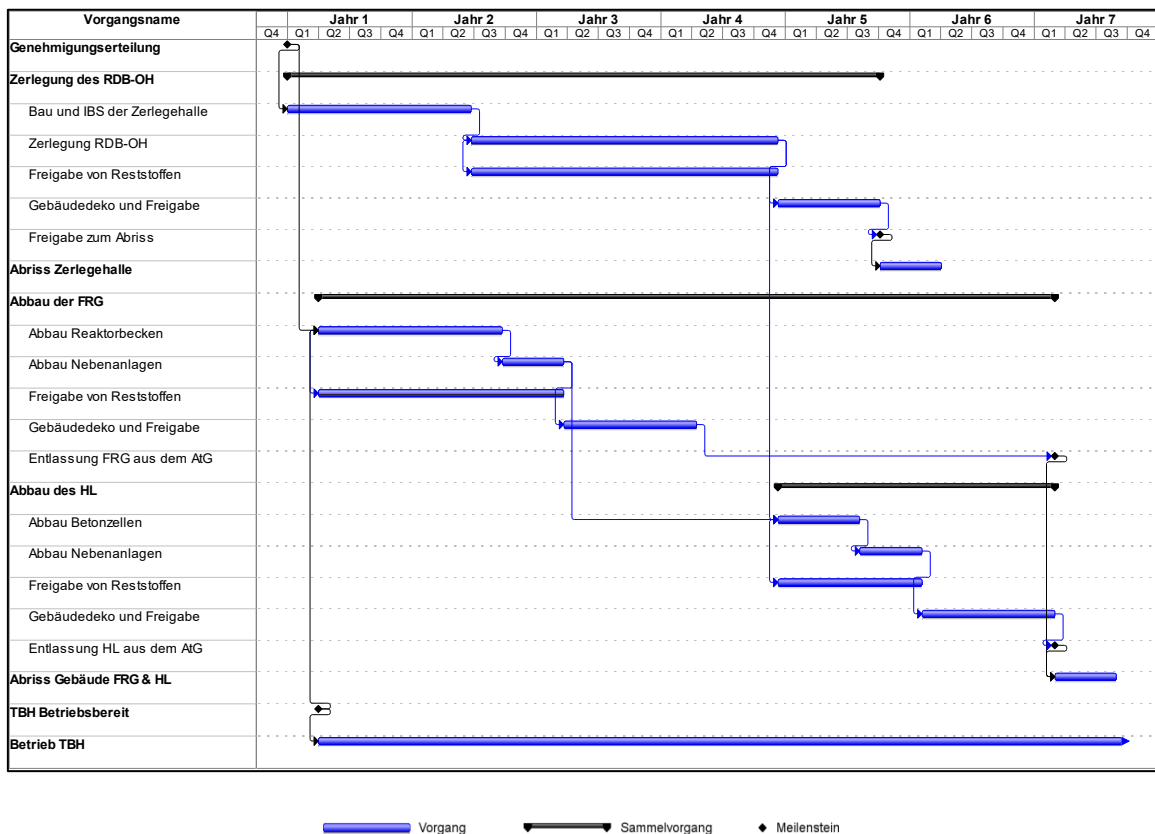


Abbildung 1-1: Abgeschätzter Zeitplan nach Erteilung der Genehmigung mit Dauer und Abfolge der geplanten Maßnahmen und Abhängigkeiten, nach derzeitigem Planungsstand

1.6 Stilllegung und Abbau der Anlagen

Der Abbau ist in die drei folgenden Schritte unterteilt:

- Abbau Reaktorgebäude Forschungsreaktoranlage
 - Abbau Reaktorbecken
 - Unterwasserabbau Beckeneinbauten
 - Abbau sonstige Beckeneinbauten (trocken, Meilenstein Wasserfreiheit)
 - Ausbohren Durchführungen
 - Störkantenbeseitigung und radiologische Bewertung der Beckenwand
 - Teilabbau Außenwand Becken I
 - Abbau Vorbeton Wände Becken I
 - Abbau Liner und Barytbeton aktiviert (Becken I)
 - Abbau Boden Becken I
 - Abbau Vorbeton Becken II und III
 - Abbau Vorbeton Wände Becken IV
 - Abbau Boden Becken IV
 - Restarbeiten
 - Abbau in der Reaktorhalle und den Nebenräumen
 - Abbau im RA-Keller
 - Abbau in alter Versuchshalle
- Abbau Heißes Labor
 - Abbau Betonzellen 2–4 und Bleizelle 1
 - Abbau in den Dosimetriezellen
 - Abbau in den restlichen Raumbereichen des HL
 - Abbau Kranhalle und Rest Bestrahlungskanal
- Rückzugskonzept und Restabbau Gesamtanlage
 - Abwassersystem
 - Sonstige Gebäude – Deko-Station
 - Erdverlegte Systeme
 - Lüftungssystem
 - Restabbau, Dekontamination und Rückzug

Ziel des Abbaus ist es, Systeme und Einrichtungen soweit wie möglich nach §§ 31–42 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.

2 Zustand der Anlagen im Nachbetrieb vor Übergang in den Restbetrieb

2.1 Gefährdungs- und Freisetzungspotential radioaktiver Stoffe

Mit der Einstellung des Forschungsreaktorbetriebes und dem Abtransport der letzten bestrahlten Brennelemente am 24. Juli 2012 zum Department of Energy nach Amerika, sind die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor entsprechend der Empfehlung der Entsorgungskommission /6/ brennelementefrei.

Aus dem Forschungsbetrieb sind in der FRG und dem HL noch die in der Tabelle 2-1 aufgeführten Mengen an Kernbrennstoffen vorhanden.

Tabelle 2-1: Restbestand Kernbrennstoffe in der FRG und dem HL

Material	Form	Masse [g]			
		U-Gesamt	U-235	Pu-Gesamt	Thorium
angereichertes Uran U-235 > 20 %	unbestrahlt	12,709	11,811	0,000	0,000
angereichertes Uran U-235 > 0,7 % < 10 %	unbestrahlt	659,840	20,965	0,000	0,000
angereichertes Uran U-235 > 0,7 % < 10 %	bestrahlt*	148,000	1,900	1,500	0,000
Natururan	unbestrahlt	5.731,090	0,000	0,000	0,000
abgereichertes Uran	unbestrahlt	338.695,601	0,000	0,000	0,000
Plutonium	unbestrahlt	0,000	0,000	0,006	0,000
Thorium	unbestrahlt	0,000	0,000	0,000	1.260,346

* Eine Probe mit U-Gesamt = 148,0 g wurde in einem Reaktor bestrahlt.
Die Strahlung in einem Meter Abstand beträgt viel weniger als 1 Gy/h.
Dosisleistungsmesswert der Probe 2 mGy/h (gemessen in 2014).

Der Restbestand an den unbestrahlten Kernbrennstoffen lagert im Brennelementlager, die bestrahlte Probe lagert im Probenlager der Betonzelle 2.

Das in der Gesamtanlage vorhandene Gefährdungs- und Freisetzungspotential radioaktiver Stoffe lässt sich anhand des übergeordneten Anlagenzustands, siehe Kapitel 1.4, dem noch vorhandenen Aktivitätsinventar, siehe /12/ und den Ergebnissen der Störfallanalysen, siehe Kapitel 4, ermitteln.

Das verbleibende Gefährdungspotenzial resultiert im Wesentlichen aus dem noch vorhandenen Aktivitätsinventar mit einem Wert von ca. $5,0E+15$ Bq /12/. Dieses ist zu fast 100 % fest

in den aktivierten Anlagenstrukturen der Reaktorbeckeneinbauten und der Reaktorbecken eingebunden und somit nicht unmittelbar freisetzbar. Deutlich weniger als 1 % des Gesamtaktivitätsinventars liegt als Kontamination vor. Im Vergleich hierzu beträgt das radioaktive Inventar eines modernen Druckwasserreaktors nach Abtransport der Brennelemente ca. $1 \text{ E}17 \text{ Bq}$.

Bezüglich des Gefahrenpotentials durch energiereiche Zustände (Druck, Temperatur) ergeben sich die höchsten Temperaturen im Heizungssystem mit maximal 60°C , abgesehen von gegebenenfalls kurzzeitigen und punktuellen Vorkommen höherer Temperaturen bei mechanischen und thermischen Trennverfahren. Der höchste Druck im Kontrollbereich befindet sich im Deionatsystem mit ca. 7 bar Betriebsdruck und einer Medientemperatur von kleiner 30°C sowie im Druckluftsystem mit ähnlichen Parametern. Alle genannten Systeme sind aktivitätsfrei und stellen bei Leckagen keine Gefährdung der Schutzziele (siehe Kapitel 3) dar.

Alle radiologischen Auswirkungen durch Bearbeitung von Reststoffen und Behandlung von radioaktiven Abfällen werden durch technische Einrichtungen soweit begrenzt, dass die Schutzzieleinhaltung gewährleistet ist.

Die Kontrollbereichsräume sind mit einer Dekontaminationsbeschichtung versehen bzw. haben eine Stahlauskleidung (Betonzellen 2–4), die Systeme und Komponenten haben, soweit möglich, eine glatte Oberfläche. Hierdurch ist eine ausreichende Dekontaminierbarkeit der Oberflächen, auf denen sich Kontamination ablagern kann, zur Verringerung einer Exposition des Personals einfach durchzuführen.

Die Analyse /13/ zeigt, dass es auch bei Störfällen zu keiner unzulässigen Strahlenexposition in der Umgebung kommt. Die sich aus den Störfällen ableitenden Anforderungen sind im Kapitel 4.27 beschrieben.

2.2 Anlagengelände und bauliche Anlagen

Die FRG sowie das HL befinden sich auf dem Gelände des Helmholtz-Zentrums Hereon. Das Reaktorgebäude mit der FRG, dem HL sowie weiteren Nebengebäuden stellt dabei den zentralen Gebäudekomplex der Anlage dar. Es besteht aus dem auf der Ostseite gelegenen Reaktorteil, der sich in Richtung Süd-Nord als ein Hallenbau über dem Reaktorbecken mit dem Forschungsreaktor FRG-1 und Resten des Forschungsreaktors FRG-2 erstreckt. Dazu

gehören außerdem die Laborbauten, bestehend aus Versuchshalle, Ost-West-Labortrakt, Bestrahlungskanal und dem westlich anschließenden Gebäudeteil mit den Heißen Zellen.

Im Lageplan (Abbildung 2-1) ist die Anordnung der zur FRG und dem HL gehörenden Gebäude auf dem Anlagengelände dargestellt. Die Objektschutzzaunanlage (grün) stellt die Grenze des Überwachungsbereichs und des Sicherheitsbereichs dar.

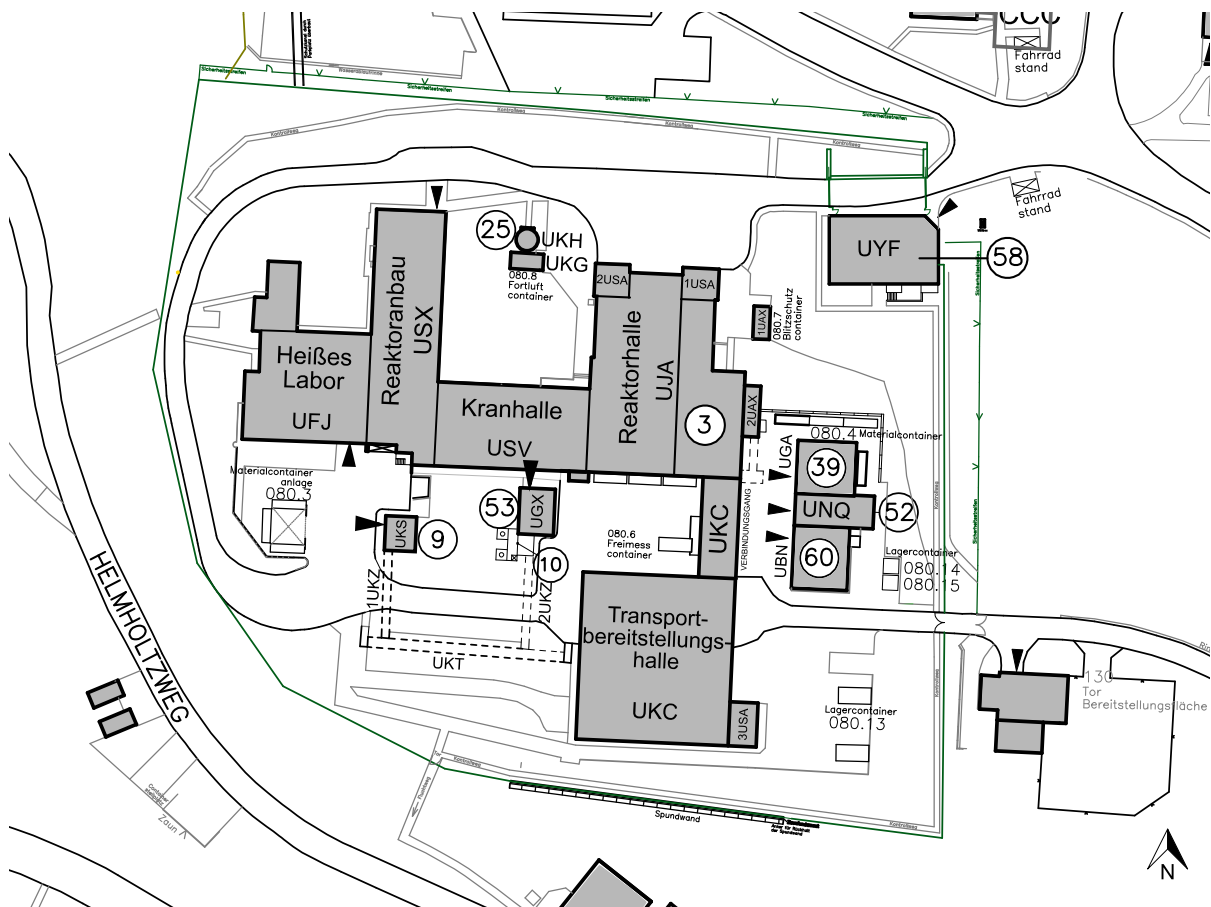


Abbildung 2-1: Lageplan Gebäude und Anlagenbereiche der FRG und des HL

Die Tabelle 2-2 enthält die Bezeichnung und die Abmessungen der Gebäude, die im Lageplan (siehe Abbildung 2-1) dargestellt sind.

Tabelle 2-2: Bezeichnung und Abmessungen der Gebäude

Gebäude	KKS	Name	Abmessungen [m]		
			Länge	Breite	Höhe
03	UJA	Reaktorhalle (alte Versuchshalle)	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	Dosimetrieanbau	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 rad. Abwasserbehälter	36,9	2,3	2,2
03	1UKZ	2 Verbindungsschächte zu den radioaktiven Abwasserbehältern	17,0	1,4	1,1
	2UKZ		17,0	1,4	1,1
09	UKS	Dekostation	5,6	6,4	7,9
25	UKH	Fortluftkamin	3,8	-	64,5
	UKG	Fortluftcontainer	6,1	2,4	2,6
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
03	1USA	Zuluftzentrale Reaktorhalle*	-	-	-
03	2USA	Abluftzentrale Reaktorhalle*	-	-	-
58	UYF	Wachgebäude	22,0	14,5	7,0
60	UBN	Notstromgebäude	10,3	11,6	5,8

* Bestandteil der Gebäudeabmessung Reaktorhalle

2.3 Gebäudeteile der Forschungsreaktoranlage (Geb. 03, UJA, USV)

Die Forschungsreaktoranlage wurde 1957–58 nach dem damaligen Stand von Wissenschaft und Technik errichtet. Anforderungen aus kerntechnischen Regelwerken lagen zum damaligen Zeitpunkt nicht vor. Die Forschungsreaktoranlage umfasst im Wesentlichen die Gebäude der Reaktorhalle und die Kranhalle mit dem Bestrahlungskanal und Verpackungsraum (ehemals Betonzelle 1). Die Reaktorhalle ist in Süd-Nord Richtung ausgerichtet und unterteilt sich ihrerseits in den Reaktorteil mit dem Reaktorbecken, den radioaktiven Keller (RA-Keller) sowie in die alte Versuchshalle, die völlig von den anderen beiden Gebäudeteilen getrennt ist.

Die zentrale Gebäudestruktur der Forschungsreaktoranlage ist das Reaktorbecken. Dieses ist in vier miteinander verbundenen Becken unterteilt, siehe Abbildung 2-2. 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 Becken sind bis zum Nennfüllstand mit ca. 800 m³ vollentsalztem Wasser (Deionat) gefüllt.

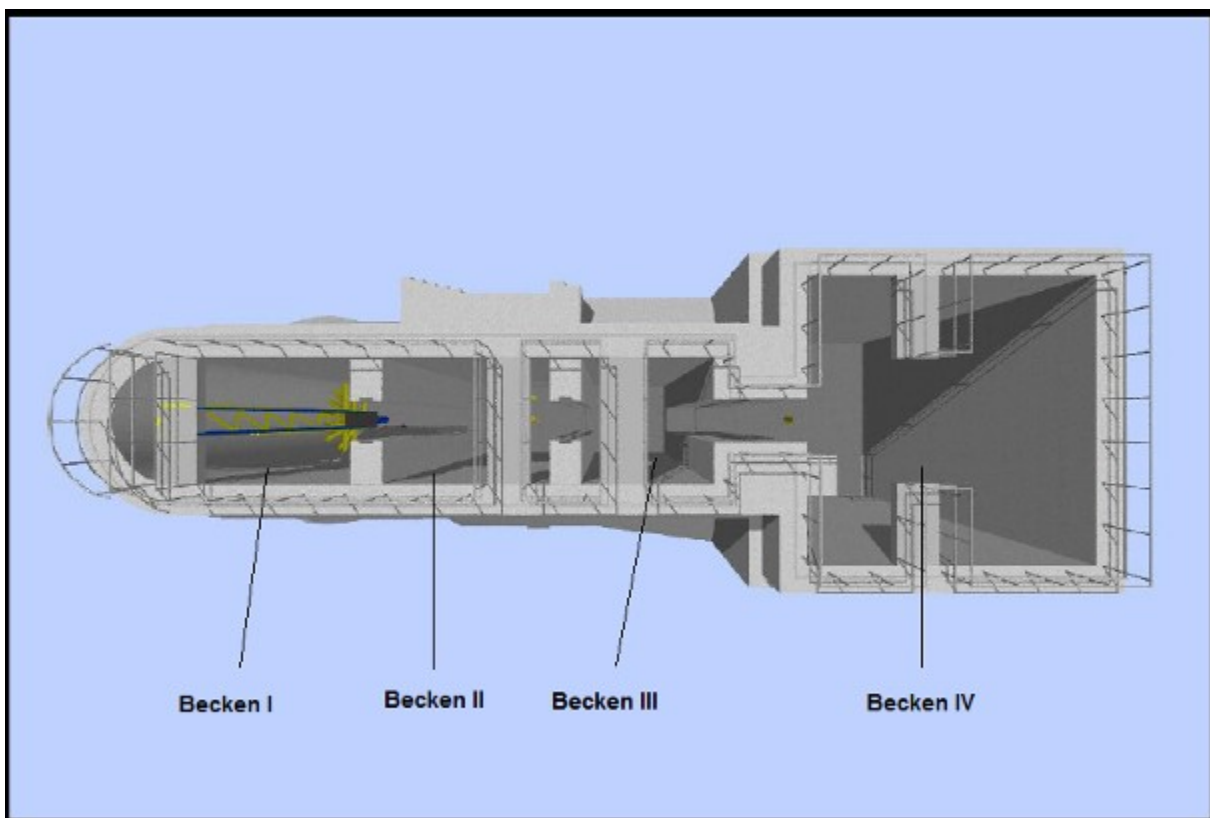


Abbildung 2-2: Draufsicht auf das Reaktorbecken

Das Reaktorbecken kann ab dem Zeitpunkt der Entleerung (Meilenstein Wasserfreiheit) abgebaut werden. Die übrigen Gebäudeteile der Forschungsreaktoranlage bleiben bis zur Entlassung aus dem Regelungsbereich des AtG /7/ bestehen.

2.4 Gebäudeteile des Heißen Labors (Geb. 03, UFJ)

Das Heiße Labor wurde 1965 nach dem damaligen Stand von Wissenschaft und Technik errichtet. Anforderungen aus kerntechnischen Regelwerken lagen zum damaligen Zeitpunkt nicht vor. Das Heiße Labor ist im westlichen Anbau des Gebäudes 03 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 Gebäudeteile des Heißen Labors bleiben bis zur Entlassung aus dem Regelungsbereich des AtG /7/ bestehen.

2.5 Beckeninstrumentierung der FRG

Die nukleare Instrumentierung hatte die Aufgabe, den thermischen Neutronenfluss über den gesamten Bereich vom unterkritischen Zustand bis zur maximal zulässigen Leistung zu messen und zu registrieren sowie Signale für den Reaktorschutz zur Verfügung zu stellen. Im Wesentlichen sind dies folgende Messungen:

- Neutronenfluss-Messungen:
 - Anfahrkanäle,
 - Lineare Kanäle,
 - Sicherheitskanäle.
- N 16-Kanäle (Leistungsmessung),
- Primärkreis-Durchfluss-Messkanäle,
- Primärkreis-Druck-Messkanäle,
- Primärkreis-Temperatur-Messkanäle,
- Wasserstand,
- Dosisleistung.

Aufgrund der nicht mehr vorhandenen Brennelemente ist die Beckeninstrumentierung bis auf die Messung des Wasserstandes und der Dosisleistung nicht mehr erforderlich und bereits freigeschaltet. Die entsprechenden Logikschaltungen und Steuerungen des Reaktorschutzes sind ebenfalls nicht mehr in Betrieb.

Für die Reinigung des Beckenwassers und die Kontrolle der Füllhöhe des Beckens (Wasserstand) sowie zum Betrieb der entsprechenden Strahlenschutzinstrumentierung (Dosisleistung) ist der Betrieb der entsprechenden Teile der Beckeninstrumentierung betrieblich erforderlich.

derlich. Der Betrieb wird bis zur Entleerung der Reaktorbecken und des Primärkreises fortgesetzt. Danach können nicht mehr erforderliche Teile stillgesetzt und abgebaut werden.

2.6 Primär- und Sekundärkreislauf (JEC, PAB)

Der Primärkreislauf ist im wasserdicht abgeschotteten Rohrkanal (unter den Becken I bis III) installiert. Er besteht aus einer Kreiselpumpe, einem Wärmetauscher sowie Rohrleitungen und Armaturen. Das Beckenwasser wird dabei von oben nach unten über den Saugkopf durch den Kern gesaugt, von der Primärpumpe durch den Wärmetauscher gefördert und gelangt von hier aus durch einen Einlaufstutzen über ein gelochtes Verteilerrohr in das Reaktorbecken zurück.

Die Komponenten des Sekundärkreislaufes (Rohrleitungen) befinden sich im RA-Keller bis zum Wärmetauscher im abgeschotteten Bereich. Außerhalb des Gebäudes sind die Rohrleitungen bis zum ehemaligen Kühlturm hin erdverlegt und dichtgeflanscht.

Aufgrund der Brennelementfreiheit ist keine relevante Wärmeentwicklung im Primär- und Sekundärkreis zu erwarten, deshalb sind die entsprechenden Teile der Kühlkreisläufe freigeschaltet und nicht in Betrieb, siehe auch Abbildung 2-3.

Der Primär- und Sekundärkreislauf sind entleert und für den Restbetrieb nicht mehr erforderlich.

2.7 Beckenreinigung FRG (KBE)

Um die Aktivität des Primärkühlwassers des Reaktors auf einem zulässigen Maß zu halten, sind zwei radioaktive Wasseraufbereitungsanlagen installiert (Reinigung 1 und 2, siehe Abbildung 2-3). Die Anlagen sind in einem Abteil des Bestrahlungskanals aufgebaut. Sie bestehen aus Mischbettfiltern sowie vor- und nachgeschalteten Feinfiltern. Die Mischbettfilter dienen der Entfernung von Verunreinigungen, die in Ionenform und suspendiert im Kühlwasser enthalten sind. Die verwendeten Feinfilter sind vollautomatische Rückspülfilter. Die bei der Reinigung anfallenden Lösungen und Spülwässer fließen über eine Sammelleitung dem Sumpf zu und werden von dort aus in das radioaktive Abwassersystem außerhalb des Reaktorgebäudes gepumpt.

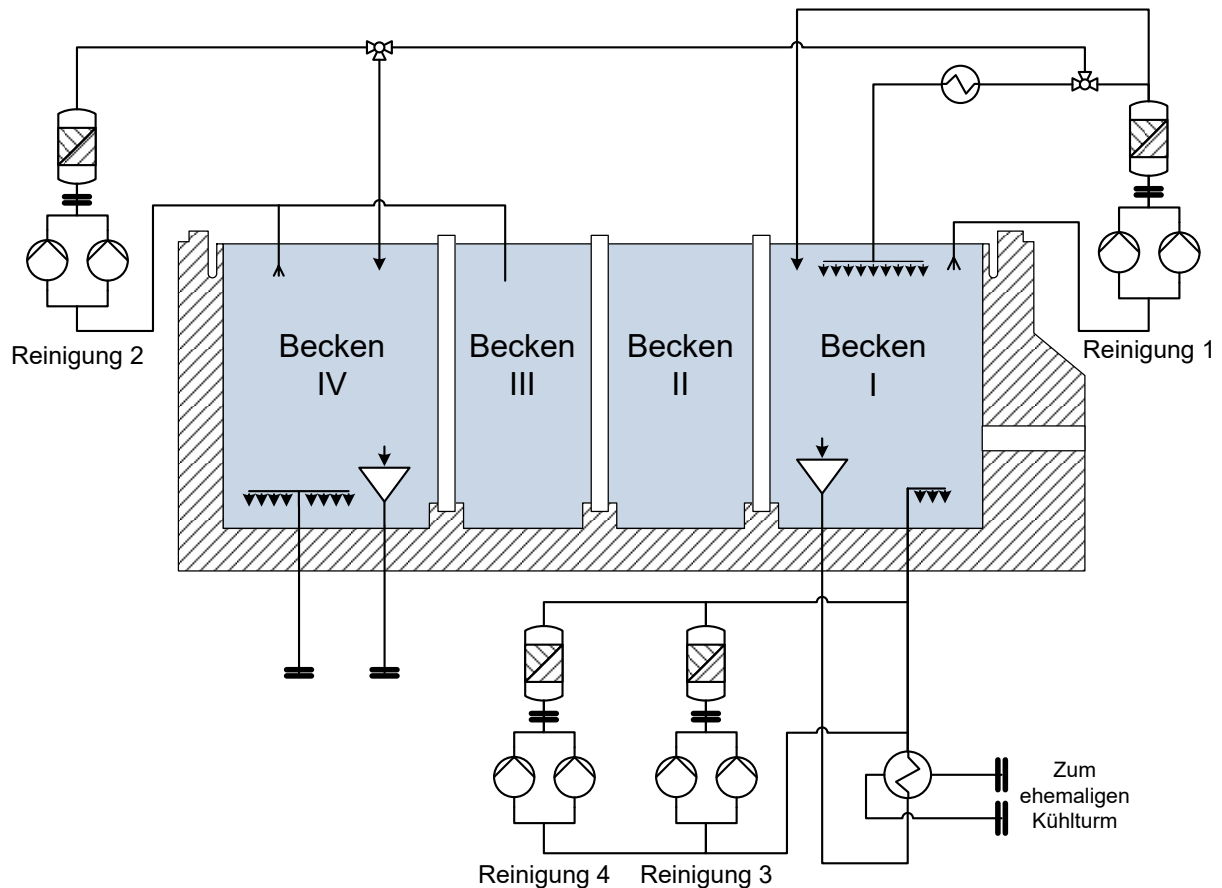


Abbildung 2-3: Vereinfachte Darstellung der Beckenreinigung

An die Reinigungsstränge der Reinigung 3 und 4 bestehen im Restbetrieb keine Funktionsanforderungen; sie sind entleert und mit Steckscheiben vom restlichen System getrennt und elektrisch freigeschaltet.

Für den Restbetrieb wird die Beckenreinigung (Reinigung 1 und 2) der FRG nur so lange weiterbetrieben, bis das Becken und die angeschlossenen Systeme im Rahmen des Abbaus entleert wurden. Die Reinigung dient dabei dem Strahlenschutz und der Dosisreduktion des Personals (Reduktion der Bildung von radioaktiven luftgetragenen Partikeln und Abschirmung noch vorhandener aktivierter Einbauten).

2.8 Lüftungstechnische Anlage (KLA/KLC/KLE)

Die während des Nachbetriebs im nuklearen Bereich weiterhin genutzten Lüftungsanlagen dienen hauptsächlich der Druckstaffelung, der Sicherstellung einer gerichteten Luftströmung, zur Unterdruckhaltung gegenüber der Außenatmosphäre und zur Ableitung der Fortluft über

den Fortluftkamin. Die Be- und Entlüftungsanlagen sind dabei für die Anlagenbereiche FRG und HL getrennt ausgeführt und umfassen jeweils die Bereiche, in denen mit radioaktiven Verunreinigungen zu rechnen ist. Die Abluft wird über zwei Hauptabluftsammelleitungen in den gemeinsamen Fortluftkamin geleitet.

Die überwiegend im Erdreich liegende Hauptabluftsammelleitung für den Bereich des Heißen Labors nimmt die Abluft der HL-Lüftungsanlagen von Halle Zellendach, Betonzellen und Kellerräumen auf. An die zweite Hauptabluftsammelleitung sind die Abluftanlagen der Reaktorhalle und der Kranhalle angeschlossen.

Beide Hauptabluftsammelleitungen sind unterirdisch geführt und bestehen aus Stahlrohren mit 1 000 mm Durchmesser. Sie sind innenseitig mit Dekontanstrich und außenseitig mit Bitumen isoliert. Beide Leitungen münden gemeinsam in einer Höhe von ca. 6 m in den Fortluftkamin, der zwischen dem Reaktorgebäude und dem Anbau für Heiße Zellen errichtet ist.

Durch die senkrechte Einführung beider Hauptabluftsammelleitungen in den Kamin und die offene Mündung in ca. 6 m Höhe, wird eine gerichtete Strömung erzielt. Die im Kamin entstehende Injektorwirkung verhindert, dass bei Abschaltung oder Ausfall einer Anlage eine Rückströmung auftritt, da in der nicht benutzten Rohrleitung ein leichter Unterdruck aufgebaut wird. 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 Absperrung gegen rückströmende Abluft gewährleisten. Der Weiterbetrieb der anderen Anlagen ist dadurch gesichert.

Die Umhüllung der Kontrollbereiche ist derart dicht, dass sich im Nachbetrieb eine gerichtete Luftströmung in die Kontrollbereiche aufrechterhalten lässt. Es wird dabei auch innerhalb der Kontrollbereiche eine gezielte Luftströmung hin zu den potentiell höher kontaminierten Räumen (siehe folgendes Kapitel) durch eine entsprechende Druckstaffelung gewährleistet. Abbildung 2-4 zeigt schematisch den Anschluss der Abluftstränge der FRG. Abbildung 2-5 zeigt schematisch den Anschluss der Abluftstränge des Heißen Labors.

Im Fortluftkamin befindet sich die Fortluftüberwachung, siehe Kapitel 2.10.4.

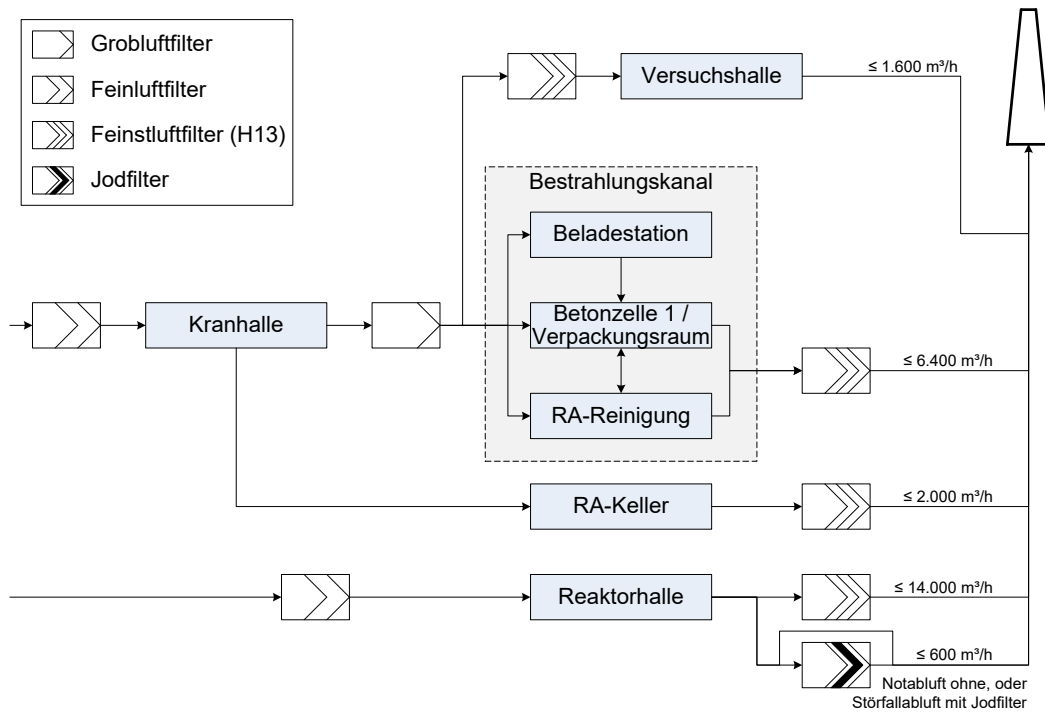


Abbildung 2-4: Vereinfachtes Lüftungsschema Reaktorhalle, alte Versuchshalle, Bestrahlungskanal, Kranhalle und RA-Keller

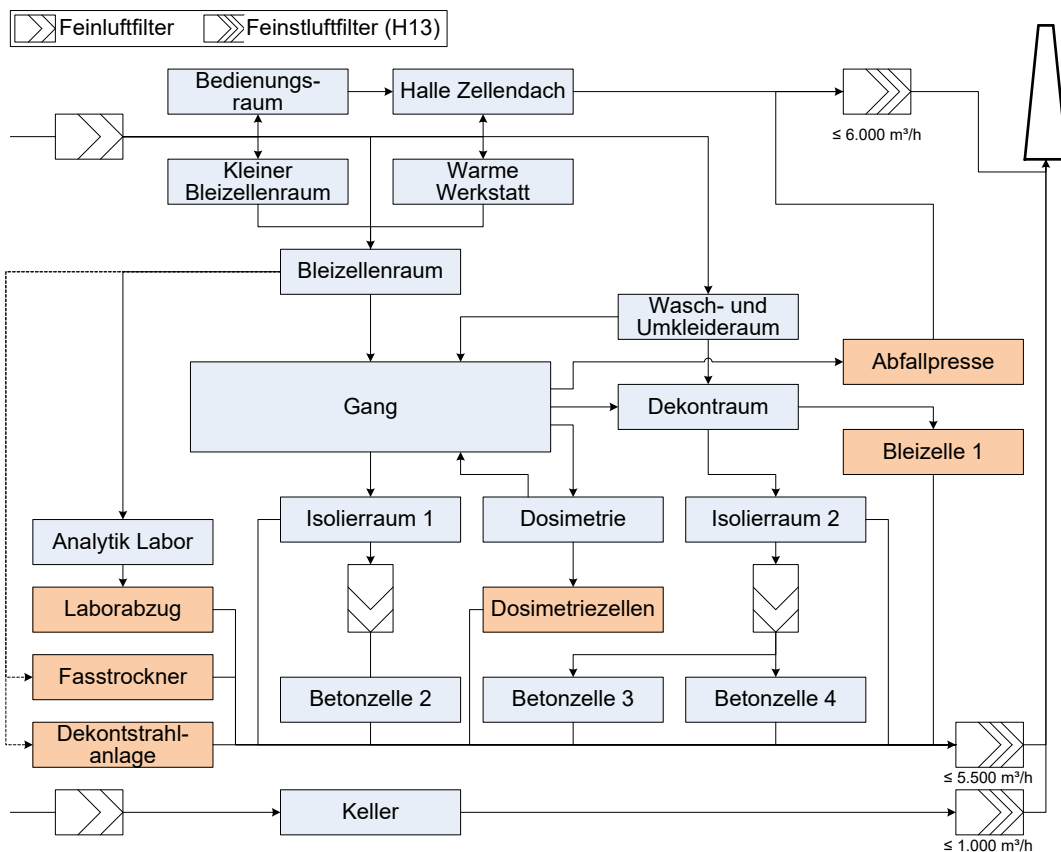


Abbildung 2-5: Vereinfachtes Lüftungsschema Heißes Labor

Die Zu- und Fortluftanlage dient im Restbetrieb unter anderem zur Aufrechterhaltung einer gerichteten Luftströmung und zur Reduktion der Abgaben mit Hilfe der Schwebstofffilter (HEPA-Filter) im Sinne der KTA-Regel 3601 /33/ und entsprechend dem Schutzziel zur Reduktion der Strahlenexposition bzw. Minderung von Störfallauswirkungen in der Umgebung.

Bei einem Ausfall der elektrischen Stromversorgung schließen die Absperrklappen der FRG und der Betonzellen des HL automatisch (Lüftungsabschluss) zur Aufrechterhaltung der Rückhaltefunktion bzw. zur Vermeidung unnötiger Strahlenexposition. Aufgrund der lüftungstechnischen Absperrung und der Rückschlagklappen erfolgt keine relevante Abgabe von radioaktiven Stoffen auf nicht hierfür vorgesehenen Wegen. Ebenso werden die Abbautätigkeiten eingestellt und die betroffenen Kontrollbereiche werden geräumt. Die Tätigkeiten werden erst wieder bei verfügbarer Stromversorgung weitergeführt.

Zur Vermeidung von Kontamination werden bei den Abbautätigkeiten nach Bedarf auch zusätzliche mobile Luftfilter bzw. Zelteinhausungen mit Luftfilter eingesetzt, vergleiche /17/.

Im Folgenden werden für die unterschiedlichen Anlagenbereiche die entsprechenden Teile der Lüftungsanlage beschrieben.

2.8.1 Lüftungsanlagen Forschungsreaktoranlage (KLA)

Im Folgenden werden die Lüftungsanlagen in den einzelnen Räumen der FRG beschrieben.

2.8.1.1 Reaktorhalle

Die Zuluftanlage ist in einem Raum 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.

Die Luft strömt zunächst über eine thermostatisch gesteuerte, motorbetätigte Frostschutzjalousieklappe und ein Vorheizregister. Anschließend wird die Luft in einer Filteranlage, die aus einem Rollbandfilter mit nachgeschalteten Taschenfiltereinheiten besteht, gereinigt und von einem Nacherhitzer auf Solltemperatur der Reaktorhalle (ca. +20 °C) aufgewärmt. Bei Überschreitung der Hallenluftfeuchte von 70 % regelt der Nacherhitzer auf entsprechend höhere Temperaturen, um die relative Luftfeuchte konstant zu halten. Über zwei gasdicht absperrbare Zuluftkanäle an der Ostwand wird die Reaktorhalle belüftet.

Der Abluftkanal ist an der Westseite der Halle unter der Kranbahn angeordnet. Von dort wird die Abluft über Filter, einen geschweißten Kanal und eine gasdichte Schlauchklappe über einen der beiden redundant ausgelegten Hauptabluftventilatoren abgesaugt und über eine unterirdische Rohrleitung in den Fortluftkamin gefördert.

Im Abluftraum sind HEPA Filterpakete der Filterstufe H13 gemäß DIN EN 1822-1 /34/ eingebaut. Die Abluftanlage regelt den Druck innerhalb der Halle auf 150 – 200 Pa Unterdruck gegenüber der Umgebung. Die Schalt- und Steuertafel für die Lüftungsanlage ist im Leitstand installiert.

Im Abluftraum ist auch die Notabluftanlage aufgestellt. Die Notabluftanlage hat einen über Drosselklappen einstellbaren Volumenstrom bis zu 600 m³/h. Die Notabluftanlage wird jedoch aus betrieblichen Gründen als Reserveabluftanlage weiterhin vorgehalten, um nach Abschaltung oder Ausfall der Hauptlüftungsanlage eine gerichtete Luftströmung aufrecht zu erhalten.

Die Notabluftanlage wird von der im Leitstand befindlichen Schalttafel aus gesteuert.

2.8.1.2 Alte Versuchshalle

Die alte Versuchshalle ist durch eine Zwischendecke von der Reaktorhalle zur Vermeidung von Kontamination getrennt. In der Versuchshalle werden keine Arbeiten mit offenen radioaktiven Präparaten ausgeführt. Es ist daher nicht damit zu rechnen, dass Kontamination oder radioaktive Schwebstoffe in der Halle auftreten.

Angeschlossen sind derzeit Entlüftungen für den Schottbereich des Primärkreises (max. 1 000 m³/h) und die gemeinsame Entlüftungsleitung für das Stopfenlager und der Strahlrohre (max. 300 m³/h). Zwei weitere Anschlüsse sind ungenutzt. Der Strang aus der Versuchshalle hat einen Gesamtdurchsatz von 1 600 m³/h und ist durch eine F90-Brandschutzklappe absperrbar. Bisher war in der alten Versuchshalle nicht mit Kontamination zu rechnen, daher verfügt der Abluftstrang über keine Abluftfilterung.

2.8.1.3 Kranhalle (KLE)

Die Luft (max. 4 000 m³/h) wird an der Nordseite der Kranhalle über Vorfilter und Erhitzer angesaugt und durch die Zuluftgitter in die Kranhalle geblasen. Auch hier dient die Luft gleichzeitig als Wärmeträger. Die Temperaturen der eingeblasenen Luft werden automatisch

geregelt. Die Abluft (max. 6 000 m³/h) gelangt als Sekundärluft in den Bestrahlungskanal und den RA-Keller. Die Differenzmenge an Zuluft strömt aus den Treppenhäusern hinzu.

2.8.1.4 Bestrahlungskanal, RA-Reinigung, Verpackungsraum (ehemals Betonzelle 1)

Der Bestrahlungskanal wird durch die beiden Betontore in den Bestrahlungskanal, RA-Reinigungsraum und Verpackungsraum (ehemals Betonzelle 1) unterteilt.

Die Zuluftfilteranlage für diesen Bereich ist in der Kranhalle aufgestellt. 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 /34/ installiert sind. Die weitere Luftführung erfolgt zunächst weiter über Einzelkanäle, die im Wandbereich so verlegt sind, dass durch den Einbau von Abschirmungen ein direkter Strahlendurchgang vermieden wird. Erst außerhalb des RA-Kellers, nachdem die Einzelluftmengen über Drossel- und Rückschlagklappen geströmt sind, werden alle Abluftstränge im Abluftsammler vereinigt. Über diesen Kanal und die nachgeschalteten Abluftventilatoren wird die Abluft dann über den Fortluftkamin ins Freie gefördert.

2.8.1.5 Radioaktiver Keller (RA-Keller)

Die erforderliche Zuluft für den RA-Keller wird als überströmende 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 /34/ gereinigt und über die Abluftsammlerleitung und den zugehörigen Abluftventilator in den Fortluftkamin gegeben.

2.8.1.6 Nichtradioaktiver Keller

Die Zuluft wird aus dem Treppenhaus entnommen und durch einen zeitgesteuerten Lüfter dem nichtradioaktiven Keller zugeführt. Die Entlüftung erfolgt passiv durch Überströmen in einen Abluftschacht.

2.8.1.7 Chemisches Labor

Die als chemische Labore dienenden Räume im Laboranbau sind nicht an den Abluftkamin angeschlossen. Die Abluft aller Abzüge wird über dem Dach des Laboranbaus abgeblasen.

2.8.2 Lüftungsanlagen Heißes Labor (KLC)

Die Hauptlüftungsanlage des Heißen Labors versorgt lüftungstechnisch die wichtigsten Räume des Labors einschließlich der Betonzellen 2 bis 4. Die Lüftungsanlage ist für einen vollautomatischen Dauerbetrieb ausgelegt. Die Gesamtabluftmenge beträgt max. 11 500 m³/h, wobei max. 6 000 m³/h auf die Hallenabluft und max. 5 500 m³/h auf die Zellenabluft entfallen. Die Räume des Heißen Labors werden zwangsentlüftet und durch Unterdruckhaltung, gerichtete Luftströmung und verschließbare Öffnungen wird der Austritt von kontaminierter Luft verhindert. Die Druckstaffelung ist so gewählt, dass eine gezielte Überströmung hin zu potentiell höher kontaminierten Bereichen stattfindet. Die Zu- und Abluftventilatoren sind redundant ausgelegt.

Die Zuluft wird durch Rollbandfilter sowie Taschenfilter gereinigt.

Das Lüftungssystem des Heißen Labors lässt sich in zwei Stränge aufteilen, wobei stellenweise Überschneidungen auftreten. Strang 1 versorgt die Halle, den Bedienraum und den Wasch- und Umkleideraum. Strang 2 versorgt die beiden Bleizellenräume, die Warme Werkstatt und nachgeschaltet den Dekoraum, die Isolierräume und schließlich die Betonzellen. Die der Halle direkt bzw. sekundär über den Bedienraum zugeführte Luft wird nach Durchströmen der Halle über einen Ansaugkanal gleichmäßig abgeführt und der Hallenabluftanlage im Keller zugeleitet.

Die den Betonzellen 2 bis 4 sekundär über die Isolierräume 1 und 2 zugeführte Luft wird nach Durchströmen der Zellen unmittelbar nach unten zu der Zellenabluftanlage im Keller geleitet.

Im Normalbetrieb wird die gesamte Abluft aus den Isolierräumen über die Betonzellen geleitet. Bei einer Drosselung der Zellenlüftung kann die Lüftung der Isolierräume den Erfordernissen entsprechend über Nebenanschlüsse angepasst werden.

2.8.2.1 Halle Zellendach

Die Zuluft für die Halle Zellendach wird der Hauptlüftungsanlage entnommen. Ebenso wird ein Teilluftstrom über den Bedienraum zur Halle Zellendach geführt.

Die Abluft aus dem Zellendach wird über HEPA Filter der Filterstufe H13 gemäß DIN EN 1822-1 /34/ gefiltert und in den Sammelkanal des Fortluftkamins geleitet. Vor den HEPA Filtern wird die Abluft der Abfallpresse eingeleitet.

2.8.2.2 Betonzellen 2–4

Die Zuluft gelangt aus den Isolierräumen über Zuluftkanäle in die Zellen. Die Betonzelle 2 besitzt zwei Zuluftkanäle, die Betonzellen 3 und 4 jeweils einen Kanal. Vor jedem Kanal befindet sich auf der Isolierraumseite ein Feinfilter der Filterstufe G4 gemäß DIN EN 1822-1 /34/.

Die Zellenluft wird über flammensichere Vorfilter abgesaugt. Jede Zelle hat zwei nach unten führende Abluftkanäle, die jeweils durch Vorfilter mit vier Filtersegmenten abgedeckt sind. Die Abluft wird im Störfall selbsttätig über pneumatische Drosselklappen abgesperrt. Dabei bleibt durch einen Nebenschluss zu den Abluftklappen ein Unterdruck in den Zellen erhalten. Das Schließen der Drosselklappen kann im Bedarfsfall auch manuell ausgelöst werden. Im Normalfall ist der Unterdruck in den Betonzellen auf 200 Pa gegenüber dem Bedienraum geregelt.

Relevante Lüftungsgrößen werden auf Anzeigeeinstrumenten zwischen den Fenstern der Zellen angezeigt.

2.8.2.3 Dosimetrieaufbau

Die Zuluft für die Raumbelüftung wird mit einem regelbaren Zuluftgerät aus dem Gang des Heißen Labors über ein Vorfilter abgesaugt, nacherhitzt und hiervon ein Teil in den Bedienraum der Dosimetriezellen und das Übrige in die darüber liegende Halle eingeblasen.

Aus der Halle wird die Abluft über einen regelbaren Abluftventilator und aus dem Bedienraum infolge eines Druckgefälles dem Gang wieder zugeführt.

2.8.2.4 Bleizellenraum

Der Bleizellenraum bezieht seine Zuluft aus den ihn umgebenden Räumen. Die Abluft wird über eine Sammelleitung in den Kanal für die Betonzellenabluft geleitet und strömt von dort nach Durchlaufen der Filter- und Abluftanlage für die Betonzellen in den Fortluftkamin.

In die Abluftsammelleitung des Bleizellenraumes wird außerdem die Abluft aus dem Analytik-Labor (Abzug) eingeleitet sowie die Abluft folgender Einrichtungen:

- Beschickungsstation (Betonzelle 1)
- Fasstrochnungsanlage
- Dosimetriezellen
- Dekont-Strahlanlage

2.8.2.5 Analytik-Labor

Die Zuluft wird aus dem Bleizellenraum entnommen. Im Labor befindet sich ein Laborabzug. Die Abluft aus dem Analytik-Labor strömt über diesen Abzug und eine Rückschlagklappe in die Abluftsammelleitung des Bleizellenraumes.

2.8.2.6 Kellerräume

Die im Keller des Heißen Labors befindlichen 5 Nebenräume sind mit einer eigenen Lüftungsanlage ausgerüstet (max. 1 000 m³/h). Die Räume werden mit Frischluft beaufschlagt. Die Abluft fließt über ein HEPA Filter der Filterstufe H13 gemäß DIN EN 1822-1 /34/ und Gebläse in den Fortluftkanal des Heißen Labors.

Bei Ausfall der Kellerlüftung erfolgt an der Anzeigetafel im Bedienraum der Betonzellen eine optische und akustische Anzeige.

