

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Bericht der Bundesregierung für die achte Überprüfungs-konferenz im März 2025 zur Erfüllung des Gemeinsamen Übereinkommens über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle

Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Arbeitsgruppe S III 2

53048 Bonn

E-Mail: SIII2@bmu.de

Internet: www.bmu.de

Redaktion: Arbeitsgruppe S III 2 (Entsorgungsplanung, Abfallbehandlung, Zwischenlager, Beförderung; Koordinierung Fachaufsicht BASE)

August 2024

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	10
Abkürzungsverzeichnis.....	13
Zusammenfassung	19
A Einführung.....	30
A.1 Aufbau und Inhalt des Berichts	30
A.2 Historische Entwicklung und aktueller Stand der Kernenergienutzung.....	31
A.3 Übersicht.....	44
B Politik und Verfahrensweisen.....	46
B.1 Berichterstattung	46
B.1.1 Politik im Bereich der Behandlung bestrahlter Brennelemente	46
B.1.2 Verfahrensweisen im Bereich der Behandlung bestrahlter Brennelemente	47
B.1.3 Politik im Bereich der Behandlung radioaktiver Abfälle	47
B.1.4 Verfahrensweisen im Bereich der Behandlung radioaktiver Abfälle.....	49
B.1.5 Kriterien zur Bestimmung und Einstufung radioaktiver Abfälle	49
C Anwendungsbereich	53
C.1 Bestrahlte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der zivilen Nutzung der Kernenergie.....	53
C.2 Abgrenzung zwischen NORM und radioaktiven Abfällen	54
C.3 Bestrahlte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus dem militärischen Bereich	54
C.4 Radioaktive Ableitungen	54
D Inventare und Listen.....	55
D.1 Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente	56
D.1.1 Dezentrale Brennelemente-Zwischenlager	58
D.1.2 Zentrale Zwischenlager	59
D.1.3 AVR-Behälterlager in Jülich	62
D.1.4 Pilot-Konditionierungsanlage.....	63
D.2 Inventar bestrahlter Brennelemente.....	64
D.2.1 Mengenaufkommen.....	64
D.2.2 Aktivitätsinventar	68
D.2.3 Prognostizierte Mengen	68
D.3 Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle	69
D.3.1 Konditionierungseinrichtungen	69
D.3.2 Zwischenlager	70
D.3.3 Endlager	72
D.3.4 Schachanlage Asse II.....	77
D.4 Inventar an radioaktiven Abfällen.....	79
D.4.1 Bestand radioaktiver Abfälle und Prognose	80
D.4.2 Inventar Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben.....	85

D.4.3	Inventar Schachtanlage Asse II.....	87
D.4.4	Bestand aus früheren Tätigkeiten	89
D.5	Liste der Anlagen in Stilllegung.....	90
D.5.1	Übersicht	90
D.5.2	Leistungsreaktoren.....	91
D.5.3	Versuchs- und Demonstrationsreaktoren.....	91
D.5.4	Forschungsreaktoren	92
D.5.5	Anlagen des Brennstoffkreislaufs.....	92
D.5.6	Einblicke in die deutsche Praxis der Stilllegung und des Abbaus von Kernkraftwerken	92
E	Gesetzgebung und Vollzugssysteme	101
E.1	Artikel 18: Durchführungsmaßnahmen.....	101
E.1.1	Erfüllung der Verpflichtungen durch das Gemeinsame Übereinkommen.....	102
E.2	Artikel 19: Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug.....	102
E.2.1	Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug	102
E.2.2	Innerstaatliche Sicherheitsvorschriften und Regelungen	106
E.2.3	Genehmigungssystem.....	118
E.2.4	System zum Verbot eines Anlagenbetriebs ohne Genehmigung.....	128
E.2.5	Behördliche Prüfung und Beurteilung (Aufsicht)	128
E.2.6	Durchsetzung von Vorschriften und Genehmigungsbestimmungen	131
E.2.7	Verantwortlichkeiten	132
E.3	Artikel 20: Staatliche Stelle	133
E.3.1	Staatliche Stelle.....	134
E.3.2	Tatsächliche Unabhängigkeit der jeweiligen staatlichen Aufgaben.....	141
E.3.3	Deutsche IRRS-Folgemission 2023	142
F	Andere Sicherheitsbestimmungen	143
F.1	Artikel 21: Verantwortung des Genehmigungsinhabers	143
F.1.1	Verantwortung des Genehmigungsinhabers	143
F.1.2	Verantwortung bei fehlendem Genehmigungsinhaber	144
F.2	Artikel 22: Personal und Finanzmittel	145
F.2.1	Personal	145
F.2.2	Finanzmittel während der Betriebsdauer und Stilllegung	148
F.2.3	Finanzmittel nach Verschluss eines Endlagers.....	150
F.3	Artikel 23: Qualitätssicherung	150
F.3.1	Qualitätssicherung.....	150
F.3.2	Produktkontrolle	151
F.4	Artikel 24: Strahlenschutz während des Betriebs.....	155
F.4.1	Grundlagen.....	155
F.4.2	Strahlenexposition beruflich exponierter Personen	156
F.4.3	Exposition der Bevölkerung.....	157
F.4.4	Maßnahmen zur Verhinderung ungeplanter und unkontrollierter Freisetzung.....	160
F.4.5	Begrenzung von Ableitungen radioaktiver Stoffe durch den Betrieb.....	160
F.4.6	Freigabe	162
F.4.7	Maßnahmen zur Kontrolle von Freisetzungen und zur Milderung ihrer Folgen 165	
F.5	Artikel 25: Notfallvorsorge	167
F.5.1	Notfallpläne für kerntechnische Anlagen und Einrichtungen.....	167

F.5.2	Notfallpläne für den Fall von Störfällen in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen benachbarter Staaten	177
F.6	Artikel 26: Stilllegung	178
F.6.1	Grundlagen.....	178
F.6.2	Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal und ausreichenden Finanzmitteln	181
F.6.3	Strahlenschutz bei der Stilllegung	184
F.6.4	Notfallvorsorge	184
F.6.5	Aufbewahrung von Aufzeichnungen.....	184
G	Sicherheit bei der Behandlung bestrahlter Brennelemente	187
G.1	Artikel 4: Allgemeine Sicherheitsanforderungen	187
G.1.1	Grundlagen.....	188
G.1.2	Sicherstellung von Unterkritikalität und Restwärmeabfuhr	188
G.1.3	Beschränkung der Erzeugung radioaktiver Abfälle	189
G.1.4	Berücksichtigung der Abhängigkeiten der Behandlungsschritte	189
G.1.5	Anwendung geeigneter Schutzmethoden	190
G.1.6	Berücksichtigung biologischer, chemischer und sonstiger Gefährdungen	190
G.1.7	Vermeidung von Auswirkungen auf künftige Generationen	190
G.1.8	Vermeidung unangemessener Belastungen künftiger Generationen.....	191
G.2	Artikel 5: Vorhandene Anlagen	191
G.2.1	Erfüllung der Verpflichtungen durch das Gemeinsame Übereinkommen bzgl. vorhandener Anlagen	192
G.2.2	Verlängerte Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen.....	192
G.2.3	ARTEMIS-Folgemission 2022 in Deutschland	195
G.3	Artikel 6: Wahl des Standorts geplanter Anlagen	196
G.3.1	Einbeziehung standortbezogener Faktoren auf die Sicherheit während der betrieblichen Lebensdauer	196
G.3.2	Auswirkungen auf die Sicherheit des Einzelnen, der Gesellschaft und der Umwelt 197	
G.3.3	Information der Öffentlichkeit über die Sicherheit der Anlage	198
G.3.4	Konsultation der Vertragsparteien in der Nachbarschaft.....	198
G.3.5	Maßnahmen zur Vermeidung unannehmbarer Auswirkungen auf andere Vertragsparteien.....	199
G.4	Artikel 7: Auslegung und Bau von Anlagen	200
G.4.1	Allgemeine Schutzziele	200
G.4.2	Vorsorge für Stilllegung	201
G.4.3	Technische Grundlagen	201
G.5	Artikel 8: Bewertung der Anlagensicherheit	202
G.5.1	Bewertung der Sicherheit im Genehmigungsverfahren.....	202
G.5.2	Bewertung der Sicherheit im Aufsichtsverfahren vor Inbetriebnahme.....	205
G.6	Artikel 9: Betrieb von Anlagen	206
G.6.1	Genehmigung des Betriebs der Anlage	206
G.6.2	Festlegung und Überarbeitung betrieblicher Dosisrichtwerte.....	207
G.6.3	Übereinstimmung mit festgelegten Verfahren	207
G.6.4	Verfügbarkeit der technischen Unterstützung	208
G.6.5	Meldung bedeutsamer Ereignisse	208
G.6.6	Sammlung und Verwertung von Betriebserfahrungen	210
G.6.7	Ausarbeitung von Stilllegungsplänen	212
G.7	Artikel 10: Endlagerung bestrahlter Brennelemente	212
H	Sicherheit bei der Behandlung radioaktiver Abfälle	213

H.1	Artikel 11: Allgemeine Sicherheitsanforderungen	213
H.1.1	Sicherstellung von Unterkritikalität und Restwärmeabfuhr	214
H.1.2	Beschränkung der Erzeugung radioaktiver Abfälle	214
H.2	Artikel 12: Vorhandene Anlagen und frühere Tätigkeiten	214
H.2.1	Sicherheit vorhandener Anlagen	215
H.2.2	Frühere Tätigkeiten	218
H.3	Artikel 13: Wahl des Standorts geplanter Anlagen	220
H.3.1	Standortplanung für neue Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle	221
H.3.2	Endlagerstandorte und -standortauswahl	222
H.3.3	Forschungstätigkeiten und internationale Kooperationen im Bereich der Entsorgung	225
H.4	Artikel 14: Auslegung und Bau von Anlagen	227
H.4.1	Auswirkungen auf Personen und Umwelt	227
H.4.2	Planungskonzepte für die Stilllegung	228
H.4.3	Verschluss eines Endlagers	229
H.4.4	Eingesetzte Techniken	230
H.5	Artikel 15: Bewertung der Anlagensicherheit	230
H.5.1	Bewertung der Anlagensicherheit vor dem Bau von Behandlungseinrichtungen	230
H.5.2	Bewertung der Anlagensicherheit vor dem Bau eines Endlagers	234
H.5.3	Bewertung der Anlagensicherheit vor dem Betrieb von Behandlungseinrichtungen	235
H.6	Artikel 16: Betrieb von Anlagen	235
H.6.1	Genehmigung des Betriebs	236
H.6.2	Festlegung und Überarbeitung betrieblicher Dosisrichtwerte	236
H.6.3	Übereinstimmung mit festgelegten Verfahren	236
H.6.4	Verfügbarkeit der technischen Unterstützung	238
H.6.5	Beschreibung und Trennung radioaktiver Abfälle	239
H.6.6	Meldung bedeutsamer Ereignisse	239
H.6.7	Sammlung und Verwertung von Betriebserfahrungen	239
H.6.8	Ausarbeitung von Stilllegungsplänen	241
H.6.9	Verschluss von Endlagern	241
H.7	Artikel 17: Behördliche Maßnahmen nach dem Verschluss	243
H.7.1	Dokumentation	243
H.7.2	Kontrolle und Überwachung	244
H.7.3	Ungeplante Freisetzung	245
I	Grenzüberschreitende Verbringung	247
I.1	Artikel 27: Grenzüberschreitende Verbringung	247
I.1.1	Genehmigungspflicht der grenzüberschreitenden Verbringung	248
I.1.2	Antarktisvertrag	250
I.1.3	Hoheitsrechtliche Abgrenzungen	251
J	Ausgediente umschlossene Quellen	253
J.1	Artikel 28: Ausgediente umschlossene Quellen	253
J.1.1	Gewährleistung der Sicherheit von ausgedienten umschlossenen Quellen ..	253
J.1.2	Wiedereinfuhr ausgedienter Strahlenquellen	259
J.1.3	Internationale Aspekte	261
K	Allgemeine Bestrebungen zur Verbesserung der Sicherheit	263

K.1	Sachstand zu Herausforderungen und geplanten Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit gemäß Rapporteursbericht zur deutschen Präsentation während der siebten Überprüfungskonferenz	263
K.1.1	Herausforderungen	263
K.1.2	Geplante Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit	266
K.2	Sachstand zu übergreifenden Fragen gemäß dem Beschluss während der siebten Überprüfungskonferenz	268
K.3	Fragestellungen zu einer Verlängerung der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle	268
K.4	Western European Nuclear Regulators Association – WENRA – Harmonisierte Ansätze in den europäischen kerntechnischen Regelwerken in den Bereichen Zwischenlagerung, Stilllegung, Endlagerung und Abfallverarbeitung	270
K.5	Zeitplanung bei der Standortauswahl gemäß Standortauswahlgesetz	271
K.5.1	Rahmenterminplan der BGE für die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung	272
K.5.2	Abschätzung der BGE-seitigen Zeitbedarfe bei der übertägigen und untertägigen Erkundung	272
K.5.3	Prüfung der Rahmenterminplanung und Abschätzung des Zeitbedarfs des BASE zum Abschluss der Phasen I bis III.....	273
L	Anhänge	274
(a)	Auflistung von Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente	274
(b)	Auflistung von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle	280
(c)	Übersicht der außer Betrieb befindlichen kerntechnischen Anlagen	297
(d)	Nationale Gesetze und Regelungen	308
1	Rechtsvorschriften.....	309
1A	Nationales Atom- und Strahlenschutzrecht	309
1B	Rechtsvorschriften, die im Bereich der Sicherheit kerntechnischer Anlagen und des Strahlenschutzes anzuwenden sind	310
1C	Rechtsvorschriften für die Beförderung radioaktiver Stoffe und zugehörige Regelungen	311
1D	Bilaterale Vereinbarungen im Rahmen der Kerntechnik und des Strahlenschutzes	311
1E	Multilaterale Vereinbarungen über nukleare Sicherheit und Strahlenschutz mit nationalen Ausführungsvorschriften	312
1F	Recht der Europäischen Union im Bereich kerntechnischer Sicherheit und Strahlenschutz.....	314
2	Allgemeine Verwaltungsvorschriften	315
3	Bekanntmachungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz und des vormals zuständigen Bundesinnenministeriums	316
4	Empfehlungen der SSK und ESK.....	318
5	Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA).....	319
(e)	Weitere zitierte Unterlagen	321