2.8.2.7 Abluftanlage

Die Abluft aus der Halle Zellendach durchströmt im RA-Keller die zugehörige Filter- und Abluftanlage mit vier Vorfiltern, vier HEPA Filter der Filterstufe H13 gemäß DIN EN 1822-1 /34/ und zwei Abluftventilatoren. In den Abluftkanal für die Halle Zellendach mündet auch die Entlüftungsleitung für die radioaktiven Abwasserbehälter ein. Die Abluft wird über den gemeinsamen Fortluftkanal dem Fortluftkamin zugeführt.

Die Abluft aus den Betonzellen, Analytik-Labor, Dosimetriezellen und weiteren Einrichtungen wird durch ein Kanalsystem gesammelt und einer im Keller stehenden Filter- und Abluftanlage zugeleitet. Die Anlage beinhaltet vier HEPA Filter der Filterstufe H13 gemäß DIN EN 1822-1 /34/ und zwei Abluftventilatoren. Die Kanäle der Abluftanlage sind gasdicht geschweißt und geflanscht. Die Abluft wird über den gemeinsamen Fortluftkanal dem Fortluftkamin zugeführt.

2.8.2.8 Regelung und Überwachung

Die Regel- und Steueranlage dient der Einhaltung von Druck, Temperatur und Luftwechseln in den belüfteten Räumen. Die Temperierung der Zuluft erfolgt von der Frischluftansaugung ausgehend in mehreren Stufen.

Die Volumenströme und Unterdrücke in den Räumen und Zellen werden über Differenzdruckgeber überwacht und gesteuert.

Die Kontrolle und Bedienung der lufttechnischen Anlage erfolgt mit einem Blindschaltbild von einem Vorraum der Zuluftanlage aus. Ein zweites Blindschaltbild befindet sich in der Anzeigetafel im Bedienraum der Betonzellen.

2.8.3 Fortluftkamin (UKH)

Die gesamte Fortluft aus der FRG und dem HL wird über eine Abluftsammelleitung in den Fortluftkamin geblasen. Der Fortluftkamin ist westlich der Reaktorhalle errichtet. Er steht auf einem Fundament aus Stahlbeton, in dem die beiden Krümmen 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. Im 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 und damit in den Fortluftkamin angeschlossen:

- a) Abluft Wäscherei
- b) Abluft Waschraum
- c) Abluft Strahlrohre mit Stopfenlager (alte Versuchshalle)
- d) Entlüftung radioaktives Abwassersystem
- e) Entlüftung RA-Abwasserbehälter

Im Fortluftkamin befindet sich die Instrumentierung zur Fortluftüberwachung, siehe Kapitel 2.10.4.

Der Fortluftkamin wird bis zur Stillsetzung der Lüftungsanlagen FRG und HL weiterbetrieben.

2.9 Radioaktives Abwassersystem (KTC, KTM)

Zwölf erdverlegte, doppelwandige, Leck-überwachte Stahlsammelbehälter mit einer Gesamtkapazität von 350 m³ (10 × 25 m³, 2 × 50 m³) dienen zum Zwischenlagern der anfallenden Abwässer, siehe Abbildung 2-6. Diese Behälter sind Stahlbehälter, die außen mit einer Jute-Bitumenisolierung als Korrosionsschutz versehen sind. Zum Schutz der Behälteraußenisolierung sind diese Behälter mit einem Kathodenschutz (Fremdstromanlage) versehen, so dass durch Potentialmessung eine Beschädigung der Außenisolierung festgestellt werden kann. Die Innenseite aller Behälter ist durch eine Kunstharzbeschichtung gegen Korrosion geschützt. Zusätzlich wurden alle Behälter mit einer Innenhülle aus glasfaserverstärktem Polyesterharz auf einer Abstandsschicht versehen, so dass sie als doppelwandige Behälter gelten. Durch den Einbau von bauartzugelassenen Leck-Anzeigegeräten, welche das zwischen den Behälterwandungen hergestellte Vakuum überwachen, und durch den Einbau von vorschriftmäßigen Überfüllsicherungen, entsprechen die Lagerbehälter den gültigen Vorschriften für wassergefährdende Stoffe /35/.

Von den Behältern dienen 6 mit einem Rauminhalt von je 25 m³ zur Aufnahme von radioaktivem Abwasser mit einer Aktivitätskonzentration $\leq 3,7 \text{ E6 Bq/m}^3$ und die restlichen 6 Tanks (4 × 25 m³, 2 × 50 m³) zur Aufnahme von radioaktivem Abwasser mit einer Aktivitätskonzentration $> 3,7 \text{ E6 Bq/m}^3$. 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 $> 3,7 \text{ E}6 \text{ Bq/m}^3$ 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 $\leq 3,7 \text{ E}6 \text{ Bq/m}^3$ gepumpt. Es besteht aber auch die Möglichkeit, in das Tanksystem für eine Aktivitätskonzentration $> 3,7 \text{ E}6 \text{ Bq/m}^3$ zu pumpen.

Radioaktive Abwässer aus dem Heißen Labor 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 $> 3,7 \text{ E}+06 \text{ Bq/m}^3$ wird gesammelt und kampagnenweise mit Tankfahrzeugen zu einer externen Konditionierungsanlage abgefahren.

Abwasser mit einer Aktivität $\leq 3,7 \text{ E}+06 \text{ Bq/m}^3$ wird neutralisiert, von Schwebstoffen gereinigt und nach Freigabe in die Elbe eingeleitet. Die Abgabelleitung ist bis zur Elbuferstraße doppelwandig ausgeführt und Leckage überwacht. Die Elbleitung ist so weit in den Strom hinausgelegt worden, dass sichergestellt ist, dass sich das Abwasser sofort mit dem strömenden Elbwasser vermischt.

Alle zur Behandlung der sich in den erdverlegten Lagerbehältern befindlichen radioaktiven Abwässer erforderlichen Einrichtungen befinden sich in der Dekontaminierungsstation außerhalb des Reaktorgebäudes. Hier befindet sich auch die Schalttafel für die gesamte radioaktive Abwasseranlage. Von dieser Schalttafel aus erfolgt die Überwachung und Steuerung der Pumpen, Ventile und der zur Homogenisierung und O_2 -Anreicherung vorhandenen Druckluftanlage.

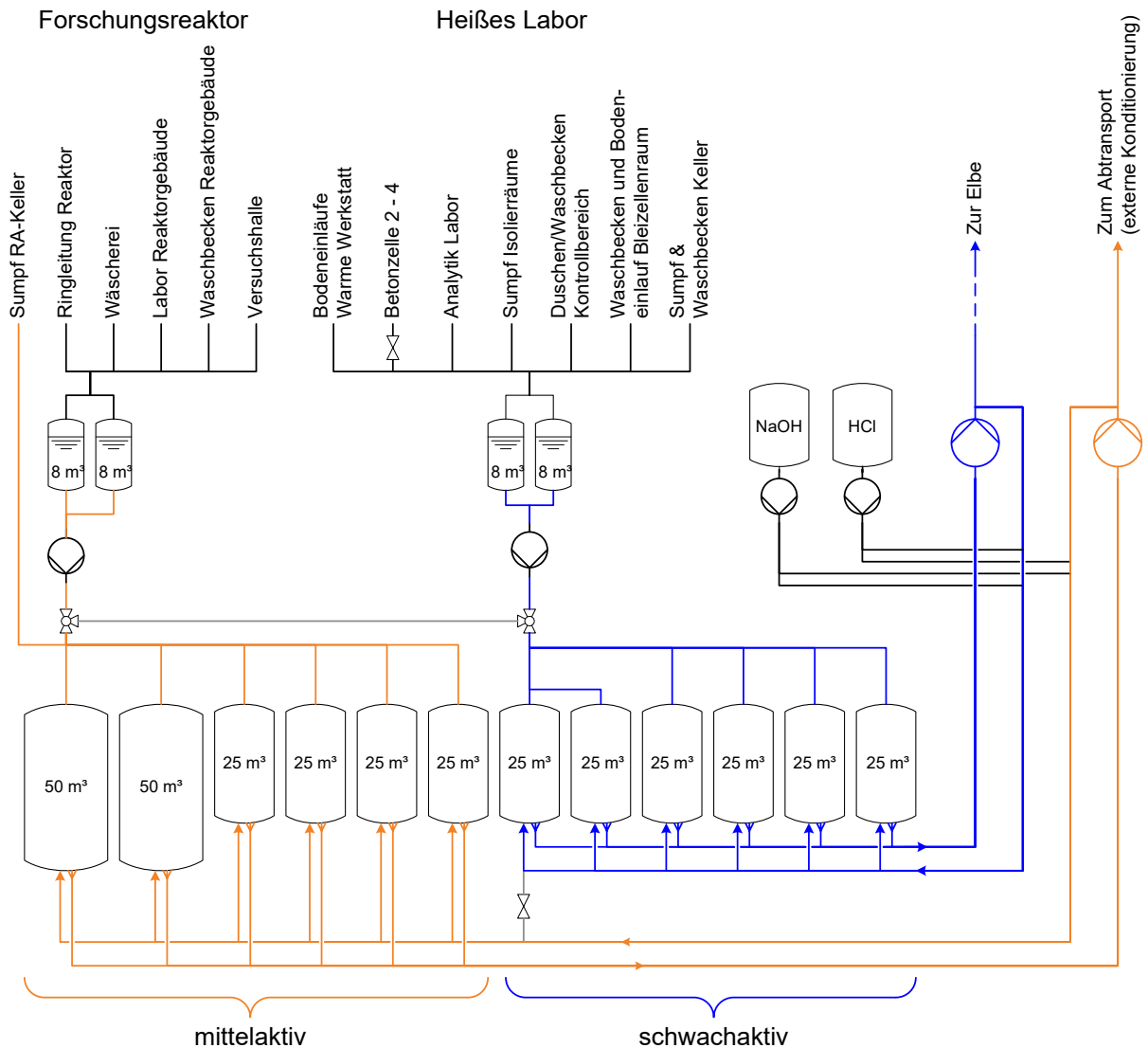


Abbildung 2-6: Vereinfachte Darstellung des Abwassersystems

Aufgrund des noch vorhandenen Beckenwassers sind das Abwassersystem und die Ableitung von radioaktiven Abwässern aus der FRG und dem HL erforderlich. Für den Restbetrieb wird daher das Abwassersystem so lange weiterbetrieben, bis keine relevanten Abwassermassen mehr zu erwarten sind und das Abwassersystem stillgesetzt und abgebaut werden kann (nach Entleerung der Reaktorbecken mit angeschlossenen Systemen und Ableitung der entsprechenden ableitungsfähigen Abwässer bzw. Abtransport zu externen Dienstleistern). Bis zur Stillsetzung wird die KTA-Regel 3603 /36/ sinngemäß angewendet, vergleiche Kapitel 6.5.16.

Abwässer, die nicht abgeleitet werden können, werden zur Minimierung radioaktiver Abfälle durch externe Dienstleister behandelt bzw. schadlos entsorgt. Dies entspricht dem Vorgehen im Forschungs- bzw. Nachbetrieb.

Nach Stilllegung der Abwassersysteme der FRG und des HL werden die noch anfallenden Abwässer in geeigneten separaten Abwassertanks gesammelt und ebenso durch externe Dienstleister behandelt bzw. schadlos entsorgt.

Die Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser ist in Kapitel 2.10.5 beschrieben.

2.10 Strahlenschutzüberwachung (JYK)

Neben der Kern- und Reaktorinstrumentierung ist zur Begrenzung der Strahlenexposition die Anlage mit einer radiologischen Instrumentierung für den Strahlenschutz versehen.

2.10.1 Ortsfeste Ortsdosisleistungsmessung FRG und Heißes Labor

Zur Überwachung der Ortsdosisleistung (ODL) sind Monitorsysteme mit Gamma-Detektoren installiert (FRG und Heißes Labor). Im Bereich des FRG wird die Ortsdosisleistung vor Ort und im Leitstand angezeigt, für das Heiße Labor vor Ort und im Bedienraum. Die Monitore sind mit Schwellwerten zur Überwachung einer Gerätestörung und eines oberen Alarmwerts ausgerüstet.

Die Einrichtungen zur Überwachung der Ortsdosisleistung in der FRG und dem HL werden im Restbetrieb weiter betrieben, siehe Kommentar KTA-Regel 1501 /37/ in Kapitel 6.5.7. Sobald für die überwachten Bereiche im Zuge des Abbaufortschritts keine relevanten Dosisleistungen mehr zu erwarten sind, z. B. weil die aktivierten oder kontaminierten Teile entfernt wurden, werden die entsprechenden Monitore stillgesetzt und abgebaut. Gegebenenfalls decken die aus dem Forschungsbetrieb vorhandenen Messstellen einen höheren Messbereich als für den Restbetrieb erforderlich ab. Für den Restbetrieb können die ortsfesten Messstellen auch durch entsprechende mobile und an den erforderlichen Messbereich angepasste Geräte ersetzt werden.

2.10.1.1 Reaktorgebäude

Im Reaktorgebäude befinden sich an verschiedenen Stellen 12 ortsfeste Dosisleistungsmotoren, die bei Überschreitung des eingestellten Grenzwertes ein akustisches und optisches Signal aussenden.

In der Reaktorhalle befinden sich außerdem 3 Deckenmonitore zur Überwachung der Dosisleistung, die auch in den Reaktorschutz mit eingebunden sind, vergleiche Kapitel 2.5. Sie befinden sich in der Mitte der Reaktorhalle, nahe der Westwand unterhalb der Decke.

Die Messwerte des ODL-Überwachungssystems FRG werden im Leitstand dargestellt und auf Schreibern angezeigt sowie aufgezeichnet. Die Signalisierung einer Grenzwertüberschreitung erfolgt im Leitstand optisch und akustisch. Das ODL-Überwachungssystem FRG besteht aus Proportionalzählrohren und Ionisationskammern mit geeigneten Messbereichen.

2.10.1.2 Heißes Labor

Zur Überwachung der Ortsdosisleistung im Heißen Labor dient ein System von 12 fest eingebauten Monitoren mit Geiger-Müller-Zählrohren:

- Großer Bleizellenraum (UFJ10 R106)
- Warme Werkstatt (UFJ20 R210)
- Fahrzeugschleuse (UFJ10 R105)
- Halle Zellendach (UFJ20 R230)
- Bedienraum Dosimetriezellen (UFJ10 R141)
- Halle Dosimetrie (UFJ20 R231)
- Deko-Raum (UFJ10 R111)
- Bedienraum Betonzellen 2–4 (UFJ10 R104)
- Abwasserkeller (UFJ01 R012)
- Betriebsraum Lüftung (UFJ01 R010)
- Isolierraum 1 (UFJ10 R113)
- Isolierraum 2 (UFJ10 R112)

Jede Dosisleistungsmesseinrichtung ist mit zwei einstellbaren Warnschwellen ausgerüstet. Die untere Schwelle dient der kontinuierlichen Funktionsüberwachung des Monitors. Über-

schreitet die γ -Dosisleistung die zweite Warnschwelle (Alarmschwelle), so werden akustische und optische Signale ausgelöst.

Die Messwerte im Bereich des Heißen Labors werden im Bedienraum angezeigt sowie aufgezeichnet. Die Signalisierung einer Grenzwertüberschreitung erfolgt im Bedienraum optisch und akustisch.

2.10.2 Überwachung der Aktivitätskonzentration in der Raumluf

Die Einrichtungen zur Überwachung der Aktivitätskonzentration in der FRG und dem HL werden im Restbetrieb weiter betrieben, siehe Kommentar KTA-Regel 1502 /38/ in Kapitel 6.5.8. Sobald für die überwachten Bereiche im Zuge des Abbaufortschritts keine relevanten Aktivitätskonzentrationen mehr zu erwarten sind, werden die entsprechenden Monitore abgebaut. Gegebenenfalls decken die aus dem Forschungsbetrieb vorhandenen Messstellen einen höheren Messbereich als für den Restbetrieb erforderlich ab. Für den Restbetrieb können die ortsfesten Messstellen auch durch entsprechende mobile und an den erforderlichen Messbereich angepasste Geräte ersetzt werden.

2.10.2.1 Reaktorgebäude

Die Aktivität von an Schwebstoff gebundenen radioaktiven Stoffen in der Luft wird in der Reaktorhalle von 2 Aerosolmonitoren kontinuierlich überwacht. Die Messwerte werden im Leitstand aufgezeichnet. Bei Überschreitung der eingestellten Schwellwerte erfolgt eine optische und akustische Signalisierung. Zusätzlich wird arbeitstäglich die Raumlufaktivitätskonzentration diskontinuierlich gemessen und dokumentiert.

Des Weiteren stehen portable β/γ -Strahlenmessgeräte zur Verfügung.

Im Strahlenschutzlabor befinden sich zur Messung bzw. Auswertung von Schwebstoff-, Wasserproben und Wischtests etc. entsprechende Messplätze und ein γ -Spektrometer.

Am Kontrollbereichsausgang ist ein Personenkontaminationsmonitor installiert. Personendosismessungen werden über elektronische Dosimeter und Dosimeter einer amtlichen Messstelle durchgeführt.

2.10.2.2 Heißes Labor

Die Raumluftaktivität wird über Aerosolmonitore in drei Bereichen kontinuierlich überwacht:

- 1) Bleizellenraum,
- 2) Bereich Zellendach,
- 3) Bereich Isolierraum 1 und Isolierraum 2.

Werden Alarmwerte überschritten, werden akustische und optische Signale ausgelöst.

2.10.3 Kontaminationsverschleppung

An den Ausgängen der Kontrollbereiche

- der FRG,
- der alten Versuchshalle,
- des HL und
- der Dekostation

befinden sich Personen-Kontaminationsmonitore. Nach dem Verlassen eines Kontrollbereichs sind, gegebenenfalls nach Ablegen der Schutzkleidung, die Personen-Kontaminationsmonitore zu benutzen. Nach Verlassen der Wäscherei für radioaktive Wäsche, dem Bestrahlungskanal, dem RA-Keller dem Abwasserkeller und dem Strahlenschutzlabor ist der Kontaminationsmonitor der alten Versuchshalle zu benutzen. Bei Ausfall eines Monitors oder bei temporär eingerichteten Kontrollbereichen hat eine Ersatzmessung mittels handgeführtem Kontaminationsmonitor zu erfolgen.

Im Wachgebäude befinden sich zwei Zugangsschleusen, die je mit einem Verschleppungsmonitor ausgerüstet sind. Bei jeder Nutzung der Schleuse wird eine Kontaminationsmessung durchgeführt.

Die fest installierten Monitore können bei entsprechendem Abbaufortschritt durch Hand/Fuß-Monitore oder auch mobile Kontaminationsmonitore ersetzt werden. Spätestens muss dies allerdings im Rahmen des Rückzugs aus den entsprechenden Anlagenbereichen erfolgen. Die Verfahrensregelungen werden in der „Änderungsordnung“ des Restbetriebshandbuchs (Teil 1 Kapitel 10) /32/ beschrieben.

2.10.4 Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft (JYK91-93, JYK01)

Die Emissionen gasförmiger und an Schwebstoffen gebundenen radioaktive Stoffe werden vom Fortluftsammlersystem erfasst und über Filteranlagen und Gebläse dem Fortluftkamin zugeleitet.

Die Aktivitätsableitung mit der Fortluft wird nach den Anforderungen der KTA-Regel 1507 /39/ überwacht und bilanziert. Dies erfolgt mit Hilfe von drei Bypass-Strecken zur Kaminfortluft.

Die Überwachung der Emission von schwebstoffgebundenen radioaktiven Stoffen und radioaktiven Edelgasen aus dem Reaktorbereich und dem Heißen Labor werden jeweils durch zwei Detektoren vorgenommen

- kontinuierliche Aktivitätsüberwachung eines Schwebstofffilters mit einem β -Szintillator,
- kontinuierliche spezifische Aktivitätsmessung der radioaktiven Edelgase mit einem β -Szintillator.

Die dritte Bypass-Strecke erfasst mengenproportionale Anteile der Fortluft aus dem Reaktorbetrieb und dem Heißen Labor und leitet diese gemeinsam einem Aerosolmonitor, einem Tritium- und ^{14}C -Sammler sowie einem weiteren Edelgasmonitor zu.

Die Überschreitung einer unteren oder oberen Alarmschwelle wird im Leitstand akustisch und optisch angezeigt sowie mit einem Drucker protokolliert.

Das Schema der Überwachung der Fortluftstränge ist in Abbildung 2-7 dargestellt.

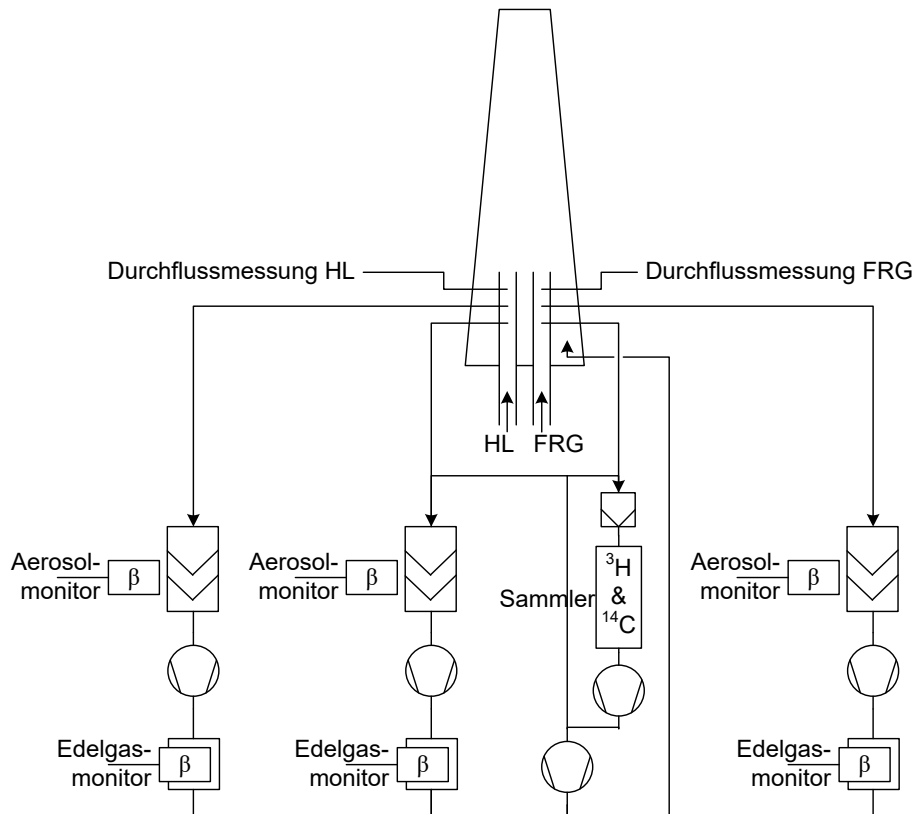


Abbildung 2-7: Schema Fortluftüberwachung FRG und HL

Für die einzelnen Nuklidgruppen wird wie folgt aus den Sammlern und Filtern bilanziert:

- a) **an Schwebstoff gebundene radioaktive Stoffe** durch nuklidspezifische Aktivitätsbestimmung anhand einer wöchentlichen Probe der beaufschlagten Schwebstofffilter gemäß KTA-Regel 1507 /39/, Kapitel 3.3.2.
- b) **Tritium** durch Bestimmung der Beta-Aktivität anhand einer vierteljährlichen Auswertung der Kondensatmengen im Molekularsieb des Tritium- und C-14-Sammlers nach KTA-Regel 1507 /39/, Kapitel 3.5.1.
- c) **radioaktives Strontium** durch Bestimmung der Sr-89- und der Sr-90-Aktivität anhand von Vierteljahresmischproben der Schwebstofffilter des Probensammlers in der dritten Bypass-Strecke nach KTA-Regel 1507 /39/, Kapitel 3.6.
- d) **Alphastrahler** durch Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivität anhand von Vierteljahresmischproben der Schwebstofffilter des Probensammlers in der dritten Bypass-Strecke nach KTA-Regel 1507 /39/, Kapitel 3.7, Abs. 5. Dieses Vorgehen ist zulässig, solange die Gesamt- α -Aktivität im Primärwasser FRG-1 nicht $1,0E+3 \text{ Bq/m}^3$ überschreitet.

Bei Überschreitung wären die Schwebstofffilter vierteljährlich als Mischprobe nuklid-spezifisch auszuwerten und zu bilanzieren nach KTA-Regel 1507 /39/, Kapitel 3.7, Abs. 1 bis 4.

- e) **Kohlenstoff-14** anhand einer Vierteljahressammelprobe des Tritium- und C-14-Sammlers durch Bestimmung der Aktivität im Molekularsieb nach KTA-Regel 1507 /39/, Kapitel 3.8, Abs. 1.

Nicht zentral über den Kamin erfasste Fortluft ist in geeigneter Art und Weise für die jeweilige Einrichtung oder Tätigkeit zu überwachen. Dazu sind mindestens monatlich repräsentative Proben an geeigneter Stelle zu entnehmen und nuklidspezifisch zu analysieren. Aus den Analysen sind die Aktivitätsableitungen pro Kalenderjahr abzuschätzen und im Jahresbericht zu dokumentieren.

Die Ableitungen aus der FRG und dem HL mit der Fortluft werden im Restbetrieb bezüglich der relevanten Aktivitäten im Sinne der KTA-Regel 1507 /39/ und dem Schutzziel „Überwachung der Ableitungen“ überwacht und bilanziert.

Die Überwachung der FRG und des HL wird im Restbetrieb weiter betrieben und nicht mehr erforderliche Messstellen (Edelgase) werden rückwirkungsfrei stillgesetzt und gegebenenfalls abgebaut. Ebenso wird die vorhandene und betriebsbewährte meteorologische Instrumentierung zur Bestimmung von Ausbreitungsparametern gemäß KTA-Regel 1508 /40/ weiterbetrieben. Es werden die folgenden meteorologischen Parameter erfasst:

- Windgeschwindigkeit (Schalensternanemometer, in 18 m Höhe über Geländeoberkante),
- Windrichtung (Windfahne, in 18 m Höhe über Geländeoberkante),
- Lufttemperatur,
- Relative Feuchte,
- Luftdruck,
- Niederschlag,
- Globalstrahlung und Strahlungsbilanz.

Bei einem Ausfall der Stromversorgung wird die Fortluftüberwachung mit dem Batteriesystem (USV-Anlage) und mit einer Notstromanlage weiter mit Strom versorgt. Die meteorologische Instrumentierung wird ebenso mit Notstrom versorgt.

2.10.5 Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser (KTM01)

Die Überwachung der Ableitung von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser erfolgt nach KTA-Regel 1507 /39/. Das radioaktive Abwasser wird in unterirdischen Lagertanks gesammelt. Ist ein Tank voll, so wird eine Aktivitätsbestimmung durchgeführt und nach einem einständigen Umwälzen werden mehrere Proben für die Bilanzierung sowie für Kontrollmessungen entnommen.

Bei jeder Einleitung von radioaktivem Abwasser in die Elbe werden die Bedingungen gemäß den wasserrechtlichen Erlaubnissen eingehalten. Für die Entsorgung des radioaktiven Abwassersystems gelten folgende Kriterien:

- a) Radioaktives Abwasser mit einer Aktivitätskonzentration $> 3,7E+6$ Bq/m³ wird zu einer externen Aufbereitungsanlage transportiert.
- b) Es ist zulässig, Abwasser mit einer Aktivitätskonzentration $\leq 3,7E+6$ Bq/m³ im Rahmen behördlich festgelegter Abgaberaten in die Elbe einzuleiten.

Dabei sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- 1) Das Abwasser muss chemisch neutral sein.
- 2) Die Fördermenge der Abwasserpumpe ist für Abwasser, dessen Aktivitätskonzentration $> 3,7E+5$ Bq/m³ und $\leq 3,7E+6$ Bq/m³ beträgt, auf 3,6 m³/h festgelegt.
- 3) Für die Aktivitätskonzentrationen des Abwassers $\leq 3,7E+5$ Bq/m³ ist die Fördermenge der Abwasserpumpe auf 25 m³/h begrenzt. Die durchschnittliche Wasserführung der Elbe an der Abwasser-Einleitstelle beträgt 2,5E+6 m³/h.

In die Abwasserleitung zur Elbe ist eine Durchfluss-Aktivitätsmessstelle eingebaut. Die Aktivität des Abwassers wird gemessen, auf einem Schreiber im Leitstand registriert, auf dem Informations- und Meldesystem dargestellt und auf Einhaltung eines Grenzwertes überwacht. Überschreitet der Messwert den eingestellten Grenzwert, erfolgt eine Meldung vor Ort (Deko-Station, Gebäude 9) und im Leitstand. Die Meldung wird außerdem auf dem Meldedrukker im Leitstand registriert. Die Abwasserpumpen werden automatisch abgestellt und die Abwasserventile geschlossen.

Die einzelnen Nuklidgruppen werden im Abwasser wie folgt bilanziert:

- a) **Gammastrahler** anhand der genommenen Probe durch nuklidspezifische Messung nach KTA-Regel 1507 /39/, Kapitel 5.1.5.1, Abs. 2
- b) **radioaktives Strontium** (Sr-89 und Sr-90) anhand einer mengenproportionalen Vierteljahresmischprobe nach KTA-Regel 1507 /39/, Kapitel 5.1.5.2
- c) **Alphastrahler** anhand der genommenen Probe (Abweichung zur KTA-Regel 1507 /39/; dort sind Jahresmischproben gefordert) wird die Gesamt-Alpha-Aktivität nach KTA-Regel 1507 /39/, Kapitel 5.1.5.3. ermittelt.
Wird bei der Untersuchung einer Probe ein Wert der Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration ermittelt, der größer als $1,0E+3 \text{ Bq/m}^3$ ist, muss diese Probe auf ihren Gehalt an einzelnen Alphastrahlern untersucht werden.
- d) **Tritium** anhand einer mengenproportionalen Vierteljahresmischprobe nach KTA-Regel 1507/39/, Kapitel 5.1.5.4, Abs. 1 und 3.
- e) **Eisen-55** und **Nickel-63** anhand einer mengenproportionalen Jahresmischprobe nach KTA-Regel 1507 /39/, Kapitel 5.1.5.5.

Abwasser mit höheren Aktivitäten wird zum Zweck des Eindampfens und Verfestigens zu externen Dienstleistern transportiert.

Solange das Abwassersystem betrieben wird, ist die Überwachung der Ableitungen erforderlich. Daher wird die Überwachung des Abwassers unverändert gemäß KTA-Regel 1507 fortgeführt /39/, bis keine Ableitungen mehr aus dem Abwassersystem erfolgen, vergleiche Kapitel 2.9.

2.10.6 Umgebungsüberwachung

Grundlage für die Überwachungsmaßnahmen ist die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /41/ sowie § 103 StrlSchV /9/.

Die Immissionsüberwachung ergänzt die Emissionsüberwachung. Sie ermöglicht eine zusätzliche Kontrolle von Aktivitätsabgaben sowie der Einhaltung von Dosisgrenzwerten in der Umgebung. Eine regelmäßige Überwachung der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in Luft und Wasser wird an repräsentativen Stellen durchgeführt. Sie wird ergänzt durch Untersuchungen in den Nahrungsketten und in einzelnen Bereichen der Umwelt an Stellen, an denen sich langfristig bevorzugt radioaktive Stoffe ansammeln können, sowie an Referenzorten.

Im Rahmen der Immissionsüberwachung werden folgende Messungen durchgeführt und ausgewertet:

- Direktstrahlung von der Anlage,
- Luft- und der Niederschlagsproben,
- Abgelagerte Radioaktivität am Boden und auf Bewuchs,
- Oberflächenwasser- und Grundwasserproben,
- Meteorologische Ausbreitungsbedingungen.

Die Umgebungsüberwachung wird im Restbetrieb mit angepasstem Umfang (siehe Kapitel 6.3.2) bis zur Entlassung aus dem Regelungsbereich des AtG /7/ fortgeführt.

2.11 Stromversorgung (BB, BF, BH, BJ)

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

Die Stromversorgungsanlagen des Hereon sind an das Energienetz des Energieversorgungsunternehmens (EVU) angeschlossen. Die Einspeisung erfolgt mit einer Leistung von 2 x 6 MVA und einer Spannung von 11 kV über 2 Kabel von der EVU-Station Krümmel zur Hauptschaltanlage des Hereon (Geb. 36), von wo die Trafostation Mitte (Geb. 8) mit einer z. Z. installierten Trafoleistung von 3 650 kVA über zwei Kabel mit je 4 MVA eingespeist wird. Von hier wird über ein Kupplungskabel 11 kV die Trafostation Süd-Ost (Geb. 1) mit einer z. Z. installierten Trafoleistung von 1 030 kVA versorgt, vergleiche Abbildung 2-8.

Bei Ausfall der vorerwähnten Einspeisung steht zur Aufrechterhaltung eines eingeschränkten Notbetriebes eine zweite Einspeisung zur Verfügung, die mittels Kabel 11 kV und einer maximalen Leistung von 1 MVA von der EVU-Station Tesperhude zur Trafostation Süd-Ost (Geb. 1) des Hereon erfolgt. Diese Möglichkeit kann bei einem Defekt in der Kupplung zwischen den Trafostationen Mitte (Geb. 8) und Süd-Ost (Geb. 1) auch zur Versorgung der Trafostation Süd-Ost (Geb. 1) eingesetzt werden.

Aus den vorerwähnten Trafostationen werden die Niederspannungsverteilungen NS-1, NS-3 und NS-4 der FRG und des HL eingespeist.

Mit den in den Trafostationen installierten Trafoleistungen sind alle entnommenen Leistungen, einschließlich der übrigen Verbraucher des Hereon, voll abgedeckt.

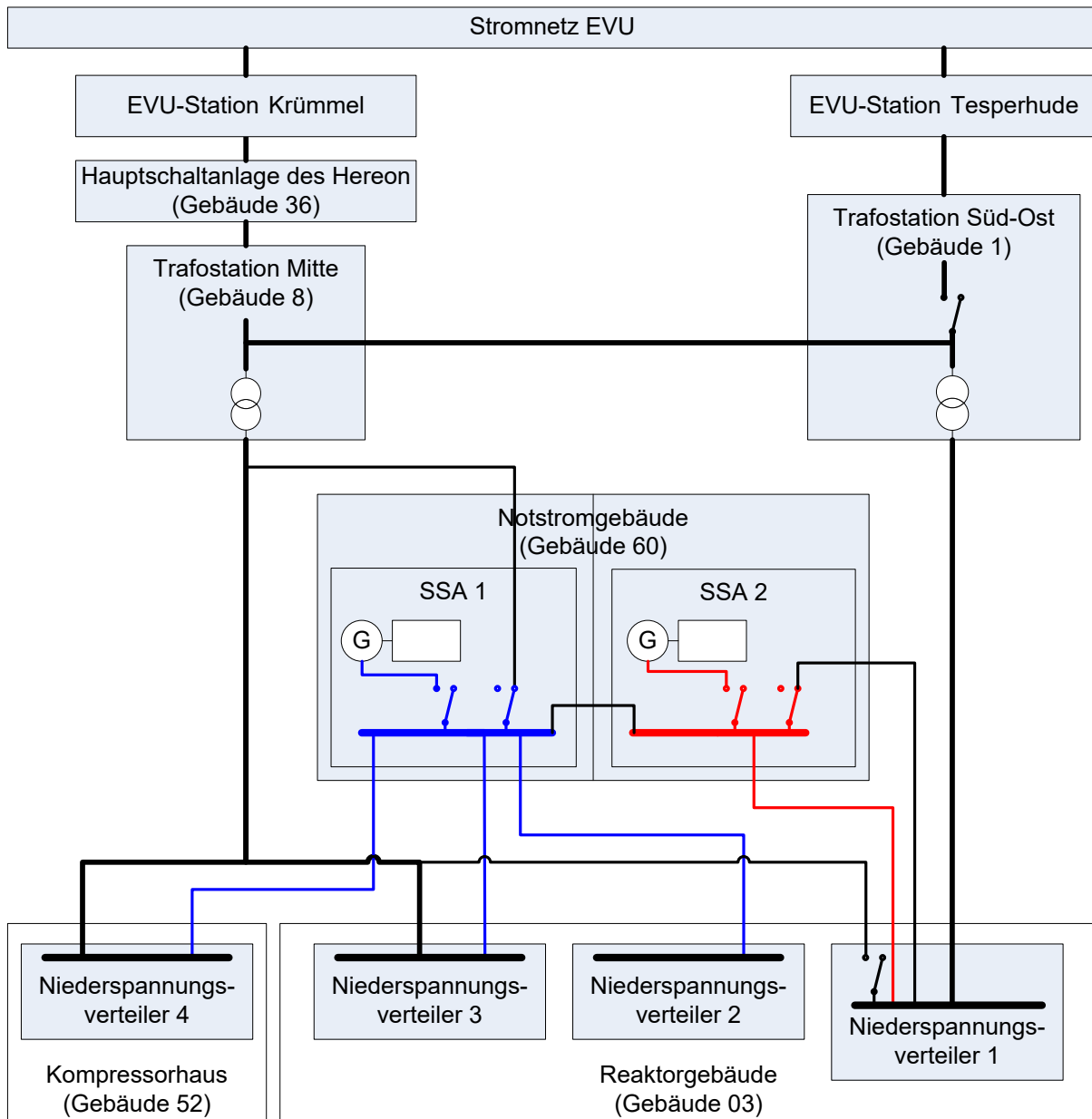


Abbildung 2-8: Vereinfachtes Schema der Stromversorgung

Das Stromversorgungskonzept sieht vor, dass die reguläre Stromversorgung aus dem öffentlichen Versorgungsnetz über den vorgesehenen Weg weiter stattfindet. Ein Ausfall der Stromversorgung hat keine relevanten Auswirkungen bezüglich der Abgabe von radioaktiven Stoffen (Schutzziel) im Restbetrieb. Daher sind redundante Stromversorgungssysteme nicht mehr erforderlich und können stillgesetzt und abgebaut werden. Bei einem Ausfall der

Stromversorgung werden alle Tätigkeiten eingestellt und die betroffenen Kontrollbereiche geräumt.

2.11.1 Notstromeinrichtungen (BN)

Das Gebäude 60 innerhalb des Objektschutzzaunes ist Standort für die Schnellstartaggregate SSA 1 und SSA 2.

Die Schnellstartaggregate SSA 1 und SSA 2 bestehen jeweils aus einem Drehstrom-Synchron-Generator in selbst regelnder und selbst erregter Ausführung mit eingebauter rotierender Erregermaschine und elektronischem Spannungsregler, 250 kVA, 400/230 V, 50 Hz und einem Dieselmotor 275 kW, 1 500 Upm.

Nach einem Spannungs- oder Frequenzeinbruch an der Notstromschiene wird nach 2 s der Netzschalter geöffnet und das entsprechende Schnellstartaggregat SSA 1 bzw. SSA 2 gestartet. Nach einer Startzeit von 10 s werden automatisch Einrichtungen versorgt. Eine Schaltautomatik schaltet die jeweiligen Verbraucherkreise bei Netzausfall in zwei Stufen auf die Generatorspannung um. Bei Netzurückkehr erfolgt automatisch die Rückschaltung auf Netzspannung und der Stopp des Dieselantriebs.

Im Restbetrieb ist eine Notstromanlage nur noch für den Betrieb der Fortluftüberwachung und der meteorologischen Instrumentierung bei längerfristigem Stromausfall erforderlich. Gemäß dem geringen Gefährdungspotential, können vorhandene entsprechende Redundanzen reduziert werden.

2.11.2 Batteriestromversorgung der nuklearen Instrumentierung FRG (BT)

Zur Versorgung der nuklearen Instrumentierung steht eine doppelt ausgelegte Batteriestromversorgung zur Verfügung. Sie besteht aus der Gleichstromversorgung GS 1 und GS 2 mit jeweils zwei Bleibatteriesätzen und Gleichrichtern.

Die Gleichrichtergeräte von GS 1 sind an die Energieversorgung durch das Schnellstartaggregat SSA 1 und die Gleichrichtergeräte von GS 2 sind an die Energieversorgung durch das Schnellstartaggregat SSA 2 angeschlossen. Sie können jedoch auch auf die Versorgung durch das zweite nicht zugeordnete Schnellstartaggregat umgeschaltet werden.

Aufgrund der nicht mehr vorhandenen Brennelemente ist eine nukleare Instrumentierung nicht mehr sicherheitstechnisch wichtig. Bezüglich des Personenschutzes ist jedoch eine Versorgung der Notbeleuchtung, der Brandmeldeanlage sowie Strahlenschutzinstrumentierung bis zur Räumung der betroffenen Kontrollbereiche sicherheitstechnisch wichtig sowie betrieblich erforderlich, vergleiche Kapitel 5 und Kommentar KTA-Regel 3703 /42/ in Kapitel 6.5.18. Dafür wird die in FRG vorhandene Batterieversorgung weitestgehend unverändert weiter betrieben. Zur Verhinderung der Entstehung von zündfähigen Gasgemischen durch Ausgasen (von Wasserstoff) der Batterieanlage, kommen weiterhin Rekombinatoren (passives System) zum Einsatz. Diese verhindern die Bildung von entsprechenden Gasgemischen, siehe auch Kommentar zu KTA-Regel 2103 /43/ in Kapitel 6.5.13.

2.11.3 Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen HL (BRV)

Im Keller des Heißen Labors befinden sich unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen. Die USV-Anlage 1/2 HL ist als Online-System mit Doppelumwandlung in modularer Technik ausgeführt. Die USV-Anlage ist in 2 Gehäusen (Wechselrichtereinheit und Batterieeinheit) untergebracht.

Die folgenden Verbraucher sind an USV-Anlage 1 HL angeschlossen:

- Personen-Kontaminationsmonitor HL,
- Netzteil für Signalisierungen auf der Anzeigetafel,
- Netzteil Blitzleuchten (Fahrzeugschleuse AUF),
- Netzteil SPS.

Die folgenden Verbraucher sind an USV-Anlage 2 HL angeschlossen:

- Aerosol-Raumluftmonitor Bleizellenraum,
- Aerosol-Raumluftmonitor Zellendach,
- Aerosol-Raumluftmonitor Isolierräume,
- ODL-Anlage.

Die Batteriestromversorgung steht bei Netzausfall für die Manipulatoren der Betonzellen 2 bis 4 zur Verfügung:

Zur Versorgung der Strahlenschutzinstrumentierung wird der Betrieb der USV-Anlage im Restbetrieb fortgesetzt. Dafür wird die im HL vorhandene Batterieversorgung weitestgehend unverändert weiter betrieben. Zur Verhinderung der Entstehung von zündfähigen Gasgemischen durch Ausgasen (von Wasserstoff) der Batterieanlage, kommen weiterhin Rekombinatoren (passives System) zum Einsatz. Diese verhindern die Bildung von entsprechenden Gasgemischen, siehe auch Kommentar zu KTA-Regel 2103 /43/ in Kapitel 6.5.13. Sobald es kein Erfordernis an die Versorgung der oben genannten Strahlenschutzinstrumentierung mehr gibt, z. B. nach Räumung der betroffenen Kontrollbereiche oder durch mobile Ersatzsysteme, kann auch die entsprechende USV-Anlage stillgesetzt und abgebaut werden.

2.11.4 Batteriestromversorgung der Fortluftinstrumentierung (BRV)

Die Batteriestromversorgung für die Fortluftinstrumentierung besteht aus zwei Gleichrichtern, einer 48 V-Batterieanlage, drei Wechselrichtern, einer elektronischen Umschalteinheit und einer Verteilung.

Von den beiden Gleichrichtern (400 V AC / 48 V DC, 125 A) ist einer an das Normalnetz und der andere an das Schnellstartaggregat SSA 1 angeschlossen. An den parallel geschalteten Ausgängen werden über eine 48 V-Batterieanlage die drei Wechselrichter (48 V DC / 230 V AC, 3 x 2,5 kVA) mit angeschlossener Umschalteinheit (12,5 kVA) versorgt.

Bei Ausfall von mehr als einem Wechselrichter schaltet automatisch die elektronische Umschalteinheit unterbrechungslos auf Netzeinspeisung. Zur Pufferung bei Ausfall der Energieversorgung durch das Schnellstartaggregat speist die 48 V-Batterieanlage für ca. 20 min. die Wechselrichter.

Die Batteriestromversorgung für die Fortluftinstrumentierung wird im Restbetrieb bis Entlastung aus dem Regelungsbereich des AtG /7/ weiter betrieben, da die Überwachung der Fortluft sichergestellt werden muss, vergleiche Kapitel 2.10.4.

2.12 Brandschutz

Die aus dem Betrieb vorhandenen Brandschutzsysteme werden weiterhin genutzt. Die vorhandenen Brandschutzsysteme entsprechen den aktuellen Anforderungen und stellen folgende Schutzziele sicher:

- 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:

- Die Betriebssicherheit von Brandschutzeinrichtungen wird durch Wiederkehrende Prüfungen gewährleistet.
- Es werden ausreichend betriebliche Brandschutzmaßnahmen getroffen.

Das Brandschutz- und Fluchtwegekonzept ist im Erläuterungsbericht „Brandschutzkonzept für die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor“ /23/ näher beschrieben.

2.12.1 Baulicher Brandschutz

Die gesamte Anlage ist in Brandabschnitte und Brandbekämpfungsabschnitte eingeteilt. Brandabschnitte sind mindestens entsprechend F90 nach DIN 4102 /44/ 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.

An den Kontrollbereichszu- und -ausgängen sind Schwellen und manuelle Steckbarrieren zur Löschwasserrückhaltung vorhanden.

Das Restbetriebskonzept sieht einen unveränderten baulichen Brandschutz vor, solange noch Brandlasten in entsprechenden Bereichen der Anlagen vorhanden sind. Gegebenenfalls erfolgt die temporäre Öffnung von Kabel-, Rohrleitungs- und Lüftungsdurchführungen.

2.12.2 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 formstabiler Gummidruckschlauch mit eingepresster Eurodüse von 25 m Länge. Handfeuerlöcher sind an verschiedenen Stellen des Gebäudes und in den Laboren aufgestellt.

Bei einer Brandmeldung in den Betonzellen 2–4 im Heißen Labor werden selbsttätig die Zu- und Abluftregelklappen der betroffenen Betonzellen geschlossen und die Zellen auf Unterdruck gehalten. 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.

Entsprechend der sicherheitstechnischen Relevanz werden die Brandschutzeinrichtungen unverändert weiter betrieben oder die Anforderungen durch Ersatzmaßnahmen im Sinne der KTA-Regel 2103 /43/ sichergestellt (vergleiche Kapitel 6.5.12). Wenn sich keine relevanten Brandlasten mehr in Gebäudeteilen befinden (Rückzug), können auch die lokalen Brandschutzeinrichtungen und Feuerlöschsysteme abgebaut werden.

2.12.3 Brandmeldeanlage (CYE)

Die FRG und das HL verfügen über eine Brandmeldeanlage. Diese ist in verschiedene Brandabschnitte aufgeteilt. Bei Auslösen eines Brandalarms, entweder über Rauchmelder

oder über einen Druckknopfmelder, läuft die Meldung bei der ständig besetzten Integrierten Regionalleitstelle Süd (Bad Oldesloe) auf, die die örtliche Feuerwehr alarmiert.

Bei einer Brandmeldung in den Betonzellen 2–4 im HL werden selbsttätig die Zu- und Abluftregelklappen der betroffenen Betonzellen geschlossen und die Zellen auf Unterdruck gehalten.

Die Brandmeldeanlage wird für den Restbetrieb so lange weiter betrieben, bis sich keine relevanten Brandlasten mehr in den entsprechenden Brandabschnitten befinden (Rückzug).

Die Brandmeldeeinrichtungen der FRG und des HL entsprechen dem Zustand des Forschungs- und Nachbetriebs. Entsprechend der sicherheitstechnischen Relevanz werden die Brandmeldeeinrichtungen unverändert weiter betrieben oder die Anforderungen durch Ersatzmaßnahmen im Sinne der KTA-Regel 2103 /43/ sichergestellt (vergleiche Kapitel 6.5.12). Wenn sich keine relevanten Brandlasten mehr in Gebäudeteilen befinden (Rückzug), können auch die entsprechenden Brandmeldeeinrichtungen abgebaut werden.

Bei einem Ausfall der Stromversorgung der FRG und des HL wird die Brandmeldeanlage über eine Batterieversorgung weiter versorgt, vergleiche Kapitel 6.5.18 und 2.11.

2.13 Beleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung

In den Räumen der FRG und des HL sind die Anzahl und die Größe der Beleuchtungskörper so gewählt, dass eine ausreichende Allgemeinbeleuchtung herrscht. Für eine spezielle Arbeitsplatzbeleuchtung ist von Fall zu Fall gesorgt. Auch die Werkstraßen auf dem Gelände der FRG und des HL sind mit einer genügenden Anzahl von Straßenleuchten ausgerüstet.

Die Sicherheitsbeleuchtung, die den Leitstand, die Einsatzzentrale, den Sammelraum und die Flucht- und Rettungswege mit einer vorgeschriebenen Mindestbeleuchtungsstärke ausleuchtet, ist nach den neuesten Vorschriften aufgebaut. Die Anlage wird von dem Schnellstartaggregat SSA 1 mit elektrischer Energie versorgt.

Neben der Notbeleuchtung des Heißen Labors, welche 8 Sekunden nach Netzausfall zur Verfügung steht, sind im Labor Sicherheitsleuchten installiert. Sie gewährleisten auch bei völligem Stromausfall eine ausreichende Beleuchtung der Wege zu den Notausgängen.

Für den Restbetrieb wird der Betrieb der Beleuchtungsanlagen aus dem Forschungs- und Nachbetrieb weitergeführt. Bei einem Ausfall der externen Stromversorgung steht die batteriegepufferte Sicherheitsbeleuchtung zum Personenschutz zur Verfügung. Es werden bei Ausfall der regulären Beleuchtung alle Tätigkeiten eingestellt und die betroffenen Bereiche geräumt. Im Rahmen der fortschreitenden Abbautätigkeiten kann sowohl die Sicherheitsbeleuchtung als auch reguläre Beleuchtung durch mobile Einrichtungen ersetzt werden.

2.14 Hebezeuge und Zubehör (SM)

Um die anfallenden Förder- und Transporttätigkeiten in der FRG und dem HL ausführen zu können, sind an vielen Orten Hebezeuge installiert worden. Sie werden – bis auf die Hebezeuge in Sperrbereichen – regelmäßigen, wiederkehrenden Prüfungen (KTA-Regel 3903 /45/) unterzogen. In der FRG befinden sich die folgenden Hebezeuge:

- 16 t und 0,4 t-Brückenkran in der Reaktorhalle,
- 7,5 t-Brückenkran in der Kranhalle,
- 1,0 t-Kettenzug (elektrisch) im Gebäude 52 (Freimessanlage),
- 2,0 t-Kraftmanipulator mit 1,0 t-Kettenzug (elektrisch) im Verpackungsraum,
- 2,0 t-Kraftmanipulator in der radioaktiven Reinigung,
- Lastenaufnahmeeinrichtung für den Transportbehälter TB 250,
- Lastenaufnahmeeinrichtung für den Transportbehälter TB 480,
- Traverse zum Heben der Beckentore.

Im Bereich des Heißen Labors befinden sich folgende Hebezeuge:

- 25 t-Brückenkran in der Halle Zellendach,
- 2 t-Zweitträger-Hängekran im Isolierraum 1,
- 2 t-Zweitträger-Hängekran im Isolierraum 2,
- 2 t-Einschielenkatze im Bleizellenraum,
- 2 t-Brückenkran im Bleizellenraum,
- 1 t-Brückenkran in der Dosimetrie Halle,
- 1 t-Brückenkran im Deko-Raum,
- 0,5 t-Wandschwenkkran über Betonzelle 2,
- 0,5 t-Wandschwenkkran über Betonzelle 3,
- Lastmanipulator mit 50 kg-Greifzange bzw. 1 t-Lasthaken in Betonzelle 2,

- 1 t-Brückenhubzüge in Betonzelle 3,
- 1 t-Brückenhubzüge in Betonzelle 4,
- 1,0 t-Schiebebühne mit Elektrozug Halle Dosimetrieanbau.

Die in der FRG und im HL vorhandenen Hebezeuge werden einschließlich des Zubehöres während des Restbetriebes für den Abbau weiter betrieblich genutzt, z. B. Hallenkran, Reaktorbrücke, Manipulatoren, Transportwagen, Hubwagen etc. Für die wiederkehrenden Prüfungen des Hebezeugs der FRG und des HL bestehen aufgrund der Störfallanalyse keine zusätzlichen oder erhöhte Anforderungen im Sinne der KTA-Regel 3902 Kapitel 4.2 und 4.3 /46/ mehr, vergleiche Kapitel 6.5.20 und 6.5.21. Die Hebezeuge und das Zubehör erfüllen die Anforderung der KTA-Regel 3902 Kapitel 3. Wenn die Hebezeuge in den entsprechenden Räumen nicht mehr erforderlich sind, können diese stillgesetzt und abgebaut werden.

2.15 Kommunikationsanlagen (CYA)

Die Telefonanlage auf dem Gelände des Hereon ist mit dem öffentlichen Telefonnetz verbunden. Sie dient unter anderem auch dazu, im Notfall Hilfe zu rufen. Für die interne Kommunikation steht zusätzlich eine Personenruf- und Alarmierungsanlage zur Verfügung /47/.

2.16 Objektschutz

Die Einrichtung umfasst den Zugang zur Forschungsreaktoranlage und dem Heißen Labor mit Fahrzeugschleuse, Detektionseinrichtungen an der äußeren Umschließung, Anlagen zur Überwachung der Zugänge zum inneren Sicherheitsbereich, die Objektsicherungskamera- und Videoanlage, die Objektsicherungsbeleuchtung sowie die Objektsicherungszentrale. Die FRG und das HL unterliegen auch im Nachbetrieb der Objektsicherung, so dass ein Eindringen Dritter in diese Bereiche verhindert wird.

Maßnahmen und Einrichtungen zum Objektschutz werden daher weiter durchgeführt bzw. betrieben, siehe Erläuterungsbericht /24/. Gemäß dem erheblich reduzierten Gefährdungspotential sowie der sich im Laufe des fortschreitenden Abbaus reduzierenden Anforderungen, werden die Objektsicherungsmaßnahmen und Einrichtungen an die verbleibenden Anforderungen angepasst.

2.17 Medienversorgung und Entsorgung

Zur Durchführung der Abbautätigkeiten im Restbetrieb werden die in FRG und HL vorhandenen Medienversorgungen (Zählgase, Druckluft, Wasser, VE-Wasser) und Entsorgungen (Abwasser) weiter betrieben (betriebliche Einrichtungen).

Die Medienversorgungs- und Entsorgungssysteme werden im Folgenden beschrieben.

2.17.1 Frischwasseraufbereitung – Vollentsalzungsanlage (GCF)

Die FRG und das HL werden aus dem Wassernetz der Stadt Geesthacht mit Rohwasser für die Frischwasseraufbereitungsanlage versorgt.

Die Vollentsalzungsanlage wird über den 4 m³ Vorlagebehälter im Brunnenhaus als Pufferbehälter betrieben.

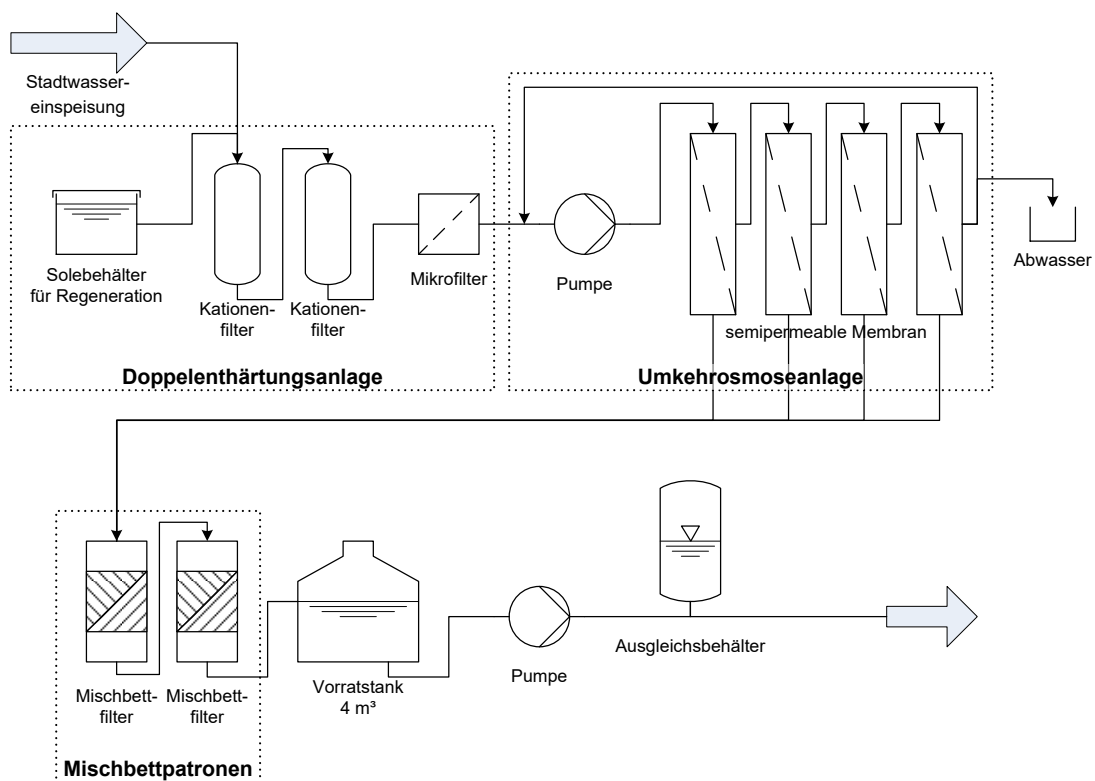


Abbildung 2-9: Vereinfachte Darstellung der Vollentsalzungsanlage

Die Vollentsalzungsanlage besteht aus den folgenden Komponenten, vergleiche Abbildung 2-9:

- **Doppelenthärtungsanlage:**
Das Rohwasser wird mittels Kationenaustausch enthärtet. Die Enthärtungsanlage ist als vollautomatische Doppelanlage ausgeführt. Die Regeneration der Austauscherharze erfolgt volumenmengengesteuert über eine Salzsole. Das Wasser wird danach über ein 5 µm- Filter fein filtriert und der Umkehrosmose zugeführt.
- **Umkehrosmoseanlage:**
Die Umkehrosmose ist ein Membrandiffusionsverfahren, bei dem an der Oberfläche einer semipermeablen (halbdurchlässigen) Membran die Wasserinhaltsstoffe (Anionen und Kationen der gelösten Salze, Schwebeteilchen, Kolloide, Bakterien) zurückgehalten werden und nahezu reines Wasser die Membrane passiert. Nach jedem Abschalten der Anlage wird die Umkehrosmose automatisch gespült.
- **Mischbettpatronen:**
Für die in der Reaktoranlage benötigte Wasserqualität von $\leq 0,4 \mu\text{S}/\text{cm}$ werden zwei Mischbettpatronen der Umkehrosmoseanlage in Reihe nachgeschaltet. Ist bei einer Mischbettpatrone die Harzfällung erschöpft, wird diese durch die dritte Mischbettpatrone ersetzt. Die Regeneration der Mischbettpatronen erfolgt extern.

2.17.2 Druckluft (KLX)

Es befindet sich eine Druckluftversorgung in der FRG. Die Reaktorhalle besitzt eine separate Druckluftversorgung, siehe Abbildung 2-10.

Im Heißen Labor steht die Fremdluftversorgung für Zelleninterventionen über ein eigenes Druckluftsystem betriebsbereit zur Verfügung. Bei Leckagen oder Ausfällen der Druckluftversorgung im Bereich HL kann eine Verbindung zum Gebäudenetz hergestellt werden.

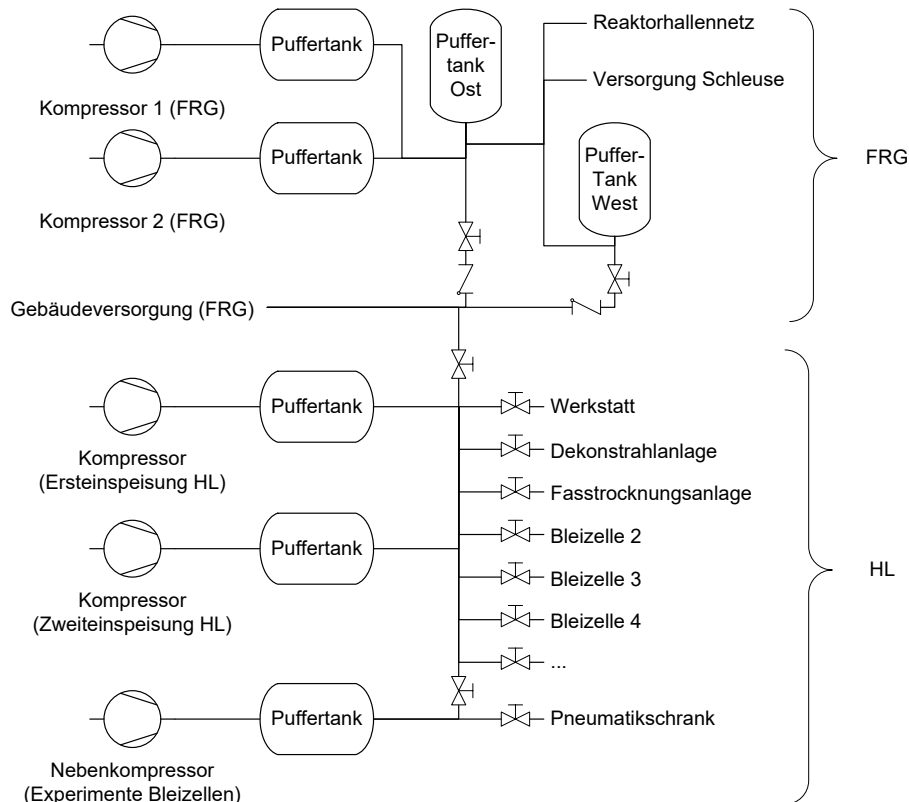


Abbildung 2-10: Vereinfachtes Schema Druckluftversorgung

2.17.3 Gase

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.

Innerhalb des Heißen Labors bestehen in folgenden Räumen Anschlussmöglichkeiten für Gase:

- Warme Werkstatt: Acetylen, Sauerstoff
- Messlabor: Argon/Methan
- Personenschleuse: Argon/Methan

Die Vorratsflaschen für diese Gase sind in einem Gasflaschenlager außerhalb des Reaktor-gebäudes untergebracht.

2.17.4 Niederschlagswasser

Das Niederschlagswasser ist frei von Kontamination und wird auf dem Reaktorgelände über Dacheinläufe und Hofabläufe gesammelt und dem Regenwasserkanalsystem zugeführt. Das Regenwasserkanalsystem entwässert gemäß wasserrechtlicher Erlaubnis des Amtes für Land- und Wasserwirtschaft Lübeck, AZ.:5201.22.1-2/299 und AZ.: 20b/5201.11.1-2/300, zuletzt geändert mit Bescheid vom 28.10.2008 vom Kreis Herzogtum Lauenburg, das gesammelte Niederschlagswasser in die Elbe.

2.17.5 Konventionelles Schmutzwasser

An dieses System sind alle sanitären Anlagen, Becken und Bodeneinläufe in den kalten Räumen des Labortraktes angeschlossen. Das auf dem Gelände anfallende Schmutzwasser wird über ein Kanalsystem in die Abwasserkanalisation der Abwasserbetriebe Geesthacht eingeleitet.

2.18 Weitere Einrichtungen

Weitere Einrichtungen und Systeme der FRG und des HL, die über die gesamte Dauer des Restbetriebs weiterbetrieben werden, sind unter anderem:

- Erdungs- und Blitzschutzanlage (BAW),
- Regenwasserkanalsystem (Entwässerung des kontaminationsfreien Regenwassers in die Elbe),
- Personendosimetrie (JYK) etc.

Im HL befinden sich außerdem aus dem Forschungs- bzw. Nachbetrieb weitere Einrichtungen. Aufgrund der betrieblichen Anforderungen des Abbaus werden diese weiter eingesetzt. Diese sind im Wesentlichen:

- Fasstrocknungsanlage,
- Dekont-Strahlanlage (KPA),
- Abfallpresse (KPA),
- Wasch-/Trocknungsanlage Atemschutzmasken (SDA),
- Betonzellen 2–4, inklusive Manipulatoren.

2.18.1 Fasstrochnungsanlage (KPA04)

In dem Bleizellenraum befindet sich eine Fasstrochnungsanlage, welche zur Entfeuchtung von 200-, 280- und 400-l-Gebinden mit radioaktiven Abfällen bzw. Reststoffen dient. Die Fasstrochnungsanlage besteht aus einer Heizkabine, einer Vakuum- und Steuereinheit sowie einer Kühlbox, siehe Abbildung 2-11.



Abbildung 2-11: Fasstrochnungsanlage im Großen Bleizellenraum

2.18.2 Dekont-Strahlanlage (KPA02)

Zum Entfernen von radioaktiven Ablagerungen und Beschichtungen an Werkstücken und Rohren ist eine Dekont-Strahlanlage in der Süd-Ost-Ecke installiert. Die Dekont-Strahlanlage besteht aus einer Strahlkabine, Rückgewinner und Entstauber mit Behälter, siehe Abbildung 2-12.



Abbildung 2-12: Dekont-Strahlanlage im Großen Bleizellenraum

3 Schutzzielorientierte und schutzzielübergreifende Anforderungen im Restbetrieb

Mit der Einstellung des Forschungsreaktorbetriebes und dem Abtransport der letzten bestrahlten Brennelemente am 24. Juli 2012 zum Department of Energy nach Amerika, sind die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor entsprechend der Empfehlung der Entsorgungskommission /6/ brennelementefrei.

Aus dem Forschungsbetrieb sind noch geringen Mengen an Kernbrennstoffen in der FRG und dem HL vorhanden (siehe Tabelle 2-1).

Mit dem Restbestand an Kernbrennstoffen kann keine kritische Anordnung aufgebaut werden /48/. Damit entfällt das Schutzziel „Kontrolle der Reaktivität“.

Aufgrund der Brennelementefreiheit und dem geringen Restbestand an Kernbrennstoffen entfällt ebenso das Schutzziel „Sichere Abfuhr der Zerfallswärme“ gemäß /6/. Die Zerfallswärme von aktivierten Stoffen oder von Kontamination ist nicht relevant und bedarf zur Abfuhr keine technischen Einrichtungen.

Um das führende Sicherheitsziel „Schutz vor ionisierender Strahlung“ im bestimmungsgemäßen Betrieb, bei Normalbetrieb, bei Betriebsstörungen und bei Störfällen zu gewährleisten, werden die Schutzziele „Einschluss radioaktiver Stoffe“ und „Begrenzung der Strahlenexposition“ im Weiteren betrachtet.

3.1 Schutzziel „Einschluss radioaktiver Stoffe“

Die Betrachtungen zum sicheren Einschluss radioaktiver Stoffe bezieht sich auf den Kernbrennstoff innerhalb der Brennstäbe bzw. Brennelemente. Die Anlagen FRG und HL sind brennelementefrei und verfügen im Gegensatz zu einem Kernkraftwerk über keine druckführende Umschließung für das Primärkühlmittel. Es wird im weiteren Sinn auch der sichere Einschluss der verbliebenen radioaktiven Stoffe als schutzzielrelevant betrachtet, wie in der KTA – Basisregel 3 Kapitel 3 beschrieben. Das Prinzip der konstruktiven und physikalischen Barrieren /49/ dient der Gewährleistung des sicheren Einschlusses der festen, flüssigen, gasförmigen und an Schwebstoffe gebundene radioaktiven Stoffe.

- Konstruktive Barrieren – bestehen aus festen Wandungen (bei Durchdringungen ggf. Armaturen zum Verschluss), druckführende Umschließung und drucktragende Wandung der äußeren Systeme
- Physikalische Barrieren – umfassen die Wasserüberdeckung und die gerichtete Strömung durch Unterdruckhaltung (z. B. Druckstaffelung der Raumluft) und falls erforderlich Luftfilterung

Um das Schutzziel „Einschluss radioaktiver Stoffe“ zu gewährleisten, ist eines der in der Tabelle 3-1 dargestellten zwei Schutzzielanforderungen durch Sicherheitsfunktionen der Restbetriebsysteme und Hilfsfunktionen als übergeordnete Anforderungen sicherzustellen.

Tabelle 3-1: Schutzziel „Einschluss radioaktiver Stoffe“

Schutzzielanforderung	Sicherheitsfunktionen
Barrierenprinzip	<p>Luftpfad</p> <p><u>Normal und anormaler Betrieb</u></p> <p>Sonstige nicht konditionierte radioaktive Stoffmengen müssen abhängig von der Größe des Inventars durch 1 bis 2 Barrieren (max. 1 physikalische Barriere) eingeschlossen sein.</p> <p>Sonstige konditionierte radioaktive Abfälle müssen durch mindestens eine Barriere eingeschlossen sein.</p> <p><u>Störfälle</u></p> <p>Sonstige nicht konditionierte radioaktive Stoffmengen müssen grundsätzlich durch mindestens eine Barriere eingeschlossen sein. Die Barriere kann entfallen, wenn bei einer Freisetzung die Grenzwerte des § 104 StrISchV in Verbindung mit § 194 StrISchV nicht überschritten werden.</p> <p>Für konditionierte Abfälle ist keine Barriere erforderlich.</p>

Schutzzielanforderung	Sicherheitsfunktionen
<p>Barrierenprinzip</p>	<p>Wasserpfad</p> <p><u>Normal und anormaler Betrieb</u></p> <p>Sonstige nicht konditionierte radioaktive Stoffmengen müssen abhängig von der Größe des Inventars durch 1 bis 2 konstruktive Barrieren eingeschlossen sein.</p> <p><u>Störfälle</u></p> <p>Sonstige konditionierte radioaktive Abfälle müssen durch mindestens eine Barriere eingeschlossen sein.</p> <p>Betriebspersonal</p> <p>Das Betriebspersonal muss stets durch mindestens eine konstruktive Barriere geschützt sein. Als temporäre Maßnahme sind auch physikalische Barrieren oder Strahlenschutzmaßnahmen zulässig.</p>
<p>Einschluss des sonstigen Aktivitätsinventars in der Anlage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die Integrität der die Kontrollbereiche umschließenden Gebäudestrukturen inklusive Türen, Tore und Schleusen bleiben erhalten, - Leckagen werden durch konstruktive Maßnahmen vermieden, - nicht vermeidbare Leckagen aus diesen Systemen und Systementleerungen werden gezielt dem Anlagenentlüftungs- und -entleerungssystem zugeführt, - Druckbegrenzungseinrichtungen sind so beschaffen, dass die zu betrachtenden Medien sicher abgeführt werden, - das Eindringen und Verschleppen von Aktivität in angeschlossene, nicht aktivitätsführende Versorgungssysteme werden durch geeignete Maßnahmen verhindert, - Wiederkehrende Prüfungen werden in hinreichendem Umfang vorgenommen.

3.2 Schutzziel „Begrenzung der Strahlenexposition“

Um das Schutzziel „Begrenzung der Strahlenexposition“ zu gewährleisten, ist eine der in der Tabelle 3-2 dargestellten vier Schutzzielanforderungen durch Sicherheitsfunktionen der Restbetriebssysteme und Hilfsfunktionen als übergeordnete Anforderung sicherzustellen.

Tabelle 3-2: Schutzziel „Begrenzung der Strahlenexposition“

Schutzzielanforderung	Sicherheitsfunktionen
Aktivitätsinventar und -fluss in der Anlage begrenzen und kontrollieren (Rückhaltefunktion)	<ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von Reinigungssystemen zur Begrenzung der Aktivität im Primärwasser einschließlich der angeschlossenen Systeme, - Sammeln, Behandeln und Aufbereiten der radioaktiv kontaminierten Abwässer, - Strahlenschutztechnisch vorgegebene Raumlufthunderdrücke, Raumlufthunderdruckstaffelung und Luftströmungsrichtungen werden eingehalten, - Freisetzungen radioaktiver Stoffe bei ihrer Lagerung und Handhabung sowie ihrem innerbetrieblichen Transport werden vermieden, - der ordnungsgemäße Umgang mit radioaktiven Reststoffen ist sichergestellt.
Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe (Rückhaltefunktion)	<ul style="list-style-type: none"> - Filterung der Abluft/Fortluft zur Begrenzung der abgeleiteten Aktivität im Sinne der Strahlenschutzgrundsätze, - Kontrollierte Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser aus den Kontroll- und Überwachungsbereichen.
Erfüllung der Anforderungen des Strahlenschutzes an bauliche Anlagen und technische Einrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> - Die erforderlichen Anlagen, Systeme und Räumlichkeiten genügen den Anforderungen des Strahlenschutzes (Lüftungsanlage, Filter- und Reinigungsanlagen, Einrichtungen zur Aufnahme und Rückhaltung kontaminierter Wässer, Aufstell- und Abstellorte, Räume für Strahlenschutzaufgaben, Transporteinrichtungen).

Schutzzielanforderung	Sicherheitsfunktionen
Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage und der Umgebung	<ul style="list-style-type: none"> - Die Ortsdosisleistung und die Aktivitätskonzentrationen in den Systemen werden überwacht, - es erfolgt eine Arbeitseinsatzüberwachung mit mobilen Messeinrichtungen, - ein Messlabor nimmt Aufgaben der Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung wahr, - die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser wird überwacht und nach Art und Aktivität spezifiziert, - es wird eine Immissionsüberwachung durchgeführt und die Ausbreitungsverhältnisse werden ermittelt, - die Messeinrichtungen sind mit Warnsignalgebern ausgestattet und die Messergebnisse werden angezeigt und registriert
Abdeckende Regelungen zum administrativen und personellen Strahlenschutz	<ul style="list-style-type: none"> - Schutzvorrichtungen, Geräte und Schutzausrüstungen stehen bereit, - die Arbeitsvorbereitungs-, -auftrags- und -ablauf-planung wird unter Strahlenschutz Gesichtspunkten ausgewertet und bewertet, - der Arbeitsablauf bei geplanten dosisintensiven Arbeiten wird geübt, - bei der Planung des Reaktorbetriebs wird die Dosisminimierung für das Personal berücksichtigt, - es erfolgen Zugangsbeschränkung, -kontrolle und -erfassung, - die physikalische Strahlenschutzkontrolle ist sichergestellt.

3.3 Schutzzielübergreifende Anforderungen an den Restbetrieb

Anforderungen an die schutzzielübergreifenden Sicherheitsfunktionen sind bereits bei der Auslegung und der Errichtung von Anlagen zu berücksichtigen. Diese wurden entsprechend im Leistungsbetrieb und für den Restbetrieb somit weitestgehend umgesetzt.

3.3.1 Zuverlässigkeit

Die Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Systemen und Einrichtungen.

3.3.2 Gesamtanlage

Für den Restbetrieb beschränkt sich das unmittelbare Zusammenwirken von Systemen und Einrichtungen als Gesamtanlage gegebenenfalls nur noch auf diejenigen mit Sicherheitsfunktionen, z. B. Gebäudestrukturen und Lüftungsanlage.

3.3.3 Administration

Zur Gewährleistung der oben genannten Sicherheitsfunktionen werden die Systeme und Einrichtungen weiter betrieben und als sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen eingestuft. Damit werden weiterhin entsprechende Maßnahmen durchgeführt:

- Prüfungen (gemäß Prüfhandbuch),
- Instandhaltungen (Inspektion, Wartung, Instandsetzung, gemäß Restbetriebshandbuch: Instandhaltungs- und Abbauordnung)

Die Sicherheitsfunktionen können dann entfallen, wenn im Rahmen des Abbaufortschritts die Anforderungen aufgrund fehlenden Erfordernisses nicht mehr gegeben sind, z. B. Einschluss radioaktiver Stoffe oder Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, wenn keine radioaktiven Stoffe in den entsprechenden Anlagenteilen mehr vorhanden sind.

3.3.4 Leittechnik

Systeme und Einrichtungen mit Sicherheitsfunktionen verfügen entweder über keine leittechnischen Funktionen (z. B. Gebäudestrukturen) oder es sind leittechnische Funktionen erforderlich (z. B. Brandmeldeanlage mit mittelbarer Sicherheitsfunktion). Auch im Restbetrieb wird mit der aus dem Nachbetrieb vorhandenen Leittechnik die Überwachung des Anlagenzustandes der FRG und des HL weiterhin anforderungsgerecht gewährleistet.

3.3.5 Energie- und Hilfsmedierversorgung

Aufgrund von wichtigen Systemen und Einrichtungen mit Sicherheitsfunktionen können entsprechende Abhängigkeiten zu Energie- und Hilfsmedierversorgung bestehen.

4 Sicherheitsanalyse

Während der Betriebszeit und dem Nachbetrieb der FRG und des HL sind Ereignisse, Betriebsweisen und Betriebserfahrungen aus vergleichbaren kerntechnischen Anlagen über Informationen der Behörde, des VGB und öffentlich zugänglichen Quellen kontinuierlich auf Relevanz für die eigenen Anlagen ausgewertet worden.

Für die Stilllegung und den Abbau der FRG und des HL wurden insbesondere Erfahrungen aus dem Arbeitskreis Forschungsreaktoren zur Stilllegung und dem Abbau von Forschungsreaktoren und Heißen Zellen sowie öffentlich zugänglichen Quellen /50/ für die Sicherheitsanalysen berücksichtigt.

4.1 Bestimmungsgemäßer Restbetrieb

4.1.1 Normalbetrieb

4.1.1.1 Tätigkeiten sowie erforderliche Einrichtungen und Systeme im Restbetrieb

Die Tätigkeiten im Restbetrieb sind im Erläuterungsbericht Abbaukonzept des FRG und des HL /17/ beschrieben. Die wesentlichen Tätigkeiten sind:

- Umrüstungen entsprechend Stilllegungs- und Abbauantrag,
- bei Bedarf Errichtung von Ersatzsystemen und Hilfssystemen für den Abbau,
- Stoffliche und radiologische Charakterisierung,
- Abbau aller aktivierten und kontaminierten Anlagenteile und aller nicht radioaktiven Anlagenteile, die nicht in Einbaulage freigegeben werden können oder sollen,
- Wartung, Prüfung und Instandhaltung der noch erforderlichen Systeme,
- Überwachung der Anlagen (radiologisch und konventionell),
- Entsorgung der Reststoffe und Abfälle,
- Stillsetzung und Abbau aller Systeme ab dem jeweiligen Zeitpunkt, an dem sie nicht mehr erforderlich sind,
- Freigabe oder Herausgabe der verbleibenden Anlagenteile, Gebäude und des Anlagengeländes,
- Dokumentation.

Zur Durchführung der Abbautätigkeiten werden neben den eigentlichen Abbaueinrichtungen weitere Einrichtungen und Systeme betrieblich benötigt:

- Gebäude (UGA, UNQ, UGX, UKC, UBN, UYF)
- Energieversorgung (BA*, BB*, BF*, BH*, BJ*, BTU41)
- Beleuchtung und Heizung (SB),
- Versorgung mit Zuluft und Entsorgung der Abluft (ausgenommen Absperrklappen und Filter),
- Entsorgung von Abwasser (FRG) (KTA, KTC, GUA),
- Brandschutz und Brandbekämpfung,
- Notbeleuchtung und Kommunikationseinrichtungen (z. B. Telefon-, Ruf- und Meldeanlagen) (CYA01, CYB02),
- Beckenreinigung des FRG-1 und 2 (KBE01, KBE02, KBE05, GCN, KPB),
- Teile der Beckeninstrumentierung (CKA, KUA),
- Strahlenschutzüberwachung (JYK),
- Füllstands- und Leckageüberwachung (JYH, KTM, KWA),
- Medienversorgung und Medienentsorgung (z. B. Teile der Druckluft, Deionatversorgung, Brauchwasserversorgung) (GAA, GCF),
- Hebezeuge/Transporteinrichtungen (inkl. Handhabungsbrücke) (FCJ01, FCJ20, SM, SNA01, SR, ST),
- Fasastrocknungs-, Dekont-Strahlanlage sowie Abfallpresse (KPA)
- Betonzellen 2–4 inkl. Manipulatoren
- Bedienelemente und Leittechnik (CWN, CWX)
- Weitere Hilfseinrichtungen
 - Batterieanlagen / USV mit nachgeordneten Einrichtungen
 - Beckenhandhabungsvorrichtungen (FAB4*, FCB)
 - Niederspannungs-Unterverteiler
 - Elektoschaltanlagen (CB*, CFF, CTK, CTL, CTQ, CTX, CVT, CVX, CVG, CVH, CVN, CVP, CVR, CWA).
 - Gleichspannungsversorgung Manipulatoren (BTU41)
 - Information- und Meldesysteme (CKA02)
 - Blitzschutzanlage (BAW)
 - Infrastruktur (SR, ST, SQ)
 - Strahlenschutzrüstung (SDA)
 - Werkzeuge und Körbe / Gestelle im Reaktorbecken

Diese Einrichtungen und Systeme hatten im früheren Forschungsbetrieb in der Regel höhere Anforderungen als im Restbetrieb. Daher sind die Einrichtungen und Systeme ausreichend für den Restbetrieb ausgelegt und dimensioniert. Dies gilt insbesondere für den baulichen und technischen Strahlenschutz sowie für die im Forschungsbetrieb erforderlichen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen. Die für den Restbetrieb erforderlichen Einrichtungen und Systeme haben ihre Wirksamkeit und Zuverlässigkeit im Laufe des Betriebs sowie in der Nachbetriebsphase gezeigt. Dies gilt ebenso für die zuverlässige Erkennung von Störungen und Ausfällen. Das Restbetriebskonzept sieht vor, diese Einrichtungen und Systeme weiter zu betreiben sofern sie sicherheitstechnisch oder betrieblich Aufgaben erfüllen. Für den Abbau der FRG und des HL sind also keine Änderungen, Umbauten oder Nachrüstungen bezüglich sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen erforderlich.

Durch den Wegfall von Anforderungen aufgrund des stark reduzierten Gefährdungspotentials ergeben sich für den Restbetrieb der FRG und des HL Einrichtungen und Systeme, die keine Aufgabe mehr erfüllen und daher nicht mehr erforderlich sind. Ebenso können auch Redundanzen reduziert werden.

Die sich aus den Richtlinien und Regeln ergebende Anforderung der Anpassung an den Restbetrieb erfordert allerdings nicht zwingend eine Änderung oder Reduktion von Einrichtungen, wenn diese den Anforderungen des Restbetriebs genügen. So muss z. B. eine Aktivitätsmessstelle mit höherem Messumfang nicht gegen eine mit niedrigerem, angepassten Messumfang ersetzt werden. Als weiteres Beispiel können entweder nicht mehr erforderliche Redundanzen der Restbetriebssysteme abgebaut werden, oder aber auch bis zum Rückzug weiterbetrieben werden, um z. B. die betriebliche Verfügbarkeit zu erhöhen.

4.1.2 Einhaltung der radiologischen Abgabewerte im Normalbetrieb

Die Einhaltung der radiologischen Abgabewerte wird mit den folgenden Systemen, Einrichtungen und Anlagenteilen sichergestellt:

- Gebäudestrukturen der FRG und des HL (UJA, USV, UKR, USA, UFJ, UKS, UKT, UKZ)
- Lüftungsanlage mit Fortluftfilter (KLA, KLC) und Fortluftkamin (UKH),

- Fortluftinstrumentierung (JYK91-93) inklusive meteorologischer Instrumentierung (JYK01)
- Abwassersammel- und Ableitungsanlage (KTM01) inklusive Abgabestation und Instrumentierung

Für die oben genannten Systeme und Einrichtungen außer der Außenhülle der Anlagengebäude ist die Hilfsfunktion der Energieversorgung und des Druckluftsystems (KLX) erforderlich.

Weiter wird die Einhaltung durch administrative und Strahlenschutzmaßnahmen sowie geeignete Abbau und Zerlegeverfahren sichergestellt.

Abweichungen von den zu erwartenden Aktivitätsabgaben können frühzeitig durch die Strahlenschutzinstrumentierung (Aktivitätsmessungen, Fortluftinstrumentierung) sowie durch die das Routinemessprogramm des Strahlenschutzes erkannt und entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

4.1.3 Betriebsstörungen

Beim Restbetrieb können Ausfälle und Störungen von Einrichtungen durch Fehlfunktionen von Bauelementen, Komponenten und Systemen auftreten, z. B. durch Verschleiß, Fehlbearbeitung, Beschädigung oder Ausfall von Versorgungseinrichtungen etc. Die Betriebsstörungen werden wie folgt bewertet:

- Der Ausfall einer vorgewählten Komponente „Betrieb“ führt durch eine technische Störung bei vorhandener Komponente „Reserve“ mit Zuschaltautomatik zu keiner Einschränkung des Restbetriebs.
- Störung oder Ausfall von Signalgebern, die den bestimmungsgemäßen Betriebsablauf von Systemen behindern, verfälschen oder komplett blockieren führen zu Einschränkung des Restbetriebs.
- Das Versagen von Antrieben auf Grund technischer Störungen im Anforderungsfall führt zu Einschränkung des Restbetriebs.
- Der Ausfall von Hilfssystemen auf Grund einer technischen Störung führt zu Einschränkung des Restbetriebs.

Eine wichtige Voraussetzung für Maßnahmen zur Beherrschung möglicher Auswirkungen von Betriebsstörungen ist die Erkennung der Störung und deren Ursache. Das Meldesystem für die FRG und das HL ist so aufgebaut, dass alle relevanten Ausfälle und Störungen im Leitstand der FRG/HL und im Wachgebäude signalisiert werden. Eine Bewertung und Einleitung von Maßnahmen erfolgt durch die zuständige Fachabteilung der Zentralabteilung Forschungsreaktor (ZAR) in Abstimmung mit der Führungslinie.

Folgende bewährte Verfahren zur Wiederherstellung des Restbetriebs kommen zur Anwendung:

- Der Einsatz von Betriebsreserven schafft die Möglichkeit, erforderliche Restbetriebsysteme wieder in einen funktionsfähigen Zustand zu überführen, ohne den Restbetrieb zu unterbrechen.
- Bei gestörten Messwerten, die für den Systembetrieb in ihrer Abweichung entweder außerhalb der Toleranzen liegen oder komplett ausgefallen sind, ist der Normalbetrieb beeinträchtigt oder nicht mehr möglich. Eine Instandsetzung des Messsystems ist die einzige Möglichkeit zur Wiederherstellung der Funktionsbereitschaft und damit den Restbetrieb wieder zu ermöglichen.
- Beim Versagen von Antrieben besteht nach Ursachenklärung nur die Möglichkeit der Instandsetzung des Antriebs. Vor möglichen Handmaßnahmen oder Schaltzustandsänderungen zur Sicherstellung des Restbetriebs muss der aktuelle Zustand bewertet werden.

Allen Ausfällen und Störungen, sowohl von betrieblichen als auch sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen, ist gemeinsam, dass keine Aktivitätsfreisetzungen erwartet werden. Allerdings kann eine sehr geringfügige Freisetzung (Größenordnungen unterhalb der der Störfälle, vergleiche Kapitel 4) nicht vollständig ausgeschlossen werden. Eine Sicherstellung der Verfügbarkeit von Systemen und Einrichtungen bei Ausfällen und Störungen ist nicht erforderlich. Dennoch stehen für die sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen entsprechende Betriebsreserven (Redundanzen, Maßnahmen) zur Verfügung (vergleiche RBHB Teil 2 Kapitel 1.2 /51/).

Die Strahlenschutzüberwachung und Überwachung der Ableitungen sind in Kapitel 2.10 beschrieben.

4.2 Ereignisbeherrschung

Für den Abbau der FRG und des HL wurde ein abdeckendes Ereignisspektrum analysiert /13/ und die entsprechenden radiologischen Folgen ermittelt. Es wurde gezeigt, dass die Planungswerte nach § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV von 50 mSv für das gesamte Ereignisspektrum der Auslegungsstörfälle eingehalten werden.

Für auslegungsüberschreitende Ereignisse wurde gezeigt, dass die Dosiswerte für frühe Notfallschutzmaßnahmen gemäß Notfall-Dosiswerte-Verordnung (NDWV) /52/ eingehalten werden. Es ergeben sich keine Anforderungen an Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme.

4.2.1 Sicherer Zustand der FRG und des HL

Bei Ereignissen bei denen aus Sicherheitsgründen die Tätigkeiten nicht fortgesetzt werden können, erfolgt die Herstellung des sicheren Anlagenzustands, sobald diese entsprechend erkannt werden. Dies sind Ereignisse bei denen eine Gefährdung der Schutzziele sowie des Personals der Anlagen nicht ausgeschlossen werden können, siehe Kapitel 4.3 – 4.26:

- nicht geplantes Auftreten von (erhöhter) Radioaktivität (> Warnschwellen, Dosisleistung oder Schwebstoffaktivität) in den lüftungstechnisch absperrbaren Bereichen, z. B. durch Leckagen, Lastabsturz, anlageninterner Brand, anlageninternen Explosionen etc.,
- Ausfall von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen:
 - Stromversorgung (sicherheitsrelevante Teile),
 - Lüftungsanlage (sicherheitsrelevante Teile).
- anlageninterner Brand,
- Eindringen gefährlicher Stoffe oder Brandgase bei äußeren Bränden,
- auslegungsüberschreitende Störfälle.

Die mit dem Erkennen dieser Ereignisse verbundenen administrativen Maßnahmen sowie der Zustand der sicherheitstechnischen Restbetriebssysteme und Einrichtungen werden im Folgenden dargestellt.

4.2.1.1 Administrative Maßnahmen

Mit Räumungsalarm werden alle Tätigkeiten sofort eingestellt (laufende Arbeitsgeräte werden abgeschaltet) und das Personal hat den Bereich umgehend kontrolliert zu verlassen. Somit wird jede unzulässige Exposition der Mitarbeiter durch rechtzeitiges Verlassen der Arbeitsbereiche verhindert. Es ist eine ausreichende, batteriegestützte Flucht- und Rettungswegbeleuchtung vorhanden. Mit der Einstellung der Tätigkeiten in den Kontrollbereichen, erfolgt keine weitere Mobilisierung von radioaktiven Stoffen.

Die folgenden administrativen Maßnahmen werden im Restbetrieb präventiv durchgeführt:

- Bereitstellung von Schutzvorrichtungen, Geräte und Schutzausrüstungen,
- Planung und Training von Störfallmaßnahmen,
- Zugangsbeschränkung, -kontrolle und -erfassung,
- Sicherstellung der physikalischen Strahlenschutzkontrolle.

4.2.1.2 Lüftungsanlage FRG

Durch Abschaltung der Reaktorhallenlüftung und lüftungstechnische Isolation des Raumbereiches wird verhindert, dass radioaktive Schwebstoffe den Kontrollbereich verlassen und in die Umgebung abgegeben werden. Die motor- und pneumatisch betätigten Klappen sind mit Funktions- und Meldeleuchten ausgestattet, damit der jeweilige Betriebszustand vom Leitstand und den Einsatzzentralen aus stets überprüft werden kann. Alle Klappen und Ventilatoren sind so gegeneinander verriegelt, dass Überdruck in der Reaktorhalle im Normalbetrieb verhindert wird. Der Anlagenbereich geht in Druckausgleich mit der Atmosphäre.

4.2.1.3 Lüftungsanlage HL

Bei Ausfall der Zu- und Abluft durch Spannungslosigkeit der Hauptnetzversorgung stellt sich nach einer gewissen Zeit ein Druckausgleich mit der Außenatmosphäre ein. Die Betonzellen 2, 3 und 4 werden lüftungstechnisch durch pneumatische Absperrklappen isoliert, da sie einen Bereich mit erhöhtem Aktivitätsinventar darstellt. Der sich einstellende Druckausgleich verhindert jegliche weitere Luftbewegung in den Raumbereichen.

4.2.1.4 Ableitungen mit dem Abwasser

Sofern eine Ableitung von radioaktiven Abwässern erfolgt, wird die Ableitung beendet.

4.2.1.5 Baulicher und technischer Strahlenschutz

Die Gebäudehülle der Kontrollbereiche stellt die Aufrechterhaltung der Rückhaltefunktion sowie die ausreichende Abschirmung von Direktstrahlung der entsprechenden Räume sicher.

4.2.1.6 Überwachung der Ableitungen mit der Luft

Die Überwachung der Fortluft ist durch den Weiterbetrieb der Fortluftüberwachung sichergestellt. Bei Abschluss der Kontrollbereiche durch Schließen der Lüftungsklappen erfolgt keine weitere Ableitung mit der Fortluft mehr.

4.2.1.7 Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung in der Anlage und in der Umgebung

Die radiologische Überwachung der Räume des HL ist über die USV weiter versorgt und lässt eine Einschätzung der Situation jederzeit zu. Die Umgebungsüberwachung erfolgt weiterhin.

4.2.2 Randbedingungen und betrachtete Störfälle

Gemäß Kapitel 3.5 Stilllegungsleitfaden /10/ und Kapitel 8.3 der ESK-Leitlinie /6/, sind für den Restbetrieb folgende Ereignisse radiologisch relevant oder stellen Anforderungen an die im Restbetrieb erforderliche Einrichtungen, sodass sie hinsichtlich der Anforderungen an die erforderlichen Sicherheitsfunktionen und die betrieblichen Funktionen zu bewerten sind:

- Einwirkungen von innen (EVI)
 - Anlageninterner Brand,
 - Anlageninterne Überflutung,
 - Leckagen / Komponentenversagen,
 - Absturz von Lasten,
 - Kollision von Lasten mit Behältern oder Systemen mit freisetzbarem radioaktivem Inventar,
 - Ereignisse bei Transportvorgängen,
 - Anlageninterne Explosionen,
 - Chemische Einwirkungen,
 - Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen
 - Versorgungseinrichtungen,
 - leittechnischen und Überwachungseinrichtungen,

- Brandschutzeinrichtungen,
 - Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe.
- Wechselwirkung mit anderen Anlagen am Standort.
- Einwirkungen von außen (EVA)
 - Hochwasser / Überflutung und Starkregen,
 - Sturm, Eis, Frost, Hagel und Schnee,
 - Blitzschlag,
 - Außergewöhnliche Hitzeperioden sowie hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit,
 - Biologische Einwirkung,
 - Eindringen gefährlicher Stoffe (Gase),
 - Äußerer Brand,
 - Erdbeben,
 - Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen (auslegungsüberschreitend),
 - Flugzeugabsturz (auslegungsüberschreitend),
 - Ereignisse, die nicht durch das Ereignisspektrum im Abschnitt 8.3 der ESK-Leitlinien abgedeckt sind.

Bei der Durchführung der Störfallanalyse /13/ wurden die folgenden Randbedingungen berücksichtigt:

- Im Restbetrieb wird kein Einzelfehler in den Sicherheitseinrichtungen unterstellt, da entweder das Einzelfehlerkonzept nicht anwendbar ist oder Einzelfehler sich nicht störfallverschärfend auswirken (Vorsorge / Redundanzen). Es ergeben sich keine höheren Aktivitätsabgaben, siehe Kapitel 6.4.3.3.
- Im Restbetrieb werden keine Auslegungsanforderungen aus der EVA berücksichtigt, da zum Zeitpunkt der Errichtung der FRG und des HL keine Regelwerke zur EVA-Auslegung vorlagen. Dies stellt eine konservative Nachweisführung dar. Die radiologischen Auswirkungen sind in der Ereignisanalyse zu berücksichtigen.
- Im Restbetrieb werden in der Ereignisanalyse kausal unabhängige Ereignisse nicht gleichzeitig angenommen. Infolge des Ereignisses auftretende Folgewirkungen sind jedoch berücksichtigt.
- Im Rahmen der Ereignisanalyse werden auch für den Restbetrieb Objektsicherungseinrichtungen und -Maßnahmen zur Prävention unterstellt.

Gemäß § 104 Absatz 6 StrlSchV sollen die Schutzziele zur Störfallvorsorge durch allgemeine Verwaltungsvorschriften präzisiert werden. Bis zu deren Inkrafttreten gilt nach § 194 StrlSchV für Auslegungsstörfälle ein Störfallplanungswert für die effektive Dosis von 50 mSv.

Für auslegungsüberschreitende Störfälle gelten die Dosiswerte und Randbedingungen für frühe Notfallschutzmaßnahmen gemäß Notfall-Dosiswerte-Verordnung (NDWV) /52/.

Die zu betrachtenden Ereignisse der Sicherheitsanalyse werden jeweils mit der folgenden Struktur beschrieben:

- **Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs**
inklusive Beschreibung möglicher Varianten eines Ereignisses,
- **Darstellung der Ereignisablaufanalysen**
inklusive Auswirkungen auf den Restbetrieb der Anlage
- **Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen**
Darstellung, welche Systemfunktionen für die Gewährleistung der Sicherheitsfunktionen erforderlich sind,
- **Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme**
Erforderliche Sicherheitsfunktionen zur Sicherstellung der schutzzielorientierten und schutzzielübergreifenden Anforderungen,
Darstellung, ob die Sicherheitsfunktionen eines Restbetriebssystems für die Ereignisbeherrschung zwingend oder nur zu Minderung der Auswirkungen erforderlich sind.
- **Zusammenfassung**

Bei Ereignissen, die auf Grund von gesicherten Vorsorgemaßnahmen ausgeschlossen werden, wird aufgezeigt, dass diese durch Vorkehrungen hinreichend wirksam und zuverlässig sind.

Die Ereignisse werden in den Kapiteln 4.3 bis 4.26 einzeln erläutert und in Kapitel 4.27 zusammengefasst.

4.3 Anlageninterner Brand

Brandverhinderung, Branderkennung und Brandbekämpfung in der Anlage sind durch die administrativen Maßnahmen (Brandschutzordnung) gewährleistet. Auf Grund der Brandschutzmaßnahmen und der Gegebenheiten vor Ort kann die Entstehung und die Ausbreitung

eines Brandes als äußerst unwahrscheinlich angesehen werden. Ordnungsgemäß verschlossene Abfallgebinde stellen keine Brandlast dar.

Durch den Einsatz von schwer brennbaren Materialien und mit dem Abbau von Anlagenteilen verringern sich auch die Brandlasten kontinuierlich. Zusätzliche relevante Brandlasten durch Einrichtungen für die Durchführung der Abbautätigkeiten ergeben sich nicht.

Der Brand von Graphit der Thermischen Säule ist nicht zu unterstellen, da Graphit extrem schwer entflammbar ist und beim Abbau selbst mit Schneidbrennern nicht genügend Energie aufgebracht werden kann, um den Graphit zu entzünden. Graphit wird z. B. in Schmelzen bis zu Temperaturen von 1 700 °C als Elektrodenmaterial eingesetzt. Darüber hinaus ist das Aktivitätsinventar im Graphit so gering, dass selbst bei einem Graphitbrand keine relevante Aktivität freigesetzt werden kann. Die durch die Neutronenbestrahlung induzierte Wigner-Energie im Graphit ist für den Graphit der Thermischen Säule ohne Bedeutung, da der Neutronenfluss im Bereich der Thermischen Säule sehr niedrig war.

4.3.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

In den Kontrollbereichen FRG bzw. HL erfolgt die Meldung bei einem Brand entweder automatisch oder von Hand:

- Rauchmelder,
- Druckknopfmelder,
- Kommunikationseinrichtungen (Telefon).

Folgende Meldungen in der Sicherungszentrale (Meldefeld X) signalisieren den Brand in der FRG und des HL:

- Signal der Rauchmelder (Meldefeld CYB X),
- Signal der Druckknopfmelder (Meldefeld CYB X).