Abbildungsverzeichnis

Abbildung A-1:	Forschungs- und Unterrichtsreaktoren in Deutschland	33
Abbildung A-2:	Kernkraftwerke, Versuchs- und Demonstrationsreaktoren in Deutschland	36
Abbildung A-3:	Standorte von Anlagen und Einrichtungen der Entsorgung (ohne dezentrale Brennelemente-Zwischenlager und ohne Einrichtungen, die durch Genehmigungen nach § 7 AtG mit erfasst sind)	42
Abbildung B-1:	Gegenüberstellung der Abfallklassifizierung der IAEO [IAEA 09a] und der deutschen Klassifizierung	50
Abbildung D-1:	Blick in dezentrale Brennelemente-Zwischenlager (Bildrechte: BGZ).....	59
Abbildung D-2:	Luftbild der Anlagen am Standort Gorleben (Bildrechte: BGZ)	60
Abbildung D-3:	Blick in das Brennelemente-Zwischenlager Gorleben (Bildrechte: BGZ).....	60
Abbildung D-4:	Luftbild des Zwischenlagers Ahaus (Bildrechte: BGZ).....	61
Abbildung D-5:	Blick in das Brennelemente-Zwischenlager Ahaus (Bildrechte: BGZ).....	62
Abbildung D-6:	Kumulierter Schwermetallanfall aus Leistungsreaktoren bis 2025.....	69
Abbildung D-7:	Abklinglagerung von Großkomponenten (Dampferzeuger) im Zwischenlager Nord (Bildrechte: EWN)	72
Abbildung D-8:	Schachtgelände Konrad 1	74
Abbildung D-9:	Schachtgelände Konrad 2.....	75
Abbildung D-10:	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) (Bildrechte: BGE)	77
Abbildung D-11:	Schachtanlage Asse II	79
Abbildung D-12:	Aufteilung des SMA-Bestandes der Kategorie P1 bis G2 nach Abfallverursachergruppen zum 31. Dezember 2023.....	83
Abbildung D-13:	Zeitlicher Verlauf des kumulierten Anfalls der SMA als Abfallgebundevolumen bis zum Jahr 2080	85
Abbildung D-14:	Genehmigungsstruktur und wesentliche Abbauschritte beim Abbau des Kernkraftwerks Stade (Planungsstand).....	94
Abbildung D-15:	Wesentliche Abbauschritte beim Abbau des Kernkraftwerks Philippsburg Block 2 im Rahmen einer einzigen Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (Planungsstand).....	95
Abbildung D-16:	Zerlegearbeiten im Reststoffbehandlungszentrum des Kernkraftwerks Grafenrheinfeld im Kontrollbereich.....	97
Abbildung D-17:	Innenaufnahme der Reststoffbehandlungszentren	98

Abbildung D-18:	Innenaufnahme der Reststoffbehandlungszentren: Blick in die Zentrale Aktive Werkstatt (links) und das ZLN mit dem Caisson 4 (rechts) (Bildrechte: EWN)	98
Abbildung D-19:	Bildserie zur Ausschleusung und dem Abtransport des Dampferzeugers aus dem Kernkraftwerk Stade	99
Abbildung D-20:	Abtransport des Dampferzeugers aus dem Kernkraftwerk Obrigheim (Bildrechte: EnBW)	100
Abbildung D-21:	Aufteilung des Anlagengeländes des Kernkraftwerks Mülheim-Kärlich in vier Teilgelände zur Freigabe (Bildrechte: RWE AG)	100
Abbildung E-1:	Regelwerkspyramide	107
Abbildung E-2:	Beteiligte am atomrechtlichen Genehmigungsverfahren nach § 7 AtG	126
Abbildung E-3:	Beteiligte an der atomrechtlichen Zulassung und Aufsicht für ein Endlager	128
Abbildung E-4:	Organisation der „staatlichen Stelle“	136
Abbildung E-5:	Länderausschuss für Atomkernenergie	137
Abbildung F-1:	Ablauf der Produktkontrolle von Abfallgebinden für ihre Konditionierung, Zwischen- und Endlagerung	152
Abbildung F-2:	Wischttest zur Produktkontrolle an einem MOSAIK-Behälter (Bildrechte: GNS)	154
Abbildung F-3:	Struktur der Notfallvorsorge	169
Abbildung F-4:	Organisation der Notfallvorsorge	172
Abbildung F-5:	GNS-Werkfeuerwehr am Standort Gorleben bei einer Löschübung (Bildrechte: GNS)	175
Abbildung G-1:	Zwischenlager Ahaus (Bildrechte: BGZ)	205
Abbildung H-1:	Landessammelstelle Berlin (Bildrechte: HZB)	218
Abbildung H-2:	Schematische Darstellung des Standortauswahlverfahrens und der zwei wesentlichen Meilensteine in Phase I (Bildrechte: BGE)	223

Tabellenverzeichnis

Tabelle A-1:	Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle in Deutschland	44
Tabelle D-1:	Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente, Stand 31. Dezember 2023	57
Tabelle D-2:	Konditionierungsanlage für bestrahlte Brennelemente	58
Tabelle D-3:	Bisheriger Brennelementanfall aus Leichtwasserreaktoren (Leistung > 50 MW) der Bundesrepublik Deutschland zum 31. Dezember 2023.....	65
Tabelle D-4:	Übersicht über das Gesamtaufkommen bestrahlter Brennelemente aus deutschen Leichtwasserreaktoren (Leistung > 50 MW) zum 31. Dezember 2023.....	66
Tabelle D-5:	Entsorgung bestrahlter Brennelemente aus Versuchs- und Demonstrationsreaktoren zum 31. Dezember 2023	67
Tabelle D-6:	Übersicht über die Massen und Volumina zwischengelagerter SMA zum 31. Dezember 2023 und deren vorgesehene Bestimmungsorte	81
Tabelle D-7:	Übersicht über den Bestand an SMA entsprechend ihrem Bearbeitungszustand zum 31. Dezember 2023	82
Tabelle D-8:	Zwischenlagerung von SMA der Kategorie P1 bis G2 zum 31. Dezember 2023 an den jeweiligen Standorten	82
Tabelle D-10:	Radionuklidspezifische Aktivitäten der im gesamten ERAM endgelagerten Abfälle zum 31. Dezember 2023.....	86
Tabelle D-11:	Im ERAM eingelagertes Volumen aufgeteilt auf die Herkunft (Stand 31. Dezember 2023)	87
Tabelle D-12:	Prozentuale Aufteilung der in der Schachanlage Asse II eingelagerten Abfallgebinde hinsichtlich Abfallherkunft, Anzahl und Aktivität.....	88
Tabelle D-13:	Prozentuale Aufteilung der Abfallgebinde auf die unterschiedlichen Abfallarten nach LAW und MAW.....	89
Tabelle D-14:	Radionuklidinventar relevanter Radionuklide in der Schachanlage Asse II zum 31. Dezember 2023.....	89
Tabelle D-15:	Übersicht der endgültig abgeschalteten, in Stilllegung befindlichen sowie derjenigen kerntechnischen Anlagen, für welche die Stilllegung beendet wurde.....	91
Tabelle E-1:	Übersicht der Zuständigkeiten bei Genehmigung und Aufsicht	120
Tabelle F-1:	Ausgewählte Dosisgrenzwerte und Referenzwerte aus Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und Strahlenschutzverordnung (StrlSchV).....	158
Tabelle F-2:	Beispiele für Freigabewerte gemäß Anlage 4 Tabelle 1 StrlSchV [1A-8].....	164
Tabelle F-3:	Radiologische Kriterien für die Schutzmaßnahmen „Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden“, „Aufforderung zur Einnahme von	

	Jodtabletten“ sowie „Evakuierung“ aus der Notfall-Dosiswerte-Verordnung (NDWV).....	171
Tabelle F-4:	Verantwortliche Institutionen für die Stilllegung von Forschungsanlagen, deren Finanzierung durch die öffentliche Hand erfolgt.....	182
Tabelle J-1:	Entwicklung der Daten der im HRQ-Register registrierten Strahlenquellen im Zeitraum 2006 bis 2023.....	255
Tabelle L-1:	Nasslager für bestrahlte Brennelemente und deren Belegung zum 31. Dezember 2023.....	275
Tabelle L-2:	Zentrale Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sowie AVR-Behälterlager Jülich zum 31. Dezember 2023	276
Tabelle L-3:	Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) Gorleben	276
Tabelle L-4:	Wesentliche Merkmale der gemäß § 6 Atomgesetz (AtG) [1A-3] genehmigten und beantragten Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und verglaste radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung zum 31. Dezember 2023	277
Tabelle L-5:	Beispiele für stationäre Einrichtungen zur Konditionierung radioaktiver Abfälle für Eigenbedarf und Dritte	281
Tabelle L-6:	Beispiele für mobile Einrichtungen zur Konditionierung radioaktiver Abfälle	284
Tabelle L-7:	Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Zentrale Zwischenlager	285
Tabelle L-8:	Zwischenlager und Transportbereitstellungslager für radioaktive Abfälle aus Betrieb und Stilllegung der KKW	287
Tabelle L-9:	Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Zwischenlager in Forschungseinrichtungen.....	291
Tabelle L-10:	Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Zwischenlager der kerntechnischen und sonstigen Industrie.....	292
Tabelle L-11:	Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Landesammelstellen (für Abfälle aus Forschungseinrichtungen vgl. Tabelle L-9)	293
Tabelle L-12:	Endlager oder sonstige Lagereinrichtungen für radioaktive Abfälle... ..	295
Tabelle L-13:	Kernkraftwerke im Nachbetrieb oder in Stilllegung	298
Tabelle L-14:	Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet (noch ohne Stilllegungsgenehmigung), in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen mit thermischen Leistungen von 1 MW und mehr	301
Tabelle L-15:	Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet (noch ohne Stilllegungsgenehmigung), in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen mit thermischen Leistungen von weniger als 1 MW	302
Tabelle L-16:	Versuchs- und Demonstrationsreaktoren in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen	305
Tabelle L-17:	Kommerzielle Anlagen des Brennstoffkreislaufs, in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen	306

Tabelle L-18:	Forschungs-, Versuchs- und Demonstrationsanlagen des Brennstoffkreislaufs, in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen	307
---------------	---	-----

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft
AKR	Ausbildungskernreaktor
ANF	Advanced Nuclear Fuels GmbH
ANoPI-Bund	Allgemeiner Notfallplan des Bundes
ARTEMIS	<i>Radioactive Waste Management Integrated Review Service</i>
AtAV	Atomrechtliche Abfallverbringungsverordnung
AtDeckV	Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung
AtEV	Atomrechtliche Entsorgungsverordnung
AtG	Atomgesetz
AtSMV	Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
AtZüV	Atomrechtliche Zuverlässigkeitsüberprüfungs-Verordnung
AVR	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH (heute JEN)
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
AZA	Abfall-Zwischenlager Ahaus
AZB	Abfall-Zwischenlager Biblis
AZG	Abfall-Zwischenlager Gorleben
AZR	Abfall-Zwischenlager Grafenrheinfeld
AZK	Abfall-Zwischenlager Krümmel
AZN	Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim
AZO	Abfall-Zwischenlager Obrigheim
AZP	Abfall-Zwischenlager Philippsburg
AZS	Abfall-Zwischenlager Stade
AZU	Abfall-Zwischenlager Unterweser
AZW	Abfall-Zwischenlager Würgassen
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BauGB	Baugesetzbuch
BBergG	Bundesberggesetz
BE	Brennelement(e)
BER II	Berliner Experimentier-Reaktor II
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BGZ	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNFL	British Nuclear Fuels plc
BZA	Brennelement-Zwischenlager Ahaus
BZB	Brennelemente-Zwischenlager Biblis
BZD	Brennelemente-Zwischenlager Grohnde
BZF	Brennelemente-Zwischenlager Brokdorf
BZG	Brennelemente-Zwischenlager Gorleben
BZI	Brennelemente-Zwischenlager Isar
BZK	Brennelemente-Zwischenlager Krümmel
BZL	Brennelemente-Zwischenlager Lingen
BZM	Brennelemente-Zwischenlager Gundremmingen

BZN	Brennelemente-Zwischenlager Neckarwestheim
BZP	Brennelemente-Zwischenlager Philippsburg
BZR	Brennelemente-Zwischenlager Grafenrheinfeld
BZU	Brennelemente-Zwischenlager Unterweser
CASTOR	<i>Cask for storage and transport of radioactive material</i> (Behälter zur Aufbewahrung und zum Transport radioaktiven Materials)
CEA	<i>Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives</i> (Kommissariat für Atomenergie und alternative Energien)
CSD-B	<i>Colis Standard de Déchets – Boues</i> (Standardbehälter für mittelradioaktive verglaste Abfälle)
CSD-C	<i>Colis Standard de Déchets – Compactés</i> (Standardbehälter für hochdruckkompaktierte radioaktive Abfälle)
CSD-V	<i>Colis Standard de Déchets – Vitriifiés</i> (Standardbehälter für verglaste hochradioaktive Abfälle)
DAEF	Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung
DBE	Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DSRSNet	<i>Disused Sealed Radioactive Sources Network</i>
DWR	Druckwasserreaktor
EB	Entsorgungsbetriebe der Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EndlagerVIV	Endlagervorausleistungsverordnung
EndlSiAnfV	Endlagersicherheitsanforderungsverordnung
EndlSiUntV	Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung
EntsorgFondsG	Entsorgungsfondsgesetz
EntsorgÜG	Entsorgungsübergangsgesetz
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
ESK	Entsorgungskommission
ESTRAL	Ersatztransportbehälterlager
EU	Europäische Union
EURAD	<i>European Joint Programme on Radioactive Waste Management</i>
Euratom	Europäische Atomgemeinschaft
EUROCHEMIC	<i>European Company for the Chemical Processing of Irradiated Fuels</i>
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EW	<i>Exempt Waste</i> (freigegebener Abfall)
EWN	EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH (ehemals Energiewerke Nord GmbH)
FH	Fachhochschule
FINAS	<i>Fuel Incident Notification and Analysis System</i>
FMRB	Forschungs- und Messreaktor Braunschweig
FR-2	Forschungsreaktor 2, Karlsruhe
FRG-1	Forschungsreaktor Geesthacht 1
FRG-2	Forschungsreaktor Geesthacht 2
FRJ-1	Forschungsreaktor 1 Jülich (MERLIN)
FRJ-2	Forschungsreaktor 2 Jülich (DIDO)
FRM	Forschungsreaktor München, Garching
FRM II	Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz der Technischen Universität München, Garching
FR MZ	Mainzer Forschungsreaktor TRIGA Mark II
FRN	Forschungsreaktor Neuherberg