Folgende organisatorischen Maßnahmen werden eingeleitet:

- Auslösung Feuersalarm für FRG und HL,
- Benachrichtigung der Integrierten Regionalleitstelle Süd (automatisch bei Auslösung durch Rauchmelder und Druckknopfmelder),

- sofortige Beendigung aller Tätigkeiten in den Kontrollbereichen,
- gegebenenfalls Retten von Personen,
- gegebenenfalls vornehmen von Löschversuchen,
- gegebenenfalls Auslösung der CO₂-Löschanlage (bei Brand in Betonzellen 2–4),
- außerhalb der Regelarbeitszeit werden die Betriebsbereitschaften informiert,
- das gesamte Personal verlässt den Kontrollbereich auf normalem Weg,
- Personenkontrolle zur Sicherstellung der vollständigen Räumung der Kontrollbereiche,
- Brandbekämpfung durch Feuerwehr.

Ungeachtet der Brandschutzmaßnahmen wird als abdeckenden Fall das vollständige Verbrennen des Inhaltes eines Behälters unterstellt, der mit kontaminierten Putzlappen gefüllt ist. Radioaktive Schwebstoffe werden dabei in die Anlagenatmosphäre freigesetzt. Sofern ein Löschversuch erfolgreich sein sollte, reduziert sich die Freisetzung radioaktiver Schwebstoffe entsprechend.

Der unterstellte Brand bleibt auf einen Behälter beschränkt, da sichergestellt wird, dass immer nur ein Behälter an einem Arbeitsplatz für die Sammlung von brennbaren Abfällen offensteht. Weitere in der Anlage vorhandene brennbare Abfälle befinden sich in geschlossenen Behältern (z. B. 200-l-Fass).

Andere potentielle Bände wie z. B. von verlegten Kabeln sowie elektrisch betriebene Geräte und Systeme (Lüftungsmotoren, Kranmotoren, Hand-Fuß-Kontaminationsmonitor, etc.) führen zu keiner oder gegenüber dem abdeckenden Fall geringfügigeren Freisetzung von radioaktiven Stoffen innerhalb des Kontrollbereichs.

In der Betriebsstätte FRG/HL werden als eigene, motorbetriebene Transportfahrzeuge nur Fahrzeuge eingesetzt, die mit Gas oder Batterien betrieben werden.

Bei An- und Abtransporten mit dieselbetriebenen Fremdfahrzeugen wird im betrieblichen Regelwerk festgelegt, mit welchen Maßnahmen eine Gefährdung der Schutzziele durch hohe Brandlasten (Dieseltank) bei einem unterstellten Brand des Transportfahrzeuges verhindert werden kann. Die Freisetzung von Radioaktivität wird von dem unterstellten abdeckenden Brand mit abgedeckt.

Brände auf Freiflächen oder auch Brände von motorgetriebenen Transportfahrzeugen führen zu keiner relevanten Freisetzung von radioaktiven Stoffen, da diese in Stahlblech- bzw. Gussbehältern verpackt sind und keine Brandlast darstellen.

Anfallendes Löschwasser wird durch die Gebäudestrukturen aufgefangen.

Radioaktive Schwebstoffe in der Fortluft werden durch die Gebäudestrukturen als auch durch die Fortluftfilterung weitgehend zurückgehalten.

4.3.1.1 Brand eines Schwebstofffilters der Fortluftanlage

Im Bereich der Schwebstofffilter in den Fortluftanlagen sind keine Zündquellen vorhanden. Ebenso sind im Fortluftkanal vor und hinter den Schwebstofffiltern keine Komponenten, die zur Auslösung eines Brandes geeignet wären. In der Regel befinden sich im Bereich der Filter passive Komponenten wie Drossel- oder Rückschlagklappen.

Elektrische Komponenten, die aufgrund eines Defekts als mögliche Zündquelle dienen könnten, befinden sich entweder außerhalb des Lüftungskanals (z. B. Instrumentierung) oder in deutlicher Entfernung zu den Schwebstofffiltern (Ventilatoren). Damit können diese als Zündquellen ausgeschlossen werden. Ebenso wird durch administrative Maßnahmen ein Auftreten von Zündquellen wirkungsvoll verhindert. Aufgrund des Fehlens geeigneter Zündquellen kann eine Brandentstehung an den Schwebstofffiltern ausgeschlossen werden.

Im Rahmen des Wechsels der Schwebstofffilter wird der Lüftungskanal geöffnet. Dabei wird der entsprechende Filterstrang von der übrigen Fortluftanlage abgeriegelt. Bei einem unterstellten Brand eines Schwebstofffilters, kann es somit zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Raumluft aber nicht zu einer direkten Freisetzung über den Fortluftkamin kommen. Dieser Fall wird sicherheitstechnisch durch den oben beschriebenen abdeckenden Störfall („Brand eines Fasses“) mit abgedeckt.

Ungeachtet, dass eine Brandentstehung an einem Schwebstofffilter aufgrund fehlender Zündquellen ausgeschlossen werden kann, wird ein Brand eines Schwebstofffilters unterstellt. Sofern es beim Brand des Schwebstofffilters zu einer relevanten Freisetzung von an Schwebstoff gebundenen radioaktiven Stoffen in den Fortluftkanal und -kamin kommt, werden diese in der Fortluftüberwachung detektiert und es erfolgt ein Lüftungsabschluss. Somit wird eine weitere Freisetzung verhindert.

Trotz des Fehlens von Zündquellen und des erfolgen eines Lüftungsabschlusses wird konservativ abdeckenden eine hypothetische Freisetzung der Aktivität des Schwebstofffilters unterstellt. Es wird dabei von einem beladenen Schwebstofffilter kurz vor dem Wechsel ausgegangen. Zur abdeckenden Abschätzung der Aktivitätsbeladung des Schwebstofffilters wird unterstellt, dass sich auf diesem 1 kg Betonstaub (Normal- bzw. Barytbeton) vom mechanischen Abbau des aktivierten Reaktorbeckens abgeschieden hat. Dabei wird außer Betracht gelassen, dass die Schwebstoffe bereits weitestgehend durch die Lüftungsanlagen der Einhausungen abgeschieden werden.

Bei einer unterstellten Freisetzung von 10 % der Aktivität /53, 54/ (höchste Partikelfreisetzungsanteile, AGG 1/6, BK 8/9) des beladenen Filters ergibt sich eine geringere Freisetzung als durch das Ereignis „Absturz von Lasten“, siehe Kapitel 4.6, mit 250 kg Normal bzw. 360 kg Barytbeton /13/. Somit ist radiologisch der Brand des Schwebstofffilters durch das Ereignis „Absturz von Lasten“ abgedeckt.

4.3.2 Darstellung der Ereignisablaufanalysen

Sofern abbaubedingt noch Wasser im Reaktorbecken vorhanden ist, bleibt der Wasserstand im Reaktorbecken unverändert. Die Primärwasserreinigung ist weiter in Betrieb und hat keinen weiteren Einfluss auf den Störfallablauf.

- Die radiologische Überwachung des Kontrollbereichs FRG erfolgt weiterhin.
- Die Lüftungsanlagen sind in Betrieb und die Unterdruckhaltung wird aufrechterhalten.
- Es wird sichergestellt, dass alle Zu- und Ausgänge der FRG nach dem Verlassen der Personen geschlossen sind.
- Alle zum Störungseintritt laufenden Prozesse zur Vorbereitung und Abgabe von Abwässern an die Elbe werden eingestellt.
- Bei Brandmeldung der Betonzelle 2–4 schließen die Zuluftklappen, die Unterdruckhaltung bleibt erhalten.
- Die radiologische Überwachung des Kontrollbereichs HL erfolgt weiterhin.
- Es wird sichergestellt, dass alle Zu- und Ausgänge des HL nach dem Verlassen der Personen geschlossen sind.
- Die FRG und das HL befinden sich in einem sicheren Zustand, vergleiche Kapitel 4.2.1.

Die Kontrollbereiche der FRG und des HL dürfen nur durch Mitarbeiter des Strahlenschutzes zu Kontrollzwecken begangen werden.

4.3.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Aufgrund der Art und Zustand der Anlagen ergeben sich durch den anlageninternen Brand potentiell die folgenden Betroffenheitsmöglichkeiten der Sicherheitsfunktionen des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition“.

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss (Rückhaltefunktion),
- Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe (Rückhaltefunktion).

Die Sicherheitsfunktionen „Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage“ und „ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen“ sind durch einen anlageninternen Brand nicht betroffen.

4.3.3.1 Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss

Eine potentielle Freisetzung des Aktivitätsinventars innerhalb der Anlagen bleibt auf das Inventar des lokalen Brandherdes beschränkt. Weiter können Freisetzungen durch rechtzeitige Brandmeldung, erfolgreiche Brandlöschversuche und die CO₂-Feuerlöschanlage (HL, Betonzellen 2–4) weiter begrenzt werden.

Durch die Integrität des Reaktorgebäudes und den Betrieb der Lüftungsanlage wird die im Restbetrieb vorhandene Luftströmung und Unterdruckhaltung weiter sichergestellt.

4.3.3.2 Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe

Eine Freisetzung radioaktiver Schwebstoffe in die Umgebung wird durch die Rückhaltefunktion des Schwebstofffilters der Lüftungsanlage begrenzt.

Bei einem anlageninternen Brand während einer Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser wird die Ableitung mit dem Wasser beendet.

4.3.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

In der Störfallbetrachtung /13/ wird gezeigt, dass die entsprechenden Störfallplanungswerte gemäß § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV eingehalten werden. Zur Störfallbe-

herrschaft und zur Einhaltung der Schutzziele sind somit keine Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme erforderlich.

Zur Minderung der Auswirkungen dienen die folgenden Sicherheitsfunktionen und damit verbundenen Teile der Restbetriebssysteme:

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsflusses (Aktivitätsrückhaltung),
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich FRG Gebäude 03 UJA, USV, UKR, USA,
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich HL Gebäude 03 UFJ, UKS, UKT, UKZ,
 - Branderkennung / Brandmeldung:
 - Brandmeldeanlage (CYE),
 - Druckknopfbrandmelder (CYE),
 - Telefonanlage (CYA01).
 - Brandbekämpfungseinrichtung:
 - Handfeuerlöscher,
 - CO₂-Löschanlage Betonzellen 2–4 (SGJ01),
 - Zuluftabschluss Betonzellen 2–4 (KLC105).
- Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe,
 - Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG (KLA01, KLC01),
 - Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL (KLC103, KLC104, KLZ10).

Zur Sicherstellung der obengenannten Sicherheitsfunktionen der Restbetriebssysteme (zur Minderung der Auswirkungen) sind die folgenden Hilfssysteme erforderlich:

- Elektrische Energieversorgung.

4.3.5 Zusammenfassung

In der Tabelle 4-1 sind die Schutzziele, die erforderliche Sicherheitsfunktion sowie die vorhandenen Systemfunktionen zusammengefasst.

Tabelle 4-1: Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen bei einem unterstellten anlageninternen Brand

Schutzziele	Sicherheitsfunktion	Systemfunktionen zur Minderung der Auswirkungen
Begrenzung der Strahlenexposition (Rückhaltefunktion)	Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss	Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche FRG: UJA, USV, UKR, USA
		Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche HL: UFJ, UKS, UKT, UKZ CO ₂ -Löschanlage Betonzellen 2 – 4 (SGJ01)
		Branderkennung / Brandmeldung (CYE) Telefonanlage (CYA01) Handfeuerlöscher
	Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe	Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG: KLA01 AT111–117 KLC01 AT003 KLC01 AT005–009 KLC01 AT302
Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL: KLC103 AT022, 024, 026 ,028 KLC104 AT004 KLZ10 BT011–014 Zuluftabschluss Betonzellen 2–4 (KLC105)		

4.4 Anlageninterne Überflutung

Generell sind Gebäudestrukturen so ausgebildet, dass bei einer Leckage die austretenden Wässer über Wannen oder Abläufe aufgefangen werden und sich nicht unkontrolliert in der FRG oder dem HL ausbreiten können. Das Potential für anlageninterne Überflutungen ist im Restbetrieb gegenüber dem Forschungsbetrieb noch weiter verringert.

Das für eine Überflutung erforderliche Wasservolumen ist ausschließlich im Reaktorbecken vorhanden. Aufgrund der Konstruktion des Reaktorbeckens (2-Barrierensystem der Beton- und Linderdurchdringungen) ist ein Versagen der Beckendurchführungen nicht zu unterstellen. Im Rahmen des Abbaufortschritts kann eine Überflutung mit radioaktivem Wasser mit Erreichen der Wasserfreiheit ausgeschlossen werden.

Ein Versagen oder eine Fehlbedienung der Wasserversorgungssysteme (Trink- / Löschwasserleitung) kann allerdings nicht ausgeschlossen werden. Findet ein entsprechender Austritt statt, fließt das Trinkwasser mittelbar in die Kellerräume der FRG bzw. des HL und sammelt

sich dort. Die entsprechenden Kellerräume sind mit Wasserdetektionsmeldern versehen, die bei Auftreten von Wasser eine Alarmierung am Leitstand bzw. auf der Wache auslösen. Aufgrund von geeigneten Maßnahmen kann eine Überflutung von sicherheitstechnisch relevanten Restbetriebssystemen ausgeschlossen werden. In Abhängigkeit der von der Leckage betroffenen Systeme und Komponenten kann es zu einer betrieblichen Einschränkung der Verfügbarkeit kommen. Eine Aktivitätsfreisetzung kann ausgeschlossen werden.

Weitere Leckagen und Komponentenversagen sind im Kapitel 4.5 beschrieben.

4.4.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Eine anlageninterne Überflutung sowie eine Aktivitätsfreisetzung können aufgrund der technischen und bautechnischen Vorsorge ausgeschlossen werden.

4.4.2 Darstellung der Ereignisablaufanalysen

Auswirkungen werden aufgrund der Vorsorge ausgeschlossen. Alle sicherheitstechnisch relevanten Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.4.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Da aufgrund der Vorsorgemaßnahmen keine Aktivitätsfreisetzung zu unterstellen ist, ergeben sich keine Schutzzielrelevanz und keine Anforderungen.

4.4.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme sind zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sowie zur Minderung der Auswirkungen nicht erforderlich.

4.4.5 Zusammenfassung

Es ergeben sich im Zusammenhang mit einer potentiellen anlageninternen Überflutung keine Anforderungen in Bezug auf Schutzziele oder erforderliche Sicherheits- und Systemfunktionen.

4.5 Leckagen / Komponentenversagen

Alle in den Anlagen befindlichen Systeme und Einrichtungen, die betrieblich radioaktive Wässer führen, sind vorsorglich so ausgelegt, dass Leckagen entweder

- gesammelt werden, z. B. Anlagenentwässerungssystem (KTA 01),
- in bautechnischen Wannern aufgefangen werden, z. B. Abwassersammelbehälterräume, Verbindungsschächte (1/2UKZ), Sumpf RA-Keller sowie
- Systeme und Einrichtungen doppelwandig ausgelegt sind (zum Teil inklusive Leck-Überwachung), z. B. Abwassersammelbehälter, Ableitungsleitung in die Elbe,

und somit eine unkontrollierte Ausbreitung ausgeschlossen werden kann.

4.5.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Als radiologisch abdeckendes Ereignis einer Leckage bzw. eines Komponentenversagens wird unterstellt, dass der gesamte Inhalt eines Abwasserbehälters FRG/HL (Reaktorgebäude) ausläuft. Eine Ausbreitung des Wassers wird durch Auffangwannen verhindert. Gegebenenfalls erfolgt die Räumung der betroffenen Bereiche.

Es wird die Freisetzung der Radionuklide aus dem Abwasser in die Raumluft unterstellt. Radioaktive Schwebstoffe in der Fortluft werden durch die Gebäudestrukturen als auch durch die Fortluftfilterung weitgehend zurückgehalten.

Selbst eine Leckage von Primärkühlmittel führt zu keiner relevanten Beeinflussung der Ableitungen mit der Fortluft, da auch betrieblich das Primärkühlmittel im Reaktorbecken verdunstet. Der Füllstand in betroffenen Behältern sinkt entsprechend ab. Sofern die Primärwasserreinigung 1 & 2 von einer Leckage betroffen ist, erfolgt eine Meldung im Leitstand und in der Sicherungszentrale über die Wasserstandsanzeiger Sumpf RA-Keller (keine Sicherheitsrelevanz).

4.5.2 Darstellung der Ereignisablaufanalysen

Sofern abbaubedingt noch Wasser im Reaktorbecken vorhanden ist, sinkt der Wasserstand im Reaktorbecken gegebenenfalls bis zur Entnahmehöhe der Primärwasserreinigung 1 & 2 ab. Die Primärwasserreinigung ist weiter in Betrieb und hat keinen weiteren Einfluss auf den Störfallablauf.

- Die radiologische Überwachung des Kontrollbereichs FRG erfolgt weiterhin.
- Die Lüftungsanlagen sind in Betrieb und die Unterdruckhaltung wird aufrechterhalten.
- Es wird sichergestellt, dass alle Zu- und Ausgänge der FRG geschlossen sind.

- Sofern das Abwassersystem betroffen ist und laufende Prozesse zur Vorbereitung und Abgabe von Abwässern an die Elbe erfolgen, werden diese eingestellt.
- Die radiologische Überwachung des Kontrollbereichs HL erfolgt weiterhin.
- Es wird sichergestellt, dass alle Zu- und Ausgänge des HL geschlossen sind.

In Abhängigkeit der von der Leckage betroffenen Systeme und Komponenten kann es zu einer betrieblichen Einschränkung der Verfügbarkeit kommen.

4.5.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Aufgrund von Art und Zustand der Anlagen ergeben sich durch eine Leckage bzw. durch ein Komponentenversagen potentiell die folgenden Betroffenheitsmöglichkeiten der Sicherheitsfunktionen des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition“.

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss (Rückhaltefunktion)
- Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe (Rückhaltefunktion)

Die Sicherheitsfunktionen „Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage“ und „ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen“ sind durch eine Leckage bzw. Komponentenversagen nicht betroffen.

4.5.3.1 Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss

Die Freisetzung des Aktivitätsinventars innerhalb der Anlagen bleibt auf den Bereich der Leckage und gebäudetechnischen Auffangstrukturen (Wannen, Abläufe etc.) beschränkt.

Durch die Integrität des Reaktorgebäudes und den Betrieb der Lüftungsanlage wird die im Restbetrieb vorhandene Luftströmung und Unterdruckhaltung weiter sichergestellt.

4.5.3.2 Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe

Eine potentielle Freisetzung radioaktiver Schwebstoffe in die Umgebung wird durch die Rückhaltefunktion des Schwebstofffilters der Lüftungsanlage und die Gebäudestrukturen begrenzt.

Sofern betroffen, wird bei einer Leckage bzw. einem Komponentenversagen während einer Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser die Ableitung mit dem Wasser beendet.

4.5.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

In der Störfallbetrachtung /13/ wird gezeigt, dass bei Leckagen bzw. Komponentenversagen die entsprechenden Störfallplanungswerte gemäß § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV eingehalten werden. Selbst bei einer ungefilterten Freisetzung in die Umgebung würde der Störfallplanungswert nach § 194 StrlSchV nicht überschritten werden. Zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sind somit keine Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme erforderlich.

Zur Minderung der Auswirkungen von Leckagen bzw. Komponentenversagen dienen die folgenden Sicherheitsfunktionen und damit verbundenen Teile der Restbetriebssysteme:

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsflusses (Aktivitätsrückhaltung),
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich FRG Gebäude 03 UJA, USV inklusive Reaktorbecken (JAA) und Durchdringungen/Strahlrohre (JBA, JEC),
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich HL Gebäude 03 UFJ, UKS, UKT, UKZ,
 - Systeme zur Leckage- und Füllstandsüberwachungen (JYH, KTM, KWA).
- Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe,
 - Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG (KLA01, KLC01),
 - Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL (KLC103, KLC104, KLZ10).

Zur Sicherstellung der obengenannten Sicherheitsfunktionen der Restbetriebssysteme (zur Minderung der Auswirkungen) sind die folgenden Hilfssysteme erforderlich:

- Elektrische Energieversorgung.

4.5.5 Zusammenfassung

In der Tabelle 4-2 sind die Schutzziele, die erforderliche Sicherheitsfunktion sowie die vorhandenen Systemfunktionen zusammengefasst.

Tabelle 4-2: Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktion und vorhandene Systemfunktionen bei unterstellten Leckagen bzw. bei Komponentenversagen

Schutzziele	Sicherheitsfunktion	Systemfunktionen zur Minderung der Auswirkungen
Begrenzung der Strahlenexposition (Rückhaltefunktion)	Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss	Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche FRG: UJA, USV Reaktorbecken inkl. Durchdringungen (JAA, JBA, JEC)
		Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche HL: UFJ, UKS, UKT, UKZ
		Leckage- und Füllstandsüberwachungen: JYH, KTM, KWA
	Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe	Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG: KLA01 AT111–117 KLC01 AT003 KLC01 AT005–009 KLC01 AT302
Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL: KLC103 AT022, 024, 026 ,028 KLC104 AT004 KLZ10 BT011–014		

4.6 Absturz von Lasten

Während der Durchführung der Abbaumaßnahmen ist es erforderlich, verschiedene Anlagenteile und gefüllte Behältnisse zu transportieren. Hierfür werden geeignete Transportmittel eingesetzt. In der Anlage stehen diverse Kräne zur Verfügung, die regelmäßig entsprechend den anzuwendenden Vorschriften geprüft und gewartet werden. Für die Bedienung der Kräne wird ausschließlich geschultes Fachpersonal eingesetzt.

Transporte werden 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 oder wirksam zu begrenzen. Nachfolgend werden potentielle Lastabstürze beim Abbau der FRG und des HL betrachtet und ein abdeckender Lastabsturz hergeleitet.

4.6.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Es wird konservativ abdeckend der Absturz eines mit aktiviertem Betonschutt (Reaktorbecken) gefüllten 200-l-Fass außerhalb der Gebäude unterstellt, z. B. von einem Flurförderzeug. Dabei wird das Abfallgebände beschädigt, dass ein Teil der Aktivität als Schwebstoffe austritt und in die Umgebung freigesetzt wird. Das Personal verlässt den betroffenen Bereich.

Sofern ein Absturz von Lasten innerhalb eines Kontrollbereiches erfolgt, wird durch die Gebäudestrukturen und die Schwebstofffilter der Fortluftanlage die Freisetzung in die Umgebung weitgehend zurückgehalten. Es erfolgt die Bilanzierung der entsprechenden Ableitungen mit Luft mittels der Fortluftüberwachung.

4.6.2 Darstellung der Ereignisablaufanalysen

Auswirkungen auf Restbetriebssysteme aufgrund eines Absturzes von Lasten ergeben sich nicht und können ausgeschlossen werden. Alle Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.6.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Aufgrund von Art und Zustand der Anlagen ergeben sich durch einen Absturz von Lasten potentiell die folgenden Betroffenheitsmöglichkeiten der Sicherheitsfunktionen des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition“.

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss (Rückhaltefunktion),
- Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe (Rückhaltefunktion).

Die Sicherheitsfunktionen „Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage“ und „ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen“ sind durch einen Absturz von Lasten nicht betroffen.

4.6.3.1 Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss

Die Freisetzung beschränkt sich im Wesentlichen auf den Zeitpunkt der Beschädigung des Abfallgebändes. Die freisetzbare Aktivität wird durch das Inventar des Abfallgebändes und durch dessen freisetzbaren Anteil begrenzt. Sofern ein Absturz innerhalb des Kontrollbe-

reichs erfolgt, wird durch die Integrität der Gebäudestrukturen und den Betrieb der Lüftungsanlage die Ausbreitung begrenzt.

4.6.3.2 Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe

Da ein Absturz außerhalb der Gebäude unterstellt wird, erfolgt keine Rückhaltung radioaktiver Schwebstoffe. Sofern ein Absturz innerhalb des Kontrollbereichs erfolgt, wird durch den Schwebstofffilter der Fortluftanlage der überwiegende Teil der Aktivität zurückgehalten.

4.6.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

In der Störfallbetrachtung /13/ wird gezeigt, dass bei einer direkten Freisetzung in die Umgebung die entsprechenden Störfallplanungswerte gemäß § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV eingehalten werden. Selbst bei einer ungefilterten Freisetzung in die Umgebung wird der Störfallplanungswert nach § 194 StrlSchV nicht überschritten. Zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sind somit keine Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme erforderlich.

Zur Minderung der Auswirkungen bei einem Absturz von Lasten innerhalb der Kontrollbereiche dienen die folgenden Sicherheitsfunktionen und damit verbundenen Teile der Restbetriebssysteme:

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsflusses (Aktivitätsrückhaltung),
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich FRG Gebäude 03 UJA, USV, UKR, USA,
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich HL Gebäude 03 UFJ, UKS, UKT, UKZ.
- Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe,
 - Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG (KLA01, KLC01),
 - Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL (KLC103, KLC104, KLZ10).

Zur Sicherstellung der obengenannten Sicherheitsfunktionen der Restbetriebssysteme (zur Minderung der Auswirkungen) sind die folgenden Hilfssysteme erforderlich:

- Elektrische Energieversorgung.

4.6.5 Zusammenfassung

In der Tabelle 4-2 sind die Schutzziele, die erforderliche Sicherheitsfunktion sowie die vorhandenen Systemfunktionen zusammengefasst.

Tabelle 4-3: Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktion und vorhandene Systemfunktionen bei einem unterstellten Absturz von Lasten

Schutzziele	Sicherheitsfunktion	Systemfunktionen zur Minderung der Auswirkungen
Begrenzung der Strahlenexposition (Rückhaltefunktion)	Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss	Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche FRG: UJA, USV, UKR, USA
		Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche HL: UFJ, UKS, UKT, UKZ
	Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe	Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG: KLA01 AT111–117 KLC01 AT003 KLC01 AT005–009 KLC01 AT302
		Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL: KLC103 AT022, 024, 026 ,028 KLC104 AT004 KLZ10 BT011–014

4.7 Kollision von Lasten mit Behältern oder Systemen mit freisetzbarem radioaktivem Inventar

Die Abbaureihenfolge und die Transportwege von Lasten sind in der Planung so gewählt, dass Kollisionen von Lasten mit Systemen und Behältern mit freisetzbarem radioaktivem Inventar weitgehend ausgeschlossen werden können.

In der Anlage befinden sich nur noch wenige Behälter oder Systeme, die freisetzbare Aktivitäten aufweisen, z. B. Abwassersammelbehälter, Beckenreinigung. Ebenso sind diese Systeme und Behälter drucklos und weisen nur geringe Aktivitätskonzentrationen auf. Die betreffenden Behälter und Systeme befinden sich in anderen Räumen / Bereichen der Anlage / Gebäuden an denen ein Abbau und eine Handhabung von Lasten erst dann erfolgt, wenn die Systeme entleert sind und damit kein relevantes freisetzbares Aktivitätsinventar mehr vorhanden ist.

Selbst bei einer hypothetischen Freisetzung von Aktivität innerhalb der Anlage erfolgt die Rückhaltung über die Gebäudestrukturen und den Fortluftfilter. Die Freisetzungen werden von dem Ereignis „Leckagen / Komponentenversagen“ (siehe Kapitel 4.5) bzw. „Absturz von Lasten“ (siehe Kapitel 4.6) abgedeckt. Der Ereignisablauf, die Auswirkungen auf die Restbetriebssysteme sowie die Anforderungen an Sicherheitsfunktionen und erforderliche Restbetriebssysteme sind abdeckend in Kapitel 4.5 bzw. 4.6 beschrieben.

4.8 Ereignisse bei Transportvorgängen

Während der Durchführung der Abbaumaßnahmen ist es erforderlich, verschiedene Anlagenteile und gefüllte Behältnisse zu transportieren. Hierfür werden geeignete Transportmittel und geschultes Fachpersonal eingesetzt. Die Transportwege werden so gewählt, dass eine Gefährdung von sicherheitstechnisch wichtigen Restbetriebssystemen durch logistische Prozesse minimiert werden. Kann in Einzelfällen eine Kollision von Lasten mit sicherheitstechnisch wichtigen Bauwerken, Systemen und Komponenten nicht ausgeschlossen werden, wird im Vorfeld eine abdeckende Gefährdungsbeurteilung und eine Einsatzbesprechung aller beteiligten Mitarbeiter vor Durchführung des Transportvorganges durchgeführt.

Trotzdem können bei Transportvorgängen in der Anlage z. B. durch Kollision Gebinde oder Verpackungen von radioaktiven Reststoffen und Abfällen beschädigt werden. Ebenso ist auch ein Absturz während eines Transportes zu unterstellen.

Für die Umverpackung von zerlegten Teilen des RDB-OH und Optimierung der Behälterbeladung werden diese von der Zerlegehalle zum HL transportiert. Daher ist auch der Lastabsturz von einem Transportfahrzeug außerhalb der Gebäude zu unterstellen, z. B. auch in Folge einer Kollision.

Ereignisse bei Transportvorgängen werden dabei von dem Ereignis „Absturz von Lasten“ (siehe Kapitel 4.6) abgedeckt, da bei Abstürzen potentiell die höheren Aufprallgeschwindigkeiten und -energien zu unterstellen sind. Der Ereignisablauf, die Auswirkungen auf die Restbetriebssysteme sowie die Anforderungen an Sicherheitsfunktionen und erforderliche Restbetriebssysteme sind abdeckend in Kapitel 4.6 beschrieben.

In der Störfallbetrachtung Zerlegehalle RDB-OH /14/ wird bezüglich des Transportes gezeigt, dass die entsprechenden Störfallplanungswerte gemäß § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV selbst bei einem Absturz außerhalb der Gebäude eingehalten werden. Es

ergeben sich im Zusammenhang mit einem Ereignis bei Transportvorgängen keine zusätzlichen Anforderungen in Bezug auf Kapitel 4.6.

4.9 Anlageninterne Explosionen

Beim Abbau von Anlagenteilen können technische Gase zum Einsatz kommen (z. B. Schweißgase), die potentiell explosionsfähig sind. Daher besteht die prinzipielle Möglichkeit einer mechanischen oder thermischen Einwirkung. Für die Verwendung und Lagerung der technischen Gase werden die einschlägigen Normen eingehalten. Explosionsfähige Gase treten nur lokal und in geringen Konzentrationen auf. Sofern überhaupt anlageninterne Explosionen im Hinblick auf die Brandschutzmaßnahmen zu unterstellen sind, ist mit einer Deflagration (sehr schnelle Verbrennung) des Gases zu rechnen. Eine Detonation mit Druckwelle kann aufgrund der zum Einsatz kommenden Gase und fehlender Verdämmung ausgeschlossen werden. Somit ist nicht mit maßgeblichen mechanischen Einwirkungen zu rechnen.

Prinzipiell kann eine anlageninterne Deflagration zu einer Fehlbedienung des Personals und einem damit verbundenen Absturz von Lasten führen sowie gegebenenfalls einen anlageninternen Brand verursachen. Der entsprechende Ereignisablauf, die Auswirkungen auf die Restbetriebssysteme sowie die Anforderungen an Sicherheitsfunktionen und erforderliche Restbetriebssysteme sind abdeckend in Kapitel 4.3 und 4.6 beschrieben.

4.9.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Aufgrund einer zu unterstellenden anlageninternen Deflagration kann es zu einer Fehlbedienung des Personals und einem damit verbundenen Absturz von Lasten sowie gegebenenfalls einem anlageninternen Brand kommen. Die weiteren entsprechenden Ereignisabläufe sind in den jeweiligen Kapiteln 4.3 und 4.6 beschrieben.

4.9.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Auswirkungen aufgrund einer anlageninternen Detonation werden ausgeschlossen bzw. sind bei einer Deflagration durch die Ereignisse „Absturz von Lasten“ und „Anlageninterner Brand“ abgedeckt. Alle Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörtem Betriebszustand. Gegebenenfalls erfolgt bei einer Brandmeldung der Betonzelle 2–4 die Schließung der Zuluftklappen. Die Unterdruckhaltung bleibt erhalten.

4.9.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Aufgrund von Art und Zustand der Anlagen ergeben sich durch eine anlageninterne Deflagration und den damit verbundenen potentiellen Absturz von Lasten sowie anlageninternen Brand die folgenden Betroffenheitsmöglichkeiten der Sicherheitsfunktionen des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition“.

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss (Rückhaltefunktion),
- Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe (Rückhaltefunktion).

Die Sicherheitsfunktionen „Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage“ und „ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen“ sind durch eine anlageninterne Deflagration nicht betroffen.

Da keine Detonation zu unterstellen ist, ergeben sich diesbezüglich keine Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen.

4.9.3.1 Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss

Eine potentielle Freisetzung beschränkt sich im Wesentlichen auf den Ort des Ereignisses (Absturz von Lasten und anlageninterner Brand). Die entsprechend freisetzbaren Aktivitätsinventare sind begrenzt. Sofern ein Absturz innerhalb des Kontrollbereichs erfolgt, wird durch die Integrität der Gebäudestrukturen und den Betrieb der Lüftungsanlage die Ausbreitung begrenzt.

4.9.3.2 Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe

Eine potentielle Freisetzung radioaktiver Schwebstoffe in die Umgebung wird durch die Rückhaltefunktion des Schwebstofffilters der Lüftungsanlage und die Gebäudestrukturen begrenzt.

4.9.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

In der Störfallbetrachtung /13/ wird gezeigt, dass bei einem, mit einer anlageninternen Explosion verbundenen, Absturz von Lasten und einem anlageninternen Brand die entsprechenden Störfallplanungswerte gemäß § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV eingehalten werden. Zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sind somit keine Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme erforderlich.

Zur Minderung der Auswirkungen einer potentiellen anlageninternen Explosion dienen die folgenden Sicherheitsfunktionen und damit verbundenen Teile der Restbetriebssysteme:

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsflusses (Aktivitätsrückhaltung),
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich FRG Gebäude 03 UJA, USV, UKR, USA,
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich HL Gebäude 03 UFJ, UKS, UKT, UKZ,
 - Branderkennung / Brandmeldung:
 - Brandmeldeanlage (CYE),
 - Druckknopfbrandmelder (CYE),
 - Telefonanlage (CYA01).
 - Brandbekämpfungseinrichtung:
 - Handfeuerlöscher,
 - CO₂-Löschanlage Betonzellen 2–4 (SGJ01),
 - Zuluftabschluss Betonzellen 2–4 (KLC105).
- Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe,
 - Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG (KLA01, KLC01),
 - Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL (KLC103, KLC104, KLZ10).

Zur Sicherstellung der obengenannten Sicherheitsfunktionen der Restbetriebssysteme (zur Minderung der Auswirkungen) sind die folgenden Hilfssysteme erforderlich:

- Elektrische Energieversorgung.

4.9.5 Zusammenfassung

In der Tabelle 4-4 sind die Schutzziele, die erforderliche Sicherheitsfunktionen sowie die vorhandenen Systemfunktionen zusammengefasst.

Tabelle 4-4: Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen bei einer unterstellten anlageninternen Explosion

Schutzziele	Sicherheitsfunktion	Systemfunktionen zur Minderung der Auswirkungen
Begrenzung der Strahlenexposition (Rückhaltefunktion)	Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss	Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche FRG: UJA, USV, UKR, USA
		Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche HL: UFJ, UKS, UKT, UKZ CO ₂ -Löschanlage Betonzellen 2–4 (SGJ01)

Schutzziele	Sicherheitsfunktion	Systemfunktionen zur Minderung der Auswirkungen
		Branderkennung / Brandmeldung (CYE) Telefonanlage (CYA01) Handfeuerlöscher
	Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe	Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG: KLA01 AT111–117 KLC01 AT003 KLC01 AT005–009 KLC01 AT302
		Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL: KLC103 AT022, 024, 026 ,028 KLC104 AT004 KLZ10 BT011–014 Zuluftabschluss Betonzellen 2–4 (KLC105)

4.10 Chemische Einwirkungen

Bei der Dekontamination von Anlagenteilen können im begrenzten Umfang chemische Substanzen zum Einsatz kommen. Es handelt sich hierbei um eine kurzzeitige Einwirkung dafür vorgesehener chemischer Substanzen, die das ausführende Personal beim Einsatz kontrolliert. Für die Verwendung und Lagerung der chemischen Substanzen werden die einschlägigen Normen eingehalten. Daher sind Auswirkungen auf Systeme des Restbetriebs, die eine nennenswerte Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Anlage zur Folge haben, nicht zu unterstellen.

Auswirkungen auf den Restbetrieb und eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung aufgrund chemischer Einwirkungen sind deshalb nicht zu besorgen.

4.10.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Ein Störfall sowie eine Aktivitätsfreisetzung aufgrund chemischer Einwirkungen werden ausgeschlossen, da keine entsprechenden Substanzen vorhanden sind bzw. zum Einsatz kommen.

4.10.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Auswirkungen aufgrund chemischer Einwirkungen werden ausgeschlossen. Alle Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.10.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Da aufgrund der Vorsorgemaßnahmen keine Aktivitätsfreisetzung zu unterstellen ist, haben chemische Einwirkungen keine Schutzzielrelevanz. Es ergeben sich keine Anforderungen.

4.10.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme sind zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sowie zur Minderung der Auswirkungen nicht erforderlich.

4.10.5 Zusammenfassung

Es ergeben im Zusammenhang mit einer potentiellen chemischen Einwirkung keine Anforderungen in Bezug auf Schutzziele oder erforderliche Sicherheits- und Systemfunktionen.

4.11 Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen

Die Ausfälle von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen unterteilt sich in die folgenden Unterkategorien.

- Ausfälle und Störungen von Versorgungseinrichtungen,
- Ausfälle und Störungen von leittechnischen und Überwachungseinrichtungen,
- Ausfälle und Störungen von Brandschutzeinrichtungen,
- Ausfälle und Störungen von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe.

Diese werden in den folgenden Kapiteln 4.12 – 4.16 erläutert.

4.12 Ausfälle und Störungen von Versorgungseinrichtungen

Relevante Versorgungssysteme im Restbetrieb der FRG und dem HL sind

- Versorgung mit Elektrizität,
- Versorgung mit Wasser,
- Versorgung mit Druckluft,
- Versorgung mit Gasen.

Der Ausfall der Versorgung mit Wasser, Druckluft und Gasen hat keinen sicherheitstechnischen Einfluss auf die Anlagen, da diese z. B. nur für betriebliche Systeme erforderlich sind.

Ebenso wird die Einhaltung der Schutzziele durch den Ausfall dieser Versorgungen nicht gefährdet.

Die Druckluftversorgung ist für den Betrieb der Lüftungsanlage insofern erforderlich, dass über die Druckluftversorgung die Druckspeicher der Lüftungsanlagen versorgt werden, die im Anforderungsfall die Absperrklappen schließt und den Lüftungsabschluss herstellt. Bei einem Ausfall der Druckluftversorgung wird diese Funktion nicht beeinträchtigt, da das Schließen der Absperrklappen über die Druckspeicher erfolgt.

Der Ausfall der Versorgung mit Gasen, z. B. Zählgase für Strahlenschutzmessgeräte hat keine sicherheitstechnisch relevanten Auswirkungen. Die Strahlenschutzmessgeräte sind eine ausreichende Zeit auch ohne Versorgung weiterhin betriebsfähig bzw. es kann außerdem auf vorhandene mobile Geräte zurückgegriffen werden.

Die Versorgung mit Wasser hat keinen mittelbaren oder unmittelbaren Einfluss auf die sicherheitstechnischen Einrichtungen oder Schutzziele.

Die für den Restbetrieb erforderlichen elektrotechnischen Anlagen dienen der Bereitstellung der betrieblich erforderlichen elektrischen Energie und gewährleisten die Versorgung der Antriebe zum Betrieb aller für den Restbetrieb erforderlichen, sicherheitstechnisch wichtigen Systeme sowie deren Versorgungs- und Hilfssysteme. Für die Energieversorgung selbst sind keine weiteren Versorgungs- und Hilfssysteme erforderlich.

Als Referenzfall wird der Ausfall der elektrischen Energieversorgung durch die EVU-Station Krümmel im Restbetrieb bei gleichzeitig stattfindendem Abbau mit seinen automatischen und den administrativen Maßnahmen beschrieben.

4.12.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Mit dem Ausfall der 400 V Betriebseinspeisung über die Niederspannungsverteilungen 1, 3 und 4 erfolgt die Auslösung folgender Aktionen und automatischer Maßnahmen:

- Ausfall der Lüftungsanlage Reaktorhalle KLA01,
- Zuluftventilator AN001 und vorgewählter Abluftventilator AN122 bzw. AN123 werden spannungslos,

- Automatisches Schließen der Absperrklappen Zuluft AA011 und AA012 sowie Abluft AA0121 (Lüftungsabschluss),
- Ausfall der Lüftungsanlagen Heißes Labor KLC,
- Vorgewählter Zuluftventilator KLC101 AN001 bzw. KLC101 AN002 sowie KLC104 AN001 und vorgewählte Abluftventilatoren KLC103 AN001 bzw. KLC103 AN002, KLZ10 AN001 bzw. KLZ10 AN002 sowie KLC104 AN004 werden spannungslos,
- Automatisches schließen der Absperrklappen Zu- und Abluft Betonzelle 2–4 (KLC105 AA01/02/05/06/010/011/012).

Folgende Meldungen im Leitstand (Meldefeld CWN02) und in der Sicherungszentrale (Meldefeld CYB04) signalisieren den Ausfall Spannungsversorgung und der Lüftungsanlagen der FRG und des HL:

- Störung Spannungsversorgung Niederspannungen (Meldefeld CYB04 12),
- Störung Lüftung Reaktorhalle (Meldefeld CWN02 AC77 und CYB04 03),
- Lüfterstörung Lüftung HL (Meldefeld CYB04 36),
- Lüfter-Doppelstörung Lüftung HL (Meldefeld CYB04 37).

Folgende organisatorischen Maßnahmen werden eingeleitet:

- Auslösung Bereichsalarm für FRG und HL,
- Sofortige Beendigung aller Tätigkeiten in den Kontrollbereichen,
- außerhalb der Regelarbeitszeit sind die Betriebsbereitschaften zu informieren,
- das gesamte Personal verlässt den Kontrollbereich auf normalem Weg,
- Personenkontrolle zur Sicherstellung der vollständigen Räumung der Kontrollbereiche,
- Ursachenermittlung des Ausfalls, um eine Zuschaltung der Reserveeinspeisung über die EVU-Station Tesperhude zu ermöglichen.

4.12.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Mit dem Ausfall der Lüftungsanlage Reaktorhalle KLA01 und dem sofortigen Schließen der Lüftungsabschlussklappen stellt sich innerhalb weniger Minuten auf Grund von bestehenden Kleinstleckagen der Kontrollbereichsumschließung innerhalb der Reaktorhalle inklusive alte Versuchshalle der Atmosphärendruck ein.

- Der Wasserstand im Reaktorbecken bleibt unverändert. Die Primärwasserreinigung ist außer Betrieb (spannungslos) und hat keinen weiteren Einfluss auf den Störfallablauf.
- Die Sicherheitsbeleuchtung im FRG ist batteriegepuffert und besitzt eine ausreichende Kapazität für den Zeitraum der Kontrollbereichsräumung.
- Die Schleusentüren der Reaktorhalle lassen sich im Handbetrieb öffnen und sind nach Verlassen aller Personen wieder zu verschließen.
- Die radiologische Überwachung des Kontrollbereichs der FRG ist durch ausreichende unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen (USV) sichergestellt.
- Alle zum Störungseintritt laufenden Prozesse zur Vorbereitung und Abgabe von Abwässern an die Elbe werden eingestellt (spannungslos).
- Mit Ausfall der Lüftungsanlagen Heißes Labor KLC und Schließen der Betonzellen Zu- und Abluftklappen stellt sich innerhalb weniger Minuten innerhalb des Heißen Labors der Atmosphärendruck ein.
- Die radiologische Überwachung des Kontrollbereichs des HL ist durch ausreichende unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen (USV) sichergestellt.
- Die Sicherheitsbeleuchtung im HL ist batteriegepuffert und besitzt eine ausreichende Kapazität für den Zeitraum der Kontrollbereichsräumung.
- Es wird sichergestellt, dass alle Zu- und Ausgänge des HL nach dem Verlassen der Personen geschlossen sind.
- Die FRG und das HL befinden sich bei einem längerfristigen Ausfall der elektrischen Energieversorgung in einem sicheren Zustand siehe Kapitel 4.2.1.

4.12.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Aufgrund von Art und Zustand der Anlagen ergeben sich durch den Ausfall der elektrischen Versorgung potentiell die folgenden Betroffenheitsmöglichkeiten der Sicherheitsfunktionen des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition“.

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss (Rückhaltefunktion),
- Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe (Rückhaltefunktion),
- Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage,
- ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen.

4.12.3.1 Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss

Der Ausfall der elektrischen Versorgung hat keinen relevanten negativen Einfluss auf eine Freisetzung und die Begrenzung des Aktivitätstransports innerhalb der Anlagen.

4.12.3.2 Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe

Durch den Ausfall der elektrischen Versorgung der Lüftungsanlage und einer gerichteten Luftströmung wäre prinzipiell eine Abgabe von radioaktiven Stoffen auf dafür nicht vorgesehenem Weg durch den Lüftungseinlass möglich. Eine Sicherheitsfunktion ist daher die Begrenzung der Freisetzung von radioaktiven Stoffen.

Durch die elektrische Spannungslosigkeit der Lüftungsanlagen FRG/HL erfolgt für die Reaktorhalle (FRG) sowie für die Betonzellen 2, 3 und 4 (HL) automatisch die Lüftungstechnische Isolation über pneumatische Absperrklappen. Die motor- und pneumatisch betätigten Klappen sind mit Funktions- und Meldeleuchten ausgestattet, damit der jeweilige Betriebszustand vom Leitstand (FRG) bzw. Bedienpult (HL) und den Einsatzzentralen aus stets überprüft werden kann. Alle Klappen und Ventilatoren sind so gegeneinander verriegelt, dass Überdruck in der Reaktorhalle im Restbetrieb verhindert wird. Der Anlagenbereich geht in Druckausgleich mit der Atmosphäre.

Bei Ausfall der elektrischen Versorgung während einer Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser wird die Ableitung aufgrund der elektrischen Spannungslosigkeit unterbrochen und es erfolgt keine weitere Ableitung mit dem Wasser.

4.12.3.3 Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage

Zu Sicherstellung der Dosisleistungs- und Aktivitätsüberwachung in der Anlage ist zur Versorgung der Strahlenschutzinstrumentierung eine Ersatzenergieversorgung erforderlich. Dies erfolgt mittels einer Batteriestromversorgung (BTU, BTJ) in der FRG bzw. einer USV im HL bis zur vollständigen Räumung der betroffenen Bereiche.

Zu Aufrechterhaltung der Überwachung der Ableitungen mit der Fortluft ist eine Ersatzenergieversorgung erforderlich bis aufgrund des Lüftungsabschlusses keine Ableitung mehr erfolgt. Dies wird durch eine USV (BRV01) sichergestellt.

4.12.3.4 Ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen

Für die Räumung der betroffenen Kontrollbereiche sind eine ausreichende Anzahl mobile Strahlenschutzmessgeräte bereit zu halten.

4.12.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

In der Störfallbetrachtung /13/ wird gezeigt, dass bei Ausfällen und Störungen von Versorgungseinrichtungen die entsprechenden Störfallplanungswerte gemäß § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV eingehalten werden. Zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sind somit keine Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme erforderlich.

Zur Minderung der Auswirkungen dienen die folgenden Sicherheitsfunktionen und damit verbundenen Teile der Restbetriebssysteme:

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsflusses (Aktivitätsrückhaltung),
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich FRG Gebäude 03 UJA, USV, UKR, USA,
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich HL Gebäude 03 UFJ, UKS, UKT, UKZ.
- Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe,
 - Lüftungsabschluss Hauptlüftung Reaktorhalle (Lüftungsanlage FRG, KLA01 AA011/012/121),
 - Lüftungsabschluss Betonzellen Heißes Labor (Lüftungsanlage HL, KLC105 AA01/02/05/06/010/011/012).
- Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage,
 - Fortluftinstrumentierung (JYK91-93).
 - ggf. Strahlenschutzmessungen (Aktivitäts- und Dosisleistungsmessstellen, JYK).
- Ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen,
 - mobile Strahlenschutzmessgeräte zur Kontaminationskontrolle.

Zur Sicherstellung der oben genannten Sicherheitsfunktionen der Restbetriebssysteme (zur Minderung der Auswirkungen) sind die folgenden Hilfssysteme erforderlich:

- Notstrombatterie FRG,

- USV HL,
- USV Fortluftüberwachung.

4.12.5 Zusammenfassung

In der Tabelle 4-5 sind die Schutzziele, die erforderliche Sicherheitsfunktion sowie die vorhandenen Systemfunktionen zusammengefasst.

Tabelle 4-5: Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen bei unterstellten Ausfällen und Störungen von Versorgungseinrichtungen

Schutzziele	Sicherheitsfunktion	Systemfunktionen zur Minderung der Auswirkungen
Begrenzung der Strahlenexposition (Rückhaltefunktion)	Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss	Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche FRG: UJA, USV, UKR, USA Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche HL: UFJ, UKS, UKT, UKZ
	Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe	Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG: KLA01 AT111–117 KLC01 AT003 KLC01 AT005–009 KLC01 AT302 Lüftungsabschluss FRG: KLA01 AA011/012/121
		Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL: KLC103 AT022, 024, 026 ,028 KLC104 AT004 KLZ10 BT011 – 014 Lüftungsabschluss HL: KLC105 AA01/02/05/06/010/011/012
	Begrenzung der Strahlenexposition	Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage
ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen		mobile Strahlenschutzmessgeräte zur Kontaminationskontrolle

4.13 Ausfälle und Störungen von leittechnischen und Überwachungseinrichtungen

Für die Rückhaltung von radioaktiven Stoffen sowie für die Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsflusses sind aufgrund der Art und des Zustands der Anlagen keine aktiven Einrichtungen mehr erforderlich, vergleiche auch Kapitel 4.2.1. Somit führt ein Ausfall von leittechnischen Einrichtungen nicht zu einer Freisetzung radioaktiver Stoffe.

Bei einem Ausfall von Überwachungseinrichtungen erfolgen entsprechende Ersatzmaßnahmen, wie z. B.:

- Einsatz mobiler Strahlenschutzmessgeräte, bei Ausfall der Strahlenschutzinstrumentierung,
- Einstellung der Ableitungen mit dem Wasser, bei Ausfall der Aktivitätsmessstelle der Ableitungsüberwachung,
- Auswertung von Sammlern, bei Ausfall der Fortluftüberwachung.

Ein Ausfall oder Störungen von leittechnischen und Überwachungseinrichtungen führen somit zu keiner Betroffenheit der Schutzziele. Es sind keine Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme erforderlich.

4.14 Ausfälle und Störungen von Brandschutzeinrichtungen

Die Brandschutzeinrichtungen basieren im Wesentlichen auf dem baulichen Brandschutz (passive Einrichtungen). Ausfälle und Störungen sind daher für diese Einrichtungen nicht zu unterstellen. Die Brandschutzeinrichtungen, die von einem Ausfall oder einer Störung betroffen sein können, sind die Brandmeldeanlage (CYE) und die CO₂-Feuerlöschanlage (HL, Betonzellen 2–4, SGJ01). Mit einem potentiellen Ausfall oder einer Störung der Einrichtungen als solche, sind keine Freisetzungen von radioaktiven Stoffen verbunden.

Brandschutztüren sind Federbetrieben (passive Einrichtungen) und werden entweder geschlossen gehalten oder schließen bei Stromausfall, Handauslösung oder Auslösen des Rauchmelders automatisch (Brandschutztüren mit Feststellanlage). Über administrative Maßnahmen wird sichergestellt, dass das Schließen der Türen durch verkeilen, verstellen, festbinden etc. nicht blockiert wird.

Bei allen eingesetzten Brandschutzklappen der FRG und des HL sind Schmelzlotauslösungen installiert. Wird das Schließen der Brandschutzklappen bei einem Brand über Schmelzlo-

te ausgelöst, schließen die federbelasteten Brandschutzklappen automatisch. Um rechtzeitig einen brandschutztechnischen Lüftungsabschluss vor Auslösung des Schmelzlotes sicherzustellen, sind gemäß KTA-Regel 2101.3 /55/ Abschnitt 7.5.1 und 7.5.3 Brandschutzklappen mit zusätzlichen Auslöseeinrichtungen ausgerüstet. Da bei allen Brandschutzklappen die Voraussetzungen erfüllt sind, ist eine Fehlfunktion nach KTA-Regel 2101.3 /55/ nicht zu unterstellen.

Die Ereignisbetrachtung „Anlageninterner Brand“ bei der keine Brandschutzeinrichtungen zur Einhaltung der Sicherheitsfunktionen unterstellt werden bzw. erforderlich sind, ist in Kapitel 4.3 dargestellt. Der Ereignisablauf, die Auswirkungen auf die Restbetriebssysteme sowie die Anforderungen an Sicherheitsfunktionen und erforderliche Restbetriebssysteme sind abdeckend dort beschrieben.

4.15 Wechselwirkung mit anderen Anlagen am Standort

Es besteht aufgrund der räumlichen Distanz mit anderen Anlagen am Standort, wie

- der zu errichtende Zerlegehalle für den RDB der Otto Hahn,
- der Halle zur Komponentennachuntersuchung (HAKONA),
- der Bereitstellungshalle und
- der Sammelstelle

keine Wechselwirkung im Hinblick auf zu beherrschende Ereignisse.

4.15.1 Wechselwirkungen mit der Transportbereitstellungshalle (TBH)

Die auf dem Gelände der Betriebsstätte FRG/HL befindliche neue Versuchshalle soll nach baulicher Ertüchtigung und genehmigter Nutzungsänderung als Transportbereitstellungshalle für radioaktive Abfälle bis zum Abtransport an das Bundesendlager genutzt werden.

Dieses Gebäude grenzt unmittelbar an die abzubauenen Gebäude der FRG. Auf Grund der autarken Versorgung der TBH hat ein Ausfall der Energieversorgung im Bereich der FRG und HL keinen Einfluss auf die TBH und die einzuhaltenden Schutzziele.

Ein anlageninterner Brand im Bereich FRG und HL kann sich nicht auf die TBH ausbreiten oder eine direkte Wärmeeinwirkung verursachen, da die TBH aus nicht brennbaren Baustoffen besteht. Der Einsatz der Feuerwehr oder Raucheinwirkungen können Tätigkeiten in der

TBH beeinflussen. Nach Branderkennung im Bereich FRG und HL werden die laufenden Tätigkeiten unterbrochen und das Personal verlässt die TBH.

Eine anlageninterne Überflutung im Bereich der FRG und HL führt zu keiner Gefährdung für die TBH, da diese über keine Kellerräume verfügt und keine verfahrenstechnische Verbindung zum FRG und HL hat.

Bei der baulichen Anpassung der neuen Versuchshalle und beim Gebäudeabbruch der FRG und HL kann es zu Einsätzen von Schwenk- und Baukränen kommen.

Beim Einsatz von Schwenk- und Baukränen ist der Einsatz so zu planen, siehe Instandhaltungs- und Abbauordnung /26/, dass keine Gefährdung schutzzielrelevanter Gebäude und Ausrüstungen zu besorgen ist.

4.16 Ausfälle und Störungen von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe

In Bezug auf Ausfälle und Störungen von Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe verleiht die Betrachtung von Ausfällen und Störungen der Lüftung FRG und HL (KLA, KLC, KLZ). Der Störfallablauf ist bezüglich der Lüftung weitgehend identisch zum Ereignis „Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Versorgungseinrichtungen (Ausfall der Versorgung mit Elektrizität)“, siehe Kapitel 4.12.

4.16.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Bei einem Ausfall oder Störung der Lüftungsanlage FRG (KLA) erfolgen die folgenden automatischen Maßnahmen und Meldungen im Leitstand (Meldefeld CWN02) und in der Sicherungszentrale (Meldefeld CYB04):

- Zuluftventilator AN001 und vorgewählter Abluftventilator AN122 bzw. AN123 werden spannungslos,
- Automatisches Schließen der Absperrklappen Zuluft AA011 und AA012 sowie Abluft AA0121 (Lüftungsabschluss),
- Störung Lüftung Reaktorhalle (Meldefeld CWN02 AC77 und CYB04 03).

Bei einem Ausfall oder Störung der Lüftungsanlage HL (KLC) erfolgen analog:

- Vorgewählter Zuluftventilator KLC101 AN001 bzw. KLC101 AN002 sowie KLC104 AN001 und vorgewählte Abluftventilatoren KLC103 AN001 bzw. KLC103AN002, KLZ10 AN001 bzw. KLZ10 AN002 sowie KLC104 AN004 werden spannungslos,
- Automatisches schließen der Absperrklappen Zu- und Abluft Betonzelle 2–4 (KLC105 AA01/02/05/06/010/011/012),
- Lüfterstörung Lüftung HL (Meldefeld CYB04 36),
- Lüfter-Doppelstörung Lüftung HL (Meldefeld CYB04 37).

Folgende organisatorischen Maßnahmen werden eingeleitet:

- Auslösung Bereichsalarm für FRG und HL,
- Sofortige Beendigung aller Tätigkeiten in den Kontrollbereichen,
- außerhalb der Regelarbeitszeit sind die Betriebsbereitschaften zu informieren,
- das gesamte Personal verlässt den Kontrollbereich auf normalem Weg,
- Personenkontrolle zur Sicherstellung der vollständigen Räumung der Kontrollbereiche.

4.16.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Mit dem Ausfall der Lüftungsanlagen und dem sofortigen Schließen der Lüftungsabschlussklappen stellt sich innerhalb weniger Minuten auf Grund von bestehenden Kleinstleckagen der Kontrollbereichsumschließung innerhalb der betroffenen Bereiche der Atmosphärendruck ein. Es erfolgt somit keine Freisetzung oder weitere Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft.

Auswirkungen aufgrund eines Ausfalls der Lüftungsanlagen werden ausgeschlossen. Alle anderen Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.16.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Aufgrund der Art und Zustand der Anlagen ergeben sich durch einen Ausfall oder eine Störung der Lüftungsanlage potentiell die folgende Betroffenheitsmöglichkeit der Sicherheitsfunktionen des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition“.

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss (Rückhaltefunktion),
- Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe (Rückhaltefunktion).

Die Sicherheitsfunktionen „Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage“ und „ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen“ sind durch einen Ausfall oder eine Störung der Lüftungsanlage nicht betroffen.

4.16.3.1 Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss

Der Ausfall oder die Störung der Lüftungsanlage hat keinen relevanten negativen Einfluss auf eine Freisetzung und die Begrenzung des Aktivitätstransports innerhalb der Anlagen. Die Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Anlage wird durch die Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche begrenzt.

4.16.3.2 Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe

Durch den Ausfall der elektrischen Versorgung der Lüftungsanlage und einer gerichteten Luftströmung wäre prinzipiell eine Abgabe von radioaktiven Stoffen auf dafür nicht vorgesehenem Weg durch den Lüftungseinlass möglich. Eine Sicherheitsfunktion ist daher die Begrenzung der Freisetzung von radioaktiven Stoffen.

Durch die pneumatischen Absperrklappen erfolgt automatisch die lüftungstechnische Isolation des betroffenen Bereichs. Der Anlagenbereich geht in Druckausgleich mit der Atmosphäre. Somit wird die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft wirksam begrenzt.

4.16.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sind keine Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme erforderlich.

Zur Minderung der Auswirkungen dienen die folgenden Sicherheitsfunktionen und damit verbundenen Teile der Restbetriebssysteme:

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsflusses (Aktivitätsrückhaltung),
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich FRG Gebäude 03 UJA, USV, UKR, USA,
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich HL Gebäude 03 UFJ, UKS, UKT, UKZ.
- Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe,
 - Lüftungsabschluss Hauptlüftung Reaktorhalle (Lüftungsanlage FRG, KLA01 AA011/012/121),

- Lüftungsabschluss Betonzellen Heißes Labor (Lüftungsanlage HL, KLC105 AA01/02/05/06/010/011/012).

Zur Sicherstellung der obengenannten Sicherheitsfunktionen der Restbetriebssysteme (zur Minderung der Auswirkungen) sind keine Hilfssysteme erforderlich.

4.16.5 Zusammenfassung

In der Tabelle 4-6 sind die Schutzziele, die erforderlichen Sicherheitsfunktionen sowie die vorhandenen Systemfunktionen zusammengefasst.

Tabelle 4-6: Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen bei unterstellten Ausfällen und Störungen von Lüftungsanlagen und Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe

Schutzziele	Sicherheitsfunktion	Systemfunktionen zur Minderung der Auswirkungen
Begrenzung der Strahlenexposition (Rückhaltefunktion)	Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss	Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche FRG: UJA, USV, UKR, USA
		Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche HL: UFJ, UKS, UKT, UKZ
	Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe	Lüftungsabschluss FRG: KLA01 AA011/012/121
		Lüftungsabschluss HL: KLC105 AA01/02/05/06/010/011/012

4.17 Hochwasser / Überflutung und Starkregen

Der Standort liegt auf einer Höhe von 50 m über NN und damit deutlich oberhalb der Elbe. Eine Überflutung durch Hochwasser ist aufgrund der Hanglage und der Gebäudeauslegung ausgeschlossen.

Die Ableitung von Regenwasser der Dachentwässerung und der befestigten Flächen erfolgt über eine vorhandene Regenwasserleitung. Diese ist für die zu erwartenden Niederschlagsmengen ausgelegt. Darüber hinaus sind die Gebäude gegen die bei Starkregen üblicherweise auftretenden Belastungen ausgelegt (Schwellen, Barrieren etc.). Eine Überflutung der FRG und des HL aufgrund von Starkniederschlag ist daher nicht zu unterstellen.

4.17.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Ein Störfall sowie eine Aktivitätsfreisetzung aufgrund eines Hochwassers oder durch Starkregen werden ausgeschlossen.

4.17.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Auswirkungen aufgrund eines Hochwassers oder durch Starkregen werden ausgeschlossen. Alle Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.17.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Da keine Aktivitätsfreisetzung zu unterstellen ist, hat ein Hochwasser oder Starkregen keine Schutzzielrelevanz. Es ergeben sich keine Anforderungen.

4.17.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme sind zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sowie zur Minderung der Auswirkungen nicht erforderlich.

4.17.5 Zusammenfassung

Es ergeben im Zusammenhang mit einem potentiellen Hochwasser / Überflutung oder Starkregen keine Anforderungen in Bezug auf Schutzziele oder erforderliche Sicherheits- und Systemfunktionen.

4.18 Sturm, Eis, Frost, Hagel und Schnee

Die Auslegung der FRG und des HL gegen Sturm, Eis, Frost, Hagel und Schnee erfolgte gemäß den geltenden einschlägigen Normen. Inzwischen haben sich die Berechnungs- bzw. Bemessungsverfahren geändert. Daher wurde eine Bewertung der gemäß Bestandsunterlagen angesetzten Lastannahmen mit den heutigen Anforderungen hinsichtlich der Tragfähigkeit durchgeführt. Die Bewertung zeigt, dass die Dachflächen in den Normalbereichen auch nach heutigem Ermessen ausreichend für Schnee und Windlasten bemessen sind. Bei besonderen Wetterlagen (Schneesturm) besteht im Bereich von Höhenversprüngen die Gefahr von „Schneesackbildungen“ durch Schneeverwehungen. Daher werden die betreffenden Teilbereiche bei entsprechenden Wetterlagen beobachtet und gegebenenfalls geräumt.

Aufgrund der ausreichenden Bemessung und den administrativen Maßnahmen sind somit Auswirkungen auf den Restbetrieb und radiologische Auswirkungen auf die Umgebung durch diese Ereignisse nicht zu besorgen.

4.18.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Ein Störfall sowie eine Aktivitätsfreisetzung aufgrund von Sturm, Eis, Frost, Hagel und Schnee werden ausgeschlossen.

4.18.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Auswirkungen aufgrund von Sturm, Eis, Frost, Hagel und Schnee werden ausgeschlossen. Alle Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.18.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Da keine Aktivitätsfreisetzung zu unterstellen ist, haben Sturm, Eis, Frost, Hagel und Schnee keine Schutzzielrelevanz. Es ergeben sich keine Anforderungen.

4.18.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme sind zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sowie zur Minderung der Auswirkungen nicht erforderlich.

4.18.5 Zusammenfassung

Es ergeben sich im Zusammenhang mit Sturm, Eis, Frost, Hagel und Schnee keine Anforderungen in Bezug auf Schutzziele oder erforderliche Sicherheits- und Systemfunktionen.

4.19 Blitzschlag

Die Gebäude der FRG und des HL sind mit einer Blitzschutzanlage (BAW) ausgestattet. Diese stellt auch im Restbetrieb gemäß konventionellem Regelwerk (VDE) einen geeigneten Schutz der Anlagengebäude gegen Blitzeinschläge dar.

4.19.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Ein Störfall sowie eine Aktivitätsfreisetzung aufgrund eines Blitzschlages werden ausgeschlossen.

4.19.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Auswirkungen durch Blitzschlag werden ausgeschlossen. Alle Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.19.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Da keine Aktivitätsfreisetzung zu unterstellen ist, hat ein Blitzschlag keine Schutzzielrelevanz. Es ergeben sich keine Anforderungen.

4.19.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme sind zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sowie zur Minderung der Auswirkungen nicht erforderlich.

4.19.5 Zusammenfassung

Es ergeben im Zusammenhang mit einem Blitzschlag keine Anforderungen in Bezug auf Schutzziele oder erforderliche Sicherheits- und Systemfunktionen.

4.20 Außergewöhnliche Hitzeperioden sowie hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit

Außergewöhnliche Hitzeperioden sowie hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit haben keinen Einfluss auf die verbleibenden Sicherheitsfunktionen und Schutzziele. Sofern ein sicheres Durchführen von Abbautätigkeiten nicht möglich sein sollte, werden die Tätigkeiten entsprechend unterbrochen. Eine Fehlbedienung des Personals durch Hitze wird durch das Szenario „Absturz von Lasten“ abgedeckt, siehe Kapitel 4.6.

4.20.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Ein Störfall sowie eine Aktivitätsfreisetzung aufgrund einer außergewöhnlichen Hitzeperiode sowie hoher oder niedriger Luftfeuchtigkeit werden ausgeschlossen.

4.20.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Auswirkungen aufgrund einer außergewöhnlichen Hitzeperiode sowie hoher oder niedriger Luftfeuchtigkeit werden ausgeschlossen. Alle Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.20.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Da keine Aktivitätsfreisetzung zu unterstellen ist, hat eine außergewöhnliche Hitzeperiode als auch hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit als solche keine Schutzzielrelevanz. Es ergeben sich keine Anforderungen.

4.20.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme sind zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sowie zur Minderung der Auswirkungen nicht erforderlich.

4.20.5 Zusammenfassung

Es ergeben im Zusammenhang mit außergewöhnlichen Hitzeperioden sowie hoher oder niedriger Luftfeuchtigkeit keine Anforderungen in Bezug auf Schutzziele oder erforderliche Sicherheits- und Systemfunktionen.

4.21 Biologische Einwirkung

Eine biologische Einwirkung hat keinen Einfluss auf verbleibende Sicherheitsfunktionen und Schutzziele. Sofern ein sicheres Durchführen von Abbautätigkeiten nicht möglich sein sollte, werden die Tätigkeiten entsprechend unterbrochen. Eine Fehlbedienung des Personals aufgrund biologischer Einwirkung wird durch das Szenario „Absturz von Lasten“ abgedeckt, siehe Kapitel 4.6.

4.21.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Ein Störfall sowie eine Aktivitätsfreisetzung aufgrund einer biologischen Einwirkung werden ausgeschlossen.

4.21.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Auswirkungen aufgrund biologischer Einwirkungen werden ausgeschlossen. Alle Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.21.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Da keine Aktivitätsfreisetzung aufgrund einer biologischen Einwirkung als solche zu unterstellen ist, hat dieses Ereignis keine Schutzzielrelevanz.

4.21.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme sind zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sowie zur Minderung der Auswirkungen nicht erforderlich.

4.21.5 Zusammenfassung

Es ergeben sich im Zusammenhang mit einer biologischen Einwirkung keine Anforderungen in Bezug auf Schutzziele oder erforderliche Sicherheits- und Systemfunktionen.

4.22 Eindringen gefährlicher Stoffe (Gase)

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ist das Auftreten von signifikanten Mengen toxischer oder korrosiver Gase nicht zu unterstellen. In der näheren Umgebung gibt es keine Einrichtungen, die als mögliche Quelle hierfür in Frage kommen. Ein dennoch unterstelltes Eindringen gefährlicher Stoffe hat keinen Einfluss auf verbleibende Sicherheitsfunktionen und Schutzziele. Bei unterstellten anlagenexternen Bränden ergeben sich aufgrund der thermischen Überhöhung und der Abstände auch bei ungünstigen Windrichtungen entsprechende Verdünnungen und damit nur geringe Brandgaskonzentrationen. Die verbleibenden Sicherheitsfunktionen und Schutzziele sind hiervon nicht betroffen. Sofern ein sicheres Durchführen von Abbautätigkeiten nicht möglich sein sollte, werden die Tätigkeiten entsprechend unterbrochen. Eine durch gefährliche Gase bedingte Fehlbedienung des Personals wird durch das Szenario „Absturz von Lasten“ abgedeckt, siehe Kapitel 4.6.

4.22.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Ein Störfall sowie eine Aktivitätsfreisetzung aufgrund eines Eindringens gefährlicher Stoffe werden ausgeschlossen.

4.22.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Auswirkungen aufgrund eines Eindringens gefährlicher Stoffe werden ausgeschlossen. Alle Restbetriebssysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.22.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Da keine Aktivitätsfreisetzung aufgrund eines Eindringens gefährlicher Stoffe als solche zu unterstellen ist, hat dieses Ereignis keine Schutzzielrelevanz. Es ergeben sich keine Anforderungen.

4.22.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme sind zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sowie zur Minderung der Auswirkungen nicht erforderlich.

4.22.5 Zusammenfassung

Es ergeben im Zusammenhang mit dem Eindringen gefährlicher Stoffe keine Anforderungen in Bezug auf Schutzziele oder erforderliche Sicherheits- und Systemfunktionen.

4.23 Äußerer Brand

In der näheren Umgebung der FRG und des HL befindet sich das Notstromgebäude mit entsprechendem Kraftstoff. Zur frühzeitigen Branderkennung und Alarmierung verfügt das Notstromgebäude über eine Brandmeldeanlage.

Die FRG ist über einen Verbindungsgang mit der Transportbereitstellungshalle (TBH) verbunden. Sowohl in der TBH, als auch im Verbindungsgang befinden sich keine relevanten Brandlasten. Die betreffenden Wände und Tore zum Verbindungsgang sind brandschutztechnisch ausgelegt.

Aufgrund der vorhandenen Brandschutzmaßnahmen und Einrichtungen sowie den Einsatz der alarmierten Feuerwehr, kann ein Übergreifen eines äußeren Brandes auf die FRG und das HL sowohl über den Verbindungsgang zur TBH, als auch vom Notstromgebäude ausgeschlossen werden.

Ein Übergreifen aufgrund eines anlagenexternen Brandes auf dem Forschungscampus oder der in der Umgebung befindlichen Bäume (siehe Anlage 1) auf die FRG und das HL kann auf Grund der räumlichen Distanz ebenso ausgeschlossen werden.

Sofern ein sicheres Durchführen von Abbautätigkeiten nicht möglich sein sollte (z. B. durch Eindringen von Rauchgasen oder gefährlichen Stoffen), werden die Tätigkeiten entsprechend unterbrochen.

4.23.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Ein Störfall sowie eine Aktivitätsfreisetzung aufgrund eines äußeren Brandes werden ausgeschlossen.

4.23.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Auswirkungen aufgrund eines äußeren Brandes werden ausgeschlossen. Alle Restbetriebsysteme befinden sich im ungestörten Betriebszustand.

4.23.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Da keine Aktivitätsfreisetzung aufgrund eines äußeren Brandes zu unterstellen ist, hat dieses Ereignis keine Schutzzielrelevanz. Es ergeben sich keine Anforderungen.

4.23.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme sind zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sowie zur Minderung der Auswirkungen nicht erforderlich.

4.23.5 Zusammenfassung

Es ergeben im Zusammenhang mit einem äußeren Brand keine Anforderungen in Bezug auf Schutzziele oder erforderliche Sicherheits- und Systemfunktionen.

4.24 Erdbeben

Der Standort Hereon liegt in der norddeutschen Tiefebene. Die Gebietseinheit befindet sich 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 abgedeckt sind.

Da die Folgeereignisse bereits in den vorherigen Kapiteln ausführlich beschrieben wurden, werden diese im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

4.24.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Als Auswirkung eines Erbebens können potentiell die folgenden Ereignisse ausgelöst werden:

- Leckagen / Komponentenversagen, siehe Kapitel 4.5,
- Absturz von Lasten, siehe Kapitel 4.6,
- Ausfall von Versorgungseinrichtungen, siehe Kapitel 4.12.

4.24.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Die abdeckenden Auswirkungen auf den Anlagenzustand und die Restbetriebssysteme werden durch den Ausfall der elektrischen Versorgung bestimmt. Als Folge ergeben sich die nachfolgend beschriebenen Zustände in der FRG und dem HL.

- Mit dem Ausfall der elektrischen Versorgung der Lüftungsanlage Reaktorhalle KLA01 und dem sofortigen Schließen der Lüftungsabschlussklappen stellt sich innerhalb weniger Minuten auf Grund von bestehenden Kleinstleckagen der Kontrollbereichsumschließung innerhalb der Reaktorhalle inklusive alte Versuchshalle der Atmosphärendruck ein.
- Der Wasserstand im Reaktorbecken bleibt unverändert. Die Primärwasserreinigung ist außer Betrieb (spannungslos) und hat keinen weiteren Einfluss auf den Störfallablauf.
- Die Sicherheitsbeleuchtung im FRG ist batteriegepuffert und besitzt eine ausreichende Kapazität für den Zeitraum der Kontrollbereichsräumung.
- Die Schleusentüren der Reaktorhalle lassen sich im Handbetrieb öffnen und sind nach Verlassen aller Personen wieder zu verschließen.
- Die radiologische Überwachung des Kontrollbereichs der FRG ist durch ausreichende unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen (USV) sichergestellt.
- Alle zum Störungseintritt laufenden Prozesse zur Vorbereitung und Abgabe von Abwässern an die Elbe werden eingestellt (spannungslos).
- Mit Ausfall der Lüftungsanlagen Heißes Labor KLC und Schließen der Betonzellen Zu- und Abluftklappen stellt sich innerhalb weniger Minuten innerhalb des Heißen Labors der Atmosphärendruck ein.
- Die radiologische Überwachung des Kontrollbereichs des HL ist durch ausreichende unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen (USV) sichergestellt.

- Die Sicherheitsbeleuchtung im HL ist batteriegepuffert und besitzt eine ausreichende Kapazität für den Zeitraum der Kontrollbereichsräumung.
- Es wird sichergestellt, dass alle Zu- und Ausgänge des HL nach dem Verlassen der Personen geschlossen sind.
- Die FRG und das HL befinden sich bei einem längerfristigen Ausfall der elektrischen Energieversorgung in einem sicheren Zustand siehe Kapitel 4.2.1.

4.24.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Aufgrund von Art und Zustand der Anlagen ergeben sich durch ein Erdbeben und den unterstellten Folgeereignissen potentiell die folgenden Betroffenheitsmöglichkeiten der Sicherheitsfunktionen des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition“.

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss (Rückhaltefunktion),
- Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe (Rückhaltefunktion),
- Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage,
- ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen.

4.24.3.1 Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss

Das Aktivitätsinventar ist auf den Inhalt betroffener Behälter, Systeme und Komponenten begrenzt. Die Freisetzung des Aktivitätsinventars innerhalb der Anlagen bleibt auf den lokalen Bereich und gegebenenfalls auf die gebäudetechnischen Auffangstrukturen (Wannen, Abläufe etc.) bzw. durch die Gebäudestrukturen beschränkt.

Auch bei einer unterstellten Bildung von Rissen bleibt ein an Schwebstoffe gebundenes Aktivitätsinventar durch die Gebäudestrukturen zum Großteil auf das Innere der Gebäude begrenzt, insbesondere wenn eine gerichtete Luftströmung aufrechterhalten werden kann. Eine Freisetzung durch Risse ist durch den Absturz von Lasten außerhalb der Gebäude abgedeckt.

4.24.3.2 Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe

Eine potentielle Freisetzung radioaktiver Schwebstoffe in die Umgebung wird durch die Rückhaltefunktion des Schwebstofffilters der Lüftungsanlage oder durch einen Lüftungsabschluss bei Ausfall der elektrischen Versorgung begrenzt.

Bei Auftreten eines Erdbebens während einer Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser wird die Ableitung beendet bzw. bei einem Ausfall der elektrischen Versorgung erfolgt dies automatisch.

Bei einem Absturz von Lasten außerhalb der Gebäude erfolgt keine Rückhaltung der freigesetzten radioaktiven Schwebstoffe.

4.24.3.3 Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage

Zu Sicherstellung der Dosisleistungs- und Aktivitätsüberwachung in der Anlage ist im Falle eines Ausfalls der elektrischen Versorgung eine Ersatzenergieversorgung der Strahlenschutzinstrumentierung erforderlich. Dies erfolgt mittels einer Batteriestromversorgung (BTU, BTJ) in der FRG bzw. einer USV im HL bis zur vollständigen Räumung der betroffenen Bereiche.

Zu Aufrechterhaltung der Überwachung der Ableitungen mit der Fortluft ist im Falle eines Ausfalls der elektrischen Versorgung eine Ersatzenergieversorgung so lange erforderlich, bis aufgrund des Lüftungsabschlusses keine Ableitung mehr erfolgt. Dies wird durch eine USV (BRV01) sichergestellt.

4.24.3.4 Ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen

Für eine Räumung der betroffenen Kontrollbereiche sind im Falle eines Ausfalls der elektrischen Versorgung eine ausreichende Anzahl mobile Strahlenschutzmessgeräte bereit zu halten.

4.24.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

In der Störfallbetrachtung /13/ wird gezeigt, dass bei einem Erdbeben die entsprechenden Störfallplanungswerte gemäß § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV eingehalten werden. Zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sind somit keine Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme erforderlich.

Zur Minderung der Auswirkungen eines Erdbebens dienen die folgenden Sicherheitsfunktionen und damit verbundenen Teile der Restbetriebssysteme:

- Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsflusses (Aktivitätsrückhaltung),
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich FRG Gebäude 03 UJA, USV, UKR, USA,
 - Gebäudestrukturen Kontrollbereich HL Gebäude 03 UFJ, UKS, UKT, UKZ.
- Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe,
 - Lüftungsabschluss Hauptlüftung Reaktorhalle (Lüftungsanlage FRG, KLA01 AA011/012/121),
 - Lüftungsabschluss Betonzellen Heißes Labor (Lüftungsanlage HL, KLC105 AA01/02/05/06/010/011/012),
 - Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG (KLA01, KLC01),
 - Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL (KLC103, KLC104, KLZ10).
- Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage,
 - Fortluftinstrumentierung (JYK91–93),
 - ggf. Strahlenschutzmessungen (Aktivitäts- und Dosisleistungsmessstellen, JYK).
- Ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen,
 - mobile Strahlenschutzmessgeräte zur Kontaminationskontrolle.

Zur Sicherstellung der obengenannten Sicherheitsfunktionen der Restbetriebssysteme (zur Minderung der Auswirkungen) sind die folgenden Hilfssysteme erforderlich:

- Elektrische Energieversorgung

bzw. bei deren Ausfall:

- Notstrombatterie FRG,
- USV HL,
- USV Fortluftüberwachung.

4.24.5 Zusammenfassung

In der Tabelle 4-7 sind die Schutzziele, die erforderlichen Sicherheitsfunktionen sowie die vorhandenen Systemfunktionen zusammengefasst.

Tabelle 4-7: Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen bei einem unterstellten Erdbeben

Schutzziele	Sicherheitsfunktion	Systemfunktionen zur Minderung der Auswirkungen
Begrenzung der Strahlenexposition (Rückhaltefunktion)	Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss	Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche FRG: UJA, USV, UKR, USA
		Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche HL: UFJ, UKS, UKT, UKZ
	Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe	Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG: KLA01 AT111–117 KLC01 AT003 KLC01 AT005–009 KLC01 AT302 Lüftungsabschluss FRG: KLA01 AA011/012/121
		Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL: KLC103 AT022, 024, 026 ,028 KLC104 AT004 KLZ10 BT011–014 Lüftungsabschluss HL: KLC105 AA01/02/05/06/ 010/011/012
Begrenzung der Strahlenexposition	Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage	Fortluftinstrumentierung (JYK91-93) ggf. Strahlenschutzmessungen (Aktivitäts- und Dosisleistungsmessstellen, JYK)
	ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen	mobile Strahlenschutzmessgeräte zur Kontaminationskontrolle

4.25 Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen (auslegungsüberschreitend)

Die Wärmeversorgung mehrerer Gebäude der Hereon erfolgt über ein zentrales Heizwerk (in ca. 135 m Entfernung zu den Gebäuden des FRG und des HL). Als Brennstoff wird Erdgas verwendet, das über eine Verteilleitung der Stadtwerke Geesthacht (STWG) und ein Hereon-eigenes Leitungsnetz bezogen wird. Die Gasleitung der STWG überquert die Außengrenze des Hereon-Geländes im Bereich der Pforte bis zu einer Gasregelstation (ca. 480 m Entfernung von der FRG und vom HL). Eine weitere Gasleitung, die der Versorgung des Ortsteils Tesperhude dient, nähert sich dem Hereon-Gelände von Südosten (mit einer minimalen Entfernung von ca. 100 m zu den Gebäuden der FRG und des HL).

Der Bau und der Betrieb von Gasleitungen bis zum letzten Absperrorgan vor der Verbrauchsstelle unterliegen insbesondere auch auf Werksgeländen dem Energiewirtschaftsgesetz und sind dem DVGW-Regelwerk (DVGW – Deutscher Verband des Gas- und Wasserfachs) entsprechend auszuführen. Sofern die Anlagen und Leitungen der Gasversorgung nicht durch den Eingriff Dritter beschädigt werden, sind Gefährdungen, die von dieser Technik ausgehen, vernünftigerweise ausgeschlossen. Dennoch wird die der vollständige Abriss der Leitung im Bereich der Gasversorgungsleitung im Südosten, an der Gasregelstation und am Heizwerk unterstellt. Dabei wird konservativ angenommen, dass sich eine große Gaswolke ansammelt und zu einem späten Zeitpunkt zündet (Late Explosion). Die durchgeführte Sicherheitsanalyse /56/ zeigt für alle drei Fälle, dass unter den konservativen Annahmen mit keiner Druckwelle zu rechnen ist und es somit zu keiner Gefährdung der kerntechnisch relevanten Anlagen kommt. Ebenso kann eine Gefährdung durch Trümmerflug ausgeschlossen werden.

Im Übrigen finden sich im Umkreis des Standorts Hereon keine chemischen Betriebe, in denen mit explosionsgefährlichen Stoffen umgegangen wird.

Weiter muss eine Explosion auf einem vorbeifahrenden Schiff auf der Elbe unterstellt werden. Aufgrund einer Entfernung von mindestens 300 m, sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten, die nicht durch die betrachteten Einwirkungen von Innen sowie dem Flugzeugabsturz abgedeckt sind. Der Ereignisablauf, die Auswirkungen auf die Restbetriebssysteme sowie die Anforderungen an Sicherheitsfunktionen und erforderliche Restbetriebssysteme sind abdeckend in Kapitel 4.26 beschrieben.

4.26 Flugzeugabsturz (auslegungsüberschreitend)

Es wird trotz des sehr unwahrscheinlichen Falles (mit ca. $1,0 \cdot 10^{-6}$ pro Jahr) ein Flugzeugabsturz auf die FRG und das HL unterstellt. Da es sich um einen auslegungsüberschreitenden Störfall handelt, wird dieser nach den Vorgaben und Maßstäben der Notfall-Dosiswertverordnung (NDWV) /52/ bewertet. Es ergeben sich keine Anforderungen an Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme.

4.26.1 Beschreibung des unterstellten Störfallablaufs

Aufgrund eines Flugzeugabsturzes auf die Gebäude der FRG und des HL werden durch die mechanische Einwirkung die äußeren Gebäudestrukturen zerstört. Alle Systeme und Einrich-

tungen werden als nicht mehr funktionsfähig angenommen. Zusätzlich ist ein Brand aufgrund des eingebrachten Treibstoffes zu unterstellen.

4.26.2 Darstellung der Ereignisablaufanalyse

Alle äußeren Gebäudestrukturen sind zerstört sowie alle Einrichtungen und Systeme sind nicht mehr funktionsfähig. Es erfolgt die Freisetzung radioaktiver Schwebstoffe in die Umgebung. Gegebenenfalls werden radioaktive Wässer von den noch vorhandenen gebäudetechnischen Strukturen (Wannen etc.) aufgefangen.

4.26.3 Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen

Im Rahmen der auslegungsüberschreitenden Störfälle ergeben sich keine Anforderungen an Sicherheitsfunktionen.

4.26.4 Erforderliche Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme

Es stehen keine Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme zur Störfallbeherrschung oder zur Minderung der Auswirkungen zur Verfügung.

In der Störfallbetrachtung /13/ wird gezeigt, dass bei einem Flugzeugabsturz die entsprechenden Vorgaben und Maßstäbe der „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ eingehalten werden. Es ergeben sich keine Anforderungen an Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme.

4.26.5 Zusammenfassung

Es ergeben sich im Zusammenhang mit einem Flugzeugabsturz keine Anforderungen in Bezug auf Schutzziele oder erforderliche Sicherheits- und Systemfunktionen.

4.27 Ereignisse, die nicht durch das Ereignisspektrum im Abschnitt 8.3 der ESK-Leitlinien abgedeckt sind

Die Analyse zur der am Standort befindlichen Erdgasleitung sowie zu einer chemischen Reaktion auf einem vorbeifahrenden Schiff auf der Elbe, ist in Kapitel 4.25 beschrieben. Es ergeben sich keine weiteren Ereignisse die nicht durch die oben beschriebenen Ereignisse mit abgedeckt wären.

4.28 Zusammenfassung der Ereignisse

In der Tabelle 4-8 sind die Ereignisse mit den dazugehörigen erforderlichen Sicherheitsfunktionen zur Beherrschung der Störfälle sowie erforderliche Vorsorgeeinrichtungen und Systeme zusammengefasst.

Tabelle 4-8: Ereignisablauf und vorhandene Einrichtungen zur Vorsorge und Minderung der Auswirkungen

Ereignis	Ereignisablauf und Auswirkungen	Zur Auswirkungsminderung vorhandene Einrichtungen
Einwirkung von innen (EVI)		
Anlageninterner Brand	Vollständiges Verbrennen eines Abfallbehälters und Freisetzung in die Anlagenatmosphäre und anschließend gefilterte Abgabe über den Fortluftkamin.	Gebäudestrukturen FRG / HL Abluftanlage (Fortluftfilter) Brandmeldeeinrichtungen Brandbekämpfungseinrichtungen.
Anlageninterne Überflutung	Durch Vorsorgemaßnahmen / Auslegung auszuschließen, z. B. Wannen, doppelwandige Komponenten	keine erforderlich
Leckagen / Komponentenversagen	Aktivitätsfreisetzung durch Verdunsten in die Anlagenatmosphäre und anschließend unterstellte gefilterte Abgabe über den Fortluftkamin.	Gebäudestrukturen FRG / HL Leckageüberwachung Abluftanlage (Fortluftfilter)
Absturz von Lasten (außerhalb Anlagengebäude)	Ungefilterte Aktivitätsfreisetzung aus dem abgestürzten Abfallgebilde in die Umgebung.	keine erforderlich
Kollision von Lasten mit Behältern und Systemen mit freisetzbarem radioaktivem Inventar	Durch Leckage / Komponentenversagen abgedeckt.	Gebäudestrukturen FRG / HL Abluftanlage (Fortluftfilter)
Ereignisse bei Transportvorgängen auf dem Anlagengelände	Durch Absturz von Lasten abgedeckt.	keine erforderlich
Anlageninterne Explosionen	Deflagration mit Auslösen eines Brandes bzw. eines Absturzes von Lasten (im Kontrollbereich)	Gebäudestrukturen FRG / HL Abluftanlage (Fortluftfilter) Brandmeldeeinrichtungen Brandbekämpfungseinrichtungen.
Chemische Einwirkungen	Durch Vorsorgemaßnahmen auszuschließen.	keine erforderlich

Ereignis	Ereignisablauf und Auswirkungen	Zur Auswirkungsminderung vorhandene Einrichtungen
Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen	Ausfall der elektrischen Versorgung. Keine Freisetzung von Aktivität.	Notbeleuchtung, Kommunikationsanlagen Batterieanlagen mit nachgeordneten Einrichtungen (SE). Ggf. mobile Oberflächenkontaminationsmessgeräte.
Wechselwirkungen mit anderen Anlagen am Standort	keine Wechselwirkungen	keine erforderlich
Einwirkung von außen (EVA)		
Hochwasser / Überflutung und Starkregen	Durch Vorsorgemaßnahmen / Auslegung auszuschließen.	keine erforderlich
Sturm, Eis, Hagel, Frost und Schnee	Durch Vorsorgemaßnahmen / Auslegung auszuschließen.	keine erforderlich
Blitzschlag	Durch Vorsorgemaßnahmen auszuschließen (Blitzschutzanlage)	keine erforderlich
Außergewöhnliche Hitzeperioden sowie hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit	keine direkten Auswirkungen	keine erforderlich
Biologische Einwirkung	keine direkten Auswirkungen	keine erforderlich
Eindringen gefährlicher Stoffe (Gase)	keine direkten Auswirkungen	keine erforderlich
Äußerer Brand	Durch Vorsorgemaßnahmen / Auslegung auszuschließen.	keine erforderlich
Erdbeben	Auslösen eines Brandes / Lastabsturzes / Leckagen.	Gebäudestrukturen FRG / HL Abluftanlage (Fortluftfilter) Brandmeldeeinrichtungen Brandbekämpfungseinrichtungen.
Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen (auslegungsüberschreitend)	Durch Flugzeugabsturz abgedeckt.	keine erforderlich
Flugzeugabsturz (auslegungsüberschreitend)	Zerstörung der Gebäudeintegrität. Ungefilterte Aktivitätsfreisetzung in die Umgebung durch mechanische und thermische Einwirkung.	keine erforderlich

Ereignis	Ereignisablauf und Auswirkungen	Zur Auswirkungsminderung vorhandene Einrichtungen
Ereignisse, die nicht durch das Ereignisspektrum im Abschnitt 8.3 der ESK-Leitlinien abgedeckt sind	Keine weiteren Ereignisse, die nicht abgedeckt sind.	keine erforderlich

In der Störfallbetrachtung /13/ wird gezeigt, dass die entsprechenden Störfallplanungswerte gemäß § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV eingehalten werden. Zur Störfallbeherrschung und zur Einhaltung der Schutzziele sind somit keine Sicherheitsfunktionen und Restbetriebssysteme erforderlich bzw. bei auslegungsüberschreitenden Störfällen nicht anwendbar. Die Einhaltung der Planungswerte ist selbst dann gegeben, wenn bei den Ereignissen die Abluftfilterung nicht berücksichtigt und eine ungefilterte bodennahe Freisetzung unterstellt wird. Somit stellen die folgenden Systeme und Einrichtungen keine sicherheitstechnisch wichtige Einrichtung im Sinne des § 104 StrlSchV /9/ bzw. Richtlinie 3-0.1 /11/ dar, sondern erfüllen die Aufgabe der Minderung der Auswirkung im Sinne § 8 StrlSchG. Es ergeben sich keine Anforderungen bezüglich Redundanz oder Diversität.

In der Tabelle 4-1 sind die Schutzziele, die erforderliche Sicherheitsfunktion sowie die insgesamt vorhandenen Systemfunktionen zur Minderung der Auswirkungen zusammengefasst.

Tabelle 4-9: Zusammenfassung der Schutzziele, erforderliche Sicherheitsfunktionen und vorhandene Systemfunktionen

Schutzziele	Sicherheitsfunktion	Systemfunktionen zur Minderung der Auswirkungen
Begrenzung der Strahlenexposition (Rückhaltefunktion)	Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars und -fluss	Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche FRG: UJA, USV, UKR, USA Reaktorbecken inkl. Durchdringungen (JAA, JBA, JEC)
		Gebäudestrukturen der Kontrollbereiche HL: UFJ, UKS, UKT, UKZ CO ₂ -Löschanlage Betonzellen 2–4 (SGJ01)
		Leckage- und Füllstandsüberwachungen: JYH, KTM, KWA
		Branderkennung / Brandmeldung (CYE) Telefonanlage (CYA01) Handfeuerlöscher
Begrenzung der Strahlenexposition	Begrenzung der Ableitungen radioaktiver Stoffe	Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) FRG: KLA01 AT111–117 KLC01 AT003 KLC01 AT005–009 KLC01 AT302 Lüftungsabschluss FRG: KLA01 AA011/012/121
		Fortluftfilterung (Schwebstofffilter) HL: KLC103 AT022, 024, 026, 028 KLC104 AT004 KLZ10 BT011–014 Lüftungsabschluss HL: KLC105 AA01/02/05/06/010/011/012
Begrenzung der Strahlenexposition	Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage	Fortluftinstrumentierung (JYK91-93) ggf. Strahlenschutzmessungen (Aktivitäts- und Dosisleistungsmessstellen, JYK)
	ausreichende Berücksichtigung des Strahlenschutzes durch administrative Regelungen	mobile Strahlenschutzmessgeräte zur Kontaminationskontrolle

Zur Sicherstellung der oben genannten Sicherheitsfunktionen sind folgende Hilfssysteme zur Minderung der Auswirkungen erforderlich:

Elektrische Energieversorgung bzw. bei deren Ausfall:

- Notstrombatterie FRG,
- USV HL,
- USV Fortluftüberwachung (BRV01).

Die folgenden Einrichtungen und Systeme sind zur Vorsorge vor Ereignissen erforderlich:

- Gebäudestrukturen der Anlagengebäude FRG und des HL (UJA, USV, USX, UFJ, UKT, UKZ, UKS),
- Blitzschutzanlage (BAW),
- Brandmeldeanlage (CYE),
- Objektschutzeinrichtungen.

5 Sicherheitstechnische Einstufung der Strukturen, Systeme und Komponenten im Restbetrieb

Nach Kapitel 8.4 der Empfehlung der Entsorgungskommission zur Stilllegung /6/ sowie sinngemäß Kapitel 3.1. der Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke /11/ leitet sich das Erfordernis einer Systemeinstufung (Klassifizierung) der Einrichtungen und Systeme ab.

Auszug Kapitel 8.4 „Sicherheitstechnische Einstufung von Einrichtungen“ der ESK-Stilllegungsleitlinie /6/:

Alle zur Einhaltung der Schutzziele während der Stilllegung erforderlichen Einrichtungen sind den sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen zuzuordnen und müssen in der erforderlichen Wirksamkeit und Zuverlässigkeit verfügbar sein. ...

Auszug Kapitel 3.1 „Übergeordnete Anforderungen“, Abs. 4 des Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke /11/:

Qualität und Zuverlässigkeit aller Einrichtungen des Kernkraftwerks müssen ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung entsprechen.

Alle sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen sind hinsichtlich ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung zu klassifizieren. ...

5.1 Generelle Anforderungen an die Einstufung

Kapitel 3.1 „Übergeordnete Anforderungen“, Abs. 4 der Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke /11/:

... Die in den spezifizierten Klassen geltenden Kriterien für Qualität und Zuverlässigkeit sind zu definieren und müssen insbesondere Angaben über die einzuhaltenden Vorgaben im Hinblick auf Auslegung, Fertigung, Umgebungs- und Wirksamkeitsbedingungen, Notstromversorgung und die dauerhafte Aufrechterhaltung der Qualität enthalten.

1. Von **hoher** sicherheitstechnischer Bedeutung und entsprechend zu klassifizieren sind:

a) Einrichtungen, deren Versagen zu nicht beherrschbaren Ereignisabläufen führt und.

b) Einrichtungen, die zur Störfallbeherrschung erforderlich sind, einschließlich der hierfür notwendigen Hilfs- und Versorgungssysteme, sowie.

c) Notstandseinrichtungen.

2. Von **abgestufter** sicherheitstechnischer Bedeutung und entsprechend differenziert zu klassifizieren sind:

a) Einrichtungen, die zur Störfallvermeidung erforderlich sind, einschließlich der hierfür notwendigen Hilfs- und Versorgungssysteme.

b) Einrichtungen zur Einhaltung und Überwachung festgelegter radiologischer Werte, insbesondere durch Aufrechterhaltung der erforderlichen Wirksamkeit von Barrieren und Rückhaltefunktionen.

c) Sonstige Einrichtungen zur Durchführung von Aufgaben mit sicherheitstechnischer Bedeutung.

d) Einrichtungen des anlageninternen Notfallschutzes.

Für die Einstufung der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen ergibt sich somit die Unterscheidung zwischen Einrichtungen mit hoher und abgestufter sicherheitstechnischer Bedeutung. Aufgrund der Ergebnisse der Ereignisanalyse sind die Voraussetzungen für eine Einstufung von Einrichtungen mit hoher sicherheitstechnischer Bedeutung nicht mehr gegeben.

Die ESK-Leitlinien zur Stilllegung stellen ebenso Anforderungen an die Einstufung:

Bei der Einstufung der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen kann eine Unterscheidung nach den verschiedenen Phasen des Abbaus erfolgen. Für die Stille-

gungsphasen sind Anforderungen an die Verfügbarkeit von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen zu definieren. Hierbei sind auch die genehmigten Ableitungswerte für radioaktive Stoffe sowie die betrieblich zulässigen Dosiswerte für das Personal zu berücksichtigen. Zur Einhaltung der Anforderungen während einzelner Abbauschritte können zusätzlich Ersatzmaßnahmen, beispielsweise Lüftungstechnische Einhausungen, erforderlich werden.

Für Einstufung, Umstufung und für Anpassungen von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen an die geänderten Gegebenheiten des Abbaus sind sicherheitstechnische Bewertungen sowie Zustimmungen der Aufsichtsbehörde erforderlich. Hierbei sind mögliche Freisetzungen des vorhandenen radioaktiven Inventars beim Abbau der einzelnen Anlagenteile oder Systeme sowie die mögliche Aufkonzentration von radioaktiven Stoffen in Behältern oder in Form von Gebinden in einzelnen Raumbereichen im Hinblick auf den Einschluss radioaktiver Stoffe und die Vermeidung unnötiger Strahlenexposition zu berücksichtigen.

Die Anforderungen bezüglich der Umstufung finden im Änderungsverfahren Anwendung, siehe auch Kapitel 5.6.

5.2 Klassifizierungskonzept

Die Grundlage der Einteilung (Klassifizierung) der Einrichtungen für den Restbetrieb sind die unterschiedlichen sicherheitstechnischen und betrieblichen Anforderungen. Daraus ergibt sich die Unterscheidung in sicherheitstechnisch wichtige und betriebliche Einrichtungen sowie nicht mehr erforderliche Einrichtungen. Als Basis der Einteilung in sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen dienen die aus den Schutzziele und Ereignisanalysen abgeleiteten Anforderungen, siehe Kapitel 3 und 4. Auf Basis der für den Abbau noch erforderlichen Einrichtungen (siehe Kapitel 5.5) ergibt sich die Einteilung in die Kategorie der betrieblichen Einrichtungen.

Jede Einrichtung wird gemäß den Anforderungen dann in eine der folgenden Kategorien eingestuft:

- **Sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen (SE)**

Unter diese Klassifizierung der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen fallen alle Einrichtungen mit **abgestufter** sicherheitstechnischer Bedeutung.

Diese ergeben sich aus den schutzzielorientierten Anforderungen (siehe Kapitel 3) und den Erfordernissen der Ereignisanalyse (siehe Kapitel 4).