FZJ	Forschungszentrum Jülich GmbH (früher KFA, Nuklearbereich des FZJ heute JEN)
FZK	Forschungszentrum Karlsruhe GmbH (früher KfK, heute KIT)
GG	Grundgesetz
GKN	Kernkraftwerk Neckarwestheim
GMBL	Gemeinsames Ministerialblatt
GNS	GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH
HAA	Hochradioaktiver Abfall
HAW	<i>High Active Waste</i> (hochradioaktiver Abfall)
HAWC	<i>High Active Waste Concentrate</i> (hochradioaktiver Flüssigabfall)
HDR	Heißdampfreaktor, Großwelzheim
HGF	Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
HRQ	Hochradioaktive Quellen
HTGR	<i>High Temperature Gas-Cooled Reactor</i>
HTR	Hochtemperaturreaktor
HWGCR	<i>Heavy Water Gas-Cooled Reactor</i>
HZB	Helmholtz-Zentrum Berlin (früher HMI – Hahn-Meitner-Institut)
HZDR	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e. V.
IAEA/IAEO	<i>International Atomic Energy Agency</i> /Internationale Atomenergie-Organisation
ICRP	<i>International Commission on Radiological Protection</i> (Internationale Strahlenschutzkommission)
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i> (Internationale Elektrotechnische Kommission)
IGD-TP	<i>Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste – Technology Platform</i>
IGSC	<i>Integration Group for the Safety Case</i>
IKE	Institut für Kernenergetik und Energiesysteme
IMIS	Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität
INES	<i>International Nuclear Event Scale</i> (Internationale Bewertungsskala für nukleare Ereignisse)
INR	Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik
IRRS	<i>Integrated Regulatory Review Service</i>
IRS	<i>Incident Reporting System</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITDB	<i>Incident and Trafficking Database</i>
JEN	JEN Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (früher KFA, Nuklearbereich des FZJ und AVR)
JRC	Joint Research Center Karlsruhe (ehemals Institut für Transurane)
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf
KEK	Kompetenzerhalt in der Kerntechnik
KENFO	Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung
KFA	Kernforschungsanlage Jülich (heute JEN)
KfK	Kernforschungszentrum Karlsruhe (heute KIT)
KGR	Kernkraftwerk Greifswald
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel
KKE	Kernkraftwerk Emsland
KKG	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld
KKI	Kernkraftwerk Isar
KKK	Kernkraftwerk Krümmel
KKN	Kernkraftwerk Niederaichbach

KKP	Kernkraftwerk Philippsburg	
KKR	Kernkraftwerk Rheinsberg	
KKS	Kernkraftwerk Stade	
KKU	Kernkraftwerk Unterweser	
KKW	Kernkraftwerk	
KMK	Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich (heute Anlage Mülheim-Kärlich)	
KNK II	Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage, Karlsruhe	
KRB	Kernkraftwerk Gundremmingen	
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz	
KTA	Kerntechnischer Ausschuss	
KTE	Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (früher Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs-GmbH)	
KVKT	Kompetenzverbund Kerntechnik	
KVSF	Kompetenzverbund Strahlenforschung	
KWB	Kernkraftwerk Biblis	
KWG	Kernkraftwerk Grohnde	
KWL	Kernkraftwerk Lingen	
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim	
KWW	Kernkraftwerk Würgassen	
LAA	Länderausschuss für Atomkernenergie	
LAW	<i>Low Active Waste</i> (schwachradioaktiver Abfall)	
LEDA	<i>Long-Term Experimental Dry Storage Analysis</i> LWR	Leichtwasserreaktor
LoK	Logistikzentrum für das Endlager Konrad	
MAW	<i>Medium Active Waste</i> (mittelradioaktiver Abfall)	
MOX	Mischoxid	
MTR	Materialtestreaktor	
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor, Karlsruhe	
NachhG	Nachhaftungsgesetz	
NDWV	Notfall-Dosiswerte-Verordnung	
NEA	<i>Nuclear Energy Agency</i>	
NORM	<i>Naturally Occurring Radioactive Material</i> (natürlich vorkommendes radioaktives Material)	
NUSAFE	<i>Nuclear Waste Management, Safety and Radiation Research</i>	
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i> (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)	
OILs	<i>Operational Intervention Levels</i> (Abgeleitete Richtwerte)	
PETRA	Pellet-Trocknungsanlage	
PKA	Pilot-Konditionierungsanlage, Gorleben	
PSÜ	Periodische Sicherheitsüberprüfung	
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt	
QK	Qualitätsklasse – Konventionell	
QN	Qualitätsklasse – Nuklear	
RANET	<i>Response and Assistance Network</i>	
RDB	Reaktordruckbehälter	
REBEKA	Reststoffbehandlungs- und Abfallkonditionierungsanlage	
REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen	
RFR	Rossendorfer Forschungsreaktor	
RLB	Radiologisches Lagebild	
RLZ	Radiologisches Lagezentrum des Bundes	
ROG	Raumordnungsgesetz	
RöV	Röntgenverordnung	

RSK	Reaktor-Sicherheitskommission
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SAAS	Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR
SCIP-IV	<i>Studsvik Cladding Integrity Project IV</i>
SKB	Svensk Kärnbränslehantering AB (<i>Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company</i>)
SM	Schwermetall
SMA	Schwach- und mittelradioaktive Abfälle
SPGK	Siemens Power Generation Karlstein
SSK	Strahlenschutzkommission
StandAG	Standortauswahlgesetz
STEAG	Steinkohlen-Elektrizität AG
StGB	Strafgesetzbuch
StrISchG	Strahlenschutzgesetz
StrISchV	Strahlenschutzverordnung
StrVG	Strahlenschutzvorsorgegesetz
SUR	Siemens-Unterrichtsreaktor
SWR	Siedewasserreaktor
SZS	Staatliche Zentrale für Strahlenschutz der DDR
THTR 300	Thoriumhochtemperaturreaktor, Hamm-Uentrop
TransparenzG	Transparenzgesetz
TRIGA	<i>Training Research Isotope General Atomic</i> s
TU	Technische Universität
TUM	Technischen Universität München
UdSSR	Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken
US-DOE	United States Department of Energy
US-NRC	United States Nuclear Regulatory Commission
ÜsiKo	Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VAK	Versuchsatomkraftwerk Kahl
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik Informationstechnik e. V.
VDI	Vereins Deutscher Ingenieure e. V.
VEK	Verglasungseinrichtung Karlsruhe
VIBS	Vorkommnisse im Brennstoffkreislauf
VKTA	Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rossendorf e. V. (früher Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V.)
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe
WENRA	<i>Western European Nuclear Regulators' Association</i>
WGWD	<i>WENRA Working Group on Waste and Decommissioning</i>
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WP-IDKM	<i>Working Party on Information, Data and Knowledge Management</i>
WTI	Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH
WWER	Wasser-Wasser-Energie-Reaktor (sowjetischer Bauart)
ZfK	Zentralinstitut für Kernforschung, Rossendorf (heute Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) und Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rossendorf e. V. (VKTA))
ZLN	Zwischenlager Nord, Rubenow
ZLR	Zwischenlager Rossendorf

Zusammenfassung

Status der Leistungs- und Forschungsreaktoren in Deutschland

Deutschland hat den Ausstieg aus der kommerziellen Nutzung der Kernenergie im Jahr 2023 vollzogen. Es befinden sich keine Kernkraftwerke mehr im Leistungsbetrieb.

Das 19. Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes (AtG) sah einen befristeten Weiterbetrieb der drei letzten im Leistungsbetrieb befindlichen Atomkraftwerke Emsland (KKE), Isar 2 (KKI 2) und Neckarwestheim II (GKN II) – über das vorher nach dem Atomgesetz vorgesehene Enddatum für den Leistungsbetrieb am 31. Dezember 2022 hinaus – bis zum Ablauf des 15. April 2023 vor. Hierdurch standen im Winter 2022/2023 zusätzliche Erzeugungskapazitäten im deutschen Stromnetz bereit, um einen positiven Beitrag zur Leistungsbilanz und zur Netzsicherheit zu leisten. Für den befristeten Weiterbetrieb durften nur die in der jeweiligen Anlage noch vorhandenen Brennelemente für die Stromerzeugung genutzt werden. Damit wurde klargestellt, dass der Einsatz neuer Brennelemente nicht zulässig war. Neckarwestheim II wurde am 4. April 2023, Grohnde am 6. Dezember 2023 und dem Kernkraftwerk Isar 2 am 21. März 2024 eine Stilllegungs- und Abbaugenehmigung erteilt. Die Kernkraftwerke KKK, KBR und KKE befinden sich in der Nachbetriebsphase bis zur Erteilung und Inanspruchnahme einer Stilllegungsgenehmigung. KKI 2 befindet sich seit April 2024 in Stilllegung, damit befinden sich 30 Reaktoren (einschließlich Versuchs- und Demonstrationsreaktoren) in der Stilllegung, für drei Reaktoren wurde die Stilllegung abgeschlossen.

In Deutschland sind gegenwärtig zwei Forschungsreaktoren (Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz der Technischen Universität München (FRM II), Mainzer Forschungsreaktor TRIGA Mark II (FR MZ)), drei Unterrichtsreaktoren sowie ein Ausbildungskernreaktor in Betrieb. Fünf Forschungs- und ein Unterrichtsreaktor sind in Stilllegung und drei Forschungsreaktoren wurden endgültig abgeschaltet. Für 29 Forschungs- bzw. Unterrichtsreaktoren wurde die Stilllegung abgeschlossen. (vgl. die Ausführungen in Kapitel A.2 und D.5)

Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente

Als Anlagen zur Behandlung von bestrahlten Brennelementen im Sinne des Gemeinsamen Übereinkommens werden betrachtet:

- die dezentralen Brennelemente-Zwischenlager an den Kernkraftwerksstandorten,
- die zentralen Zwischenlager in Ahaus, Gorleben und Rubenow,
- das AVR-Behälterlager in Jülich sowie
- die Pilot-Konditionierungsanlage in Gorleben.

Nachfolgend werden die einzelnen Anlagentypen zusammengefasst vorgestellt. Eine ausführliche Darstellung erfolgt in Kapitel D.1.

(1) Dezentrale Brennelemente-Zwischenlager

An zwölf Standorten von Kernkraftwerken wurden dezentrale Brennelemente-Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente atomrechtlich genehmigt, errichtet und in Betrieb genommen. Die Lager sind als Trockenlager mit passiver Naturzugkühlung konzipiert. Eingelagert werden überwiegend mit bestrahlten Brennelementen beladene Transport- und Lagerbehälter, deren Schutzwirkung im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei verschiedenen Störfällen für eine Lagerdauer von mindestens 40 Jahren im Genehmigungsverfahren nachgewiesen wurde. Die Dauer der Genehmigung einer Zwischenlagerung ist daher zurzeit auf 40 Jahre ab der Einlagerung des ersten Behälters begrenzt.

Eine Verlängerung dieser Genehmigungen darf gemäß § 6 Abs. 5 Atomgesetz (AtG) [1A-3] nur aus unabweisbaren Gründen und nach der vorherigen Befassung des Deutschen Bundestages erfolgen.

Dem dezentralen Brennelemente-Zwischenlager Brunsbüttel wurde durch ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes die Aufbewahrungsgenehmigung entzogen. Die Aufbewahrung erfolgt derzeit auf behördliche Anordnung der Aufsichtsbehörde des Landes Schleswig-Holstein, bis das Genehmigungsverfahren für eine Neugenehmigung abgeschlossen ist, die am 16. November 2015 beantragt wurde. Das Genehmigungsverfahren findet unter Beteiligung der Öffentlichkeit statt.

(2) Zentrale Zwischenlager

Die zentralen Zwischenlager sind, wie die dezentralen Brennelemente-Zwischenlager, als Trockenlager für die Einlagerung von Transport- und Lagerbehältern konzipiert.

Brennelemente-Zwischenlager Gorleben

Das Brennelemente-Zwischenlager Gorleben (BZG) ist für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in Form von bestrahlten Brennelementen aus Leichtwasserreaktoren sowie von HAW-Glaskokillen (verglaste hochradioaktive Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente) genehmigt. Eine weitere Einlagerung von HAW-Glaskokillen ist gemäß Atomgesetz nicht vorgesehen.

Brennelemente-Zwischenlager Ahaus

Im Brennelemente-Zwischenlager Ahaus (BZA) dürfen laut Genehmigung bestrahlte Brennelemente aus unterschiedlichen deutschen Kernkraftwerken aufbewahrt werden. Darüber hinaus ist die Lagerung von bestrahlten Brennelementen aus Versuchs-, Demonstrations- und Forschungsreaktoren in verschiedenen Behältertypen genehmigt. Es ist vorgesehen, das Brennelemente-Zwischenlager Ahaus für die bestrahlten Brennelemente der noch in Betrieb sowie aktuell in Stilllegung befindlichen Forschungsreaktoren zu nutzen.

Gemäß der 8. Änderungsgenehmigung vom 21. Juli 2016 ist zudem die Lagerung bestrahlter Brennelemente des Versuchsreaktors der ehemaligen Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH (AVR) in 152 Transport- und Lagerbehältern genehmigt. Diese Behälter befinden sich zurzeit am Standort des AVR-Reaktors.

(3) Zwischenlager Nord in Rubenow

Im Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow werden derzeit neben bestrahlten Brennelementen aus den Reaktoren sowjetischer Bauart in Rheinsberg und Greifswald auch bestrahlte und unbestrahlte Brennstäbe aus der Kompakten Natriumgekühlten Kernreaktoranlage (KNK II) in Karlsruhe und dem Nuklearschiff Otto Hahn sowie HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) aufbewahrt.

Am 29. Mai 2019 hat die Betreiberin aufgrund der seit dem Jahr 2011 erhöhten Sicherheitsanforderungen an die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen einen Antrag auf Genehmigung zur Aufbewahrung der 74 CASTOR®-Behälter in einem Neubau gestellt. Eine verlängerte Aufbewahrung der Behälter über die bisher genehmigten 40 Jahre hinaus ist noch nicht beantragt. Da der Antrag auf Aufbewahrung der Kernbrennstoffe einen Zeitraum von mehr als 10 Jahren umfasst, ist für das Vorhaben eine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich.

(4) AVR-Behälterlager in Jülich

Im AVR-Behälterlager in Jülich, mittlerweile im Zuständigkeitsbereich der JEN Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (JEN), werden die bestrahlten Brennelementekugeln aus dem Betrieb des AVR-Reaktors in 152 Transport- und Lagerbehältern aufbewahrt. Die ursprüngliche Aufbewahrungsgenehmigung vom 17. Juni 1993 war auf 20 Jahre befristet. Die Aufbewahrung erfolgt

derzeit auf Basis von Anordnungen der zuständigen Aufsichtsbehörde des Landes Nordrhein-Westfalen, im Juli 2014 erfolgte eine Anordnung auf Räumung (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.1.3).

Die Betreiberin hatte gemäß konkreten Vorgaben aus der Anordnung zur Räumung des Lagers ein Konzept erarbeitet, welches drei Optionen vorsah. Die Option des Transports nach Ahaus zur Räumung des AVR-Behälterlagers wird mittlerweile von der Betreiberin vorrangig verfolgt. Parallel wird noch die Option zum Neubau verfolgt. Die Option der Verbringung des Kernbrennstoffs in die USA wird seit Oktober 2022 nicht weiterverfolgt. Parallel zu den genannten Optionen wird versucht, eine neue, auf neun Jahre befristete Aufbewahrungsgenehmigung für das bestehende AVR-Behälterlager zu erlangen.

(5) Pilot-Konditionierungsanlage Gorleben

Die Pilot-Konditionierungsanlage Gorleben hatte ursprünglich den Zweck, die Bearbeitung und Verpackung von bestrahlten Brennelementen für die direkte Endlagerung zu demonstrieren. Gemäß der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen von 2001 ist die Nutzung der Anlage nur für die ggf. erforderliche Reparatur schadhafter Behälter für bestrahlte Brennelemente und für verglaste hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sowie für den Umgang mit und die Handhabung von sonstigen radioaktiven Stoffen genehmigt. Es ist vorgesehen die Anlage stillzulegen und abzubauen. Vorbereitende Arbeiten hierzu laufen.

Anlagen/Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle

Anlagen/Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle im Sinne des Gemeinsamen Übereinkommens sind:

- die Konditionierungsanlagen,
- die Zwischenlager für radioaktive Abfälle,
- das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben und das Endlager Konrad sowie
- die Schachanlage Asse II.

Nachfolgend werden die einzelnen Anlagentypen zusammengefasst vorgestellt. Eine ausführliche Darstellung erfolgt in Kapitel D.3.

(1) Konditionierungseinrichtungen

Ziel der Abfallkonditionierung ist es, radioaktive Abfälle durch Behandlung und/oder Verpackung in eine endlagerfähige Form zu überführen, welche sich aus den Endlagerungsbedingungen ergibt. Dabei kommen, abhängig von den Abfalleigenschaften, unterschiedliche, ggf. auch mehrere aneinander gereihte Konditionierungsverfahren zur Anwendung. Die Konditionierung radioaktiver Abfälle kann mit mobilen oder ortsfesten Einrichtungen erfolgen.

(2) Zwischenlager für radioaktive Abfälle

Für die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle stehen Anlagen und Einrichtungen an den Standorten der Kernkraftwerke für die jeweils vor Ort anfallenden radioaktiven Abfälle zur Verfügung. Daneben bestehen Zwischenlager, die mit Einschränkungen von mehreren Anlagen Abfälle annehmen, wie beispielsweise das Abfall-Zwischenlager Unterweser (AZU 1), das Zwischenlager Mitterteich, das Abfall-Zwischenlager Gorleben (AZG) oder das Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow. Mitunter werden Lagerbereiche von Brennelemente-Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente auch für die Aufbewahrung radioaktiver Abfälle genehmigt, wie beispielsweise in Biblis und in Ahaus.

Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente im Ausland sind gemäß Atomgesetz zurückzunehmen. Zwischen 1996 und 2011 wurden 108 Behälter hochradioaktiver Abfälle (*Colis Standard de Déchets – Vitrifiés*; CSD-V) mit jeweils 28 Glaskokillen aus Frankreich zurückgeliefert und im BZG eingelagert. Im November 2020 fand der erste Rückführungstransport von

sechs Behältern mit verglasten radioaktiven Abfällen aus dem Vereinigten Königreich zum Brennelemente-Zwischenlager Biblis statt. Künftige Rücklieferungen von Abfällen aus der Wiederaufarbeitung im Ausland sollen an den drei dezentralen Brennelemente-Zwischenlagern Brokdorf in Schleswig-Holstein, Isar in Bayern und Philippsburg in Baden-Württemberg zwischengelagert werden.

Radioaktive Abfälle aus den Großforschungseinrichtungen werden in der Regel an ihrem Entstehungsort konditioniert und zwischengelagert. Abfälle aus Forschung, Industrie und Medizin werden an elf Landessammelstellen abgegeben. Abfälle aus der kerntechnischen Industrie werden vor Ort endlagergerecht konditioniert und entweder im Abfall-Zwischenlager Gorleben (AZG), in der EVU-Halle Mitterteich oder im Zwischenlager der Orano NCS GmbH in Hanau zwischengelagert.

(3) Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben und Endlager Konrad

Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

Im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) wurden im Zeitraum von 1971 bis 1998 schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) aus dem Bereich der Kernkraftwerke sowie aus den Bereichen Forschung, Industrie und Medizin der damaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) und nach der Wiedervereinigung der gesamten Bundesrepublik Deutschland eingelagert. Nach der Untersagung weiterer Einlagerungen 1998 durch ein Gerichtsurteil verzichtete der Betreiber im Jahr 2001 unwiderruflich auf weitere Einlagerungen. Das Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERAM wurde 2005 gestartet.

Im Januar 2013 legte die Entsorgungskommission (ESK) eine Stellungnahme vor, in der dargelegt wird, dass die eingereichten Verfahrensunterlagen zum Nachweis der Langzeitsicherheit im Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERAM nach Stand von Wissenschaft und Technik nicht ausreichen, der Nachweis aber machbar sei. Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) als Betreiberin des ERAM und damit Antragstellerin im laufenden Planfeststellungsverfahren der Stilllegung entwickelt ein Stilllegungskonzept und erstellt dafür die benötigten Antragsunterlagen. Die heutige Zeitplanung sieht die Feststellung des Planes zur Stilllegung 2028 und den Abschluss aller Stilllegungsmaßnahmen Mitte der 2040er Jahre vor.

Endlager Konrad

Zum Endlager Konrad liegt seit 2007 ein bestandskräftiger und unanfechtbarer Planfeststellungsbeschluss vor. Das Endlager befindet sich in der Errichtung, der aktuelle Stand der Arbeiten ist im Kapitel D.3.3 dargestellt. In einer Neubewertung der restlichen Bautätigkeit kommt die BGE zu der Einschätzung, dass das Endlager Konrad nicht vor 2029 fertiggestellt werden kann.

In das Endlager Konrad darf ein Abfallgebinderolumen von maximal 303.000 m³ eingelagert werden. Die Endlagerungsbedingungen Konrad legen die Anforderungen an die endzulagernden Abfallgebinder fest und liegen aktuell in der Fassung mit Stand Dezember 2014 vor [BfS 14a].

(4) Schachtanlage Asse II

In das ehemalige Kali- und Steinsalzbergwerk Asse II wurden von April 1967 bis Ende 1978 SMA eingelagert. In § 57b Atomgesetz (AtG) ist festgelegt, dass die Schachtanlage Asse unverzüglich stillzulegen ist. Vor der Stilllegung sollen die eingelagerten radioaktiven Abfälle rückgeholt werden. Nach derzeitigem Planungsstand kann die Rückholung frühestens im Jahr 2033 beginnen.

Seit 1988 tritt Wasser von außen in die Südflanke des Bergwerks ein, wodurch es in Gegenwart von Salz zu einer Bildung von einer wässrigen Salzlösung kommt. Nachdem die Menge dieser Lösung allmählich abgenommen hat, werden zurzeit ca. 8 bis 9 m³ täglich gefasst. Eine Prognose zur weiteren Entwicklung der Zutrittsraten ist nicht möglich. Die Betreiberin der Schachtanlage arbeitet daran, die Ursachen für die abgenommene Menge an Zutrittslösung zu ergründen. Für den Fall eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutrittes wird eine Notfallplanung verfolgt. Vor Beginn der

Rückholung müssen insbesondere Stabilisierungs- und Verfüllmaßnahmen vollständig umgesetzt sein.

Zur Bergung der Abfälle ist zwingend ein neuer Schacht notwendig. Außerdem müssen untertägige Infrastrukturräume außerhalb des derzeitigen Grubengebäudes aufgefahren werden. Damit die rückgeholt Abfälle sicher charakterisiert, verpackt und gelagert werden können, soll über Tage standortnah ein Gebäudekomplex, bestehend aus Abfallbehandlungsanlage und Zwischenlager, errichtet werden. Geeignete Bergetechnologien sind zu entwickeln.

Die BGE schreibt ihren Rückholplan [BGE 20], den sie im Jahr 2020 veröffentlicht hat und in dem alle zu treffenden Maßnahmen zusammenhängend beschrieben sind, fort.

Politik und Verfahrensweisen im Bereich der Behandlung bestrahlter Brennelemente

Seit dem 1. Juli 2005 ist die Abgabe von bestrahlten Brennelementen aus Leistungsreaktoren zur schadlosen Verwertung an eine Anlage zur Wiederaufarbeitung gemäß § 9a Abs. 1 Atomgesetz (AtG) [1A-3] verboten. Es ist nur noch die direkte Endlagerung der in Deutschland befindlichen bestrahlten Brennelemente als radioaktive Abfälle zulässig.

Bestrahlte Brennelemente sollen gemeinsam mit hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung endgelagert werden. Über die Auswahl eines Endlagerstandorts wird unter dem Stichwort Standortauswahlgesetz in Kapitel E.2.2 und unter Endlager für hochradioaktive Abfälle in Kapitel H.3.2 berichtet. Da ein Endlager für die bestrahlten Brennelemente noch nicht verfügbar ist, werden die anfallenden Brennelemente zwischengelagert; entsprechende Lagermöglichkeiten sind bedarfsgerecht vorhanden.

Eine Ausfuhr der bestrahlten Brennelemente aus Forschungsreaktoren ist nach der Änderung des Atomgesetzes im Zuge der Fortentwicklung des Standortauswahlgesetzes (StandAG) [1A-7b] nur aus schwerwiegenden Gründen der Nichtverbreitung von Kernbrennstoffen oder aus Gründen einer ausreichenden Versorgung deutscher Forschungsreaktoren mit Brennelementen für medizinische und sonstige Zwecke der Spitzenforschung zulässig. Eine Ausnahme davon bildet die Verbringung solcher Brennelemente mit dem Ziel der Herstellung in Deutschland endlagerfähiger und endzulagernder Abfallgebände. Eine Ausfuhrgenehmigung darf nicht erteilt werden, wenn die bestrahlten Brennelemente bereits auf Grundlage von § 6 AtG im Inland zwischengelagert sind.

In Deutschland sind bis Ende des Jahres 2023 insgesamt 16.711 Mg SM in Form von bestrahlten Brennelementen angefallen. Hiervon lagern an den Standorten der Anlagen in den Abklingbecken und den zentralen oder dezentralen Brennelemente-Zwischenlagern insgesamt 10.038 Mg SM. Zumeist im europäischen Ausland wiederaufgearbeitet wurden 6.346 Mg SM und 327 Mg SM wurden anderweitig entsorgt.

Ausführliche Darstellungen zur Politik und Verfahrensweise im Bereich der Behandlung bestrahlter Brennelemente folgen in Kapitel B.1.1 und B.1.2 und zu den Inventaren in Kapitel D.2.

Politik und Verfahrensweisen im Bereich der Behandlung radioaktiver Abfälle

In Deutschland sollen alle Arten radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen endgelagert werden.

Für die Auswahl eines Endlagerstandorts für hochradioaktive Abfälle wurde mit der Novellierung des Standortauswahlgesetzes (StandAG) [1A-7b] im Jahr 2017 das Standortauswahlverfahren gestartet (vgl. die Ausführungen zum Standortauswahlgesetz in Kapitel E.2.2).

Für die Endlagerung in tiefen geologischen Formationen bedürfen die radioaktiven Abfälle einer Konditionierung. Die Behandlung der radioaktiven Abfälle erfolgt nach qualifizierten Verfahren dergestalt, dass sichergestellt werden kann, dass sie direkt endlagerfähig konditioniert sind oder zumindest so behandelt werden, dass sie durch weitere Behandlungen endlagerfähig werden.

Für die Vorbehandlung und Konditionierung radioaktiver Abfälle stehen erprobte Verfahren und bewährte mobile oder stationäre Einrichtungen bereit. Zur Abfallbehandlung werden neben deutschen Einrichtungen auch Einrichtungen im Ausland genutzt.

Für die Zwischenlagerung von SMA aus Kernkraftwerken und der kerntechnischen Industrie stehen sowohl zentrale als auch dezentrale Zwischenlager zur Verfügung. Für Abfälle, die bei der Anwendung von und dem Umgang mit Radioisotopen in Forschung, Industrie und Medizin anfallen, werden die von den Ländern betriebenen Landessammelstellen als Zwischenlager genutzt.

Für hochradioaktive Abfälle ist eine Zwischenlagerung in den dezentralen und zentralen Brennelemente-Zwischenlagern möglich. Die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken in Frankreich und im Vereinigten Königreich werden dort vor Ort konditioniert und nach Deutschland zurückgeführt. Gemäß Atomgesetz sind diese Abfälle in dezentralen Brennelemente-Zwischenlagern aufzubewahren.

In Deutschland lagerten Ende des Jahres 2023 insgesamt 134.290 m³ SMA in Behältern (Bruttovolumen). Sie stammen im Wesentlichen aus Forschungseinrichtungen, Kernkraftwerken und der kerntechnischen Industrie einschließlich der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe sowie aus Medizin und Industrie. An hochradioaktiven Abfällen lagerten, neben den bestrahlten Brennelementen, insgesamt 507 m³ überwiegend verglaste hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung. In die Schachanlage Asse II belüftet sich das Abfallgebinderolumen auf ca. 47.000 m³. Ins ERAM wurden bis Ende 2023 einschließlich der radioaktiven Betriebsabfälle, die während der Offenhaltung nach 1998 angefallen sind, 37.258 m³ feste SMA sowie 6.621 umschlossene Strahlenquellen eingelagert.

Ausführliche Darstellungen zur Politik und Verfahrensweise im Bereich der Behandlung radioaktiver Abfälle folgen in Kapitel B.1.3 und B.1.4 und zu den Inventaren in Kapitel D.4.

Kriterien zur Bestimmung und Einstufung radioaktiver Abfälle

Die Absicht, alle Arten radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen endzulagern, führt dazu, dass nicht zwischen Abfällen, die Radionuklide mit vergleichsweise kurzen Halbwertszeiten enthalten, und Abfällen, die Radionuklide mit vergleichsweise langen Halbwertszeiten enthalten, unterschieden werden muss. Insofern sind keine Maßnahmen und Vorkehrungen erforderlich, die auf eine diesbezügliche Trennung der anfallenden radioaktiven Abfälle ausgerichtet sind.

Das Standortauswahlgesetz unterscheidet folgende radioaktive Abfälle:

- Hochradioaktive Abfälle (HAA) und
- schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA).

Erstere sind durch hohe Aktivitätskonzentrationen und damit hohe Nachzerfallswärmeleistungen gekennzeichnet und umfassen die hochradioaktiven Abfälle nach der Klassifikation der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO). Abfälle mit deutlich geringeren Aktivitätskonzentrationen aus Betrieb und Stilllegung von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen wie auch aus der Radioisotopenanwendung werden den SMA zugeordnet und entsprechen zum größten Teil den schwach- und mittelradioaktiven Abfällen (LILW) nach IAEO-Klassifikation. Ein Teil der SMA entspricht radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, die im Endlager Konrad endgelagert werden sollen.