Sind für die sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen Hilfs- und Versorgungssysteme erforderlich, so fallen auch diese unter die Klassifizierung SE, siehe Kapitel 3.3.5.

- **Betriebliche Einrichtungen (BE)**

Unter diese Klassifizierung der betrieblichen Einrichtungen fallen alle Einrichtungen, die für die Abbautätigkeiten erforderlich und nicht als sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen (SE) eingestuft sind. Diese ergeben sich im Wesentlichen aus den Erfordernissen des Restbetriebs.

- **Nicht erforderlich Einrichtungen (NE)**

Unter diese Klassifizierung der nicht erforderlichen Einrichtungen fallen alle Einrichtungen, die weder sicherheitstechnisch wichtige noch betriebliche Einrichtungen sind. Dabei handelt es sich um nicht mehr erforderliche Einrichtungen, die nach Genehmigungserteilung unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten stillgesetzt und abgebaut werden können.

Nach Kapitel 3.1, Abs. 4, Punkt 1 (siehe oben) ist nach den Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke /11/ auch die Klassifizierung als Einrichtung von **hoher** sicherheitstechnischer Bedeutung vorgesehen. Diese Klassifizierung findet bei der FRG und dem HL keine Anwendung, da hier aufgrund des stark reduzierten Gefährdungspotentials keine Einrichtungen zur Beherrschung von Störfällen erforderlich sind, vergleiche Kapitel 4.27. Es sind lediglich Einrichtungen zur Prävention und zur Minderung der Auswirkungen im Sinne der Klassifizierung als Einrichtung mit **abgestufter** sicherheitstechnischer Bedeutung erforderlich bzw. vorhanden.

Für die Liste der Einrichtungen und Systeme erfolgt die Einstufung gemäß dem oben dargestellten Klassifizierungskonzept. Die zu den Klassen zugehörigen prinzipiellen Einrichtungen werden in den folgenden Unterkapiteln zusammengefasst. Für Teilsysteme kann aufgrund der Gegebenheiten auch eine abweichende Einstufung im Vergleich zur zugehörigen Einrichtung erfolgen. Die detaillierte Einteilung und Liste der Einrichtungen und (Teil-)Systeme befindet sich in Anlage 1.

Für die sicherheitstechnisch wichtigen und betrieblichen Einrichtungen (SE, BE) werden auch im Restbetrieb im erforderlichen Umfang wiederkehrende Prüfungen und Wartungsarbeiten durchgeführt, um die erforderliche Zuverlässigkeit und Wirksamkeit sicher zu stellen. Die Details werden im Prüfhandbuch (PHB) geregelt.

Die in den einzelnen Stufen einzuhaltenden Qualitätsanforderungen werden im Detail im Restbetriebshandbuch (RBHB) geregelt.

5.3 Einrichtungsspezifische Anforderungen an die Einstufung

Die ESK-Leitlinie zur Stilllegung /6/ stellt im Hinblick auf das Schutzziel „sicherer Einschluss“ folgende Anforderung zur Einstufung von Einrichtungen:

Im Hinblick auf den Einschluss radioaktiver Stoffe und die Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen haben Einrichtungen mit aktivitätsführenden Medien, Einrichtungen zur Konditionierung radioaktiver Stoffe sowie Einrichtungen zum Schutz des Betriebspersonals, zum Schutz vor unbeabsichtigten Freisetzungen und zur Reduzierung der Direktstrahlung in der Anlagenumgebung sicherheitstechnische Bedeutung. Hierzu zählen auch Einrichtungen zum Brandschutz sowie notwendige Einrichtungen der Energieversorgung und der Leittechnik.

...

Die Einstufung von Hebezeugen und Handhabungseinrichtungen richtet sich nach den potenziellen Auswirkungen eines Versagens dieser Einrichtungen auf Betriebspersonal und Umgebung. Hierbei ist auch die Beeinträchtigung der Funktion sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen oder von Bauwerken aufgrund des Absturzes von Lasten zu berücksichtigen.

Die Becken I–IV sowie die Reinigungskreisläufe der Becken sind mit Primärwasser gefüllt. Aufgrund der Entfernung der Brennelemente findet keine Produktion von radioaktiven Stoffen mehr statt. In Verbindung mit der Abklingzeit und der kontinuierlichen Reinigung ist die Aktivitätskonzentration des Primärwassers in den Systemen gering und zu unterstellende Leckagen haben keine relevanten Auswirkungen auf die Schutzziele. Dies gilt ebenso für die Abwassersammeltanks im Gebäude. Diese sind zudem in Auffangbecken untergebracht. Daher besteht kein Erfordernis der Einstufung in Kategorie SE.

Die Leittechnik hat nur noch sicherheitstechnische Bedeutung in Bezug auf die dazugehörigen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen, z. B. Lüftung und Brandschutz. Die Leittechnik der nicht mehr erforderlichen Systeme ist ebenso nicht mehr erforderlich und wird mit NE eingestuft.

Erforderliche Einrichtungen des Brand- und Blitzschutzes werden in die Kategorie SE eingestuft, siehe Kapitel 5.4.

Im Restbetrieb dient die Gebäudeaußenhülle bzw. die Umschließung der Kontrollbereiche als Schutz vor Freisetzung radioaktiver Stoffe als auch zur Reduktion der Strahlenexposition durch Direktstrahlung. Daher werden die Gebäudestrukturen als SE eingestuft.

Für die Hebezeuge sind die Voraussetzungen an eine Einstufung als sicherheitstechnisch wichtige Einrichtung aufgrund der Ereignisanalyse ebenso nicht gegeben. Ebenso sind die Voraussetzungen für zusätzliche oder erhöhte Anforderungen gemäß KTA-Regel 3902 Kapitel 4.2 und 4.3 nicht erfüllt.

5.4 Klassifizierung als sicherheitstechnisch wichtige Einrichtung (SE)

Aus den schutzzielorientierten Anforderungen (Kapitel 3), den Erfordernissen der Ereignisanalyse (Kapitel 4) sowie aus den anwendbaren Regelwerken (Kapitel 6) ergeben sich zusammenfassend folgende Einrichtungen als sicherheitstechnisch wichtige Einrichtung.

5.4.1 Außenhülle der Anlagengebäude FRG und des HL

Die Gebäudeaußenhülle (UJA, USV, UKR, USA, UFJ, UKS, UKT, UKZ) bzw. die Umschließung der Kontrollbereiche der FRG und des HL sowie Reaktorbecken (JAA), Tore, Schleusen (JMH, JME, JMF) und Durchführungen stellen im Restbetrieb den Einschluss der radioaktiven Stoffe (Schutzziel) sowie die Minderung der Auswirkungen bei Störfällen sicher. Ebenso stellen diese eine ausreichende Abschirmung der Direktstrahlung (Schutzziel: Vermeidung unnötiger Strahlenexposition) sicher.

5.4.2 Lüftungsanlage (KLA, KLC, UKH)

Die Abluftanlage (KLA, KLC) mit dem HEPA-Filter stellt die Reduzierung der Ableitungen und die Minderung der Auswirkungen von Freisetzungen im Störfall sicher (Schutzziel Vermeidung unnötiger Strahlenexposition). Die Lüftungsantriebe sowie die HEPA-Filter sind redundant ausgelegt. Da keine relevanten Aktivitäten von flüchtigem Jod zu unterstellen sind, ist

die Notfallabluft (KLA01) der FRG mit der Jodfilterung nicht mehr erforderlich. Bei einem Ausfall der Stromversorgung ist für die Einhaltung des Schutzzieles „sicherer Einschluss“ erforderlich, dass sich die Zu- und Abluftklappen schließen. Teile der Lüftungsanlagen, die sich außerhalb des Absperrbereiches der Absperrklappen befinden, sind nur betrieblich erforderlich.

Zum Betrieb der erforderlichen Teile der Lüftungsanlagen sind auch die entsprechenden elektrischen Schaltkästen (CTL) und Rangierverteiler (CVX) erforderlich.

Aufgrund der vorhandenen Druckspeicher (KLX01/02) für die pneumatischen Klappen der Lüftungsanlage sind diese ebenso als sicherheitstechnisch wichtige Einrichtung einzustufen.

Weiterhin dient der Fortluftkamin (UKH) dazu die Strahlenexposition von Mensch und Umwelt zu reduzieren (Schutzziel: Vermeidung unnötiger Strahlenexposition).

5.4.3 Instrumentierung zur Überwachung der Fortluft (JYK91–93, JYK01)

Für die Bilanzierung der Ableitungen oder auch der Freisetzungen bei einem Störfall ist die Fortluftüberwachung weiterhin erforderlich (Schutzziel: Überwachung der Ableitungen). Aufgrund der Brennelementfreiheit sind die Messungen von Edelgasen und flüchtigem Jod nicht mehr erforderlich. Erforderlich sind demnach noch die Messung der an Schwebstoff gebundenen radioaktiven Stoffe (Aerosole), der Nuklide Tritium und C-14 sowie der Abluftvolumenstrom und die meteorologischen Ausbreitungsparameter. Bei einem Ausfall der Stromversorgung wird die Stromversorgung über eine USV und die Notstromanlage sichergestellt. Zusätzlich kann eine konservative Ersatzbilanzierung der Ableitungen durch Auswertung von Kontrollproben vorgenommen werden. Ebenso ist ein Einzelfehler bei der Instrumentierung hinsichtlich Einhaltung der Schutzziele nicht relevant, da dieser zeitnah repariert wird bzw. Ersatzmaßnahmen getroffen werden können, sodass eine Bilanzierung der abgegebenen radioaktiven Stoffe gewährleistet ist. Mit der sicherzustellenden Bilanzierung sind anlagentechnisch der Fortluftcontainer (UKG) sowie die Sicherstellung der Energieversorgung (BRV01, CFF40) erforderlich.

Ebenso ist zur Bestimmung der Ausbreitungsparameter die meteorologische Instrumentierung (JYK01) weiterhin erforderlich.

5.4.4 Instrumentierung zur Überwachung des Abwassers (KTM01)

Anfallende Abwässer der FRG und des HL werden in dem vorhandenen Abwassersammelbehälter gesammelt. Das Abwassersystem (KTM01) verfügt über einen vorgesehenen Abgabepfad in die Elbe. Dieser wird von einer Aktivitätsmessstelle überwacht (Schutzziel: Überwachung der Ableitungen). Die Bilanzierung der Ableitungen erfolgt vor der Ableitung durch Homogenisierung, Probennahme und Auswertung der Proben. Die Aktivitätsmessstelle dient als zusätzliche Sicherung bei Fehlbedienung.

Zum Betrieb der erforderlichen Teile des Abwassersystems sind auch die entsprechenden elektrischen Schaltkästen (CTQ) und Rangierverteiler (CVT) erforderlich.

Wenn aufgrund des Abbaufortschritts keine Ableitung von Abwasser mehr erfolgt, kann bei der Umklassifizierung der Abwassersammel- und Ableitungsanlage auch die Abwasserüberwachung entsprechend als nicht mehr erforderlich eingestuft werden.

5.4.5 Umgebungsüberwachung (JYK60)

Zur Sicherstellung der Überwachung von Freisetzungen radioaktiver Stoffe mit der Luft (Schutzziel: Überwachung der Freisetzung bei Störfällen) ist die Umgebungsüberwachung (JYK60) erforderlich.

5.4.6 ODL-Überwachung (JYK10, 15 und 38)

Zur Überwachung der Ortsdosisleistung in der FRG und dem HL (Schutzziel: Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage) ist die ODL-Überwachung erforderlich.

5.4.7 Raumlufüberwachung (JYK21 und 31)

Zur Überwachung der radioaktiven Schwebstoffkonzentration in der FRG und dem HL (Schutzziel: Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage) ist die Raumlufüberwachung erforderlich.

5.4.8 Einrichtungen zur Überwachung von Kontaminationsverschleppung (JYK)

Zur Überwachung von Kontamination in der FRG und dem HL (Schutzziel: Überwachung der Strahlung und Aktivität in der Anlage) sind stationäre und mobile Einrichtungen zur Überwachung von Kontaminationsverschleppung (Monitore, Messgeräte/-stellen/-plätze) erforderlich.

5.4.9 Leckage- und Füllstandüberwachungen (JYH, KTM, KWA)

Zur Erkennung von Leckagen noch vorhandener radioaktiven Wasser (Schutzziel: Begrenzung und Kontrolle des Aktivitätsinventars) ist eine Leckageüberwachung erforderlich.

5.4.10 Notstromanlage (BRV01, XJA10)

Die Notstromanlage (Notstrombatterie FRG, USV HL und ggf. Notstromaggregat SSA 1 bei längerfristigem Stromausfall) inklusiver entsprechender Verteiler und Schaltschränke (CFF) versorgt die folgenden, für den Restbetrieb erforderlichen, sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen:

- Instrumentierung zur Überwachung der Fortluft (BRV10, separate Batteriestromversorgung).

Im Anforderungsfall werden die folgenden Einrichtungen ebenfalls versorgt, sind aber nicht sicherheitstechnisch erforderlich, da geeignete Ersatzmaßnahmen erfolgen können.

- Meteorologische Instrumentierung (JYK01),
- Strahlenschutzinstrumentierung (JYK).

5.4.11 Blitzschutzanlage (BAW)

Zur Prävention von Blitzschlägen besteht das Erfordernis zum Betrieb von Blitzschutzanlagen.

5.4.12 Brandmeldeanlage und Feuerlöscheinrichtungen (CYE, SGJ01)

Zur Minderung der Auswirkungen (Schutzziel) von anlageninternen Bränden sowie zum Personenschutz besteht die Anforderung einer Brandmeldeanlage (CYE) und Feuerlöscheinrichtungen (SGJ10) sowie baulichen Brandschutzeinrichtungen (Brandschutzklappen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Hydranten), sofern in den entsprechenden Anlagenbereichen noch Brandlasten vorhanden sind.

5.4.13 Objektschutz

Die Einrichtungen mit Objektsicherungsaufgaben sowie das Wachgebäude (UYF) bleiben weitgehend zur Prävention erforderlich, je nach Abbaufortschritt können entsprechende Anpassungen vorgenommen werden.

5.5 Klassifizierung als betriebliche Einrichtung (BE)

Als betriebliche Einrichtungen werden, entsprechend dem Konzept, alle für den Abbau erforderlichen Einrichtungen und Systeme eingeteilt, die nicht bereits zu den sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen gehören. Im Wesentlichen sind das die im Folgenden beschriebenen Einrichtungen und Systeme:

- Gebäude (UGA, UNQ, UGX, UKC, UBN),
- Energieversorgung (BA*, BB*, BF*, BH*, BJ*, BTU41),
- Beleuchtung und Heizung (SB),
- Versorgung mit Zuluft und Entsorgung der Abluft (ausgenommen Absperrklappen und Filter),
- Entsorgung von Abwasser (FRG) (KTA, KTC, GUA),
- Brandschutz und Brandbekämpfung (außer Brandmeldeanlage und Feuerlöscheinrichtungen),
- Notbeleuchtung und Kommunikationseinrichtungen (z. B. Telefon-, Ruf- und Meldeanlagen) (CYA01, CYB02),
- Beckenreinigung des FRG-1 und 2 (KBE01, KBE02, KBE05, GCN, KPB),
- Teile der Beckeninstrumentierung (CKA, KUA),
- Medienversorgung und Medienentsorgung (z. B. Teile der Druckluft, Deionatversorgung, Brauchwasserversorgung) (GAA, GCF),
- Hebezeuge/Transporteinrichtungen (inkl. Handhabungsbrücken) (FCJ01, FCJ20, SM, SNA01, SR, ST),
- Fasstrochnungs-, Dekont-Strahlanlage sowie Abfallpresse (KPA),
- Betonzellen 2–4 inkl. Manipulatoren,
- Bedienelemente und Leittechnik (CWN, CWX)
- Weitere Hilfseinrichtungen
 - Batterieanlagen / USV mit nachgeordneten Einrichtungen,
 - Beckenhandhabungsvorrichtungen (FAB4*, FCB),
 - Niederspannungs-Unterverteiler
 - Elektoschaltschränke (CB*, CFF, CTK, CTL, CTQ, CTX, CVT CVX, CVG, CVH, CVN, CVP, CVR, CWA),
 - Gleichspannungversorgung Manipulatoren (BTU41),
 - Information- und Meldesysteme (CKA02)
 - Infrastruktur (SR, ST, SQ),

- Strahlenschutzrüstung (SDA)
- Werkzeuge und Körbe / Gestelle im Reaktorbecken.

Es sind nicht immer alle aufgeführten Einrichtungen mit allen Teilsystemen betrieblich erforderlich. Die detaillierte Zuordnung erfolgt im Restbetriebshandbuch /32/.

Im Folgenden wird das Erfordernis für einen Teil der betrieblichen Systeme und Einrichtung kurz zusammengefasst.

5.5.1 Entsorgung von Abwasser und Beckenreinigung des FRG

Sobald aufgrund des Abbaufortschritts (Entleerung der Reaktorbecken) keine größeren Massen an Abwasser mehr anfallen können die Abwassersysteme (KTA, KTC, GUA) als auch die Beckenreinigung der FRG (KBE01, KBE02, KBE05, GCN, KPB) als nicht mehr erforderlich eingestuft und abgebaut werden.

5.5.2 Strahlenschutzmessgeräte / Instrumentierung (auch mobile Oberflächenkontaminationsmessgeräte)

Zur Gewährleistung des Strahlenschutzes (Schutzziel Vermeidung unnötiger Exposition des Personals) ist die Strahlenschutzinstrumentierung (Ortsdosisleistungsmessung, Aerosolmonitor und Kontaminationsmessung Kontrollbereich-Ausgang) betrieblich sowie aufgrund des gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerks erforderlich (unterschiedliche Messgeräte von JYK). Im Rahmen des Abbaufortschritts kann gegebenenfalls die stationäre Instrumentierung durch mobile Messgeräte ersetzt werden.

5.5.3 Notbeleuchtung und Kommunikationsanlagen

Zur Gewährleistung des Personenschutzes sind die Notbeleuchtungs- und Kommunikationsanlagen (CYA01, CYB02) erforderlich. Im Rahmen des Abbaufortschritts kann gegebenenfalls die Kommunikationsanlage durch mobile Kommunikationsgeräte ersetzt werden.

5.5.4 Energieversorgung

Bezüglich der Energieversorgung sind redundante Systeme nicht mehr erforderlich und können im Rahmen des Abbaus reduziert werden.

5.5.5 Batterieanlagen mit nachgeordneten Einrichtungen

Die Batterieanlage versorgt die für den Restbetrieb erforderlichen Einrichtungen, dass bei Ausfall der Stromversorgung ein geordnetes Einstellen der Tätigkeiten und Verlassen der Anlagen gewährleistet wird. Die entsprechenden Einrichtungen sind, sofern diese nicht bereits als sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen (SE) eingestuft wurden):

- Notbeleuchtung,
- Kommunikationsanlagen,
- Strahlenschutzmessgeräte (Personen-Kontaminationsmonitor, Aerosol-Raumluftmonitor, Ortsdosisleistungsmessungen).

5.5.6 Hebezeuge

Aufgrund des reduzierten Schadenpotentials bestehen keine zusätzlichen oder erhöhten Anforderungen an die Hebezeuge der FRG und des HL (FCJ01, FCJ20, SM, SNA01, SR, ST) im Sinne der KTA-Regel 3902, Abs. 4.2 und 4.3. Die Erfüllung der Anforderungen der KTA-Regel 3902 Kapitel 3 sind für den Restbetrieb ausreichend.

5.5.7 Betonzellen

Zur Gewährleistung des Strahlenschutzes und zur Begrenzung der Strahlenexposition des Personals, besteht das Erfordernis einer ausreichenden Abschirmung bei der Handhabung mittelaktiver Stoffe. Dafür werden die vorhandenen Betonzellen 2–4 inklusive der Manipulatoren, Abluftanlage etc. weiter betrieben.

Nach Verlassen der aus dem Forschungsbetrieb entstandenen radioaktiven Abfälle oder auch im Laufe der Abbautätigkeiten, können die Betonzellen als nicht erforderlich umgestuft werden.

5.6 Abbau der Einrichtungen und Änderungen der Klassifizierung

Für den Abbau der Einrichtungen, Systeme oder Teilsysteme werden diese zunächst stillgesetzt und gegebenenfalls vorhandene Betriebsstoffe entfernt. Danach erst wird die rückwirkungsfreie (bezüglich der verbleibenden Restbetriebssysteme) elektrische und mechanische Trennung durchgeführt.

In der Regel werden die Einrichtungen und Systeme abgebaut, die für den weiteren Restbetrieb nicht mehr erforderlich sind. Die durchgeführte Klassifizierung gilt dabei im Wesentlichen für die Phase des Abbaubeginns und den Großteil des Abbaubetriebs. Im Laufe der Abbautätigkeiten wird es notwendig sein, die Klassifikation anzupassen bzw. Anpassungen der Einteilung im aufsichtlichen Änderungsverfahren durchzuführen. Dies ist insbesondere im Rahmen des Rückzugs zu erwarten. Die Verfahrensregelungen werden in der „Änderungsordnung“ des Restbetriebshandbuchs (Teil 1 Kapitel 10) /32/ beschrieben.

Neben der Änderung der Klassifizierung der sicherheitstechnisch wichtigen und betrieblichen Einrichtungen und Systeme kann der Abbau dieser Systeme auch erfolgen insofern ein adäquater Ersatz vorhanden ist, z. B. mobile anstatt stationärer Strahlenschutzmessgeräte.

Der Nachweis für die sicherheitstechnische Unbedenklichkeit für die Anpassung bzw. den Abbau Anlagenteile wird im Detail im aufsichtlichen Verfahren vor Beginn der Maßnahmen bzw. Demontagen gemäß dem Betriebsreglement des RBHB geprüft, soweit dies nicht bereits im Genehmigungsverfahren für den Abbau geprüft und bewertet wurde.

5.7 Sicherheitstechnische Einstufung von neu einzubringenden Systemen und Einrichtungen

Für den Restbetrieb ist es erforderlich Systeme und Einrichtungen für die Durchführung des Abbaus und die Bearbeitung der entstehenden Reststoffe einzubringen. Dabei wird der überwiegende Teil als mobile technische Einrichtung eingebracht. Es wird für die Einstufung zwischen folgenden Kategorien unterschieden:

- Konventionelle Kleinwerkzeuge,
- Konventionelle Geräte,
 - mit einer Masse ≤ 4 Mg,
 - mit einer Masse > 4 Mg.
- Einrichtungen nach Spezifikation Gerätetechnik,
 - Einrichtungen mit sicherheitstechnischer Bedeutung,
 - Einrichtungen ohne sicherheitstechnische Bedeutung.

Dabei darf das Einbringen nur dann erfolgen, wenn keine für den Restbetrieb einschlägigen Schutzziele verletzt werden. Die jeweiligen Einstufungen und Anforderungen werden in den folgenden Unterkapiteln zusammengefasst.

Alle mobilen Einrichtungen können zum Zwecke der internen Verwaltung einen eindeutigen KKS zugeordnet werden. Daraus folgt jedoch nicht, dass diese mobile Einrichtung integraler Bestandteil der Anlage geworden ist.

5.7.1 Konventionelle Kleinwerkzeuge

Konventionelle Kleinwerkzeuge (Werkzeuge, Messgeräte, Messvorrichtungen, sonstige Kleinapparate) können eigenverantwortlich in die FRG und das HL eingebracht, in Betrieb gesetzt, außer Betrieb gesetzt und auch wieder herausgebracht werden. Für diese Kategorie ist keine schutzzielorientierte Einstufung erforderlich.

5.7.2 Konventionelle Geräte

Als konventionelle Geräte gelten alle Systeme und Einrichtungen, die keine sicherheitstechnischen Aufgaben haben und auch nicht für den ordnungsgemäßen Betrieb von sicherheitstechnischen Systemen und Einrichtungen erforderlich sind. Diese Systeme und Einrichtungen sind als betriebliche Einrichtungen (BE) einzustufen. Es gelten entsprechenden Regelungen bezüglich Instandhaltung, Änderungen und Abbau.

Für das Einbringen und die Inbetriebnahme werden die konventionellen Geräte nach ihrer (Leer-) Masse in zwei Klassen eingeteilt:

- Masse der konventionellen Geräte ≤ 4 Mg
Das Einbringen und die Inbetriebnahme dieser Einrichtungen erfolgen in Eigenverantwortung.
- Masse der konventionellen Geräte > 4 Mg
Das Einbringen und die Inbetriebnahme dieser Einrichtungen erfolgen mittels eines anzeigepflichtigen Änderungsantrages. Die atomrechtliche Aufsichtsbehörde und / oder ihr Sachverständiger können die Inbetriebsetzung begleiten.

5.7.3 Einrichtungen nach Spezifikation Gerätetechnik

In diese Kategorie fallen Systeme und Einrichtungen, die in den Geltungsbereich der Spezifikation Gerätetechnik fallen. Insbesondere sind Geräte und Einrichtungen, die zur Zerlegung des RDB-OH und dessen Einbauten zum Einsatz kommen sowie Systeme mit sicherheitstechnischer Bedeutung, Gegenstand der Spezifikation. Es wird hierbei zwischen Gruppen von Einrichtungen unterschieden

- Einrichtungen **mit** sicherheitstechnischen Aufgaben (z. B. Ersatzsysteme)
Diese Systeme und Einrichtungen sind dementsprechend als sicherheitstechnisch wichtige Einrichtung (SE) einzustufen. Es gelten die entsprechenden Regelungen bezüglich Inbetriebnahme, Instandhaltung, Änderungen und Abbau. Das Einbringen und die Inbetriebnahme sind im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren im Rahmen eines zustimmungspflichtigen Änderungsantrages abzuwickeln.
- Einrichtungen **ohne** sicherheitstechnische Aufgaben
Das Einbringen und die Inbetriebnahme sind im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren im Rahmen eines anzeigepflichtigen Änderungsantrages abzuwickeln.

6 Anforderungen durch Regelwerke

Für den Restbetrieb bzw. Stilllegung und Abbau der FRG und des HL finden neben konventionellen Regelungen und Normen im Wesentlichen folgende kerntechnische Gesetze, Verordnungen und Regelwerke Anwendung:

- Gesetze:
 - Atomgesetz (AtG) /7/
 - Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) /8/
- Rechtsverordnungen:
 - Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /9/
- Richtlinien des BMI/BMUB / Verwaltungsvorschriften:
 - Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes (Stilllegungsleitfaden) /10/
- Empfehlungen der Beratungsgremien (ESK, RSK, SSK):
 - ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen (ESK-Leitlinie) /6/
- Regeln:
 - Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA)

Aufgrund der Brennelementfreiheit ergibt sich in Bezug auf die nukleare Sicherheit ein wesentlich geringeres Gefährdungspotential als im Forschungsbetrieb.

Im Folgenden werden alle Zitate aus Gesetzen, Verordnungen, Regelwerken etc. in *kursiver Schrift* und eingerückt zur besseren Unterscheidbarkeit dargestellt.

6.1 Anforderungen durch Gesetze und Rechtsverordnungen

Die Anforderungen der beiden kerntechnischen Gesetze Atomgesetz und Strahlenschutzgesetz werden im Folgenden beschrieben.

6.1.1 Atomgesetz (AtG)

Bezüglich Anforderungen an erforderliche Einrichtungen für den Restbetrieb ergibt sich aus § 7c Abs. 3 AtG folgende Forderung:

Der Genehmigungsinhaber ist verpflichtet, angemessene Verfahren und Vorkehrungen für den anlageninternen Notfallschutz vorzusehen. Dabei hat der Genehmigungsinhaber präventive und mitigative Maßnahmen des anlageninternen Notfallschutzes vorzusehen,

- 1. die weder den bestimmungsgemäßen Betrieb noch den auslegungsgemäßen Einsatz von Sicherheits- und Notstandseinrichtungen beeinträchtigen und deren Verträglichkeit mit dem Sicherheitskonzept gewährleistet ist, ...*

Bei den Verfahren und Vorkehrungen für den anlageninternen Notfallschutz hat der Genehmigungsinhaber Planungen und Maßnahmen des anlagenexternen Notfallschutzes zu berücksichtigen.

Zur Bestimmung der sich aus dem Notfallschutz ergebenden notwendigen Systeme werden die möglichen Störfälle betrachtet und welche Systeme zu deren Beherrschung notwendig sind. Daraus ergeben sich dann die notwendigen sicherheitstechnischen Einrichtungen und Maßnahmen des Restbetriebs.

Die Zusammenfassung Ereignisanalyse befindet sich in Kapitel 4. Die entsprechenden Randbedingungen ergeben sich aus der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV), siehe Kapitel 6.2 und der ESK-Leitlinien /6/, siehe Kapitel 6.4.3.3.

Neben der nuklearen Sicherheit ergeben sich nach AtG § 9a für den Restbetrieb im Wesentlichen die folgenden Forderungen:

Abs. 1: Wer Anlagen, in denen mit Kernbrennstoffen umgegangen wird, errichtet, betreibt, sonst innehat, wesentlich verändert, stilllegt oder beseitigt, ..., hat dafür zu sorgen, daß anfallende radioaktive Reststoffe sowie ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile ... schadlos verwertet oder als radioaktive Abfälle geordnet beseitigt werden (direkte Endlagerung);

Abs. 2 Wer radioaktive Abfälle besitzt, hat diese an eine Anlage nach Absatz 3 abzuliefern. ... (§ 9a Abs. 3: Landessammelstellen bzw. Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle)

Für den Restbetrieb resultiert die Anforderung, die anfallenden radioaktiven Reststoffe schadlos zu verwerten oder als radioaktive Abfälle geordnet zu beseitigen.

Nach AtG ergeben sich auch aufgrund der Brennelementfreiheit keine weiteren direkten Anforderungen bezüglich des Restbetriebs.

6.1.2 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG)

Das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) stellt allgemein Anforderungen zur Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und zur Dosisreduzierung, die sogenannten Schutzziele.

§ 8 Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung

- (1) Wer eine Tätigkeit plant, ausübt oder ausüben lässt, ist verpflichtet, jede unnötige Exposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden.*
- (2) Wer eine Tätigkeit plant, ausübt oder ausüben lässt, ist verpflichtet, jede Exposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten. Hierzu hat er unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls bei Tätigkeiten nach § 4 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 bis 7 und 9 den Stand von Wissenschaft und Technik zu beachten.*

Weiter wird die Dosis des Restbetriebs durch § 9 und § 80 begrenzt:

§ 9 Dosisbegrenzung – *Wer eine Tätigkeit plant, ausübt oder ausüben lässt, ist verpflichtet, dafür zu sorgen, dass die Dosisgrenzwerte nicht überschritten werden, die in diesem Gesetz und in den auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen festgelegt sind.*

§ 80 Grenzwerte für die Exposition der Bevölkerung

- (1) Für Einzelpersonen der Bevölkerung beträgt der Grenzwert der Summe der effektiven Dosen 1 Millisievert im Kalenderjahr durch Expositionen aus genehmigungs- oder anzeigebedürftigen Tätigkeiten nach diesem Gesetz oder dem Atomgesetz,*

...

Aufgrund der Schutzziele nach § 8 und der Dosisbegrenzung nach § 9 ergeben sich entsprechende Anforderungen, siehe Kapitel 3.

Betrieblich ergeben sich aus dem StrlSchG weitere Anforderungen:

- § 27–30 Beförderung radioaktiver Stoffe,
- § 69–75 Betriebliche Organisation des Strahlenschutzes
- § 76–79 Anforderungen an die Ausübung von Tätigkeiten

6.2 Anforderungen durch die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)

Durch die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) wird die Strahlenexposition bei Störfällen begrenzt.

§ 104 Begrenzung der Exposition durch Störfälle

(3) *Der Strahlenschutzverantwortliche hat dafür zu sorgen, dass bei der Planung von anderen als in Absatz 1 Satz 1 genannten Anlagen nach § 7 Absatz 1 des Atomgesetzes sowie bei der Planung der Stilllegung, des sicheren Einschlusses der endgültig stillgelegten Anlagen und des Abbaus der Anlagen oder von Anlagenteilen nach § 7 Absatz 3 Satz 1 des Atomgesetzes bauliche oder technische Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des potenziellen Schadensausmaßes getroffen werden, um die Exposition bei Störfällen durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu begrenzen. Die Genehmigungsbehörde legt Art und Umfang der Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des Einzelfalls, insbesondere des Gefährdungspotenzials der Anlage und der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Störfalls, fest.*

(4) *Absatz 3 gilt entsprechend für*

1. *die übrigen Tätigkeiten nach § 6 Absatz 1 und § 9 Absatz 1 des Atomgesetzes,*
2. *Abbau- und Stilllegungsmaßnahmen im Rahmen von Tätigkeiten nach § 6 Absatz 1 und § 9 Absatz 1 des Atomgesetzes, ...*

- (6) *Die Bundesregierung erlässt mit Zustimmung des Bundesrates Allgemeine Verwaltungsvorschriften, in denen Schutzziele zur Störfallvorsorge nach den Absätzen 3 und 4 festgelegt werden. Zu berücksichtigen sind dabei die Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadensausmaßes und bei Tätigkeiten nach § 12 Absatz 1 Nummer 3 des Strahlenschutzgesetzes das Vielfache der Freigrenzen für offene und umschlossene radioaktive Stoffe.*

§ 194 Begrenzung der Exposition durch Störfälle (§ 104)

- (16) *Bis zum Inkrafttreten Allgemeiner Verwaltungsvorschriften zur Störfallvorsorge nach § 104 Abs. 6 ist bei der Planung der in § 104 Absatz 3 und 4 genannten Anlagen und Einrichtungen die Störfallexposition so zu begrenzen, dass die durch Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung verursachte effektive Dosis von 50 Millisievert nicht überschritten wird.*

Die Einhaltung der Grenzwerte bei Störfällen und sich daraus ergebende Anforderungen sind in Kapitel 4 beschrieben.

Betrieblich ergeben sich aus der StrlSchV weitere Anforderungen:

- § 31–42 Freigabe,
- § 47–51 Fachkunde im Strahlenschutz,
- § 43–46 Betriebliche Organisation des Strahlenschutzes,
- § 55–58, 63–66, 68–70 Schutz von Personen in Strahlenschutzbereichen,
- § 71–75 Begrenzung der Strahlenexposition bei der Berufsausübung,
- § 54, 105–108, 152 Notfallorganisation,
- § 77–81 Ärztliche Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen,
- § 84–98 Sicherheit von Strahlenquellen (Lagerung, Wartung, Kennzeichnung, Abgabe, Buchführung und Mitteilung etc.),
- § 103 Emissions- und Immissionsüberwachung.

Für den Restbetrieb von Systemen und Anlagenteilen ergeben sich aus der StrlSchV weitere Anforderungen zur Emissions- und Immissionsüberwachung (§ 103) und zur messtechnischen Überwachung in Strahlenschutzbereichen (§ 56). Entsprechend sind restbetriebliche

Instrumentierung bzw. entsprechende Strahlenschutzmessgeräte zur Messung der Dosisleistung und Aktivität betrieblich erforderlich.

Die Umsetzungen der weiteren Anforderungen der Strahlenschutzverordnung an den Strahlenschutz werden in der Strahlenschutzordnung und der Reststoff- und Abfallordnung beschrieben und hier nicht im Einzelnen betrachtet.

6.3 Richtlinien des BMI/BMUB

Das Bundesministerium des Innern (BMI) bzw. das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) veröffentlicht nach Beratungen mit den Ländern Richtlinien. Diese enthalten die Auffassung der Bundesaufsicht zu allgemeinen Fragen der Reaktorsicherheit und des Strahlenschutzes (RS-Handbuch). Sie dienen als Orientierung für die Landesbehörden, die Genehmigungen erteilen und die Aufsicht ausführen.

In Kapitel 9 und Anlage 2 der Richtlinie „Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes“ (Stilllegungsleitfaden) /10/ wurden die Richtlinien des BMI/BMUB sowie die KTA-Regeln (siehe Kapitel 6.5) auf ihre Anwendbarkeit bei Stilllegungsverfahren von kerntechnischen Anlagen bewertet und in 3 Kategorien eingeteilt:

Kategorie I: Die Regel ist in der gesamten Stilllegung unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigen.

Kategorie II: Die Regel ist unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigen, so lange sich noch Kernbrennstoff in der Anlage befindet und die Schutzziele Unterkritikalität und Nachwärmeabfuhr eingehalten werden müssen.

Kategorie III: Die Regel ist nicht relevant.

Ein Großteil dieser Richtlinien (RS-Handbuch) beinhaltet spezifische Anforderungen für Kernkraftwerke. Diese Richtlinien und Anforderungen lassen sich nur eingeschränkt bzw. sinngemäß auf Forschungsreaktoranlagen und Heiße Labore übertragen oder sind generell aufgrund der Definition des Anwendungsbereichs nicht anzuwenden.

Weiterhin beziehen sich ein Teil der Richtlinien auf den Leistungsbetrieb und nicht auf den Abbau und Restbetrieb einer brennelementfreien, kerntechnischen Anlage. Dementsprechend sind diese Richtlinien nicht anwendbar (Kategorie II und III) oder sind unter Berücksichtigung des im Vergleich zum Betrieb verringerten Gefährdungspotentials an die verringerten Anforderungen schutzzielorientiert anzupassen (Kategorie I).

Eine Liste mit nicht anzuwendenden Richtlinien ist in Tabelle 6-1 mit stichpunktartiger Begründung zusammengefasst.

Tabelle 6-1: Nicht anzuwendende BMI/BMUB-Richtlinien (RS-Handbuch)

RS-Handbuch	Titel	Grund für Nichtanwendbarkeit
3-2	Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal /57/	ausschließlich Kernkraftwerkspersonal
3-4	Richtlinien über die Anforderungen an Sicherheitsspezifikationen für Kernkraftwerke /58/	ausschließlich Kernkraftwerke und Genehmigung zum Leistungsbetrieb
3-5	Merkpostenaufstellung mit Gliederung für einen Standardsicherheitsbericht für Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktor oder Siedewasserreaktor /59/	ausschließlich Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktor oder Siedewasserreaktor
3-6	Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen durch Auslegung der Kernkraftwerke hinsichtlich ihrer Festigkeit und induzierten Schwingungen sowie durch Sicherheitsabstände /60/	ausschließlich Kernkraftwerke und deren Gebäude zur Abschaltung und Nachwärmeabfuhr
3-7.2	Zusammenstellung der zur bauaufsichtlichen Prüfung kerntechnischer Anlagen erforderlichen Unterlagen /61/	kein Bau von Gebäude, Gebäudeteilen oder baulichen Anlagen, die sicherheitstechnisch von Bedeutung sind
3-8	Grundsätze für die Vergabe von Unteraufträgen durch Sachverständige /62/	Antragstellerin / Betreiberin ist nicht Adressat
3-9.2	Anforderungen an die Dokumentation bei Kernkraftwerken /63/	Anlagen des Maschinen-, Apparate- und Stahlbaus von Kernkraftwerken
3-10	Durchführung der Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung; Berichterstattung über besondere Vorkommnisse /64/	ersetzt durch StrlSchG und StrlSchV
3-11	Sicherheitsanforderungen an Kernbrennstoffversorgungsanlagen /65/	ausschließlich Errichtung und Betrieb von Anlagen zur Urananreicherung
3-19	Richtlinie nach StrlSchV und RöV „Arbeitsmedizinische Vorsorge beruflich strahlenexponierter Personen durch ermächtigte Ärzte“ vom 18. Dezember 2003 (GMBI 2004 S. 350) /66/	Antragstellerin / Betreiberin ist nicht Adressat
3-20	Strahlenschutzkontrolle mittels biologischer Indikatoren: Chromosomenaberrationsanalyse beim Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes /67/	Antragstellerin / Betreiberin ist nicht Adressat
3-25	Grundsätze zur Entsorgungsvorsorge für Kernkraftwerke /68/	FRG / HL ist brennelementfrei

RS-Handbuch	Titel	Grund für Nichtanwendbarkeit
3-27	Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen /69/	für nukleare Inbetriebsetzung oder den Betrieb eines Kernkraftwerkes
3-34	Rahmenrichtlinie über die Gestaltung von Sachverständigengutachten in atomrechtlichen Verwaltungsverfahren /70/	Antragstellerin / Betreiberin ist nicht Adressat
3-37	Empfehlung über den Regelungsinhalt von Bescheiden bezüglich der Ableitung radioaktiver Stoffe aus Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor /71/	ausschließlich Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktor
3-38	Richtlinie zur Erhaltung der Fachkunde des verantwortlichen Kernkraftwerkspersonals /72/	ausschließlich Kernkraftwerke
3-39	Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Kernkraftwerken /73/	ausschließlich Kernkraftwerke
3-43.1	Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor: – Teil 1: Die während der Planung der Anlage zu treffende Vorsorge - IWRS I /74/	nur bestimmungsgemäßer Betrieb; Ausschluss von Stilllegung und Abbau
3-45	Genehmigungen gemäß § 3 Absatz 1 StrlSchV zur ortsveränderlichen Verwendung und Lagerung radioaktiver Stoffe im Rahmen der zerstörungsfreien Materialprüfung /75/	keine neue Genehmigung erforderlich.
3-47	Mustergenehmigung zur Beschäftigung in fremden Anlagen gemäß § 15 Strahlenschutzverordnung (Mustergenehmigung zur Beschäftigung in fremden Anlagen oder Einrichtungen) RdSchr. des BMUB /76/	Antragstellerin / Betreiberin ist nicht Adressat
3-52.3	Meldung eines meldepflichtigen Ereignisses in Anlagen nach § 7 AtG der Kernbrennstoffver- und -entsorgung (Meldeformular) /77/	ausschließlich Anlagen zur Kernbrennstoffver- und -entsorgung
3-54.1	Rahmenempfehlung für die Fernüberwachung von Kernkraftwerken /78/	nur für Kernkraftwerke explizit erforderlich
3-54.2	Empfehlung zur Berechnung der Gebühr nach § 5 AtKostV für die Fernüberwachung von Kernkraftwerken (KFÜ) /79/	siehe 3-54.1
3-57.3	Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter /80/	ausschließlich Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren
3-63	Richtlinie für den Schutz von radioaktiven Stoffen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter bei der Beförderung vom 4. Dezember 2003 (GMBI. 2004, Nr. 12, S. 238) (ohne Wortlaut) /81/	ersetzt durch SEWD Richtlinien
3-65	Anforderungen an Lehrgänge zur Vermittlung kerntechnischer Grundlagenkenntnisse für verantwortliches Schichtpersonal in Kernkraftwerken – Anerkennungskriterien – /82/	ausschließlich Kernkraftwerke, separate Regelung für Fachkunde Forschungsreaktoren, Brennelementfrei
3-68	Sicherungsmaßnahmen für den Schutz von kerntechnischen Anlagen mit Kernmaterial der Kategorie III /83/	Nur Anlagen mit Kernbrennstoff FRG / HL ist Brennelementfrei
3-69.1	Richtlinie für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz Teil II: Messprogramm für den Intensivbetrieb (Intensivmessprogramm) vom 19. Januar 1995 (GMBI. 1995, Nr. 14, S. 261), in Überarbeitung /84/	ersetzt durch AVV-IMIS /85/

RS-Handbuch	Titel	Grund für Nichtanwendbarkeit
3-71	Richtlinie für die Fachkunde von verantwortlichen Personen in Anlagen zur Herstellung von Brennelementen für Kernkraftwerke /86/	ausschließlich Anlagen zur Herstellung von Brennelementen für Kernkraftwerke
3.74.1 3.74.2	Leitfäden zur Durchführung von Periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) für Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland, in Überarbeitung /87, 88/	ausschließlich Kernkraftwerke und ggf. kerntechnischer Anlagen im sicheren Einschluss
3-79	Schadensvorsorge außerhalb der Auslegungstörfälle, RdSchr. des BMU /89/	Antragstellerin / Betreiberin ist nicht Adressat

Die Richtlinien mit allgemein gültigen Regeln oder Regeln bezüglich Stilllegung können unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials berücksichtigt werden (Kategorie I). Die Tabelle 6-2 fasst die Richtlinien zusammen, die administrativ im Restbetrieb bzw. für die Erstellung der Genehmigungsunterlagen anzuwenden bzw. angepasst anzuwenden sind.

Tabelle 6-2: Unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigende administrative BMI/BMUB-Richtlinien (Kategorie I)

RS-Handbuch	Titel	Anforderungen zu berücksichtigen im
3-3	Richtlinie für den Fachkundenachweis von Forschungsreaktorpersonal /90/	RBHB (PBO, SSO)
3-9.1	Grundsätze zur Dokumentation technischer Unterlagen durch Antragsteller/ Genehmigungsinhaber bei Errichtung, Betrieb und Stilllegung von Kernkraftwerken /91/	RBHB
3-24	Richtlinie über Dichtheitsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen /92/	PHB
3-33.2	Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV /93/	Genehmigungsunterlagen
3-36	Berechnungsgrundlage zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge von Störmaßnahmen oder sonstiger Einwirkungen Dritter (SEWD) auf kerntechnische Anlagen und Einrichtungen - SEWD-Berechnungsgrundlage /94/	Genehmigungsunterlagen
3-40	Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde (Fachkunde-Richtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung) /95/	RBHB (SSO)
3-41	Richtlinie für das Verfahren zur Vorbereitung und Durchführung von Instandhaltungs- und Änderungsarbeiten in Kernkraftwerken /96/	RBHB (IHAO)
3-42.1	Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen – Teil 1: Ermittlung der Körperdosis bei äußerer Strahlenexposition (§§ 40, 41, 42 StrlSchV; § 35 RöV) /97/	RBHB (SSO)
3-42.2	Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen – Teil 2: Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung) (§§ 40, 41 und 42 StrlSchV), Anhänge 1 bis 6, Anhang 7.1, Anhang 7.2, Anhang 7.3, Anhang 7.4 /98/	RBHB (SSO)

RS-Handbuch	Titel	Anforderungen zu berücksichtigen im
3-52.1	Erläuterungen zu den Meldekriterien für Meldepflichtige Ereignisse gemäß Anlagen 1-5 und 7 inkl. Zusammenstellung von in den Meldekriterien der AtSMV verwendeten Begriffen /99/	RBHB (Teil 2)
3-52.2	Meldung eines meldepflichtigen Ereignisses in Anlagen nach § 7 AtG zur Spaltung von Kernbrennstoffen (Meldeformular) /100/	RBHB (Teil 2)
3-56	Bekanntmachung über die Anwendung der deutschen Fassung der Internationalen Nuklearen und Radiologischen Ereignis-Skala (INES) in kerntechnischen Einrichtungen sowie im Strahlenschutz außerhalb der Kerntechnik - Deutsches INES-Handbuch /101/	RBHB (Teil 2)
3-57.1	Anforderungen an den Objektsicherungsdienst und an Objektsicherungsbeauftragte in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen (OSD-Richtlinie) /102/	Betriebsreglement
3-60	Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle /103/	RBHB (RAO)
3-61	Richtlinie für die Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen /104/	RBHB (PBO, SSO)
3-64	Anforderungen an das Sicherungspersonal bei Beförderungen von radioaktiven Stoffen /105/	Betriebsreglement
3-75	Merkpostenliste für die Sicherung sonstiger radioaktiver Stoffe und kleiner Mengen Kernbrennstoff gegen Entwendung aus Anlagen und Einrichtungen /106/	Betriebsreglement
3-80	Entschließung des Länderausschusses für Atomkernenergie zu Entscheidungen nach der Strahlenschutzverordnung, deren Wirkung über den Bereich eines Landes hinausgeht, /107/	Genehmigungsverfahren
3-99	Bekanntmachung zu der "Richtlinie für den Schutz von IT-Systemen in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen der Sicherungskategorien I und II gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD-Richtlinie IT)", zu den "Lastannahmen zur Auslegung kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter mittels IT-Angriffen (IT-Lastannahmen)" und zu den "Erläuterungen für die Zuordnung der IT-Systeme von Kernkraftwerken zu IT-Schutzbedarfsklassen (Erläuterungen)" /108/	Objektschutz

Legende:

IHAO	Instandhaltungs- und Abbauordnung
RBHB	Restbetriebshandbuch
PBO	Personelle Betriebsordnung
PHB	Prüfhandbuch
RAO	Reststoff- und Abfallordnung
SSO	Strahlenschutzordnung

Bezüglich der erforderlichen Systeme und Einrichtungen für den Restbetrieb ergeben sich daher im Wesentlichen die in Tabelle 6-3 aufgeführten Richtlinien.

Tabelle 6-3: Unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigende BMI/BMUB-Richtlinien, die die erforderlichen Systeme und Einrichtungen betreffen

RS-Handbuch	Titel	Kategorie
3-0.1	Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /11/	I
3-0.2	Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /109/	I
3-23	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /41/	I
3-43.2	Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen: Teil 2: Die Strahlenschutzmaßnahmen während des Betriebs und der Stilllegung einer Anlage oder Einrichtung – IWRS II /110/	I
3-44	Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken /111/	I
3-53	Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktoren /112/	I
3-60	Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle /113/	I
3-62	Richtlinie über Maßnahmen für den Schutz von Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs und sonstigen kerntechnischen Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen zugangsberechtigter Einzelpersonen /114/	II
3-73	Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes, (BMU-Leitfaden) /10/	I

In Kapitel 2.3 und Anlage 3 des Stilllegungsleitfaden /10/ wurde die Anwendbarkeit der Richtlinien des BMI/BMUB ebenfalls kommentiert. Die Kommentare sowie sich ergebenden anwendbaren Anforderungen sind in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

Die Darstellung der einzelnen und detaillierten Anforderungen der einzelnen Richtlinien und Regeln ist im Rahmen dieses Berichtes nicht erforderlich. Es wird entsprechend der Bewertung der Umfang der Anwendbarkeit dargestellt.

Aufgrund allgemeiner Verwaltungsvorschriften ergeben sich keine relevanten Anforderungen an den Restbetrieb.