Ausführliche Darstellungen zu Kriterien zur Bestimmung und Einstufung radioaktiver Abfälle folgen in Kapitel B.1.5.

Verantwortlichkeiten im Bereich der Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle

Grundlage für die Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle ist das Verursacherprinzip. Die Verursacher radioaktiver Reststoffe haben nach § 9a Abs. 1 Atomgesetz (AtG) [1A-3] dafür Sorge zu tragen, dass diese schadlos verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden. Das bedeutet, dass grundsätzlich die Verursacher für die Konditionierung und die Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle zu sorgen haben. Die Betreiber von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen sind auch für die Durchführung der Stilllegung zuständig.

Radioaktive Abfälle sind nach § 9a Abs. 2 AtG an ein Endlager oder eine Landessammelstelle abzuliefern. Mit der Ablieferung von radioaktiven Abfällen an eine Landessammelstelle gehen diese in deren Eigentum über. Damit wird die Verantwortung für die Konditionierung der Abfälle vom Betreiber der Landessammelstelle übernommen. Landessammelstellen werden nach § 9a Abs. 3 AtG von den Ländern für die Zwischenlagerung der in ihrem Gebiet angefallenen radioaktiven Abfälle aus den Bereichen Forschung, Medizin und Industrie eingerichtet.

Nach dem Entsorgungsübergangsgesetz (EntsorgÜG) [1A-35] können fachgerecht verpackte radioaktive Abfälle, die bei der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung angefallen sind, – nach Vorliegen der Voraussetzung – an einen vom Bund mit der Wahrnehmung der Zwischenlagerung beauftragten Dritten, die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ), abgegeben werden, in dessen Verantwortung die weitere Zwischenlagerung übergeht.

Für die Bereitstellung von Endlagern ist nach § 9a Abs. 3 AtG der Bund verantwortlich, der seine Aufgaben an die privatwirtschaftlich organisierte Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), deren alleiniger Gesellschafter der Bund ist, übertragen hat. Die BGE nimmt die operativen Aufgaben der Standortsuche, der Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung von Endlagern sowie den Betrieb und der Stilllegung der Schachanlage Asse II wahr. Die staatlichen Aufgaben der Zulassung und Aufsicht im Bereich der Endlagerung sind in einer einzigen Behörde, dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), gebündelt. Dies gilt jedoch vorerst nicht für das Endlager Konrad bis zur Erteilung der Zustimmung zur Inbetriebnahme durch die atomrechtliche Aufsicht sowie für das ERAM bis zur Vollziehbarkeit des Stilllegungsplanfeststellungsbeschlusses.

Ausführliche Darstellungen zu den Verantwortlichkeiten im Bereich der Entsorgung folgen in Kapitel E.2.7.

Finanzierung der Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle

Auch bei der Finanzierung der Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle gilt grundsätzlich das Verursacherprinzip.

Das Entsorgungsübergangsgesetz (EntsorgÜG) [1A-35] regelt die Verantwortung für die kerntechnische Entsorgung. Das Entsorgungsfondsgesetz (EntsorgFondsG) [1A-36] gewährleistet die Finanzierung der Stilllegung und Entsorgung langfristig. Die Betreiber der Kernkraftwerke sind weiterhin verantwortlich für die gesamte Abwicklung und Finanzierung der Stilllegung der Kernkraftwerke und der fachgerechten Verpackung der radioaktiven Abfälle. Als Vorsorge für die daraus zukünftig erwachsenden Kosten müssen sie weiterhin Rückstellungen bilden.

Entsprechend dem Entsorgungsübergangsgesetz ist der Bund für die Zwischen- und Endlagerung der bestrahlten Brennelemente und der radioaktiven Abfälle aus dem Bereich der Kernkraftwerke zuständig. Die Finanzierung der Zwischen- und Endlagerung erfolgt aus dem Bundeshaushalt, die

Refinanzierung gemäß Entsorgungsübergangsgesetz durch den „Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung“ (KENFO). Die Geldmittel für die Finanzierung der staatlichen Aufgaben im Bereich der Zwischen- und Endlagerung wurden von den Kernkraftwerksbetreibern zur Verfügung gestellt und an den KENFO übertragen.

Die Nutzung von Landessammelstellen wird über Kosten (Gebühren und Auslagen) bzw. Entgelte, die die Ablieferer radioaktiver Abfälle zahlen müssen, refinanziert.

Da die verbleibende Überwachung eines Endlagers nach dessen Verschluss eine staatliche Aufgabe ist, werden die hierfür notwendigen Finanzmittel vom Bund bereitgestellt.

Ausführliche Darstellungen zur Finanzierung der Entsorgung folgen in Kapitel F.2.2, Kapitel F.2.3 und Kapitel F.6.2.

Rechtlicher Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug im Bereich der Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle

Die Bundesrepublik Deutschland ist ein Bundesstaat. Die Zuständigkeiten für Rechtsetzung und Gesetzesvollzug sind je nach staatlichem Aufgabenbereich unterschiedlich auf die Organe von Bund und Ländern verteilt. Näheres ist durch Bestimmungen des Grundgesetzes der Bundesrepublik Deutschland geregelt.

Für die Nutzung der Kernenergie zu friedlichen Zwecken liegt die Gesetzgebungskompetenz beim Bund. Auch die Weiterentwicklung des Atomrechts ist eine Aufgabe des Bundes. Die Länder werden, abhängig vom Regelungsgegenstand, im Verfahren beteiligt.

Die Ausführung des Atomgesetzes [1A-3], des Strahlenschutzgesetzes [1A-34] und der hierauf basierenden Rechtsverordnungen erfolgt durch Behörden des Bundes und der Länder, wobei viele Vollzugsaufgaben durch die Länder im Auftrag des Bundes erfolgen. Dabei unterliegen die zuständigen Landesbehörden hinsichtlich der Recht- und Zweckmäßigkeit ihres Handelns der Aufsicht durch den Bund.

Ausführliche Darstellungen zum rechtlichen Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug folgen in Kapitel E.2.1.

Gewährleistung der Sicherheit ausgedienter umschlossener Strahlenquellen

In Deutschland werden etwa 100.000 umschlossene Strahlenquellen in Industrie, Gewerbe, Medizin, Forschung und in der Landwirtschaft verwendet. Die Sicherheit von ausgedienten umschlossenen Strahlenquellen wird in Deutschland durch ein den europäischen und internationalen Normen entsprechendes gesetzliches Regelwerk sowie durch ein umfangreiches Genehmigungs- und Aufsichtssystem gewährleistet. Bei der überwiegenden Zahl der in Deutschland sehr selten auftretenden Fälle sogenannter „herrenloser Strahlenquellen“ handelt es sich um umschlossene Strahlenquellen geringer Aktivität oder um Gegenstände mit Ablagerungen natürlich vorkommender Radionuklide. Abhandenkommen und Funde von radioaktiven Stoffen werden regelmäßig protokolliert und ausgewertet.

Die Lebensdauern der eingesetzten umschlossenen Strahlenquellen sind insbesondere wegen der stark unterschiedlichen Halbwertszeiten der verwendeten Radionuklide sehr unterschiedlich. In den meisten Fällen werden die auf der Basis einer Umgangsgenehmigung betriebenen Vorrichtungen nach Beendigung der Nutzung mitsamt der in ihnen verbleibenden umschlossenen Strahlenquellen vom Betreiber an den Gerätehersteller zurückgegeben. Dieser prüft ggf. eine weitere Verwendung der umschlossenen Strahlenquellen oder gibt sie zurück an den Quellenhersteller, der diese teilweise wiederverwenden kann. Die nicht mehr einsetzbaren umschlossenen Strahlenquellen werden

an die Landessammelstellen abgegeben. Dort werden sie bis zur Abgabe an ein Endlager zwischengelagert.

Verbringungen innerhalb der Europäischen Union (EU) unterliegen keiner Genehmigungspflicht. Die grenzüberschreitende Verbringung innerhalb der EU wird durch die Verordnung (Euratom) Nr. 1493/93 des Rates vom 8. Juni 1993 über die Verbringung radioaktiver Stoffe zwischen den Mitgliedstaaten [1F-34] geregelt. Wesentlich ist bei umschlossenen Strahlenquellen die vorherige Kenntnisnahme der zuständigen Behörde – in Deutschland das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – aufgrund einer entsprechenden Erklärung des Empfängers. Die erfolgte Verbringung muss ebenfalls der zuständigen Behörde des Empfängermitgliedstaates gemeldet werden. Soweit sich gesetzlicher Genehmigungs- oder Zustimmungsbedarf für grenzüberschreitende Verbringungen – z. B. bei der Wiedereinfuhr einer umschlossenen Strahlenquelle aus einem Nicht-EU-Land – ergibt, ist gemäß § 188 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] das BAFA zuständig.

Ausführliche Darstellungen zu ausgedienten umschlossenen Strahlenquellen folgen in Sektion J.

Wesentliche Entwicklungen in Deutschland seit der siebten Überprüfungskonferenz

Mit dem Siebzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes [1A-42] vom 10. August 2021 wurden bestehende untergesetzliche Regelungen im Bereich der Sicherung auf die Ebene des Atomgesetzes angehoben (vgl. die Ausführungen zum Atomgesetz in Kapitel E.2.2).

Mit dem Achtzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes [1A-43] vom 10. August 2021 wurde die finanzielle Entschädigung der Energieversorgungsunternehmen für den Ausstieg aus der kommerziellen Nutzung der Kernenergie geregelt (vgl. die Ausführungen zum Atomgesetz in Kapitel E.2.2).

Mit dem Neunzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes [1A-44] vom 4. Dezember 2022 wurde die Laufzeit der letzten im Leistungsbetrieb befindlichen Kernkraftwerke bis zum Ablauf des 15. April 2023 verlängert (vgl. die Ausführungen zum Atomgesetz in Kapitel E.2.2).

Gemäß den Verordnungsermächtigungen im Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] zum Erlass von Sicherheitsanforderungen und Anforderungen für die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen an die Endlagerung wurden am 14. Oktober 2020 die Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndlSiAnfV) [1A-40] und die Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndlSiUntV) [1A-41] im Bundesgesetzblatt verkündet. Darin werden die Anforderungen an die Sicherheit für die Endlagerung und an die Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren bestimmt und zu berücksichtigende Kriterien für die Langzeitsicherheit festgelegt (vgl. die Ausführungen zu Rechtsverordnungen in Kapitel E.2.2).

Auf Vorschlag des Bundesumweltministeriums ist von der Bundesregierung der Allgemeine Notfallplan des Bundes (ANoPI-Bund) als Allgemeine Verwaltungsvorschrift [2-9] mit Zustimmung des Bundesrats am 14. November 2023 verabschiedet worden. Darin werden insbesondere grundlegende Schutzstrategien für unterschiedliche Arten von radiologischen Notfällen mit unterschiedlich schweren Auswirkungen vorgegeben.

Am 8. Dezember 2021 sind innerhalb der Bundesregierung die vormals im Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz verbliebenen Zuständigkeiten für nukleare Sicherheits- und Entsorgungsforschung auf das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) übergegangen (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.3.3).

Vier weitere endgültig abgeschaltete Kernkraftwerke (KRB II C, KWG, KKI 2 und GKN II) haben inzwischen die Genehmigung zur Stilllegung erhalten (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.5).

Im November 2020 fand der erste Rückführungstransport von sechs Behältern mit verglasten radioaktiven Abfällen aus dem Vereinigten Königreich zum Brennelemente-Zwischenlager Biblis statt (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.2). Das Konzept zur Rückführung radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich wurde im Juni 2021 durch eine neue Lösung ergänzt. Diese sieht vor, dass nun vier Behälter mit verglasten hochradioaktiven Abfällen als Aktivitätsäquivalent an den Standort Philippsburg sowie leere, innen kontaminierte Transportbehälter als Massenäquivalent zum Zwischenlager Ahaus rückgeführt und dort aufbewahrt werden (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.3).

Zur Räumung des AVR-Behälterlagers in Jülich wird von der Betreiberin die Option des Transports nach Ahaus vorrangig verfolgt. Parallel wird noch die Option zum Neubau eines Zwischenlagers in Jülich offengehalten. Die Option der Verbringung des Kernbrennstoffs in die USA wird seit Oktober 2022 nicht weiterverfolgt (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.1.3).

Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) hat die restlichen Bautätigkeiten zur Errichtung des Endlagers Konrad neu bewertet und kommt zu der Einschätzung, dass sich die Arbeiten um etwa zwei Jahre verzögern und das Endlager Konrad erst zum Ende des Jahres 2029 fertiggestellt werden kann (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.3).

Mit der Veröffentlichung des Zwischenberichts Teilgebiete am 28. September 2020 wurde der Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens nach dem Standortauswahlgesetz abgeschlossen. Das Standortauswahlverfahren befindet sich aktuell in Schritt 2 der Phase I, in der Standortregionen für die übertägige Erkundung ermittelt werden (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.3.2).

Zwischen dem 9. und 16. Oktober 2023 fand eine Folgemission zur Überprüfung der Umsetzung der im Rahmen der *Integrated Regulatory Review Service* (IRRS) Mission 2019 ausgesprochenen Empfehlungen und Hinweise statt. Alle sechs Empfehlungen und fast alle der 25 Hinweise von 2019 konnten zur Zufriedenheit des internationalen Expertenteams als umgesetzt betrachtet werden. Zu den seit 2019 erzielten Fortschritten gehören unter anderem die Einführung einer nationalen Strategie für den Aufbau von Kompetenzen und die Entwicklung von Nachwuchskräften für nukleare Sicherheit sowie die Stärkung der Notfallvorsorge und -schutz durch die Annahme eines allgemeinen föderalen Notfallplans und die volle Funktionsfähigkeit des neuen föderalen radiologischen Lagezentrums. Das IRRS-Team ermutigte Deutschland, seine Bemühungen fortzusetzen hinsichtlich der Vervollständigung des integrierten Managementsystems in einigen Landesbehörden und dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) und der Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen und Leitfäden für die Entwicklung, den Betrieb und die Stilllegung von Endlagern für radioaktive Abfälle. Mit der erfolgreichen Durchführung der IRRS-Folgemission wurde der zweite Zyklus des innerhalb der Europäischen Union (EU) verbindlich alle zehn Jahre durchzuführenden *Peer Review*-Prozesses für Deutschland abgeschlossen.

Zur Erfüllung der Verpflichtung zur Durchführung eines Peer-Review aus der Richtlinie 2011/70/Euratom für den Bereich der Entsorgung bestrahlter Brennelemente sowie radioaktiver Abfälle wurde im September 2019 eine *Radioactive Waste Management Integrated Review Service* (ARTEMIS) Mission durchgeführt. Um die Fortschritte in der Umsetzung der bei dieser Überprüfungsmission befundenen Empfehlungen und Hinweise zu demonstrieren und in entsprechendem internationalem Rahmen zur Überprüfung zu stellen, wurde auf Einladung der Bundesrepublik Deutschland im November 2022 eine sog. Folgemission durchgeführt. Sie stellt das Analogon zu ähnlichen Folgeüberprüfungen nach drei Jahren (wie etwa bei der IRRS-Mission) dar. Bei der deutschen Folgemission handelt es sich um die erste in diesem Rahmen durchgeführte Überprüfung weltweit. Im Rahmen der ursprünglichen ARTEMIS-Mission wurden neben der Identifizierung einer Guten Praxis insgesamt drei Empfehlungen und zwölf Hinweise ausgesprochen. Als Ergebnis der Folgemission wurden zu elf dieser fünfzehn Befunde Umsetzungsfortschritte festgestellt, die einer Erfüllung der Befunde gleichkamen, in zwei Fällen davon unter der Maßgabe, dass bereits eingeleitete Umsetzungen in der beschriebenen Art und Weise weiter erfolgreich fortgesetzt würden. Als weiterhin offen wurden

zwei Empfehlungen aus dem Bereich Kostenabschätzungen und -berichterstattung bezüglich der Entsorgung angesehen sowie zwei Hinweise aus dem Bereich der Planung der Endlagerung am Standort des Endlagers nach Standortauswahlgesetz bzw. bezüglich der Demonstration von Abfallminimierungsmaßnahmen im Rahmen des Verzeichnisses radioaktiver Abfälle, mit dem der Bund in regelmäßigen Abständen sein Abfallinventar an den verschiedenen Standorten in Deutschland veröffentlicht.

A Einführung

A.1 Aufbau und Inhalt des Berichts

Die Bundesregierung steht zu den bestehenden internationalen Verpflichtungen Deutschlands. Dies gilt in besonderem Maße für die Erfüllung des Gemeinsamen Übereinkommens über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle. Mit Vorlage dieses Berichts zeigt Deutschland, wie es das Gemeinsame Übereinkommen erfüllt und einen sicheren Betrieb von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle, einschließlich der Stilllegung, gewährleistet. Es besteht auch für die Zukunft noch Handlungsbedarf, um das geforderte hohe Sicherheitsniveau weiter aufrecht zu erhalten und die Endlagerung zu realisieren.

Der Bericht zum Gemeinsamen Übereinkommen folgt den Leitlinien INFCIRC/604 der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) zu Form und Aufbau des Nationalen Berichts. Er ist dementsprechend in Sektionen aufgeteilt, in denen die in den Leitlinien vorgegebenen Artikel des Gemeinsamen Übereinkommens einzeln abgehandelt werden. Nach einer Einführung über die historische und politische Entwicklung der Kernenergienutzung in Deutschland und einer Übersicht über die Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle wird zu jeder Verpflichtung Stellung genommen. Die Angaben des Berichts sind generisch gehalten; anlagenspezifische Angaben werden dort gemacht, wo dies die Erfüllung des Gemeinsamen Übereinkommens im Einzelnen verdeutlicht.

Zum Nachweis der Einhaltung der Verpflichtungen werden die einschlägigen Gesetze, Verordnungen und Regelwerke erläutert und es wird dargestellt, auf welche Weise die wesentlichen Sicherheitsanforderungen erfüllt werden. Schwerpunktthemen des hier vorgelegten nationalen Berichts sind Ausführungen zum Genehmigungsverfahren und zur staatlichen Aufsicht sowie zu den Maßnahmen in Eigenverantwortung der Betreiber zur Aufrechterhaltung eines angemessenen Sicherheitsniveaus.

Der Berichtsanhang enthält eine Auflistung der derzeit betriebenen kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen im Sinne des Gemeinsamen Übereinkommens mit einigen Merkmalen, eine Auflistung der in der Stilllegung befindlichen und abgebauten Anlagen und Einrichtungen sowie eine umfassende Liste der Rechtsvorschriften, Verwaltungsvorschriften, Regeln und Richtlinien im kerntechnischen Bereich, die für die Sicherheit der Anlagen und Einrichtungen im Sinne des Gemeinsamen Übereinkommens von Bedeutung sind und auf die im Bericht Bezug genommen wird.

Im vorliegenden Bericht wird der im Konventionstext verwendete Begriff „Verschluss eines Endlagers“ synonym zu dem im deutschen Atomgesetz verwendeten Begriff „Stilllegung eines Endlagers“ angewendet. Der Begriff „abgebrannte Brennelemente“ wird im Zusammenhang mit dem Konventionstext verwendet und ist synonym zu dem im Übrigen verwendeten Begriff „bestrahlte Brennelemente“.

Der achte Bericht Deutschlands beschränkt sich nicht auf Änderungen gegenüber den früheren Berichten, sondern vermittelt eine geschlossene Darstellung. Wesentliche Änderungen seit dem Bericht für die siebte Überprüfungskonferenz in Juni/Juli 2022 sind am Anfang der jeweiligen Sektion in einem Infokasten zusammengefasst (Entwicklungen seit der siebten Überprüfungskonferenz).

Wenn sich Angaben nicht ausdrücklich auf ein anderes Datum beziehen, gelten die Aussagen im Bericht durchgehend zum Stichtag 31. März 2024.

Der achte Bericht zum Gemeinsamen Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle wurde gemeinsam von Organisationen in Deutschland bearbeitet, die mit der sicheren Entsorgung von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen befasst sind. Dies sind die atomrechtlichen Behörden von Bund und Ländern, unterstützt von Sachverständigenorganisationen, sowie die Betreibergesellschaften der Zwischen- und Endlager. Der Bericht wurde von der Bundesregierung bei der Kabinettsitzung am 19. Juni 2024 beschlossen.

Nach den mit internationalen Anforderungen in Übereinstimmung stehenden nationalen Vorschriften der Bundesrepublik Deutschland wird das beim früheren Uranerzbergbau angefallene Reststoffaufkommen nicht zum radioaktiven Abfall gerechnet, daher sind diese Aktivitäten – wie bereits in den nationalen Berichten seit der zweiten Überprüfungskonferenz – in einem gesondert beigefügten Bericht dargestellt, der den Stand der Sanierung zum 31. Dezember 2023 beschreibt.

A.2 Historische Entwicklung und aktueller Stand der Kernenergienutzung

Forschung und Entwicklung

Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der zivilen Kernenergienutzung wurden in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1955 aufgenommen, nachdem die Bundesrepublik Deutschland förmlich auf die Entwicklung und den Besitz von Nuklearwaffen verzichtet hatte. Das damalige Forschungs- und Entwicklungsprogramm beruhte auf einer intensiven internationalen Kooperation und beinhaltete die Konstruktion einer Reihe von Versuchs- und Demonstrationsreaktoren sowie die Ausarbeitung von Konzepten für einen geschlossenen Brennstoffkreislauf und für eine Endlagerung von radioaktivem Abfall in tiefen geologischen Formationen.

Im Jahr 1955 richtete die Bundesregierung das Bundesministerium für Atomfragen ein und Deutschland wurde Gründungsmitglied der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom) und der *Nuclear Energy Agency* (NEA) der *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD). Deutsche und US-amerikanische Kraftwerkshersteller begannen gemeinsam mit der Entwicklung kommerzieller Kernkraftwerke für den deutschen Markt: Siemens und Westinghouse entwickelten Druckwasserreaktoren (DWR), die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG) und General Electric Siedewasserreaktoren (SWR).

In den folgenden Jahren wurden die westdeutschen Kernforschungszentren gegründet (vgl. die Ausführungen in Tabelle F-4):

- 1956 in Karlsruhe, Jülich und Geesthacht,
- 1959 in Berlin und Hamburg,
- 1964 in Neuherberg bei München und
- 1969 in Darmstadt.

Viele Universitäten wurden mit Forschungsreaktoren ausgestattet. Der Forschungsreaktor München (FRM) in Garching erreichte am 31. Oktober 1957 als erster Kritikalität, die letzte Betriebsgenehmigung wurde am 2. Mai 2003 für die Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz der Technischen Universität München (FRM II) am selben Standort erteilt. Dieser hat im Jahr 2004 den Betrieb aufgenommen.

In der damaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) begann die friedliche Nutzung der Kernenergie mit der Entwicklung eines Programms für die Kernforschung und Kerntechnik im Jahr 1955. Das Angebot der damaligen UdSSR an die Staaten ihres Einflussbereiches, mit Forschungsreaktoren und kerntechnischen Großgeräten den Aufbau eigener Kernforschungseinrichtungen zu

fördern, nahm die damalige politische Führung der DDR an. 1956 wurde das Zentralinstitut für Kernforschung (ZfK) in Rossendorf bei Dresden gegründet; ein von der damaligen UdSSR gelieferter Forschungsreaktor ging hier im Jahr 1957 in Betrieb. Parallel dazu erfolgte die Gründung neuer kerntechnischer und kernphysikalischer Lehrstühle an den Hochschulen und Universitäten. Auf diese Weise wurde in der damaligen DDR eine breite Forschungs- und Entwicklungsbasis für die kernphysikalische Grundlagenforschung, die Radiochemie und Isotopenproduktion sowie für Forschungsarbeiten zu wissenschaftlich-technischen Grundlagen der Kernenergienutzung geschaffen. Die damaligen Anlagen und Einrichtungen des ZfK in Rossendorf sind mit der Jahreswende 1991/1992 auf das Forschungszentrum Rossendorf (heute Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e. V. (HZDR)) für die Forschungsaufgaben und auf den Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V. (VKTA, heute Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rossendorf e. V.) für die Stilllegung der kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen übergegangen.

In Deutschland befinden sich derzeit sechs Forschungs- und Unterrichtsreaktoren in Betrieb. Dies sind:

- die Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz der Technischen Universität München (FRM II),
- der Mainzer Forschungsreaktor TRIGA Mark II (FR MZ),
- vier Ausbildungs-/Unterrichtsreaktoren, davon drei Siemens-Unterrichtsreaktoren (SUR) und ein Ausbildungskernreaktor (AKR-2).

Die Umrüstung des FRM II im Hinblick auf die Verwendung von Brennstoff mit niedrigerem Anreicherungsgrad anstelle des bisher verwendeten hochangereicherten Urans (93 % U-235) ist geplant. Hierzu wurden intensive Forschungsarbeiten durchgeführt, auf deren Grundlage nun die Brennstoffvariante monolithisches Uran-Molybdän, welche eine Anreicherung an Uran-235 von unter 20 Prozent ermöglicht, verfolgt wird. Die Vorlage eines Antrags samt beizufügender Unterlagen, der die Voraussetzungen zur Einleitung eines Genehmigungsverfahrens bei der zuständigen Genehmigungsbehörde erfüllt, wird bis Ende 2025 angestrebt.

In den 1960er und 1970er Jahren wurden in der Bundesrepublik Deutschland 12 Siemens-Unterrichtsreaktoren (SUR) und nach deren Vorbild ein Ausbildungskernreaktor in der damaligen DDR in Dresden installiert. Bei den SUR handelt es sich um so genannte Nullleistungsreaktoren (thermische Leistung: 100 mW), die mit < 20 % angereichertem Uranoxid in Polyethylen dispergiert betrieben werden bzw. wurden. Ein SUR-Kern besteht aus acht bis zehn Brennstoffplatten. Die SUR in Stuttgart, Ulm und Furtwangen sowie der AKR-2 in Dresden sollen weiterbetrieben werden.

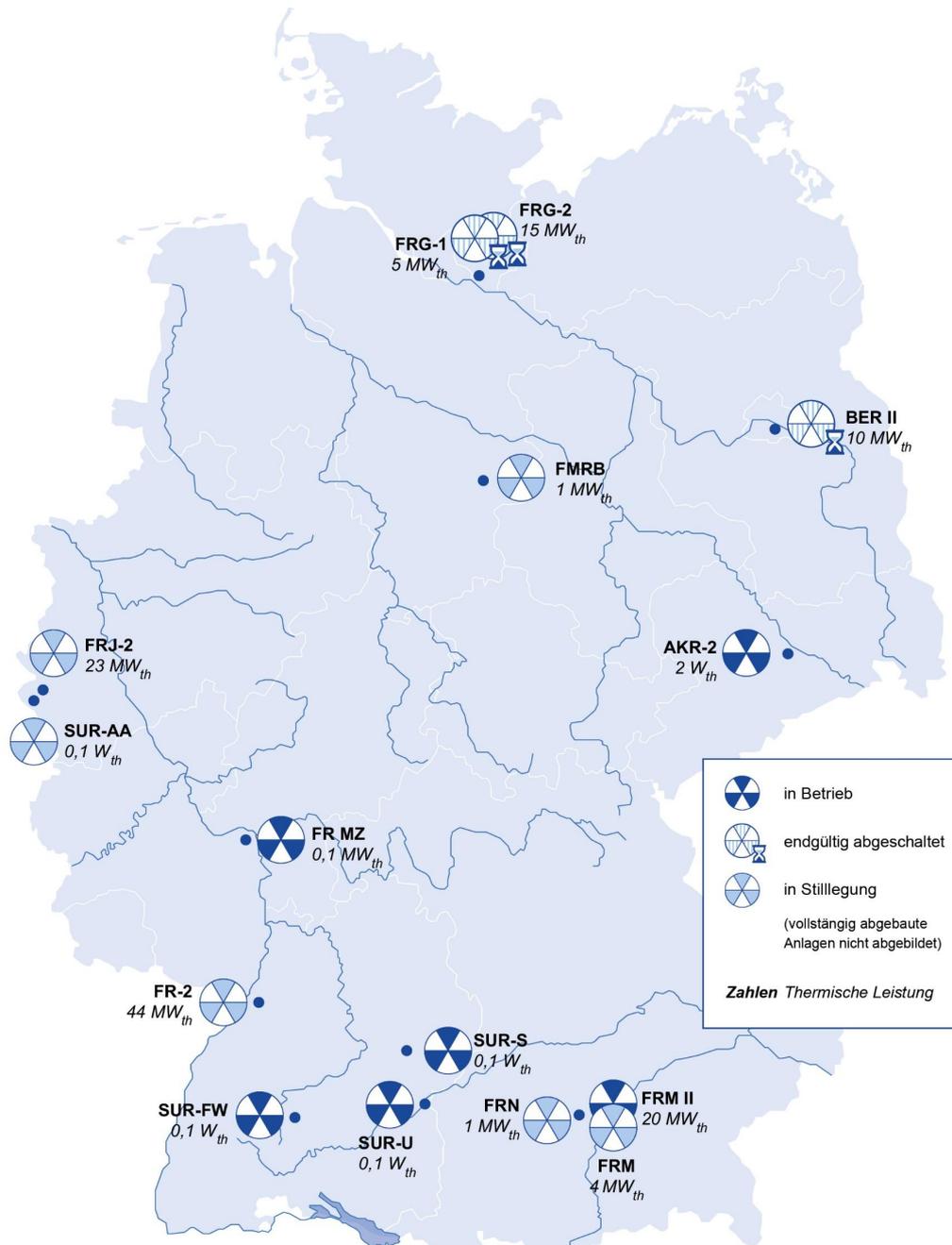
Des Weiteren wurden in Deutschland vier Forschungsreaktoren der Bauart *Training Research Isotope General Atomic*s (TRIGA) errichtet. Drei davon sind bereits vollständig abgebaut. Der FR MZ soll nach heutiger Planung bis mindestens 2030 betrieben werden.