6.3.1 Anforderungen aus der Richtlinie 3-0.1 und 3-0.2: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke / Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke /11, 109/

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

zu 3-0.1: Die Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke sind auf die Belange der Stilllegung sinngemäß anzuwenden.

Das Sicherheitsebenenkonzept, wie es in den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke dargestellt wird, ist auf die Stilllegung nicht übertragbar. Die beschriebenen technischen Anforderungen sind jedoch zur Einhaltung der angeführten Schutzziele und zur Einhaltung der radiologischen Sicherheitsziele anzuwenden, angepasst an die noch zu unterstellenden Ereignisse in der Phase der Stilllegung, sodass diese Ereignisse vermieden bzw. beherrscht werden können. Wenn sich in einer Anlage keine Brennelemente und Brennstäbe mehr befinden, sind die Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ und „Kühlung der Brennelemente“ nicht mehr relevant. Zudem sinkt das freisetzbare Aktivitätspotenzial nochmals um mehrere Größenordnungen.

zu 3-0.2: Die Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen beziehen sich nur in wenigen Fällen auf Anforderungen, welche auch in der Phase der Stilllegung noch relevant sind und reduzieren sich deutlich nach Abtransport der Brennelemente.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Sicherheitsanforderungen von Kernkraftwerken lassen sich nur eingeschränkt auf die FRG und das HL übertragen. Aus der Richtlinie lassen sich allgemeine Anforderungen bezüglich der Organisation, radiologische Sicherheitsziele (Schutzziele) sowie Anforderungen an die Nachweisführung, das Betriebsreglement und Dokumentation in angepasster Form

ableiten. Technische Anforderungen lassen sich nur auf die im FRG/HL vorhandenen Systeme und Einrichtungen anwenden, z. B. bauliche Anlagenteile, Leittechnik, Strahlenschutz. Aufgrund der Brennelementfreiheit sind die Voraussetzungen der sicherheitstechnischen Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“, „Kühlung der Brennelemente“ und der damit verbundenen technischen Anforderungen nicht mehr gegeben.

6.3.2 Anforderungen aus der Richtlinie 3-23: Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /41/

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Emissions- und Immissionsüberwachung sollen eine Beurteilung der aus Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser resultierenden Strahlenexposition des Menschen ermöglichen und eine Kontrolle der Einhaltung von maximal zulässigen Aktivitätsabgaben sowie von Dosisgrenzwerten gewährleisten. Die Richtlinie konkretisiert die sich aus den § 80 StrlSchG sowie §§ 99–103 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) ergebenden Forderungen. Demnach sind die Emissionen aufgrund der Ableitungen mit Luft und Wasser nach Art und Aktivität zu spezifizieren. Ebenso sind in der Immissionsüberwachung Proben aus der Umgebung sowie die Ortsdosen nach einem festzulegenden Plan durch Messung zu bestimmen. Die Anforderungen für Betreiber und unabhängige Messstelle sind auch im Restbetrieb anwendbar, wobei diese aufgrund der Art und Aktivität der in der Anlage verbliebenen radioaktiven Stoffe, die Auswirkungen in der Umgebung haben, angepasst werden können. Darunter fällt im Wesentlichen der Wegfall der Edelgas- und Jodüberwachung, da keine relevanten Emissionen aufgrund der Brennelementfreiheit und des radioaktiven Zerfalls zu unterstellen sind.

Die Maßnahmen in der Umgebungsüberwachung werden ebenfalls angepasst, da die in der Störfallanalyse /13/ betrachteten Szenarien zum Ergebnis kommen, dass durch ein auslegungsüberschreitendes Ereignis die Eingreifrichtwerte für Maßnahmen des Katastrophenschutzes weit unterschritten werden. Wesentliche Änderungen ist der Ersatz des Fahrroudenordners durch Messpunkte, die gezielt im Störfall/Unfall als Einzelfallentscheidung festgelegt werden und damit auch der Wegfall der Zonen- und Sektoreneinteilung und die Verlegung der Auslegeorte der Festkörperdosimeter (Betreiber und unabhängige Messstelle) aus der Zentralzone auf das Betriebsgelände des Hereon.

Die kontinuierliche Sammlung und Auswertung des Niederschlages am Referenzort in Neuhaus (Betreiber und unabhängige Messstelle) wird eingestellt, da im Niederschlag am Standort Geesthacht zu Betriebszeiten keine künstlichen radioaktiven Stoffe in den Trinkwasserproben nachgewiesen wurden und aufgrund des Restbetriebs keine zu erwarten sind.

Die vierteljährliche Probeentnahme und deren Auswertung von Trinkwasserproben im ca. 14 km entfernten Trinkwasserwerk Curslack durch die unabhängige Messstelle werden eingestellt, da zu Betriebszeiten keine künstlichen radioaktiven Stoffe in den Trinkwasserproben nachgewiesen wurden und aufgrund des Restbetriebs keine zu erwarten sind.

6.3.3 Anforderungen aus der Richtlinie 3-43.2: Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen – Teil 2 Die Strahlenschutzmaßnahmen während des Betriebes und der Stilllegung einer Anlage oder Einrichtung /110/

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Zweck dieser Richtlinie ist die Festlegung der Anforderungen an das Verfahren zur Festlegung und Durchführung von Strahlenschutzmaßnahmen und an den Nachweis und die Bewertung der getroffenen organisatorischen und tätigkeitsbezogenen Maßnahmen zur Optimierung des Strahlenschutzes im Rahmen des Aufsichtsverfahrens bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus.

Die Richtlinie ist allgemein gültig und ist daher für den Restbetrieb unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials anwendbar. Diese wird über das Betriebsreglement umgesetzt (Restbetriebshandbuch: Strahlenschutzordnung, Instandhaltungs- und Abbauordnung bzw. Arbeitserlaubnisverfahren sowie entsprechenden untergeordneten Anweisungen).

6.3.4 Anforderungen aus der Richtlinie 3-44: Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken /111/

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Richtlinie bezieht sich allgemein auf die Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen und ist daher allgemein unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und

des Gefährdungspotenzials gültig. Die Anforderungen der Qualitätskontrolle und Beteiligung an Ringversuchen sind damit auch für den Restbetrieb anwendbar und werden umgesetzt.

6.3.5 Anforderungen aus der Richtlinie 3-53: Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktoren /112/

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Zweck dieser Richtlinie ist die Auswahl und Beurteilung der Prüfungsthemen und die Erstellung und Beurteilung der Prüfungsfragen für die schriftliche und die mündliche Fachkundeprüfung von Schichtleitern, Schichtleitervertretern und Reaktorfahrern.

Die Richtlinie ist für den Restbetrieb in angepasster Form in Bezug auf die Führungslinie unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials anwendbar. Die Prüfthemen können dabei um entsprechende verbliebene bzw. erforderliche Einrichtungen, Funktionen, Betrieb inkl. Störfälle, Vorschriften etc. beschränkt werden. Diese Richtlinie wird über Betriebsreglement umgesetzt (Restbetriebshandbuch: Personelle Betriebsordnung und Strahlenschutzordnung).

6.3.6 Anforderungen aus der Richtlinie 3-60: Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle /113/

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle regelt in Ergänzung zur Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) /115/ die Überwachung der beim Umgang mit radioaktiven Stoffen anfallenden radioaktiven Reststoffe und radioaktiven Abfälle. Sie ist allgemein gültig und ist damit auch auf den Restbetrieb unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials anwendbar. Die Anforderungen bezüglich Kennzeichnung, Dokumentation, Planung, Konditionierung und Meldung sind entsprechend umzusetzen (Restbetriebshandbuch: Reststoff- und Abfallordnung).

6.3.7 Anforderungen aus der Richtlinie 3-62: Richtlinie über Maßnahmen für den Schutz von Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs und sonstigen kerntechnischen Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen zugangsberechtigter Einzelpersonen /114/

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Nach Entfernung des Kernbrennstoffes und Sonderbrennstäbe sind ausschließlich Maßnahmen gegen die Entwendung oder Freisetzung sonstiger radioaktiver Stoffe zu treffen. Mit Fortschreiten des Stilllegungsvorhabens können die Forderungen des § 61 StrlSchG sowie § 87 StrSchV ausreichen.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs:

Gemäß der Richtlinie sind für FRG / HL

„...die erforderlichen Maßnahmen in Abhängigkeit vom Gefährdungspotential hinsichtlich einer Freisetzung oder Entwendung anlagenbezogen auf der Grundlage von Einzelfallbetrachtungen festzulegen.“

Aufgrund der Brennelementfreiheit ist das Gefährdungspotential im Vergleich zum Forschungsbetrieb stark verringert, so dass nur noch der Aspekt der *Freisetzung radioaktiver Stoffe* gegeben ist. Die Störfallbetrachtung zeigt, dass die Strahlenexposition unterhalb der Störfallrichtwerte liegt. Damit ergeben sich, entsprechend des niedrigen Gefährdungspotentials, stark reduzierte Anforderungen z. B. Zugangsbeschränkung des Sicherheitsbereichs.

6.3.8 Anforderungen aus der Richtlinie 3-73: Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes /10/

Bewertung bezüglich des Restbetriebskonzeptes:

Der Leitfaden zur Stilllegung (Stilllegungsleitfaden) /10/ ist eine der wesentlichen Richtlinien bezüglich der Stilllegung und Abbaus von Anlagen und findet damit Anwendung. Der Leitfaden beschreibt im Wesentlichen das Genehmigungsverfahren. Bezüglich der Anforderungen fasst dieser die anzuwendenden Gesetze und Verordnungen zusammen und bewertet unter anderem im Kapitel 2.3 sowie Anhang 2 und 3 die Anwendbarkeit der anderen Richtlinien

des BMI/BMUB und die Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA). Darüber hinaus stellt der Stilllegungsleitfaden die im Folgenden beschriebenen Anforderungen.

Es werden geeignete Erlaubnisverfahren benötigt, die für Planung und Durchführung konkreter Abbaumaßnahmen angewendet werden können. Diese Erlaubnisverfahren sollen die Anforderungen des Strahlenschutzes, des Arbeits- und Brandschutzes, des Objektschutzes und aller anderen sicherheitstechnischen Schutzziele berücksichtigen.

Weiter erforderlich ist die Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen, Strahlenschutz des Personals und die Abgabe radioaktiver und nicht radioaktiver Stoffe.

Bezüglich des Umgangs mit Reststoffen und Abfällen werden Anforderungen an die Mess-, Freigabe-, Herausgabeverfahren sowie Dekontamination, Behandlung und Lagerung gestellt, siehe auch Erläuterungsbericht „Reststoff und Abfallkonzept“ /18/.

6.4 Empfehlungen der Beratungsgremien

Die Gremien Reaktor-Sicherheitskommission (RSK), Strahlenschutzkommission (SSK) und Entsorgungskommission (ESK) erstellen wichtige Leitlinien, Empfehlungen und Stellungnahmen zum Thema Kerntechnik und Strahlenschutz. Diese sind ebenso zu berücksichtigen.

6.4.1 Empfehlungen der RSK

Gemäß dem Stilllegungsleitfaden /10/ liegen derzeit keine allgemeinen Empfehlungen der RSK zu Stilllegungsverfahren von kerntechnischen Anlagen vor.

6.4.2 Empfehlungen der SSK

Gemäß dem Stilllegungsleitfaden /10/ liegen derzeit keine allgemeinen Empfehlungen der SSK zu Stilllegungsverfahren von kerntechnischen Anlagen vor:

Allgemeine Empfehlungen zu Stilllegungsverfahren von kerntechnischen Anlagen liegen derzeit nicht vor. ... Die vorliegenden Empfehlungen zu allgemeinen oder anlagenspezifischen Strahlenschutzfragen sind auch im Stilllegungsverfahren zu berücksichtigen.

6.4.3 Anforderungen aus den Empfehlungen der ESK

Zur technischen Durchführung von Stilllegungsverfahren, als auch beim hierzu anzuwendenden technischen und rechtlichen Regelwerk, wurde von der ESK folgende grundlegende Empfehlung veröffentlicht:

- Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Empfehlung der Entsorgungskommission /6/

Die Leitlinien zur Stilllegung sind weitere wesentliche Richtlinien bezüglich der Stilllegung und Abbaus von kerntechnischen Anlagen. Sie stellen Anforderungen bezüglich Abbaumaßnahmen, Sicherheit und Betriebsregelungen an den Restbetrieb. Diese sind auf die FRG und das HL anwendbar. Anforderungen bezüglich der Einhaltung der Unterkritikalität und der sicheren Abfuhr der Zerfallswärme sind aufgrund der Brennelementfreiheit jedoch nicht mehr von Relevanz.

6.4.3.1 Maßnahmen beim Abbau der Anlagen

Die ESK-Leitlinien zur Stilllegung stellen in Bezug auf die Abbaumaßnahmen Anforderungen an die Logistik, z. B. ausreichender Platz für den Abbau, Handhabung, Transport, Pufferung, Behandlung, Messung und Verpackung. Weiter ergeben sich Anforderungen an den eigentlichen Abbau, z. B. sinnvolle Abbaufolge, Einhaltung der Schutzziele, Vorlage der Abbaumaßnahmen Prüfung bei der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde. Bezüglich der Reststoff- und Abfallbehandlung werden Anforderungen an das Freigabe- und Herausgabeverfahren gestellt.

Die Planungen und Konzepte bezüglich der Logistik sowie Abbaufolgen unter Einhaltung der Schutzziele sind in dem Abbaukonzept FRG und HL /17/ beschrieben. Die Konzepte zu Reststoffen und Abfällen sind in dem Erläuterungsbericht /18/, das Freigabe- und Herausgabekonzept in den Erläuterungsberichten /19/ und /20/ beschrieben. Die Umsetzung der entsprechenden obigen Anforderungen wird daher hier nicht näher dargestellt.

6.4.3.2 Schutzziele

Aufgrund der Brennelementfreiheit verbleiben die folgenden Schutzziele für den Restbetrieb.

Während der Stilllegung einer Anlage ist die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden zu treffen. Dazu ist die Einhaltung der Schutzziele

- *sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe und*
- *Vermeidung unnötiger Exposition, Begrenzung und Kontrolle der Exposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung sicherzustellen.*

Aus diesen Schutzzielen resultieren die erforderlichen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen, sowie deren Anforderungen. Entsprechend erfolgt eine Einstufung von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen, siehe Kapitel 6.4.3.4 und 3.

6.4.3.3 Störfallanalyse

Nach Kapitel 6 der Leitlinien zur Stilllegung /6/ müssen die Ereignisanalysen vorrangig folgende Punkte berücksichtigen:

- *Analyse der Betriebsabläufe und der Auswirkungen auf das Personal und auf die Umgebung durch Direktstrahlung und durch Ableitungen mit Fortluft und Abwasser,*
- *Schutzmaßnahmen und betriebliche Festlegungen zum Schutz des Personals und der Umgebung vor ionisierender Strahlung bei Störungen,*
- *Sicherheitskonzept zur Vermeidung und zur Begrenzung der Auswirkungen von Störfällen innerhalb und außerhalb der Anlage,*
- *Einstufung der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen und erforderliche Betriebssysteme sowie dazugehörige Anforderungen und*
- *systematische Gefahren- und Störfallanalyse (angepasst an das Gefahrenpotenzial während des Abbaus unter Berücksichtigung der während des Abbaus eingesetzten Techniken und Gefahrstoffe).*

In Kapitel 8.2 der Leitlinien zur Stilllegung werden dazu weitere Randbedingungen beschrieben:

„In den Sicherheitsanalysen sind die anlagentechnischen Gegebenheiten und die Abläufe systematisch zu analysieren und Erfahrungen aus vergleichbaren Anlagen und

Vorhaben einzubeziehen. Menschliches Fehlverhalten ist bei der Analyse möglicher Ursachen für Störungen und Störfälle zu berücksichtigen.

Bei der Analyse ist zu unterstellen, dass zusätzlich ein unabhängiger Einzelfehler vorliegt (z. B. Fehloffenstellung einer Gebäudeabschlussarmatur, Ausfall einer Überwachungseinrichtung zusätzlich zum auslösenden Ereignis).“

Bei der Ereignisanalyse /13/ wurden die gemäß Kapitel 8.3 der Leitlinien zur Stilllegung die zu analysierenden Ereignisse systematisch untersucht. Dabei wurde ein abdeckendes Ereignisspektrum mit radiologisch konservativen Randbedingungen, unter Berücksichtigung der für den Abbau bedeutsamen Prozesse bewertet. Es wurde gezeigt, dass die Anforderungen aus der StrlSchV in vollem Umfang erfüllt und die Dosisgrenzwerte weit unterschritten werden. Die Anforderungen, die aus der Ereignisanalyse resultieren, sind in Kapitel 4 zusammengefasst.

Das in Kapitel 8.2 der Leitlinien zur Stilllegung erwähnte Einzelfehlerkonzept ist ein deterministisches Konzept für die Auslegung der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen zur Beherrschung von Auslegungs- und auslegungsüberschreitenden Störfällen. Der Anwendungsbereich umfasst Leichtwasserreaktoren im Leistungsbetrieb, bei denen sicherheitstechnische Einrichtungen, die bei Eintritt eines Auslegungsstörfalles, ohne zeitliche Verzögerung wirksam werden müssen, um die Störfallbeherrschung sowie die Einhaltung der Schutzziele zu gewährleisten.

Im Restbetrieb der FRG und des HL sind keine zeitlich unverzögert sicherheitstechnischen Maßnahmen zur Erfüllung der Schutzziele bei Störfällen erforderlich. Weiter wird bei der Ereignisanalyse die Verfügbarkeit von technischen Einrichtungen nicht in Betracht gezogen bzw. ein Ausfall führt nicht zu höheren Abgaben, z. B. Fortluft, Netzversorgung. Das Einzelfehlerkonzept ist ebenso nicht auf Brand- und Blitzschutzanlagen sowie Gebäudestrukturen anwendbar.

6.4.3.4 Einstufung von sicherheitstechnischen Einrichtungen

Nach Kapitel 8.4 der ESK-Leitlinien zur Stilllegung folgt die Anforderung der Sicherheitstechnischen Einstufung von Einrichtungen. Dabei werden im Wesentlichen die Bedingungen zur Einstufung in *sicherheitstechnische Einrichtungen* und *sicherheitstechnisch wichtige Einrich-*

tungen dargestellt. Das angewandte Einstufungskonzept sowie die aus der Ereignisanalyse und den Schutzziele resultierende Einstufung sind in Kapitel 5 zusammengefasst.

6.4.3.5 Betriebsregelungen

Die ESK-Leitlinien beinhalten Anforderungen an das Betriebsreglement mit den folgenden Punkten:

- *Betriebsordnungen mit Vorgaben zur Betriebsorganisation, zum Strahlenschutz, zu Alarmen, zum Brandschutz, zur ersten Hilfe, zur Warten- und Schichtorganisation, zum Arbeiterlaubnis- und Instandhaltungsverfahren, zur Wach- und Zugangsorganisation,*
- *Änderungsverfahren inkl. der Vorgehensweise bei der Ein- und Umstufung von Einrichtungen sowie der Nutzungsänderung von Räumen in der Anlage,*
- *Verfahren zur dauerhaften Außerbetriebnahme und Stillsetzung von Einrichtungen,*
- *Verfahren zur Durchführung von Abbaumaßnahmen,*
- *die Vorgehensweise zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle sowie zur Herausgabe/Freigabe von Materialien, von Bodenflächen und von Gebäuden oder Gebäudeteilen,*
- *Voraussetzungen/Auflagen und Bedingungen für die Stilllegung,*
- *eine Prüfliste der wiederkehrenden Prüfungen,*
- *Vorgaben und Regelungen zum Betrieb der Systeme, zum anomalen Betrieb, wenn noch notwendig, zur Störfallbeherrschung.*

Darüber hinaus werden Anforderungen an die Dokumentation und den Kompetenzaufbau gestellt.

6.5 Kerntechnische Regeln

Die relevanten in der Kerntechnik spezifischen Regeln sind die Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA). Wie auch bei den Richtlinien des BMI/BMUB stehen im Regelwerk der KTA im Wesentlichen die Auslegung und der Betrieb von Kernkraftwerken im Fokus. Trotzdem lassen sich allgemein gültige Regeln auf den Restbetrieb der FRG und des HL sinngemäß anwenden. Durch den Stilllegungsleitfaden /10/ erfolgte für die Regeln der KTA ebenfalls eine Einteilung der Anwendbarkeit, vergleiche Kapitel 6.3.

Gemäß dem Anwendungsbereich der jeweiligen KTA-Regeln sind ausschließlich die in Tabelle 6-4 aufgelisteten Regeln auf Forschungsreaktoren im Restbetrieb anzuwenden.

Tabelle 6-4: Unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigende (Kategorie I) KTA-Regeln für den brennelementfreien Restbetrieb der FRG und des HL

KTA-Regel Nr.	Titel
1404	Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken /116/
1505	Nachweis der Eignung von festinstallierten Messeinrichtungen zur Strahlungsüberwachung /117/
1507	Überwachung der Ableitungen radioaktiver Stoffe bei Forschungsreaktoren /39/
2501	Bauwerksabdichtungen von Kernkraftwerken /118/

Für den Restbetrieb der FRG und des HL finden die in Tabelle 6-5 aufgeführten KTA-Regeln der Kategorie I keine Anwendung.

Tabelle 6-5: KTA-Regeln (Kategorie I), die für den brennelementfreien Restbetrieb der FRG und des HL keine Anwendung finden

KTA-Regel	Titel	Grund für Nichtanwendbarkeit
1301.1	Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken; Teil 1: Auslegung /119/	ausschließlich Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen keine Neuerrichtung von Gebäude- und Anlagenteilen
1403	Alterungsmanagement in Kernkraftwerken /120/	ausschließlich in Betrieb befindliche Leichtwasserreaktoren nach ESK Stilllegungsleitlinien nicht erforderlich
1503.1	Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe; Teil 1: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßigem Betrieb /121/	ausschließlich Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren während des bestimmungsgemäßigen Betriebs abgedeckt durch KTA-Regel 1507 /39/
1504	Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser /122/	ausschließlich Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren abgedeckt durch KTA-Regel 1507 /39/
1506	Messung der Ortsdosisleistung in Sperrbereichen von Kernkraftwerken /123/	diese Regel wurde am 16.11.04 zurückgezogen

KTA-Regel	Titel	Grund für Nichtanwendbarkeit
2201.1-2201.5	Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen /124/	ausschließlich Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren
2206	Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen /125/	ausschließlich ortsfesten Kernkraftwerke
2207	Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser /126/	ausschließlich Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren
3605	Behandlung radioaktiv kontaminierter Gase in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren /127/	ausschließlich Kernkraftwerke mit Druck- und Siedewasserreaktoren

Neben den anzuwendenden KTA-Regeln gemäß Tabelle 6-4 finden für den Restbetrieb zur Sicherstellung hoher Sicherheitsstandards auch weitere KTA-Regeln Anwendung bzw. teilweise / sinngemäße Anwendung. Diese sind in Tabelle 6-6 zusammengefasst.

Tabelle 6-6: Unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigende (Kategorie I) KTA-Regeln für den brennelementfreien Restbetrieb der FRG und des HL

KTA-Regel Nr.	Titel
1201	Anforderungen an das Betriebshandbuch /128/
1202	Anforderungen an das Prüfhandbuch /129/
1301.2	Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken; Teil 2: Betrieb /130/
1401	Allgemeine Forderungen an die Qualitätssicherung /131/
1402	Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken /132/
1404	Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken /116/
1501	Ortsfestes System zur Überwachung von Ortsdosisleistungen innerhalb von Kernkraftwerken /37/
1502	Überwachung der Radioaktivität in der Raumlufte von Kernkraftwerken /38/
1505	Nachweis der Eignung von festinstallierten Messeinrichtungen zur Strahlungsüberwachung /117/
1507	Überwachung der Ableitungen radioaktiver Stoffe bei Forschungsreaktoren /39/
1508	Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre /40/
2101.1	Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes /133/
2101.2	Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 2: Brandschutz an baulichen Anlagen /134/

KTA-Regel Nr.	Titel
2101.3	Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 3: Brandschutz an maschinen- und elektro-technischen Anlagen /55/
2103	Explosionsschutz in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor (allgemeine und fall-bezogene Anforderungen) /43/
2501	Bauwerksabdichtungen von Kernkraftwerken /118/
3601	Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken /33/
3603	Anlagen zur Behandlung von kontaminiertem Wasser in Kernkraftwerken /36/
3604	Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken /135/
3703	Notstromanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken /42/
3901	Kommunikationseinrichtungen für Kernkraftwerke /47/
3902	Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken /46/
3903	Prüfungen und Betrieb von Hebezeugen in Kernkraftwerken /45/
3905	Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken /136/

In Kapitel 10 bzw. Anlage 3 des Stilllegungsleitfadens /10/ wurde die Anwendbarkeit der KTA-Regeln ebenfalls kommentiert. Die Anforderungen der anwendbaren KTA-Regeln werden gemäß des Stilllegungsleitfadens /10/ bezüglich der Anwendbarkeit für den Restbetrieb bewertet. Daraus ergeben sich unter anderem die Anforderungen an den Restbetrieb.

6.5.1 KTA-Regel 1201: Anforderungen an das Betriebshandbuch

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die Regel ist beim Stilllegungsverfahren in ihren relevanten Teilen anzuwenden. Nicht mehr relevant sind größtenteils Abschnitt 7 „Anforderungen an Teil 2 des Betriebshandbuchs (Betrieb der Gesamtanlage)“, Abschnitt 8 „Anforderungen an Teil 3 (Störfälle)“ und Abschnitt 9 „Anforderungen an Teil 4 (Betrieb der Systeme)“.

zu Abschnitt 6: Die Betriebsordnungen sind entsprechend der gewählten Betriebsorganisation anzupassen. Eine zusätzliche Abfall- und Reststoff-Ordnung wird empfohlen.

zu Abschnitt 7.2 „Sicherheitstechnisch wichtige Grenzwerte – SSp“: Dieser Teil ist anzupassen an die Gegebenheiten des Stilllegungsvorhabens. Insbesondere sind die sicherheitstechnisch wichtigen Grenzwerte bezüglich Emission radioaktiver Stoffe über den Wasser- und Luftpfad, sowie die Meldekriterien und zu beachtende Auflagen der Behörden aufzunehmen. Die Freigabekriterien für radioaktive Stoffe sind aufzunehmen.

zu Abschnitt 8: Die zu betrachtenden Störfälle sind an die Gegebenheiten des Stilllegungsvorhabens anzupassen.

zu Abschnitt 9: Neben den bisher betriebenen Systemen sind wichtige zusätzliche Systeme zu beschreiben.

Generell ist das Betriebshandbuch mit fortschreitendem Stilllegungsprozess dem Anlagenzustand anzupassen.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die KTA-Regel ist in angepasster Form gemäß Kommentar des Stilllegungsleitfadens auf den Restbetrieb anwendbar. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit eines Betriebshandbuches für den Restbetrieb (Restbetriebshandbuch, RBHB). Der am meisten relevante Abschnitt des RBHB ist der der Betriebsordnungen (Teil 1), siehe auch Kapitel 8.1.

6.5.2 KTA-Regel 1202: Anforderungen an das Prüfhandbuch

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die Regel ist auch im Stilllegungsverfahren anzuwenden. Ein Prüfhandbuch ist so lange erforderlich, wie sicherheitstechnische Anforderungen an während der Stilllegungsarbeiten weiterbetriebene Systeme und die im Zuge der Stilllegung neu zu installierenden Systeme gestellt sind.

Generell ist das Prüfhandbuch mit Fortschreiten der Stilllegungsarbeiten dem Anlagenzustand anzupassen. Vereinfachungen (z. B. beim Betriebszustand) sind möglich.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Anforderungen an das Prüfhandbuch sind auch auf den Restbetrieb anwendbar und der Umfang und Art der zu prüfenden Einrichtungen dem Fortschritt des Abbaus anzupassen. Auch während des Restbetriebs sind alle vorhandenen sicherheitstechnischen und betriebliche Systeme und Einrichtungen entsprechend wiederkehrend zu prüfen. Nicht erforderliche Einrichtungen bedürfen keiner wiederkehrenden Prüfung mehr, siehe auch Kapitel 8.2.

6.5.3 KTA-Regel 1301.2: Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken; Teil 2: Betrieb

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die KTA-Regel beinhaltet Anforderungen an den betrieblichen Strahlenschutz inklusive Organisation, Betriebsreglement, Fachkunde, Kontrolle, Maßnahmen, Messung, Einsatzplanung, Lagerung und Dokumentation. Diese Regel ist allgemeingültig und sinngemäß auch für den Restbetrieb der FRG und des HL unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials anwendbar. Die entsprechenden Anforderungen werden umgesetzt (RBHB: Strahlenschutzordnung, Instandhaltungs- und Abbauordnung bzw. Arbeiterlaubnisverfahren).

6.5.4 KTA-Regel 1401: Allgemeine Forderungen an die Qualitätssicherung

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die Regel gilt für die Qualitätssicherung von der Planung bis zum Betrieb von ortsfesten Kernkraftwerken und ist im Stilllegungsverfahren unter Berücksichtigung des jeweiligen Aktivitätsinventars für solche Systeme/Komponenten, die dem Aktivitätseinschluss und der Aktivitätsüberwachung dienen, anzuwenden.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die KTA-Regel ist für den Restbetrieb im Wesentlichen auf den Aktivitätseinschluss (Erzeugung von endlagerfähigen Abfallgebinden) sowie gegebenenfalls auf neue einzubringende Systeme und Einrichtungen (sofern sie dem Aktivitätseinschluss oder der Aktivitätsüberwachung dienen) anwendbar und werden umgesetzt.

6.5.5 KTA-Regel 1402: Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Diese sicherheitstechnische Regel enthält die Anforderungen an das integrierte Managementsystem, die für die Sicherstellung und stetige Verbesserung der Sicherheit relevant sind. Mit dem Managementsystem soll die Sicherheitskultur gefördert werden. Daraus ergibt sich die schutzzielorientierte Anwendung dieser Regel auch für die Stilllegung von Kernkraftwerken.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Diese Regel ist sinngemäß gültig und in reduziertem Umfang gemäß dem Kommentar auch für den Restbetrieb der FRG und des HL anwendbar. Anforderungen bezüglich Reaktivitätskontrolle, Umgang mit Brennelementen etc. sind nicht mehr relevant. Die arbeitstechnische Sicherheit und Sicherheitskultur für das Personal wird über das Qualitäts-Management-Handbuch, die Personelle Betriebsordnung, die Instandhaltung- und Abbauordnung (Arbeits-erlaubnisverfahren) und deren Erfahrungsrücklauf sichergestellt.

6.5.6 KTA-Regel 1404: Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die Regel ist grundsätzlich auch auf die Dokumentation anzuwenden, die im Rahmen des Stilllegungsvorhabens für das Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren erstellt wird.

Das gilt insbesondere für die in der KTA 1404 enthaltenen Grundsätze.

Die Kapitel 3 und 4 der Regel sowie die Aufbewahrungsfristen gemäß den Tabellen 4 und 4-2 sind auf Stilllegungsvorhaben anwendbar.

Die Dokumentation soll eine Beschreibung des sich während des Stilllegungsablaufes verändernden Anlagenzustandes beinhalten, um eine Bewertung des Ist-Zustandes der Anlage zu ermöglichen.

Sie soll das Vorliegen und die Erfüllung der rechtlichen Voraussetzungen und gesetzlichen Grundlagen rückverfolgbar und nachweislich aufzeigen.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Regel ist gemäß dem Kommentar des Stilllegungsleitfadens sinngemäß auf den Restbetrieb anzuwenden.

6.5.7 KTA-Regel 1501: Ortsfestes System zur Überwachung von Ortsdosisleistungen innerhalb von Kernkraftwerken

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Der Messbereich und die Anforderungen an die Messgeräte bei Störfällen sowie die Anzahl der Messgeräte sind den Gegebenheiten des Stilllegungsverfahrens anzupassen.

Entsprechend dem Charakter der Stilllegungsarbeiten ist das Schwergewicht der ODL-Messung auf nicht festinstallierte Geräte zu legen.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Aus der sinngemäßen Anwendung der Regel ergibt sich die Anforderung der Überwachung der Ortsdosisleistung im Restbetrieb. Entsprechend ergibt sich die Anforderung einer auf den Restbetrieb (Ortsdosisleistungsniveau, Abbautätigkeiten, andere Raumbereiche) angepassten Instrumentierung. Diese kann mit ortsfesten als auch mit mobilen Messgeräten durch das Strahlenschutzpersonal erfolgen.

6.5.8 KTA-Regel 1502: Überwachung der Aktivitätskonzentrationen radioaktiver Stoffe in der Raumluft von Kernkraftwerken

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die Anforderungen an die Messgeräte bei Störfällen sowie die Anzahl der Messgeräte sind den Gegebenheiten des Stilllegungsverfahrens anzupassen. Die Überwachung kann auf die dann möglicherweise vorhandenen radioaktiven Stoffe reduziert

werden. In der Regel ist im sicheren Einschluss der Einsatz nicht festinstallierter Geräte ausreichend.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Aus der sinngemäßen Anwendung der Regel ergibt sich die Anforderung der Überwachung der Aktivitätskonzentration radioaktiver Stoffe in der Raumluft im Restbetrieb. Entsprechend ergibt sich die Anforderung einer auf den Restbetrieb (Aktivitätsniveau, Abbautätigkeiten, andere Raumbereiche) angepassten Instrumentierung. Die Messung kann ortsfest als auch mobil durch das Strahlenschutzpersonal erfolgen.

6.5.9 KTA-Regel 1505: Nachweis der Eignung von festinstallierten Messeinrichtungen zur Strahlungsüberwachung

Bewertung bezüglich des Restbetriebs:

Diese Regel ist allgemein gültig und auch auf die im Restbetrieb einzusetzenden Messeinrichtungen zur Strahlungsüberwachung unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials anzuwenden. Es können die festinstallierten Messeinrichtungen aus dem Forschungsbetrieb weiter zum Einsatz kommen, für die entsprechende Nachweise bereits vorliegen. Sofern andere oder neue Messeinrichtungen zum Einsatz kommen sind entsprechende Nachweise zu führen.

6.5.10 KTA-Regel 1507: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe bei Forschungsreaktoren

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die Messung kann auf die entsprechend dem Anlagenzustand noch vorhandenen radioaktiven Stoffe beschränkt werden.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs:

Die Regel ist gemäß dem Kommentar auf die Überwachung von an Schwebstoff gebundenen radioaktiven Stoffe (Aerosole), Tritium (HTO) und C-14 (CO₂) anzuwenden. Edelgase und Jod sind nicht mehr relevant. Die Überwachungen der Fortluft sowie Probennahmen und

Auswertungen der Abzuleitenden Abwässer können im Restbetrieb ohne Jod und Edelgase fortgeführt werden.

6.5.11 KTA-Regel 1508: Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Regel ist sinngemäß auf den Restbetrieb anwendbar. Es ergibt sich die Anforderung der Ermittlung der Ausbreitungsparameter in der Atmosphäre. Entsprechende, aus dem Forschungsbetrieb vorhandene Instrumentierungen erfüllen die Anforderungen und können weiter betrieben werden.

6.5.12 KTA-Regel 2101.1-3: Brandschutz in Kernkraftwerken

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die Forderungen zum Schutz von Redundanzen können eingeschränkt werden.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Anforderungen des Brandschutzes sind auf den Restbetrieb der FRG und des HL anwendbar. Anforderungen hinsichtlich Gewährleistung von Reaktorabschaltung, Nachwärmeabfuhr und Redundanztrennung sind im Restbetrieb aufgrund der Brennelementfreiheit nicht mehr gegeben. Gegebenenfalls ergeben sich reduzierte Anforderungen bezüglich der Brandbekämpfungsabschnitte und Löschanlagen. Die zum Personen- und Sachschutz erforderlichen Brandschutzeinrichtungen sind:

- Rettungswege
- Abgrenzung von Brandabschnitten und Brandbekämpfungsabschnitten
- Lüftungstechnische Anlagen, Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung
- Betrieblicher und abwehrender Brandschutz
- Brandschutzrelevante Maßnahmen an Komponenten und Anlagen
- Einrichtungen zur Branderkennung, -meldung und Alarmierung
- Einrichtungen zur Brandbekämpfung

6.5.13 KTA-Regel 2103: Explosionsschutz in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren (allgemeine und fallbezogene Anforderungen)

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die Anforderungen der Regel zielen auf die Erhaltung der Funktion der sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteile bei Explosionsgefahren. Eingegrenzt auf die noch jeweils sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteile sind die Grundsätze (3) und die Allgemeinen Anforderungen (4) anzuwenden.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

In Bezug auf den Restbetrieb sind die Voraussetzungen für die Anwendung der Regel nur noch bedingt gegeben. Es verbleiben Anforderungen bezüglich

- Brenngase für Schweißen, Schneiden und verwandte Arbeitsverfahren,
- Zählgase zur Radioaktivitätsüberwachung,
- Batterieanlagen.

Die notwendigen Vorsorgemaßnahmen werden auch durch konventionelle Regelwerke /137, 138/ gewährleistet.

6.5.14 KTA-Regel 2501: Bauwerksabdichtungen von Kernkraftwerken

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die Regel ist im Stilllegungsvorhaben bei baulichen Veränderungen und neuen Bauwerksteilen anzuwenden. Das Schutzziel beschränkt sich bei den Stilllegungsarbeiten auf den sicheren Einschluss der radioaktiven Stoffe.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Es sind keine relevanten baulichen Veränderungen vorgesehen, die den sicheren Einschluss der radioaktiven Stoffe beeinträchtigen würden. Damit sind entsprechende Anforderungen aus dem Forschungsbetrieb umgesetzt. Bei Änderungen an betroffenen Bau- oder Gebäudeteilen zur Umschließung von radioaktiven Stoffen ist diese Regel schutzzielorientiert unter

Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigen.

6.5.15 KTA-Regel 3601: Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken /33/

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die allgemeinen Anforderungen des Kapitel 3 sind einzuhalten.

Die im Kapitel 4 angegebene Lüftungsklasse 2 ist nach Abtransport des Kernbrennstoffes ausreichend, da der Schwerpunkt bei den Stilllegungsarbeiten sich auf den Einschluss der radioaktiven Stoffe beschränkt und bei der Einhaltung spezifischer Luftfeuchte (Korrosionsschutz) liegt. Die Unterdruckstaffelungen und die Luftwechsellzahlen sind den Erfordernissen des Stilllegungsprozesses anzupassen. Eine redundante Ausführung sowie ein Notstromanschluss sind in der Regel nicht erforderlich.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Für den Restbetrieb ist die KTA-Regel sinngemäß unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials anwendbar. Aufgrund des stark reduzierten Gefährdungspotentials (Brennelementfreiheit) ergeben sich, gemäß dem Kommentar, reduzierte Anforderungen (Lüftungsklasse 2). Die Lüftungssysteme sind der Lüftungsklasse 2 zuzuordnen, da sie für die Einhaltung der Grenzwerte nach § 104 StrlSchV /9/ nicht erforderlich sind. Allgemeine Anforderungen aus KTA-Regel 3601 Kapitel 3 werden eingehalten. Eine Ersatzstromversorgung für die Lüftungssysteme ist nicht erforderlich.

6.5.16 KTA-Regel 3603: Anlagen zur Behandlung von kontaminiertem Wasser in Kernkraftwerken

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

In der FRG und dem HL befinden sich keine Einrichtungen zur Behandlung von Abwässern bzw. es sind auch keine Einrichtungen für den Restbetrieb vorgesehen. Die Behandlung von radioaktiven Abwässern erfolgt durch externe Dienstleister, vergleiche auch Kapitel 2.9. Daher findet in der KTA-Regel nur Anforderungen bezüglich der wiederkehrenden Prüfung der Abwassersammelbehälter Anwendung.

6.5.17 KTA-Regel 3604: Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Regel ist sinngemäß auch für den Restbetrieb anwendbar und entsprechende Anforderungen werden unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials umgesetzt.

6.5.18 KTA-Regel 3703: Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Für Melde- und Überwachungseinrichtungen (z. B. Brandmeldeanlage, ODL-System, Fortluftüberwachung) ist eine gesicherte Energieversorgung erforderlich, zu deren Anforderungen kann die genannte KTA-Regel herangezogen werden.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Entsprechend dem Kommentar können die Anforderungen der KTA-Regel herangezogen werden, wenn sich Anforderungen an eine Energieversorgung bei längerfristigem Stromausfall von Systemen und Einrichtungen ergeben. Die Anforderungen richten sich nach dem konventionellen Regelwerk. Die Batterieanlagen stellen zu Beginn des Restbetriebs die wesentlichen Aufgaben bezüglich des Personen- und betrieblichen Strahlenschutzes sicher. Dies sind die Versorgung der Kommunikationsanlagen, Notbeleuchtung und Strahlenschutzmessgeräte bis zur Räumung der Gebäude bzw. Gebäudebereiche. Im Rahmen des Stillsetzungs- und Abbaufortschritts können auch vorhandene Einrichtungen durch Einrichtungen mit separater Batterieversorgung ersetzt werden (z. B. Notbeleuchtung, Fluchtwegbeleuchtung).

Die Brandmeldeanlagen und Fortluftinstrumentierung verfügen neben der Netzersatzversorgung über eine separate Batterieversorgung.

6.5.19 KTA-Regel 3901: Kommunikationseinrichtungen für Kernkraftwerke

Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/:

Die Regel ist grundsätzlich im Stilllegungsverfahren anzuwenden. Eine redundante Ausführung der Alarm- und Personensuchanlage ist nicht erforderlich. Für den Betrieb des sicheren Einschlusses sind für die interne Kommunikation fest installierte Kommunikationseinrichtungen nicht erforderlich.

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Regel ist sinngemäß dem Kommentar auch für den Restbetrieb anwendbar und entsprechende Anforderungen werden in reduziertem Umfang umgesetzt. Diese kann mit ortsfesten oder ersatzweise auch mit mobilen Einrichtungen erfolgen.

6.5.20 KTA-Regel 3902: Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Regel ist sinngemäß auch für den Restbetrieb anwendbar und entsprechende Anforderungen werden unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials umgesetzt. Aufgrund des stark reduzierten Gefährdungspotenzials ergeben sich aus der Störfallanalyse keine zusätzlichen (gemäß Kapitel 4.2) oder erhöhten Anforderungen (gemäß Kapitel 4.3) an Krane, Winden, Laufkatzen und Lastaufnahmeeinrichtungen. Entsprechende Anforderungen sind für den Restbetrieb nicht mehr relevant. Es verbleiben die Anforderungen gemäß Kapitel 3.

6.5.21 KTA-Regel 3903: Prüfungen und Betrieb von Hebezeugen in Kernkraftwerken

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Die Regel ist sinngemäß auch für den Restbetrieb anwendbar und entsprechende Anforderungen werden unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials umgesetzt. Aufgrund des stark reduzierten Gefährdungspotenzials ergeben sich aus der Störfallanalyse keine zusätzlichen (gemäß Kapitel 4.2) oder erhöhten Anforderungen (gemäß Kapitel 4.3) an Krane, Winden, Laufkatzen und Lastaufnahmeeinrichtungen. Entsprechende Anforderungen sind für den Restbetrieb nicht mehr relevant. Es verbleiben die Anforderungen gemäß Kapitel 3.

6.5.22 KTA-Regel 3905: Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken

Bewertung bezüglich des Restbetriebs und Art der kerntechnischen Anlagen:

Aufgrund des stark reduzierten Gefährdungspotentials ergeben sich keine zusätzlichen oder erhöhten Anforderungen bezüglich der Lastanschlagpunkte. Entsprechende Anforderungen finden daher keine Anwendung bzw. werden durch KTA-Regel 3603 abgedeckt.

6.6 Regeln und Normen

Neben den Anforderungen des kerntechnischen Regelwerkes sind für den Restbetrieb auch konventionelle Regeln und Normen (z. B. ASR, DIN, VDI, TRGS) zu berücksichtigen. Die Darstellung aller in Frage kommenden Regeln und Normen ist im Rahmen dieses Berichtes nicht notwendig. Es wird entsprechend darauf verzichtet. Dennoch wird exemplarisch auf die folgenden Regeln verwiesen, da sie eine direkte Relevanz bezüglich des Restbetriebs haben.

- Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A3.4/3, Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme /139/,
- DIN 25422, Aufbewahrung und Lagerung radioaktiver Stoffe – Anforderungen an Aufbewahrungseinrichtungen und deren Aufstellungsräume zum Strahlen-, Brand- und Diebstahlschutz /140/,
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) /138/,
- Explosionsschutz-Regeln (EX-RL): DGUV Regel 113-001 /137/.

7 Notfallmaßnahmen und Notfallorganisation im Restbetrieb

Die Forderung nach Planungen von Notfallorganisation und Notfallmaßnahmen für den Schutz bei sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen im Restbetrieb der Anlage ergibt sich im Wesentlichen aus den §§ 105–108 und 152 der StrlSchV. Dabei richtet sich das Erfordernis eines Notfallschutzes nach den radiologischen Auswirkungen auslegungsüberschreitender Ereignisse.

Da das wesentliche Gefährdungspotential der Anlage mit der Brennelementfreiheit entfallen ist, reduzieren sich die radiologischen Auswirkungen in der Anlagenumgebung bei den noch zu unterstellenden Ereignissen (siehe Kapitel 4) um mehrere Größenordnungen. Damit wird auch das Dosiskriterium für die Auslösung eines Voralarms für den Katastrophenschutz /141/ bzw. für frühe Notfallschutzmaßnahmen /52/ nicht erreicht /13/, sodass keine Notwendigkeit für die Aufrechterhaltung der Notfallorganisation im Restbetrieb der Anlage in der bisherigen Form mehr besteht.

8 Betriebsreglement

Das Restbetriebskonzept sieht im Wesentlichen die teilweise Weiterführung des Betriebsreglements des Forschungs- und Nachbetriebs vor. Die Anforderungen aus dem Forschungs- und Nachbetrieb decken in der Regel die Anforderungen des Restbetriebs mit ab und gehen oft deutlich darüber hinaus. Damit werden die Anforderungen der Gesetze und Regelwerke durch die Fortschreibung erfüllt. Aufgrund des geringeren Gefährdungspotentials wird unter Berücksichtigung der Anforderungen das Betriebsreglement an die veränderten Anforderungen angepasst.

8.1 Restbetriebshandbuch (RBHB)

Ein wesentlicher Teil des Betriebsreglements stellt das Betriebshandbuch (BHB) und das Prüfhandbuch (PHB) dar. Darin besteht der Teil 1 des BHB aus den Betriebsordnungen die im Wesentlichen die organisatorischen und betrieblichen Anforderungen umsetzen.

Für den Restbetrieb wird ein RBHB unter Berücksichtigung des BHB des Forschungs- und Nachbetriebs neu erstellt. Darin werden im Vergleich zum BHB Anpassungen bezüglich der geänderten sicherheitstechnisch wichtigen sowie betrieblichen Anforderungen vorgenommen. Ebenso erfolgt die Anpassung an die aktuellen gesetzlichen und untergesetzlichen Regelungen. Die Anforderungen der KTA-Regel 1201 /128/ (Kapitel 6.5.1) werden berücksichtigt.

Gemäß dem Kommentar des Stilllegungsleitfadens /10/ erfolgt eine an den Restbetrieb angepasste Erstellung des RBHB:

- Allgemeine Anforderungen werden gemäß KTA-Regel 1201 /128/ berücksichtigt.
- Teil 0 (Gesamtinhaltsverzeichnis, Einführung, Abkürzungsverzeichnis und Begriffsdefinitionen): Erstellung erfolgt gemäß KTA-Regel 1201 /128/
- Die folgenden Ordnungen werden in ähnlichem Umfang und angepasstem Inhalt aus dem BHB übernommen:
 - Strahlenschutzordnung,
 - Brandschutzordnung,
 - Erste-Hilfe-Ordnung,
 - Wach- und Zugangsordnung.
- Die Personelle Betriebsorganisation wird an die erforderlichen Strukturen des Restbetriebs angepasst.

- Die Warten- und Schichtordnung wird, abweichend von der KTA-Regel 1201 /128/, als Leitstandsordnung weitergeführt und regelt aufgrund der Einstellung des Schichtbetriebs, siehe Kapitel 8.1.1, im Wesentlichen die Dienstzeiten, Rufbereitschaften, Betriebsunterlagen, Dokumentation, die Führung des Dienstbuches sowie Vorgehen bei erforderlichen Abweichungen.
- Die Instandhaltungsordnung wird um die Aspekte der Stillsetzung und des Abbaus zur „Instandhaltungs- und Abbauordnung“ erweitert.
- Die Alarmordnung wird an die Erfordernisse des Restbetriebs angepasst und entsprechend eine Fluchalarmierung nicht weiter aufrechterhalten, siehe Kapitel 8.1.2. Bereichsalarme aufgrund von erhöhter Dosisleistung oder radioaktiven Schwebstoffkonzentrationen in der Raumluft werden beibehalten.
- In der „Änderungsordnung“ /25/ werden für das aufsichtliche Verfahren die Verfahrensregelungen (Zustimmungs- und Anzeigeverfahren) für Instandhaltung, Änderungen, Umstufung, Stillsetzung und Abbau festgelegt.
- Es wird eine „Reststoff- und Abfallordnung“ erstellt, in der Regelungen zum Vorgehen mit Reststoffen und radioaktiven Abfällen sowie Freigabe und Herausgabe festgelegt werden.

Im Vergleich zum BHB reduzieren sich Anforderungen an Abschnitt 7 „Anforderungen an Teil 2 des Betriebshandbuchs (Betrieb der Gesamtanlage)“, Abschnitt 8 „Anforderungen an Teil 3 (Störfälle)“ und Abschnitt 9 „Anforderungen an Teil 4 (Betrieb der Systeme)“ auf die noch erforderlichen Systeme (SE und BE) sowie auf die, aufgrund der Brennelementfreiheit, verbleibenden Störfälle. Wichtige zusätzliche, für den Abbau erforderliche Systeme und Einrichtungen werden ergänzt und beschrieben.