Der Forschungsreaktor DIDO in Jülich (Forschungsreaktor 2 Jülich (FRJ-2)) wurde am 2. Mai 2006 endgültig abgeschaltet und die Stilllegungsgenehmigung wurde am 20. September 2012 erteilt. Für den am 28. Juni 2010 endgültig abgeschalteten und seit Ende Juli 2012 brennelementfreien Forschungsreaktor Geesthacht 1 (FRG-1) hat der Betreiber am 21. März 2013 einen Antrag auf Stilllegung eingereicht. Die Stilllegung soll gemeinsam mit dem bereits teilabgebauten Forschungsreaktor Geesthacht 2 (FRG-2) (gemeinsames Reaktorbecken) und dem Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen im Rahmen der Zerlegung des Reaktordruckbehälters des ehemaligen Nuklearschiffs „Otto Hahn“ erfolgen. Am 3. April 2014 wurde die Genehmigung zum Abbau der Reaktoranlage des FRM in Garching erteilt. Der Berliner Experimentier-Reaktor II (BER II) wurde am 11. Dezember 2019 endgültig abgeschaltet. Insgesamt sind acht Anlagen mit thermischen Leistungen ab 1 MW abgeschaltet oder befinden sich in unterschiedlichen Stadien der Stilllegung. Eine Reihe weiterer Reaktoren mit kleineren Leistungen sind endgültig abgeschaltet oder bereits vollständig abgebaut. Eine

Übersicht über endgültig abgeschaltete und in Stilllegung befindliche Forschungsreaktoren befindet sich im Anhang L-(c) (vgl. Tabelle L-14 und Tabelle L-15).

Die geografische Lage der Forschungsreaktoren in Deutschland ist in Abbildung A-1 dargestellt.

Abbildung A-1: Forschungs- und Unterrichtsreaktoren in Deutschland



- AKR-2: Ausbildungskernreaktor Dresden
- BER II: Berliner Experimentier-Reaktor II
- FMRB: Forschungs- und Messreaktor Braunschweig
- FR-2: Forschungsreaktor 2 Karlsruhe
- FRG-1: Forschungsreaktor Geesthacht 1
- FRG-2: Forschungsreaktor Geesthacht 2
- FRJ-2: Forschungsreaktor 2 Jülich
- FRM: Forschungsreaktor München

- FR-MZ: Mainzer Forschungsreaktor TRIGA Mark II
- FRM II: Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz der TU München
- FRN: Forschungsreaktor Neuherberg
- SUR-AA: Siemens-Unterrichtsreaktor Aachen
- SUR-FW: Siemens-Unterrichtsreaktor Furtwangen
- SUR-S: Siemens-Unterrichtsreaktor Stuttgart
- SUR-U: Siemens-Unterrichtsreaktor Ulm

Stand: 03/2024

Entwicklung von Kernreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland

Im Jahr 1958 wurde mit dem 16-MW_e-Versuchsatomkraftwerk Kahl (VAK) das erste deutsche Kernkraftwerk bei General Electric und AEG in Auftrag gegeben und 1960 in Betrieb genommen.

1966 wurde in Gundremmingen mit dem KRB-A (250 MW_e) der erste kommerzielle Siedewasserreaktor in Betrieb genommen, 1968 in Obrigheim mit dem KWO (350 MW_e) der erste kommerzielle Druckwasserreaktor. Ab 1970 wurden größere Leistungsreaktoren (DWR und SWR) errichtet. 1975 ging in Biblis mit dem KWB A (1.225 MW_e) der erste Reaktor dieser Klasse in Betrieb, der letzte folgte 1989 in Neckarwestheim mit GKN II (1.400 MW_e). Seit 15. April 2023 befinden sich keine Leistungsreaktoren mehr in Betrieb.

In enger Zusammenarbeit zwischen den Kernforschungszentren und der Industrie begann in den 1950er Jahren die eigenständige Entwicklung einer Reihe von Versuchs- und Demonstrationsreaktoren. Erwähnt sei der 1958 beauftragte 15-MW_e-Hochtemperatur-Kugelhaufenreaktor AVR (Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor) in der damaligen Kernforschungsanlage Jülich und der 1961 beauftragte 57-MW_e-Schwerwasser-DWR MZFR (Mehrzweckforschungsreaktor) in dem damaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe. Hier begann Anfang der 1960er Jahre auch die Entwicklung eines Schnellen Brutreaktors. Später wurden ein Hochtemperaturreaktor als Kugelhaufenreaktor auf Thoriumbasis (THTR 300) in Hamm-Uentrop und ein Schneller Brüter (SNR 300) in Kalkar als Prototypen errichtet. Der THTR 300 war zwischen 1983 und 1989 in Betrieb und befindet sich heute im sicheren Einschluss; die eingesetzten Brennelemente befinden sich im Brennelemente-Zwischenlager Ahaus. Der SNR 300 wurde zwar fertiggestellt, jedoch nie mit Brennelementen beladen. Die bereits gefertigten SNR-Brennelemente wurden in Frankreich zu Mischoxid (MOX)-Brennelementen für Leichtwasserreaktoren verarbeitet.

Errichtung von Kernreaktoren in der damaligen DDR

Da in der damaligen DDR keine eigenen Entwicklungsprogramme für Kernkraftwerke durchgeführt wurden, wurden die Kernkraftwerke schlüsselfertig aus der damaligen UdSSR importiert. Der erste Leistungsreaktor in der DDR – ein 70-MW_e-Druckwasserreaktor sowjetischer Bauart – wurde in Rheinsberg gebaut und 1966 in Betrieb genommen. Im Zeitraum von 1973 bis 1989 wurden fünf Druckwasserreaktoren – vier vom Typ WWER-440/W-230 und einer vom Typ WWER-440/W-213 – in Greifswald in Betrieb genommen.

Mit dem Beitritt der DDR zur Bundesrepublik Deutschland nach Artikel 23 Grundgesetz (GG) (in der bis 1990 geltenden Fassung) gilt auch für das Gebiet der damaligen DDR das Atomgesetz (AtG) [1A-3]. Im Zuge der deutschen Wiedervereinigung wurden die fünf Reaktoren in Greifswald 1989/1990 und der Reaktor in Rheinsberg 1990 abgeschaltet. Sie befinden sich in Stilllegung. Bereits begonnene Arbeiten zur Errichtung von drei weiteren WWER-440-Reaktoren in Greifswald und von zwei WWER-1000-Reaktoren in der ersten Ausbaustufe in Stendal wurden eingestellt.

Beendigung der gewerblichen Erzeugung von Elektrizität aus Kernenergie

Im April 2002 wurden in Deutschland neue Rahmenbedingungen für die Kernenergienutzung geschaffen und die geordnete Beendigung als eine der Zwecke des AtG [1A-3] formuliert.

Ausgangspunkt für die schrittweise Beendigung des Betriebs der Kernkraftwerke war eine durchschnittliche Gesamtbetriebszeit von 32 Jahren. Unter diesen Randbedingungen entschied der Betreiber, das Kernkraftwerk Stade (KKS) im Jahr 2003 endgültig abzuschalten. Im Jahr 2005 wurde das Kernkraftwerk Obrigheim endgültig abgeschaltet (vgl. Tabelle L-13 im Anhang L-(c)).

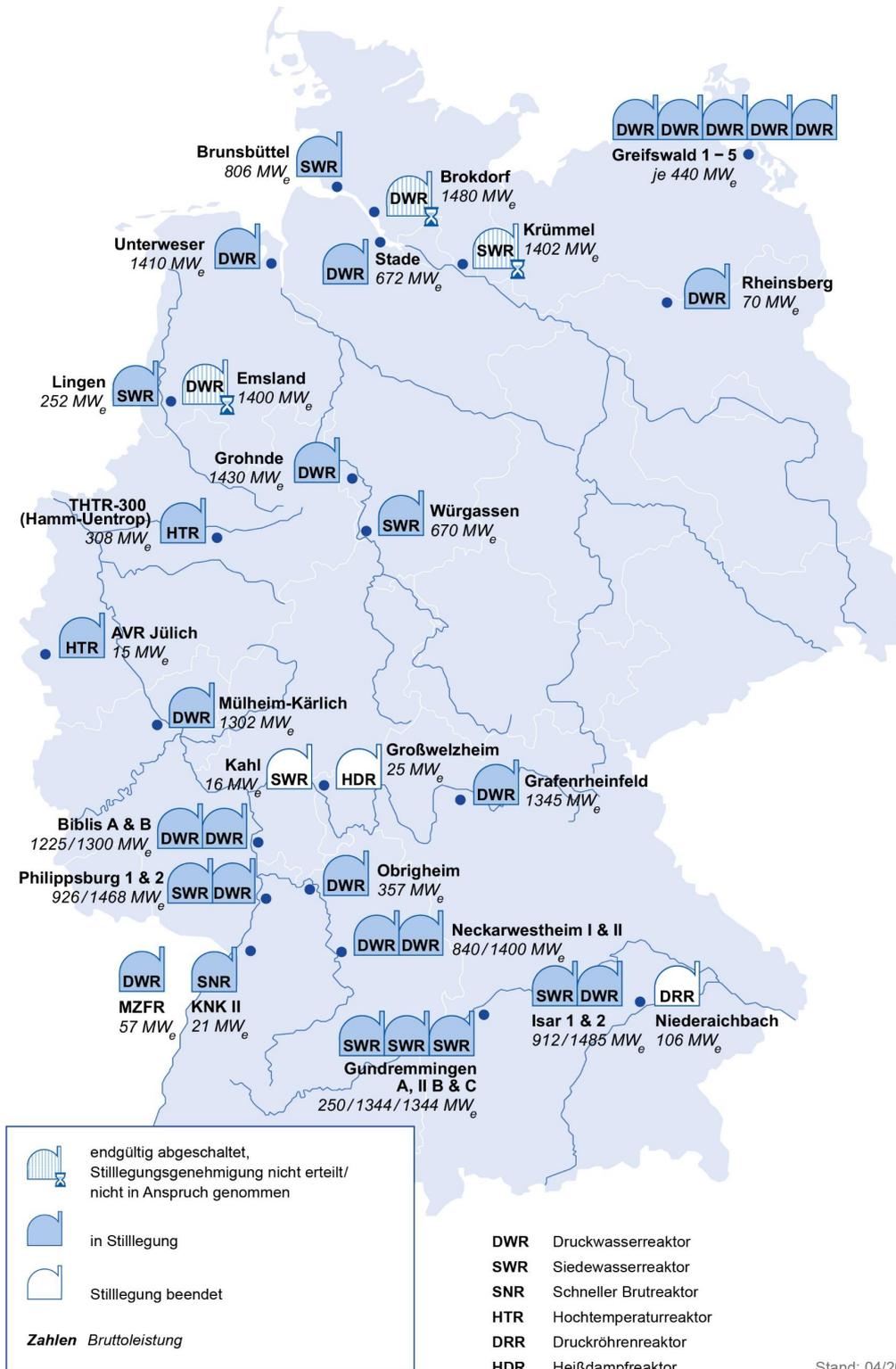
Im Jahr 2010 beschloss der Gesetzgeber, die Laufzeiten der noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke zu verlängern. Die Ereignisse in Japan vom März 2011 führten jedoch zu einer Neubewertung der mit der Kernenergienutzung verbundenen Risiken und einer Neuregelung der Beendigung der

Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität. Infolgedessen erloschen gemäß § 7 Abs. 1a AtG mit Ablauf des 6. August 2011 für die acht Anlagen Biblis Block A und B, Neckarwestheim I, Brunsbüttel, Isar 1, Unterweser, Philippsburg 1 und Krümmel die Berechtigungen zum Leistungsbetrieb. Spätestens mit Ablauf des 31. Dezember 2015 sollte auch das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld seinen Betrieb einstellen, der damalige Betreiber E.ON Kernkraft GmbH (heute PreussenElektra GmbH) entschied jedoch, die Anlage bereits am 27. Juni 2015 endgültig abzuschalten. Für die Kernkraftwerke Gundremmingen B und Philippsburg 2 erloschen die Berechtigungen zum Leistungsbetrieb am 31. Dezember 2017 bzw. am 31. Dezember 2019. Für die Kernkraftwerke Grohnde, Gundremmingen C und Brokdorf erloschen die Berechtigungen zum Leistungsbetrieb zum 31. Dezember 2021; die Kraftwerke wurden entsprechend zum Jahresende außer Betrieb genommen. Für die noch verbliebenen Kernkraftwerke Emsland, Isar 2 und Neckarwestheim II wurde mit Blick auf die Versorgungssicherheit und Netzstabilität mit der 19. Novelle des Atomgesetzes vom 4. Dezember 2022 der Leistungsbetrieb bis zum 15. April 2023 befristet verlängert. Hierdurch standen im Winter 2022/2023 zusätzliche Erzeugungskapazitäten im deutschen und europäischen Stromnetz für krisenhafte Situationen im Stromsystem bereit.

Mit Stand 31. März 2024 wurden allen Kernkraftwerken bis auf den Kraftwerken Brokdorf, Emsland und Krümmel Genehmigungen zu Stilllegung und Abbau erteilt (vgl. Tabelle L-13 im Anhang L-(c)).

Die geografische Lage der deutschen Kernkraftwerke, Versuchs- und Demonstrationsreaktoren ist in Abbildung A-2 dargestellt.

Abbildung A-2: Kernkraftwerke, Versuchs- und Demonstrationsreaktoren in Deutschland



Anlagen der nuklearen Versorgung

Mit der gewerblichen Nutzung der Kernenergie in Deutschland entstanden in den westlichen Bundesländern neben den Leistungsreaktoren auch andere Anlagen und Einrichtungen der kerntechnischen Industrie.

Am Standort Hanau wurden Anlagen zur Herstellung von Uran-, HTR- und MOX-Brennelementen betrieben. Sie sind inzwischen stillgelegt und abgebaut.

In Betrieb sind eine Urananreicherungsanlage in Gronau und eine Anlage zur Brennelementfertigung in Lingen.