Gemäß Abschnitt 7.2 „Sicherheitstechnisch wichtige Grenzwerte – SSp“ werden die sicherheitstechnisch wichtigen Grenzwerte bezüglich Emission radioaktiver Stoffe über den Wasser- und Luftpfad, sowie die Meldekriterien und zu beachtenden Auflagen der Behörden aufgenommen. Die Freigabekriterien für radioaktive Stoffe werden ebenso aufgenommen.

Das RBHB deckt über die Betriebsordnungen u. a. die Anforderungen der in Tabelle 8-1 aufgeführten Gesetze und untergesetzlichen Regelungen ab.

Tabelle 8-1: Betriebsordnungen zur Umsetzung der betrieblichen Anforderungen

Betriebsordnung	Im Wesentlichen Umsetzung der Anforderungen aus
Personelle Betriebsorganisation /25/	<ul style="list-style-type: none"> • Richtlinie 3-0.1 (Sicherheitsanforderungen) • ESK-Leitlinien zur Stilllegung
Instandhaltungs- und Abbau- ordnung /26/ (Arbeitserlaubnisverfahren, Ar- beitsschutz)	<ul style="list-style-type: none"> • StrlSchG § 8 (Vermeidung unnötiger Exposition) • Richtlinie 3-43.2 (Strahlenschutz Personal Abbau) • ESK-Leitlinien zur Stilllegung • KTA-Regel 1301.2 (Strahlenschutz Personal)
Wach- und Zutrittsordnung /27/	<ul style="list-style-type: none"> • StrlSchG § 8 (Vermeidung unnötiger Exposition) • Richtlinie 3-62 (Störung von Einrichtungen)
Strahlenschutzordnung /28/	<ul style="list-style-type: none"> • StrlSchG § 8 (Vermeidung unnötiger Exposition) • StrlSchG § 9 (Dosisbegrenzung Personal) • betriebliche Anforderungen Strahlenschutzverordnung • ESK-Leitlinien zur Stilllegung • Richtlinie 3-23 (Emissions- und Immissionsüberwachung) • Richtlinie 3-44 (Eigenüberwachung Emissionen) • KTA-Regel 1301.2 (Strahlenschutz Personal) • KTA-Regel 3604 (Lagerung, Transport)
Alarmordnung /29/	<ul style="list-style-type: none"> • ESK-Leitlinien zur Stilllegung
Brandschutzordnung /30/	<ul style="list-style-type: none"> • ESK-Leitlinien zur Stilllegung • KTA-Regel 2101.1-3 (Brandschutz)
Reststoff- und Abfallordnung /31/	<ul style="list-style-type: none"> • AtG § 9a • Richtlinie 3-60 (Kontrolle Reststoffe, Abfälle) • Richtlinie 3-73 (Leitfaden Stilllegung) • ESK-Leitlinien • KTA-Regel 3604 (Lagerung, Handhabung, Transport)

Betriebsordnung	Im Wesentlichen Umsetzung der Anforderungen aus
Änderungsordnung (Verfahrensregelung für Instandhaltung und Änderung) /32/	<ul style="list-style-type: none"> • ESK-Leitlinien zur Stilllegung

Die „Personelle Betriebsorganisation“ des Restbetriebshandbuches (Teil 1, Kapitel 1) /25/ wird hinsichtlich der Aufgaben und der Verantwortungsbereich eines IT-Sicherheitsbeauftragten erweitert und einem Funktionsinhaber zugewiesen. Ebenso werden die Aufgaben der Qualitätssicherungsüberwachung einer atomrechtlich verantwortlichen Person zugeordnet, vergleiche Kapitel 8.3.

Das Restbetriebshandbuch wird mit fortschreitendem Stilllegungs- und Abbaufortschritt an den entsprechenden Anlagenzustand angepasst.

8.1.1 Wegfall des Schichtbetriebs FRG und der Schichtleiter-Funktion und der Operateur Funktionen als verantwortliche Personen

Während des Leistungsbetriebs des Forschungsreaktors FRG-1 war für den entsprechenden Betriebszyklus (ca. 50 Volllasttage) ein Schichtbetrieb erforderlich. In Betriebspausen sind gemäß Betriebsgenehmigung lediglich Gebäudebegehungen in Abständen von 24 h erforderlich.

Seit der endgültigen Abschaltung des Forschungsreaktors FRG-1 am 28.06.2010 befindet sich die Forschungsreaktoranlage in einer längerfristigen Betriebspause, so dass die Erfordernisse des Schichtbetriebes nicht mehr gegeben sind. Dies gilt ebenso auch für den beantragten Restbetrieb.

Alle sicherheitsrelevanten Meldungen von Störungen werden bei nicht besetztem Leitstand FRG/HL bzw. Strahlenschutzbüro Zerlegehalle RDB-OH als Sammelmeldungen in der Objektsicherungszentrale im Gebäude 58 gemeldet. Außerhalb der Dienstzeit übernimmt der Objektsicherungsdienst die Alarmierung der entsprechenden Rufbereitschaften. In der Personellen Betriebsorganisation des RBHB /25/ wird die Rufbereitschaftsregelung aufgenommen.

Der Schichtbetrieb des Objektsicherungsdienstes bleibt für den Restbetrieb so lange erhalten, bis aufgrund des Abbaufortschritts keine entsprechenden Anforderungen mehr bestehen.

Der jeweilige Betriebsstättenleiter übernimmt die atomrechtliche Verantwortung des ehemaligen Schichtleiters. Außerhalb der Dienstzeit übernimmt die Betriebsleitungsbereitschaft die atomrechtliche Verantwortung für die Gesamtanlage.

Die Besetzung des Leitstands FRG/HL mit einem Operateur als verantwortliche Person und einem Schichtleiter zur Wahrnehmung der atomrechtlichen Verantwortung ist mit den abzudeckenden Schutzziele im Restbetrieb und gleichzeitigem Abbau der Anlage nicht mehr erforderlich, da sich die notwendigen Tätigkeiten und Entscheidungen im Leitstand FRG/HL auf routinemäßige Aufgaben wie Erkennung von Meldungen und Weitergabe von Informationen an den Betriebsstättenleiter reduzieren.

Diese Tätigkeiten lassen sich von ausgewählten und geschulten Fachkräften (sonst tätiges Eigenpersonal) durchführen und bedarf keiner atomrechtlichen Fachkundeausbildung. Die Sicherstellung des ausreichend zur Verfügung stehenden geschulte Eigenpersonals erfolgt durch den Abteilungsleiter Restbetrieb.

8.1.2 Wegfall der Fluchalarme

Aufgrund der Brennelementfreiheit der FRG und des HL sind die Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ und „Sichere Abfuhr der Zerfallswärme“ entfallen. Für die Beherrschung des Schutzzieles „Begrenzung der Strahlenexposition“ aufgrund einer Betriebsstörung oder eines Störfalls konnte in der Sicherheitsanalyse gezeigt werden, siehe Kapitel 4, dass ein Fluchalarm (Räumung der kompletten Betriebsstätte FRG/HL) nicht mehr erforderlich ist, da unter Umständen nur die Tätigkeiten in den Kontrollbereichen betroffen sind. Für die Räumung des jeweils betroffenen Kontrollbereichs steht weiterhin der Räumungsalarm zur Verfügung.

8.2 Prüfhandbuch (PHB)

Das vorhandene PHB wird für den Restbetrieb fortgeschrieben und erfüllt damit weiterhin die Anforderungen der KTA-Regel 1202 (Kapitel 6.5.2).

Es finden auch weiterhin wiederkehrende Prüfungen der sicherheitstechnisch wichtigen und betrieblichen Einrichtungen gemäß dem PHB statt. Dies stellt sicher, dass sich diese Systeme und Einrichtungen in dem Zustand entsprechend der Genehmigung befinden.

8.3 Qualitäts-Management-Handbuch

Das vorhandene Qualitäts-Management-Handbuch der Hereon geht über in das Integrierte Managementsystem Handbuch (IMS-Handbuch) und beinhaltet entsprechende Regelungen für die Qualitätssicherung (z. B. Abfallprodukte, Dokumentation) sowie für Verbesserungsmaßnahmen. Durch die Fortschreibung des BHB als RBHB werden ebenso die entsprechenden Betriebsordnungen zur Sicherung der Qualität für den Restbetrieb übernommen, vergleiche Kapitel 6.5.4. Diese werden an die zusätzlichen Anforderungen der Produktion der Endlagergebinde angepasst, vergleiche Kapitel 6.4.3.5, 6.5.5.

Zur Sicherstellung der Einhaltung von Qualitätsanforderungen werden die Aufgaben der Qualitätssicherungsüberwachung in der „Personellen Betriebsordnung“ des Restbetriebshandbuches (Teil 1 Kapitel 1) /25/ einer atomrechtlich verantwortlichen Person („Stabsbereichsleiter Genehmigung und Aufsicht, Managementsystem“, RG) zugeordnet.

9 Zusammenfassung

Dieser Bericht ermittelt die schutzzielorientierten, sicherheitstechnisch wichtigen und betrieblichen Anforderungen in der brennelementfreien Anlage FRG und des HL für den Restbetrieb. Aufgrund des Forschungs- und Nachbetriebs der FRG und des HL sind die für den Restbetrieb erforderlichen Einrichtungen und Systeme bereits vorhanden. Diese Einrichtungen und Systeme hatten im früheren Forschungsbetrieb in der Regel höhere Anforderungen als im Restbetrieb. Daher sind die Einrichtungen und Systeme ausreichend für den Restbetrieb ausgelegt und dimensioniert. Dies gilt insbesondere für den baulichen und technischen Strahlenschutz sowie die für den Forschungsbetrieb erforderlichen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen. Die FRG und das HL erfüllen die gestellten Anforderungen und Erfordernisse.

Die Ereignisanalysen zeigen keine relevanten Auswirkungen bei konservativen Annahmen. Daher ergeben sich keine Anforderungen von hoher sicherheitstechnischer Bedeutung, sondern nur Anforderungen von abgestufter sicherheitstechnischer Bedeutung bzw. zur Minderung der Auswirkungen durch Störfälle.

Aufgrund dieser Ergebnisse und der Schutzziele sowie sinngemäß anwendbare Regeln und Richtlinien, ist eine entsprechende Einteilung der Systeme bezüglich sicherheitstechnisch wichtiger, betrieblicher und nicht mehr erforderlicher Einrichtungen erfolgt.

Für den Restbetrieb kann aufgrund des stark reduzierten Gefährdungspotentials auf Notfallmaßnahmen und Notfallorganisation verzichtet werden. Alarmierung und Gegenmaßnahmen zu den betrachteten Ereignissen werden im RBHB geregelt.

Literatur und verwendete Gesetze

- /1/ Antragsschreiben – Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors der Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material und Küstenforschung GmbH, 21. März 2013.
- /2/ Präzisierungsschreiben – Präzisierung zum Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors der Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH vom 21. März 2013, 9. September 2016.
- /3/ Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des AtG (Atomrechtliche Verfahrensverordnung – AtVfV) vom 3. Februar 1995 (BGBl. I S. 180, zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 11. November 2020 (BGBl. I S. 2428).
- /4/ Sicherheitsbericht – Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktor-druckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn, Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH, Rev. 2, 1. November 2016.
- /5/ Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Kerntechnische Sicherheit: Schutzzielorientierte Gliederung des kerntechnischen Regelwerks – Übersicht über die übergeordneten Anforderungen, Dezember 1996 –, BfS-KT-17/97, Dezember 1996.
- /6/ Empfehlung der Entsorgungskommission – Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Fassung vom 05.11.2020.
- /7/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz – AtG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 14).

- /8/ Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG), vom 27.06.2017 (BGBl. I S. 1966), zuletzt geändert durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 15).
- /9/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV), vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036) zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4645).
- /10/ RS-Handbuch 3-73: Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes vom 16. September 2021 (BAnz. AT 23.11.2021 B2).
- /11/ RS-Handbuch 3-0.1: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. März 2015 (BAnz. AT 30.03.2015 B2).
- /12/ Ermittlung des Aktivitätsinventars der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-07, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /13/ Störfallanalyse für die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-04, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /14/ Störfallanalyse für die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn, Bericht Nr. EB-FRG/HL/RDB-OH-17, Helmholtz-Zentrum Geesthacht GmbH.

- /15/ Rahmenablaufplan – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-14, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /16/ Technischer Anlagenzustand der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-01, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /17/ Abbaukonzept der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffs Otto Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-03, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /18/ Reststoff- und Abfallkonzept – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-09, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /19/ Freigabekonzept – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffes Otto-Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-10, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /20/ Herausgabekonzept – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffes Otto-Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-11, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.

- /21/ Strahlenschutzkonzept – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffes Otto-Hahn, Bericht Nr. EB-FRG/HL/RDB-OH-08, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /22/ Arbeitsschutzkonzept – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruck-behälters des Nuklearschiffs Otto Hahn und der Betrieb einer Transportbereitstellungshalle, EB-FRG/HL/RDB-OH-15, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /23/ Brandschutzkonzept für die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffs Otto Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-05, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /24/ Anlagensicherungskonzept FRG und HL – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffs Otto Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-21, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /25/ Personelle Betriebsordnung, Restbetriebshandbuch FRG, HL und Zerlegehalle RDB-OH, Teil 1, Kapitel 1, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /26/ Instandhaltungs- und Abbauordnung, Restbetriebshandbuch FRG, HL und Zerlegehalle RDB-OH, Teil 1, Kapitel 3, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /27/ Wach- und Zugangsordnung, Restbetriebshandbuch FRG, HL und Zerlegehalle RDB-OH, Teil 1, Kapitel 5, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /28/ Strahlenschutzordnung, Restbetriebshandbuch FRG, HL und Zerlegehalle RDB-OH, Teil 1, Kapitel 4, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.

- /29/ Alarmordnung, Restbetriebshandbuch FRG, HL und Zerlegehalle RDB-OH, Teil 1, Kapitel 6, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /30/ Brandschutzordnung, Restbetriebshandbuch FRG, HL und Zerlegehalle RDB-OH, Teil 1, Kapitel 7, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /31/ Reststoff- und Abfallordnung, Restbetriebshandbuch FRG, HL und Zerlegehalle RDB-OH, Teil 1, Kapitel 9, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /32/ Verfahrensregelungen für Instandhaltung, Änderungen, Umstufung, Stillsetzung und Abbau – Änderungsordnung, Restbetriebshandbuch FRG, HL und Zerlegehalle RDB-OH, Teil 1, Kapitel 10, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /33/ KTA-Regel 3601 – Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken, Fassung 2017-11.
- /34/ DIN EN 1822-1, Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) – Teil 1: Klassifikation, Leistungsprüfung, Kennzeichnung, Fassung 2019-10.
- /35/ Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 18. April 2017 (BGBl. I S. 905), geändert durch Artikel 256 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).
- /36/ KTA-Regel 3603 – Anlagen zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser in Kernkraftwerken, Fassung 2017-11.
- /37/ KTA-Regel 1501 – Ortsfestes System zur Überwachung von Ortsdosisleistungen innerhalb von Kernkraftwerken, Fassung 2017-11.
- /38/ KTA-Regel 1502 – Überwachung der Aktivitätskonzentrationen radioaktiver Stoffe in der Raumlufte von Kernkraftwerken, Fassung 2017-11.

- /39/ KTA-Regel 1507 – Überwachung der Ableitungen radioaktiver Stoffe bei Forschungsreaktoren, Fassung 2017-11.
- /40/ KTA-Regel 1508 – Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre, Fassung 2017-11.
- /41/ RS-Handbuch 3-23: Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 7. Dezember 2005 (GMBI. 2006, Nr. 14-17, S. 254).
- /42/ KTA-Regel 3703 – Notstromerzeugungsanlagen mit Batterien und Gleichrichtergeräten in Kernkraftwerken, Fassung 2012-11.
- /43/ KTA-Regel 2103 – Explosionsschutz in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren (allgemeine und fallbezogene Anforderungen), Fassung 2015-11.
- /44/ DIN 4102 – Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen.
- /45/ KTA-Regel 3903 – Prüfung und Betrieb von Hebezeugen in Kernkraftwerken, Fassung 2020-12.
- /46/ KTA-Regel 3902 – Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken, Fassung 2020-12.
- /47/ KTA-Regel 3901 – Kommunikationseinrichtungen für Kernkraftwerke, Fassung 2017-11.
- /48/ Evaluation of nuclear criticality safety data and limits for actinides in transport C4/TMR2001/200-1, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Département de Prévention et d'étude des Accidents, 18. 11.2011.
- /49/ Sachstandsbericht zu KTA-BR 3 „Einschluss der radioaktiven Stoffe“.

- /50/ GRS „Forschungsarbeiten zur Analyse von Rückbauerschwerpunkten bei Stilllegungsvorhaben infolge von Vorkommnissen“, GRS-547, März 2021.
- /51/ Voraussetzungen und Bedingungen zum Restbetrieb/Betrieb, Restbetriebshandbuch FRG, HL und Zerlegehalle RDB-OH, Teil 2, Kapitel 1.2, Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.
- /52/ Verordnung zur Festlegung von Dosiswerten für frühe Notfallschutzmaßnahmen (Notfall-Dosiswerte-Verordnung - NDWV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2172; 2021 I S. 5261).
- /53/ GRS: „Transportstudie Konrad 2009“, GRS-256, Dezember 2009 mit Corrigendum vom April 2010.
- /54/ GRS: „Überprüfung des unfallbedingten Freisetzungsverhaltens bei der Beförderung radioaktiver Stoffe“, GRS-482, Oktober 2017.
- /55/ KTA-Regel 2101.3 – Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 3: Brandschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen, Fassung 2015-11.
- /56/ Sicherheitsanalyse der Gasanschlussleitung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht vom 06. Januar 2019.
- /57/ RS-Handbuch 3-2: Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal vom 24. Mai 2012 (GMBI 2012 S. 611).
- /58/ RS-Handbuch 3-4: Richtlinien über die Anforderungen an Sicherheitsspezifikationen für Kernkraftwerke vom 27. April 1976 (GMBI 1976 S. 199).
- /59/ RS-Handbuch 3-5: Merkpostenaufstellung mit Gliederung für einen Standardsicherheitsbericht für Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktor oder Siedewasserreaktor vom 26. Juli 1976 (GMBI 1976 S. 418).

- /60/ RS-Handbuch 3-6: Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen durch Auslegung der Kernkraftwerke hinsichtlich ihrer Festigkeit und induzierten Schwingungen sowie durch Sicherheitsabstände vom 13. September 1976 (BAnz. 1976, Nr. 179).
- /61/ RS-Handbuch 3-7.2: Zusammenstellung der zur bauaufsichtlichen Prüfung kerntechnischer Anlagen erforderlichen Unterlagen vom 6. November 1981 (GMBI 1981 S. 518).
- /62/ RS-Handbuch 3-8: Grundsätze für die Vergabe von Unteraufträgen durch Sachverständige vom 29. Oktober 1981 (GMBI. 1981, Nr. 33, S. 517).
- /63/ RS-Handbuch 3-9.2: Anforderungen an die Dokumentation bei Kernkraftwerken vom 5. August 1982 (GMBI. 1982, Nr. 26, S. 546).
- /64/ RS-Handbuch 3-10: Durchführung der Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung; Berichterstattung über besondere Vorkommnisse vom 30. März 2015 (GMBI 2015 S. 306).
- /65/ RS-Handbuch 3-11: Sicherheitsanforderungen an Kernbrennstoffversorgungsanlagen von April 1997 und Juni 2004 BMU RS III 3.
- /66/ RS-Handbuch 3-19: Richtlinie nach StrlSchV und RöV „Arbeitsmedizinische Vorsorge beruflich strahlenexponierter Personen durch ermächtigte Ärzte“ vom 18. Dezember 2003 (GMBI 2004 S. 350).
- /67/ RS-Handbuch 3-20: Strahlenschutzkontrolle mittels biologischer Indikatoren: Chromosomenaberrationsanalyse beim Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes vom 9. März 1983 (GMBI. 1983, Nr. 10, S. 176).
- /68/ RS-Handbuch 3-25: Grundsätze zur Entsorgungsvorsorge für Kernkraftwerke vom 19. März 1980 (BAnz. 1980, Nr. 58).

- /69/ RS-Handbuch 3-27: Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen vom 30. November 2000 (GMBI. 2001, Nr. 8, S. 153).
- /70/ RS-Handbuch 3-34: Rahmenrichtlinie über die Gestaltung von Sachverständigengutachten in atomrechtlichen Verwaltungsverfahren vom 15. Dezember 1983 (GMBI. 1984, Nr. 2, S. 21).
- /71/ RS-Handbuch 3-37: Empfehlung über den Regelungsinhalt von Bescheiden bezüglich der Ableitung radioaktiver Stoffe aus Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor vom 8. August 1984 (GMBI. 1984, Nr. 21, S. 327).
- /72/ RS-Handbuch 3-38: Richtlinie zur Erhaltung der Fachkunde des verantwortlichen Kernkraftwerkspersonals vom 17. Juli 2013 (GMBI. 2013, Nr. 36, S. 712).
- /73/ RS-Handbuch 3-39: Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung vom 24. Mai 2012 (GMBI. 2012, Nr. 30, S. 905).
- /74/ RS-Handbuch 3-43.1: Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor: – Teil 1: Die während der Planung der Anlage zu treffende Vorsorge – IWRS I vom 10. Juli 1978 (GMBI. 1978, Nr. 28, S. 418), in Überarbeitung.
- /75/ Genehmigungen gemäß § 3 Absatz 1 StrlSchV zur ortsveränderlichen Verwendung und Lagerung radioaktiver Stoffe im Rahmen der zerstörungsfreien Materialprüfung vom 14. November 1991 (GMBI. 1992, Nr. 6, S. 120).
- /76/ RS-Handbuch 3-47: Mustergenehmigung zur Beschäftigung in fremden Anlagen gemäß § 15 Strahlenschutzverordnung (Mustergenehmigung zur Beschäftigung in fremden Anlagen oder Einrichtungen) RdSchr. des BMUB vom 16. September 2017 Aktenzeichen RS II 3 - 15509/8.

- /77/ RS-Handbuch 3-52.3: Meldung eines meldepflichtigen Ereignisses in Anlagen nach § 7 AtG der Kernbrennstoffver- und -entsorgung (Meldeformular, Stand 01/19).
- /78/ RS-Handbuch 3-54.1: Rahmenempfehlung für die Fernüberwachung von Kernkraftwerken vom 12. August 2005 (GMBI. 2005, Nr. 51, S. 1049).
- /79/ RS-Handbuch 3-54.2: Empfehlung zur Berechnung der Gebühr nach § 5 AtKostV für die Fernüberwachung von Kernkraftwerken (KFÜ) vom 21. Januar 1983 (GMBI. 1983, Nr. 8, S. 146).
- /80/ RS-Handbuch 3-57.3: Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter vom 6. Dezember 1995 (GMBI. 1996, Nr. 2, S. 32).
- /81/ RS-Handbuch 3-63: Richtlinie für den Schutz von radioaktiven Stoffen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter bei der Beförderung vom 4. Dezember 2003 (GMBI. 2004, Nr. 12, S. 238).
- /82/ RS-Handbuch 3-65: Anforderungen an Lehrgänge zur Vermittlung kerntechnischer Grundlagenkenntnisse für verantwortliches Schichtpersonal in Kernkraftwerken – Anerkennungskriterien – vom 19. November 2014.
- /83/ RS-Handbuch 3-68: Sicherungsmaßnahmen für den Schutz von kerntechnischen Anlagen mit Kernmaterial der Kategorie III vom 20. April 1993 (GMBI. 1993, Nr. 20, S. 365).
- /84/ RS-Handbuch 3-69.1: Richtlinie für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz Teil I: Messprogramm für den Normalbetrieb (Routinemessprogramm) vom 28. Juli 1994 (GMBI. 1994, Nr. 32 S. 930), in Überarbeitung.

- /85/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (IMIS) nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS) vom 13. Dezember 2006 (BAnz. 2006, Nr. 244a).
- /86/ RS-Handbuch 3-71: Richtlinie für die Fachkunde von verantwortlichen Personen in Anlagen zur Herstellung von Brennelementen für Kernkraftwerke vom 30. November 1995 (GMBI. 1996, Nr. 2, S. 29).
- /87/ Leitfäden zur Durchführung von Periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) für Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland, in Überarbeitung, (Grundlagen zur Periodischen Sicherheitsüberprüfung für Kernkraftwerke, Leitfaden Sicherheitsstatusanalyse, Leitfaden Probabilistische Sicherheitsanalyse), Bekanntmachung vom 18. August 1997 (BAnz. 1997, Nr. 232a).
- /88/ Leitfäden zur Durchführung von Periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) für Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland, in Überarbeitung, (Leitfaden Deterministische Sicherheitsanalyse), Bekanntmachung vom 25. Juni 1998 (BAnz. 1998, Nr. 153).
- /89/ RS-Handbuch 3-79: Schadensvorsorge außerhalb der Auslegungstörfälle, RdSchr. des BMU vom 15. Juli 2003 RS I 3 - 10100/0.
- /90/ RS-Handbuch 3-3: Richtlinie für den Fachkundenachweis von Forschungsreaktorpersonal vom 16. Februar 1994 (GMBI 1994 S. 366).
- /91/ RS-Handbuch 3-9.1: Grundsätze zur Dokumentation technischer Unterlagen durch Antragsteller/ Genehmigungsinhaber bei Errichtung, Betrieb und Stilllegung von Kernkraftwerken vom 19. Februar 1988 (BAnz. 1988, Nr. 56).
- /92/ RS-Handbuch 3-24: Richtlinie über Dichtheitsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen vom 4. Februar 2004 (GMBI. 2004, Nr. 27, S. 530), geändert am 7. September 2012 (GMBI. 2012, Nr. 47/48, S. 919).

- /93/ RS-Handbuch 3-33.2: Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV vom 18. Oktober 1983 (BAnz. 1983, Nr. 245a), Fassung des Kapitels 4 "Berechnung der Strahlenexposition" vom 29. Juni 1994 (BAnz. 1994, Nr. 222a), Neufassung des Kapitels 4 "Berechnung der Strahlenexposition" gemäß § 49 StrlSchV vom 20. Juli 2001 verabschiedet auf der 186. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 11. September 2003, veröffentlicht in der Reihe "Berichte der Strahlenschutzkommission", Heft 44, 2004.
- /94/ RS-Handbuch 3-36: Berechnungsgrundlage zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge von Störmaßnahmen oder sonstiger Einwirkungen Dritter (SEWD) auf kerntechnische Anlagen und Einrichtungen – SEWD-Berechnungsgrundlage vom 28. Oktober 2014 (GMBI. 2014, Nr. 64, S. 1315).
- /95/ RS-Handbuch 3-40: Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde (Fachkunde-Richtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung) vom 21. Juni 2004 (GMBI. 2004, Nr. 40/41, S. 799), Änderung vom 19. April 2006 (GMBI. 2006, Nr. 38, S. 735).
- /96/ RS-Handbuch 3-41: Richtlinie für das Verfahren zur Vorbereitung und Durchführung von Instandhaltungs- und Änderungsarbeiten in Kernkraftwerken vom 1. Juni 1978 (GMBI. 1978, Nr. 22, S. 342), in Überarbeitung.
- /97/ RS-Handbuch 3-42.1: Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen – Teil 1: Ermittlung der Körperdosis bei äußerer Strahlenexposition (§§ 40, 41, 42 StrlSchV; § 35 RöV) vom 8. Dezember 2003 (GMBI. 2004, Nr. 22, S. 410).
- /98/ RS-Handbuch 3-42.2: Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen – Teil 2: Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung) (§§ 40, 41 und 42 StrlSchV) vom 12. Januar 2007 (GMBI. 2007, Nr. 31/32, S. 623), Anhänge 1 bis 6, Anhang 7.1, Anhang 7.2, Anhang 7.3, Anhang 7.4.

- /99/ RS-Handbuch 3-52.1: Erläuterungen zu den Meldekriterien für Meldepflichtige Ereignisse gemäß Anlagen 1-5 und 7 inkl. Zusammenstellung von in den Meldekriterien der AtSMV verwendeten Begriffen (unterschiedliche Stände).

- /100/ RS-Handbuch 3-52.2: Meldung eines meldepflichtigen Ereignisses in Anlagen nach § 7 AtG zur Spaltung von Kernbrennstoffen (Meldeformular, Stand 01/19).

- /101/ RS-Handbuch 3-56: Bekanntmachung über die Anwendung der deutschen Fassung der Internationalen Nuklearen und Radiologischen Ereignis-Skala (INES) in kerntechnischen Einrichtungen sowie im Strahlenschutz außerhalb der Kerntechnik – Deutsches INES-Handbuch vom 20. Februar 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B1).

- /102/ RS-Handbuch 3-57.1: Anforderungen an den Objektsicherungsdienst und an Objektsicherungsbeauftragte in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen (OSD-Richtlinie) vom 4. Juli 2008 (GMBI. 2008, Nr. 39, S. 810).

- /103/ RS-Handbuch 3-60: Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle vom 19. November 2008 (BAnz. 2008, Nr. 197).

- /104/ RS-Handbuch 3-61: Richtlinie für die Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen vom 20. Februar 2014 (GMBI. 2014, Nr. 13, S. 289).

- /105/ RS-Handbuch 3-64: Anforderungen an das Sicherungspersonal bei Beförderungen von radioaktiven Stoffen vom 4. Juni 1996 (GMBI. 1996, Nr. 29, S. 621 und Nr. 33, S. 673).

- /106/ RS-Handbuch 3-75: Merkpostenliste für die Sicherung sonstiger radioaktiver Stoffe und kleiner Mengen Kernbrennstoff gegen Entwendung aus Anlagen und Einrichtungen vom 3. April 2003, Rdschr. des BMU vom 10. Juli 2003 - RS I 6 13151-6/18.

- /107/ RS-Handbuch 3-80: Entschließung des Länderausschusses für Atomkernenergie zu Entscheidungen nach der Strahlenschutzverordnung, deren Wirkung über den Bereich eines Landes hinausgeht, RdSchr. des BMU vom 8. Dezember 2003 RS I 1 - 17031/47.
- /108/ RS-Handbuch 3-99.1: Bekanntmachung zu der "Richtlinie für den Schutz von IT-Systemen in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen der Sicherheitskategorien I und II gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD-Richtlinie IT)", zu den "Lastannahmen zur Auslegung kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter mittels IT-Angriffen (IT-Lastannahmen)" und zu den "Erläuterungen für die Zuordnung der IT-Systeme von Kernkraftwerken zu IT-Schutzbedarfsklassen (Erläuterungen)" vom 8. Juli 2013 (GMBI. 2013, Nr. 36, S. 711).
- /109/ RS-Handbuch 3-0.2: Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012 vom 29. November 2013 (BAnz AT 10.12.2013 B4), zuletzt geändert durch Bekanntmachung vom 3. März 2015 (BAnz. AT 30.03.2015 B3).
- /110/ RS-Handbuch 3-43.2: Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen: Teil 2: Die Strahlenschutzmaßnahmen während des Betriebs und der Stilllegung einer Anlage oder Einrichtung – IWRS II vom 17. Januar 2005 (GMBI. 2005, Nr. 13, S. 258).
- /111/ RS-Handbuch 3-44: Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken vom 5. Februar 1996 (GMBI 1996 S. 247).
- /112/ RS-Handbuch 3-53: Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktoren vom 14. November 1997 (GMBI. 1997, Nr. 42, S. 794).

- /113/ RS-Handbuch 3-60: Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle vom 19. November 2008 (BAnz. 2008, Nr. 197).

- /114/ RS-Handbuch 3-62: Richtlinie über Maßnahmen für den Schutz von Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs und sonstigen kerntechnischen Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen zugangsberechtigter Einzelpersonen vom 28. Januar 1991 (GMBI. 1991, Nr. 9, S. 228).

- /115/ Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung – AtEV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2172).

- /116/ KTA-Regel 1404 – Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken, Fassung 2013-11.

- /117/ KTA-Regel 1505 – Nachweis der Eignung von festinstallierten Messeinrichtungen zur Strahlungsüberwachung, Fassung 2017-11.

- /118/ KTA-Regel 2501 – Bauwerksabdichtungen von Kernkraftwerken, Fassung 2015-11.

- /119/ KTA-Regel 1301.1 – Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken, Teil 1: Auslegung, Fassung 2017-11.

- /120/ KTA-Regel 1403 – Alterungsmanagement in Kernkraftwerken, Fassung 2017-11.

- /121/ KTA-Regel 1503.1 – Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe – Teil 1: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßem Betrieb, Fassung 2016-11.

- /122/ KTA-Regel 1504 – Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser, Fassung 2017-11.

- /123/ KTA-Regel 1506 – Messung der Ortsdosisleistung in Sperrbereichen von Kernkraftwerken, Fassung 1986-06.

- /124/ KTA-Regel 2201.1 – 2201.5 – Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 1: Grundsätze, Fassung 2011-11; Teil 2: Baugrund, Fassung 2012-11; Teil 3: Bauliche Anlagen, Fassung 2013-11; Teil 4: Anlagenteile, Fassung 2012-11; Teil 5: Seismische Instrumentierung, Fassung 2015-11.

- /125/ KTA-Regel 2206 – Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen, Fassung 2019-11.

- /126/ KTA-Regel 2207 – Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser, Fassung 2004-11.

- /127/ KTA-Regel 3605 – Behandlung radioaktiv kontaminierter Gase in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren, Fassung 2017-11.

- /128/ KTA-Regel 1201 – Anforderungen an das Betriebshandbuch, Fassung 2015-11.

- /129/ KTA-Regel 1202 – Anforderungen an das Prüfhandbuch, Fassung 2017-11.

- /130/ KTA-Regel 1301.2 – Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken, Teil 2: Betrieb, Fassung 2014-11.

- /131/ KTA-Regel 1401 – Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung, Fassung 2017-11.

- /132/ KTA-Regel 1402 – Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken, Fassung 2017-11.

- /133/ KTA-Regel 2101.1 – Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 1: Grundsätze des Brandeschutzes, Fassung 2015-11.

- /134/ KTA-Regel 2101.2 – Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 2: Brandschutz an baulichen Anlagen, Fassung 2015-11.
- /135/ KTA-Regel 3604 – Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken, Fassung 2020-12.
- /136/ KTA-Regel 3905 – Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken, Fassung 2020-12.
- /137/ Explosionsschutz-Regeln (EX-RL): DGUV Regel 113-001, August 2021.
- /138/ Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV), vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146).
- /139/ Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR A3.4/7, Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme, vom Mai 2009 (GMBI S. 684), zuletzt geändert Juli 2017 (GMBI 2017, S. 400).
- /140/ DIN 25422 – Aufbewahrung und Lagerung radioaktiver Stoffe – Anforderungen an Aufbewahrungseinrichtungen und deren Aufstellungsräume zum Strahlen-, Brand- und Diebstahlschutz, Fassung 2021-05.
- /141/ Strahlenschutzkommission (SSK): Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei Ereignissen mit Freisetzungen von Radionukliden, 13./14. Februar 2014.

Anlage 1: Brandschutztechnische Stellungnahme

BFT Cognos GmbH Max-Planck-Straße 39 a 50858 Köln

Helmholtz-Zentrum Hereon GmbH
[REDACTED]
Max-Planck-Straße 1
21502 GeesthachtBFT Cognos GmbH
Sachverständige
Berater
GutachterNiederlassung Köln
Max-Planck-Straße 39 a
50858 KölnFon +49 2234 21957 0
Fax +49 2234 21957 749
post@bft-cognos.de
www.bft-cognos.deProjekt/Zeichen
4008580-01Name Durchwahl
[REDACTED]Datum
22.12.2021

Brandschutztechnische Stellungnahme

Vorhaben: Brandschutztechnische Bewertung des Ereignisses von Außen (EVA) „anlagenexterner Brand“ im Rahmen des SAG-Verfahren für die Revisionen des „Restbetriebskonzept für die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor“, „Errichtungs- und Betriebskonzept zum Neubau einer Zerlegehalle für die Zerlegung des RDB-OH“, „Störfallanalyse für die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor“ und „Störfallanalyse für die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffes Otto Hahn“

Veranlassung:

Die Helmholtz-Zentrum Hereon GmbH ist Betreiberin der Forschungsreaktoranlage, des Heißen Labors sowie Lagerstätten für Zwischenlagerung radioaktive Abfälle. In der Zuständigkeit des Hereons befinden sich außerdem die in der Zwischenlagerung befindlichen radioaktiven Komponenten des stillgelegten Kernergieschiffes „NS Otto Hahn“.

Nach planmäßiger Beendigung des FRG 1-Leistungsbetriebs am 28.06.2010 erfolgte der Übergang in die Nachbetriebsphase. Diese umfasst den Zeitraum zwischen der endgültigen Abschaltung der Anlage und der Erteilung einer vollziehbaren Genehmigung zur Stilllegung und zum Abbau der kerntechnischen Einrichtungen.

Die letzten bestrahlten Brennelemente des Forschungsreaktors FRG 1 wurden am 24.07.2012 zum Department of Energy in die USA abtransportiert. Die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor sind brennelementefrei.

Die Forschungsreaktoranlage (FRG) und das Heiße Labor (HL) sollen abgebaut sowie der Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffes Otto Hahn (RDB-OH) zerlegt werden. Die FRG und das HL befinden sich im Nachbetrieb bzw. Betrieb mit gültiger Genehmigung nach § 7 Abs. 1 AtG (FRG) und § 9 AtG (HL).

Y:\400\8580\01\BST\21-12-22_BST.docx

Hereon hat mit dem Schreiben vom 21.03.2013 und mit Präzisierung vom 06.09.2016 bei der zuständigen atomrechtlichen Behörde die Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und den Abbau der Forschungsreaktoranlage (FRG) und des Heißen Labors (HL) sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn beantragt.

Nachfolgend werden die zuvor aufgeführten Einrichtungen als kerntechnische Einrichtungen zusammengefasst.

Die BFT Cognos GmbH wurde beauftragt in Zusammenarbeit mit dem Brandschutzbeauftragten der Helmholtz-Zentrum Hereon GmbH auf Basis der aktuell gültigen Gesetze, Verordnungen und Richtlinien eine Bewertung der möglichen Szenarien des Ereignisses anlagenexternen Brand als Betrachtung eines Ereignisses von Außen (EVA) zu erstellen, um daraus im Rahmen der o. g. SAG-Unterlagen möglichen Handlungsbedarf identifizieren und ggf. erforderlichen Gegenmaßnahmen festlegen zu können.

Anforderung:

Gemäß der ESK-Leitlinie zur Stilllegung kerntechnischer Einrichtungen sind gemäß Abschnitt 8.3. die Lastannahmen für zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von Außen das Eindringen gefährlicher Stoffe und der anlagenexterner Brand nach den Gegebenheiten des Standortes zu betrachten.

Um dieser Anforderung zu genügen, wurde im Fachgespräch zwischen Hereon, MELUND und TNE am 18.11.2021 festgelegt, dass eine vollumfängliche Sicherheitsanalyse zu erstellen ist, die neben den Auswirkungen eines Gebäude- bzw. Anlagenbrandes auch ein Vegetationsbrand, Flugfeuer, Rauch und die Freisetzung von gefährlichen Stoffen auf dem Forschungscampus bewertet.

Dementsprechend wird in dieser Unterlagen ausschließlich die Freisetzung gefährlicher Stoffe und der anlagenexterne Brand betrachtet. Beide Ereignisse zählen dabei nicht zu den auslegungsüberschreitenden Ereignissen.

Dazu wurde ebenfalls im Fachgespräch am 18.11.2021 spezifiziert, dass die in diesem Zusammenhang relevante KTA 2101.1 lediglich innerhalb des Überwachungsbereiches der kerntechnischen Einrichtungen anzuwenden ist. Außerhalb ist das konventionelle Regelwerk (insbesondere LBO-SH) maßgebend.

In der Analogie zu § 31 (2) LBO-SH ist dazu zu berücksichtigen, dass Brandwände in Form von Gebäudeabschlusswänden nur an den Stellen erforderlich sind, an denen ein Abstand von mindestens 5 m zu bestehenden oder nach den baurechtlichen Vorschriften zulässigen künftigen Gebäude nicht eingehalten werden kann.

Für die nachfolgende Stellungnahme wird dabei in bauliche Anlage und Gebäude unterschieden, da gemäß baurechtlicher Begriffsdefinition zwar jedes Gebäude eine bauliche Anlage im Sinne der Bauordnung darstellt, umgekehrt aber nicht jede bauliche Anlage zwingend ein Gebäude darstellt.

Dieser Sachverhalt ist für die Bewertung der umliegenden baulichen Anlagen insbesondere hinsichtlich der im baurechtlichen Genehmigungsverfahren zu Grunde zu legenden Beurteilungsgrundlagen von Relevanz.

Stellungnahme:

Im Rahmen eines Ortstermins am 28.10.2021 wurden zusammen mit dem Brandschutzbeauftragten des Hereon die Örtlichkeiten begangen sowie im Nachgang die Gebäude auf dem Forschungscampus bauordnungsrechtlich bewertet.

Die Gebäude auf dem Forschungscampus entsprechen in den, im hier betrachteten Zusammenhang, maßgeblichen Punkten den brandschutztechnischen Anforderungen der jeweiligen Genehmigung bzw. den brandschutztechnischen Anforderungen der Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein (LBO-SH) bzw. der einschlägigen brandschutztechnischen Vorschriften.

Die Gebäude wurden und werden in Übereinstimmung mit § 15 LBO-SH so geplant, angeordnet, errichtet, geändert und instandgehalten, dass der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) im Sinne der baurechtlichen Schutzzieldefinition vorgebeugt wird.

Unter Berücksichtigung der o. g. Anforderungen und der im Bestand vorhandenen Gebäude auf dem Forschungscampus sowie ihrer vorgefundenen Ausführung und Abstände zu den kerntechnischen Einrichtungen kann davon ausgegangen werden, dass ein Brandereignis innerhalb der Gebäude auf dem Forschungscampus als Ereignis von Außen nicht direkt über Wärmestrahlung zu einem Brandereignis innerhalb der kerntechnischen Einrichtungen führen kann.

Bezüglich der Brandausbreitung über Flugfeuer ist festzustellen, dass diese im Gegensatz zur direkten Brandfortleitung nicht ausgeschlossen werden kann, daher sind hiergegen entsprechende Maßnahmen zu treffen.

Zusätzlich befinden sich umliegend um die kerntechnischen Einrichtungen neben den Gebäuden weitere bauliche Anlagen, die keine Gebäude im Sinne der baurechtlichen Begriffsdefinition darstellen. Für diese gilt sinngemäß die o. g. Feststellung analog.

Dazu ist zu berücksichtigen, dass neben den bauordnungsrechtlichen Beurteilungsgrundlagen in Form der LBO-SH und ihrer weiterführenden Sondervorschriften zur Beurteilung dieser baulichen Anlagen weitere zusätzliche technische Regelwerke an den erforderlichen Stellen maßgebend sein können.

Hierzu ist festzustellen, dass keine der besichtigten Anlagen nach den vorliegenden Unterlagen und Informationen dem Störfallrecht unterliegt, da die entsprechenden Mengenschwellen gefährlicher Stoffe nach BImSchG, respektive 12. BImSchV nicht erreicht werden. Es liegen jedoch Anlagen vor, deren Betrieb mit der Handhabung gefährlicher Stoffe einhergeht. Von diesen gehen jedoch keine über das übliche Maß hinausgehenden Gefahren für die kerntechnische Anlage aus.

Unmittelbar an die kerntechnischen Einrichtungen angrenzend sind bewaldete Flächen angeordnet. Aufgrund des Abstandes zwischen den baulichen Anlagen auf dem Forschungscampus und den kerntechnischen Einrichtungen ist eine unmittelbare Brandeinwirkung auf die kerntechnischen Einrichtungen auch unter Berücksichtigung der Topographie des Geländes durch das Ereignis Vegetationsbrand nicht zu erwarten.

Während einem Brandszenario (Brand eines der umliegenden Gebäude, einer baulichen Anlage oder Waldbrand) nicht mit wesentlichen thermischen Beaufschlagungen auf die Gebäude der kerntechnischen Einrichtungen einhergehen wird, ist nicht auszuschließen, dass ein solches Szenario erhebliche Mengen Brandrauch freisetzt, welcher bei ungünstigen Windverhältnissen auch Auswirkungen auf die kerntechnischen Einrichtungen haben könnte. Gleiches gilt für das bei einem Gebäude- oder Vegetationsbrand nicht auszuschließende Auftreten von Flugfeuer/Funkenflug.

Durch die vorhandenen Entfernungen zwischen den Brandlasten bzw. den baulichen Anlagen auf dem Forschungscampus ist zwar die Wärmeeinwirkung (Konvektion) im betrachteten Szenario als gering einzustufen und somit nicht Teil der weiteren Betrachtung, dem nicht auszuschließenden Auftreten von Flugfeuer und Funkenflug ist jedoch mit geeigneten Mittel entgegenzuwirken.

Nicht vernachlässigt werden kann zudem das o.g. Auftreten von Brandrauch selbst mit seinen sichtbehindernden bis toxischen Eigenschaften. Bei einer Ansaugung des Brandrauches durch Lüftungsanlagen der hier betrachteten kerntechnischen Einrichtungen bzw. bei geöffneten Fenstern (z. B. Büros) kann in erster Linie eine Beeinträchtigung des Betriebspersonals nicht ausgeschlossen werden.

Im Rahmen des weiteren Verfahrens sind daher Maßnahmen zu prüfen, die bei einem großflächigen Ereignis der in unmittelbarer Umgebung befindlichen baulichen Anlagen bzw. bei einem Vegetationsbrand das Eindringen von z. B. Brandrauch in die betrachteten kerntechnischen Einrichtungen verhindern können. Insbesondere hierzu ist der Objektsicherungsdienst der kerntechnischen Einrichtungen frühzeitig über entsprechende Ereignisse auf dem Forschungscampus zu informieren.

Über den Objektsicherungsdienst erfolgt die unverzügliche Information an die verantwortlichen Personen der kerntechnischen Einrichtungen.

Im Analogieschluss zur Ausbreitung von Rauch und toxischen Brandfolgeprodukten ist auch die Freisetzung gefährlicher Stoffe und Gase zu berücksichtigen. Hierzu ist festzustellen und auf aktuellem Stand zu halten, wo welche Mengen gefährlicher Stoffe in der Umgebung der kerntechnischen Einrichtungen aufbewahrt werden oder mit diesen umgegangen wird.

Nach den Erkenntnissen der bereits erwähnten Ortsbegehung sind gefährliche Stoffe überwiegend in den Laboren vorhanden. Diese Mengen liegen als tägliche Verbrauchsmengen vor. Größere Mengen werden in zugelassenen Gefahrstoffschränken aufbewahrt und sind somit ausreichend sicher.

Generell ist es aus Sicht der Unterzeichner für den sicheren Betrieb der kerntechnischen Einrichtungen erforderlich, unabhängig vom Schadenszenario (Brand oder Freisetzung gefährlicher Stoffe), im Rahmen einer Betriebsanweisung festzulegen, über welche Ereignisse auf dem Forschungscampus die Leitung der kerntechnischen Einrichtungen und der Objektsicherungsdienst unverzüglich zu informieren sind.

Hierzu sind die vorhandenen Unterlagen für den Forschungscampus in Form der Brandschutzordnung (BSO) sowie der bereits existierenden „Checkliste Feuer“, Vorgaben zum „Giftnotruf“ sowie die anweisenden Unterlagen im Intranet der Hereon zu überarbeiten und zu konkretisieren.

Dies ist erforderlich, um zu erreichen, dass Maßnahmen zum Schutz der kerntechnischen Einrichtungen sowie aller auf dem Forschungscampus tätigen Personen unverzüglich eingeleitet werden und das hierfür zwingend erforderliche identische Informationsniveau bei allen Beteiligten sichergestellt werden kann.

Beispielhaft können folgende Ereignisse eine umfassende Information an den o. g. Kreis erforderlich machen und daher sinnvollerweise Eingang in die o.g. Überarbeitung der existierenden Unterlagen finden:

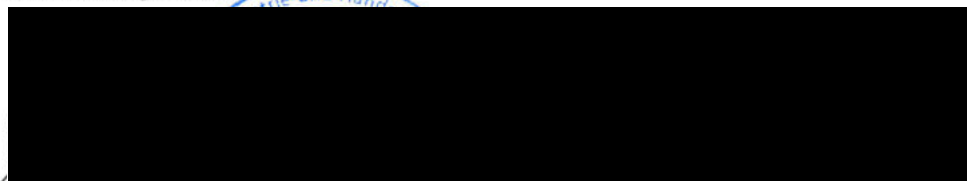
- Brandereignis in unmittelbarer Nähe zu den kerntechnischen Einrichtungen (Abstand < 50 m, analog zu den Regelungen der FWDV 500 Abschnitt 1.5.3.5 bezüglich Absperrgrenzen im Einsatzfall)
- Brandereignisse mit deutlich sichtbarer Rauchentwicklung aus einem Gebäude auf dem Forschungscampus
- Brandereignis auf dem Außengelände auf dem Forschungscampus (z. B. PKW Brand oder Vegetationsbrand)
- Freisetzung von Gefahrstoffen außerhalb von Gebäuden auf dem Forschungscampus oberhalb einer Mindestschwelle (z. B. Tagesbedarf),
- Freisetzung von Gefahrstoffen innerhalb eines Gebäudes auf dem Forschungscampus aufgrund dessen Personen aus diesem oder anliegenden Gebäuden in Sicherheit gebracht werden

Die Maßnahmen innerhalb der kerntechnischen Einrichtungen können sowohl betrieblich-organisatorischer als auch technischer Natur sein und müssen im Rahmen der Revision der SAG-Unterlagen durch ZAR mit beschrieben werden.

Die Inhalte dieser brandschutztechnischen Stellungnahme sind nur soweit gültig, wie die hier zu Grunde gelegten und beschriebenen signifikanten Faktoren nicht verändert werden.

BFT Cognos GmbH

Sachverständige - Berater - Gutachter



öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für vorbeugenden Brandschutz)