In der damaligen DDR gab es zwar große Uranerzvorkommen im Erzgebirge, es wurden jedoch keine Anlagen und Einrichtungen des Kernbrennstoffkreislaufes im großtechnischen Maßstab errichtet oder betrieben. Die Brennelemente für die Reaktoren in Rheinsberg und Greifswald wurden in der damaligen UdSSR gefertigt und geliefert, bestrahlte Brennelemente wurden zurückgenommen. 1975 wurde vom DDR-Ministerrat der Bau einer Anlage zur industriellen Produktion von Brennelementen für die damalige UdSSR, „Komplex 05“ genannt, in Auftrag gegeben. Die Ausführung wurde jedoch 1979 von der damaligen UdSSR zurückgewiesen und anschließend von der DDR beendet ([ABE 00], [LIE 00]).

Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle

Erste Überlegungen und Maßnahmen

Bereits in einem Memorandum der Deutschen Atomkommission, einem Beratungsgremium des damaligen bundesdeutschen Atomministeriums, vom 9. Dezember 1957 wurde auf die Notwendigkeit umfangreicher Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Entsorgung radioaktiver Abfälle hingewiesen. Seit 1976 enthält das AtG [1A-3] durch Einführung des § 9a AtG die Forderung nach einer geordneten Beseitigung radioaktiver Abfälle. Darüber hinaus verlangten die Grundsätze zur Entsorgungsvorsorge für Kernkraftwerke [BUN 79], die auf Beschluss der Regierungschefs von Bund und Ländern vom 28. September 1979 angepasst wurden, als Voraussetzung für die Genehmigung zur Inbetriebnahme und den weiteren Betrieb der Kernkraftwerke den Nachweis über den sicheren Verbleib der bestrahlten Brennelemente für jeweils sechs Jahre im Voraus.

In der damaligen DDR wurde mit Wirkung vom 1. April 1959 die Zentrale für radioaktive Rückstände und Abfälle in Lohmen, Kreis Sebnitz (Sachsen) mit den Aufgaben Erfassung, Abtransport, Behandlung und Konzentrierung sowie Einlagerung radioaktiver Rückstände und Abfälle eingerichtet [DDR 59]. Für die zentrale Erfassung der radioaktiven Abfälle wurden entsprechende Richtlinien erlassen [SZS 65]. Die etwa zehn Jahre später gefällte Entscheidung, ein zentrales Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) einzurichten und zu betreiben, führte zur Schließung des Standortes Lohmen; ab 1971 wurden die hier zwischengelagerten radioaktiven Abfälle zunächst im Rahmen eines Probetriebs in das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) verbracht. 1983 wurde der Standort Lohmen endgültig aufgelöst.

Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente in Deutschland

In Karlsruhe wurde unter Federführung des dortigen Forschungszentrums die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) errichtet und 1971 in Betrieb genommen. Mit dieser Pilotanlage sollten Erfahrungen für die Planung, den Bau und Betrieb einer größeren deutschen Wiederaufarbeitungsanlage gesammelt werden. Daneben sollten Verfahren zur Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung weiterentwickelt werden. Der technische Maßstab war so gewählt, dass eine unmittelbare Übertragung der Betriebserfahrungen auf eine große industrielle Anlage möglich war.

Die WAK wurde 1990 außer Betrieb genommen und wird derzeit abgebaut. Die aus dem Betrieb stammenden ca. 60 m³ hochradioaktiven Spaltproduktlösungen wurden zwischen September 2009 und Juni 2010 in der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) verglast. Mit den produzierten 140 HAW-Glaskokillen wurden fünf Behälter der Bauart CASTOR® HAW 20/28 CG beladen, die daraufhin in das Zwischenlager Nord (ZLN) der EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH (EWN) in Rubenow bei Greifswald verbracht wurden.

In den 1970er Jahren planten die deutschen Energieversorgungsunternehmen (EVU) das sogenannte Nukleare Entsorgungszentrum, bestehend aus Wiederaufarbeitungsanlage, Brennelementfabriken für Uran- und MOX-Brennelemente, Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle aller Art und einem Endlager für alle diese Abfälle. Das Nukleare Entsorgungszentrum sollte am Standort Gorleben im Bundesland Niedersachsen entstehen. Die Planungen für das Zentrum wurden, mit Ausnahme des Endlagerprojektes, 1979 aufgegeben. Daraufhin planten die EVU ein auf die Wiederaufarbeitung, die Herstellung von MOX-Brennelementen und die Behandlung radioaktiver Abfälle reduziertes Projekt in Bayern am Standort Wackersdorf. Auch dieses Projekt wurde 1989 eingestellt und das bereits laufende Genehmigungsverfahren abgebrochen. Die EVU verfolgten von da ab die Wiederaufarbeitung ausschließlich im europäischen Ausland.

In der damaligen DDR begann 1968 die Entwicklung einer Anlage zur „Refabrikation von Brennelementen“, „Komplex 04“ genannt, in der bestrahlte Brennelemente für den Schnellen Versuchsreaktor BOR-60, der in der damaligen UdSSR betrieben wurde, wiederaufgearbeitet werden sollten. Die auf dieser Basis entwickelte Anlage ging 1977 in der damaligen UdSSR in Betrieb.

Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente im europäischen Ausland

Bis Ende Juni 2005 wurden bestrahlte Brennelemente zur Wiederaufarbeitung nach Frankreich und in das Vereinigte Königreich transportiert. Seit dem 1. Juli 2005 ist die Abgabe von bestrahlten Brennelementen aus der gewerblichen Elektrizitätserzeugung in die Wiederaufarbeitung gemäß § 9a Abs. 1 AtG verboten und es ist nur noch die direkte Endlagerung der in Deutschland befindlichen bestrahlten Brennelemente als radioaktive Abfälle zulässig.

Das bei der Wiederaufarbeitung abgetrennte Plutonium wurde zur Herstellung von MOX-Brennelementen verwendet und vollständig in deutschen Leichtwasserreaktoren eingesetzt. Damit ist die Verwertung des gesamten abgetrennten Plutoniums durch Wiedereinsatz vollständig abgeschlossen. Das abgetrennte Uran wurde zum Teil in deutschen Kernkraftwerken rezykliert, zum Teil aber auch an die Wiederaufarbeitungsunternehmen abgetreten. Für die bei der Wiederaufarbeitung angefallenen radioaktiven Abfälle bestehen grundsätzlich atom- und privatrechtlich verbindliche Rücknahmeverpflichtungen sowie flankierende völkerrechtliche Vereinbarungen.

Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente

In den 1980er Jahren wurden zwei zentrale Zwischenlager in Ahaus und Gorleben für die Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente, aber auch radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung errichtet. Die Aufbewahrungsgenehmigung nach § 6 AtG für Gorleben wurde 1995, die für Ahaus 1997 erteilt. Ein weiteres Zwischenlager für die Brennelemente der Kernkraftwerke Greifswald und Rheinsberg wurde in Rubenow errichtet und 1999 in Betrieb genommen. Für die Brennelementkugeln des AVR-Reaktors wurde ein Behälterlager im Forschungszentrum Jülich (FZJ) errichtet. Die Aufbewahrungsgenehmigung für dieses Behälterlager wurde am 17. Juni 1993 erteilt und lief am 30. Juni 2013 aus. Die Lagerung der radioaktiven Abfälle erfolgt derzeit auf Basis einer Anordnung der zuständigen Aufsichtsbehörde des Landes Nordrhein-Westfalen (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.2).

Nachdem seit dem 1. Juli 2005 die Abgabe von bestrahlten Brennelementen an Anlagen zur Wiederaufarbeitung gemäß § 9a AtG untersagt ist, ist von den Betreibern der Kernkraftwerke der Nach-

weis der Entsorgungsvorsorge für die Brennelemente und die aus dem Ausland zurückzunehmenden radioaktiven Abfälle durch ausreichende Zwischenlagermöglichkeiten mit dem Ziel der direkten Endlagerung zu erbringen. Dem sind sie durch die Errichtung und den Betrieb von dezentralen Brennelemente-Zwischenlagern zur Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente bis zu deren Ablieferung an eine Anlage des Bundes zur Endlagerung nachgekommen.

An insgesamt zwölf Kernkraftwerksstandorten wurden dezentrale Brennelemente-Zwischenlager errichtet und in Betrieb genommen (vgl. Tabelle L-4). Die Aufbewahrungsgenehmigung für das Brennelemente-Zwischenlager Brunsbüttel wurde mit dem Urteil des Oberverwaltungsgerichts und dessen Bestätigung durch das Bundesverwaltungsgericht aufgehoben. Eine Neugenehmigung wurde am 16. November 2015 beantragt. Rechtsgrundlage für die aktuelle Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente ist eine aufsichtliche Anordnung der zuständigen Aufsichtsbehörde bis das Genehmigungsverfahren abgeschlossen ist (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.1.1).

Mit dem Entsorgungsübergangsgesetz (EntsorgÜG) [1A-35] ging die Zwischenlagerung, die bis dahin in der Verantwortung der Kernkraftwerksbetreiber lag, sukzessive auf den Bund über. Zur Umsetzung dieser operativen Aufgabe wurde eine bundeseigene Gesellschaft in privater Rechtsform, die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ), neu gegründet, deren Auftrag es ist, eine sichere und zuverlässige Zwischenlagerung der bestrahlten Brennelemente, der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sowie SMA aus Betrieb und Stilllegung der Kernkraftwerke sicherzustellen. Die BGZ führt seit dem 1. August 2017 technisch und organisatorisch die beiden zentralen Brennelemente-Zwischenlager in Ahaus und Gorleben. Zum 1. Januar 2019 wurden auch die dezentralen Brennelemente-Zwischenlager, mit Ausnahme von Brunsbüttel, an den Standorten der deutschen Kernkraftwerke auf die BGZ übertragen.

Konditionierung bestrahlter Brennelemente

Der Zweck der Pilot-Konditionierungsanlage Gorleben war ursprünglich, die Bearbeitung und Verpackung von bestrahlten Brennelementen zu demonstrieren und diente somit der Entwicklung und Erprobung der für die direkte Endlagerung erforderlichen Techniken und Verfahrensschritte. Gemäß einer Nebenbestimmung des Genehmigungsbescheides ist die Nutzung auf eine ggf. erforderlich werdende Reparatur schadhafter Transport- und Lagerbehälter für bestrahlte Brennelemente und HAW-Glaskokillen beschränkt. Aufgrund der mit dem Standortauswahlgesetz gestarteten Suche nach einem Standort für ein Endlager ist ein Konditionierungsbetrieb in der Anlage nicht mehr vorgesehen.

Konditionierung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle

Durch die Konditionierung der radioaktiven Abfälle sind Zwischen- oder Endprodukte zu erzeugen, die die Anforderungen an eine sichere Handhabung, Lagerung und einen Transport auch über den Zeitraum einer verlängerten Zwischenlagerung erfüllen. Abfälle sind zügig möglichst endlagergerecht zu konditionieren, oder so, dass eine spätere endlagergerechte Konditionierung möglich wird (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.4).

Bis zur Abgabe an ein Bundesendlager werden die radioaktiven Abfälle zwischengelagert. Neben der Zwischenlagerung wird für radioaktive Reststoffe auch das Ziel der Abklinglagerung verfolgt, um zu einem späteren Zeitpunkt eine vereinfachte Verarbeitung und ggf. Freigabe der Stoffe zu ermöglichen und so den Bedarf an Endlagervolumen zu reduzieren (vgl. z. B. die Ausführungen in Kapitel D.3.2).

Endlagerung

In der Bundesrepublik Deutschland begann die Erforschung der Endlagerung radioaktiver Abfälle mit der Umwidmung des ehemaligen Kali- und Steinsalzbergwerks **Schachtanlage Asse II** im Jahr 1965. Von April 1967 bis Ende 1978 wurden hier rund 47.000 m³ schwachradioaktive Abfälle (LAW)

und mittelradioaktive Abfälle (MAW) in unterschiedlichen Gebindetypen eingelagert. Seit 1988 dringt kontinuierlich Grundwasser aus dem Deckgebirge in das Bergwerk ein. Zugleich verschlechterte sich die Standsicherheit des Bergwerks sukzessive durch den Druck des aufliegenden Deckgebirges und die abnehmende Tragfähigkeit des Grubengebäudes. Nach dem daraufhin in das Atomgesetz eingefügten § 57b AtG ist die Schachtanlage Asse II unverzüglich stillzulegen. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat als damals zuständiger Betreiber der Anlage mit Schreiben vom 11. Februar 2009 die Einleitung eines atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens bei der zuständigen Genehmigungsbehörde des Landes Niedersachsen beantragt.

Nach Prüfung dreier Verfahrensoptionen teilte das BfS am 15. Januar 2010 mit, dass die vollständige Rückholung aller Abfälle die beste Option bei der Stilllegung darstellt (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.4). Gemäß dem 2013 novellierten § 57b AtG soll die Rückholung vor der Stilllegung stattfinden.

Das Konzept der Rückholung sieht vor, alle Abfälle zu bergen, in Behältern nach über Tage zu bringen und dort zu behandeln. Dies erfordert über Tage Einrichtungen zur Charakterisierung und Konditionierung der Abfälle, zur Pufferlagerung des Materials sowie zur Zwischenlagerung der fertig konditionierten Abfälle. Die jetzige Betreiberin, die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), geht als Planungsgrundlage davon aus, dass sämtliche Abfälle sowie eine zusätzliche Menge an kontaminiertem Salzgrus behandelt und zwischengelagert werden müssen. Bereits das vor der BGE zuständige BfS hatte Kriterien für die Auswahl eines Zwischenlagerstandorts erstellt und diese mit dem Bundesumweltministerium und der Asse-2-Begleitgruppe (bestehend aus Vertreter*innen der Kommunen, der örtlichen Politik, Umweltverbänden und Bürgerinitiativen; sollte den Rückholungsprozess kritisch begleiten) diskutiert. Im Ergebnis wurde im Januar 2014 ein Kriterienbericht [BfS 14] vorgelegt. Dieser sieht vor, zunächst Standorte, die sich mit dem Betriebsgelände der Schachtanlage Asse II verbinden lassen, auf Eignung hin zu untersuchen und im Falle einer Nichteignung den Suchradius auszuweiten.

Für die **Schachtanlage Konrad**, ein ehemaliges Eisenerzbergwerk, wurde der Planfeststellungsbeschluss zur Errichtung und zum Betrieb eines Endlagers für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung am 22. Mai 2002 erteilt. Die gegen den Beschluss erhobenen Klagen wurden abgewiesen; damit liegt seit dem Jahr 2007 ein bestandskräftiger Beschluss vor. Das BfS wurde vom Bundesumweltministerium 2007 mit der Umrüstung der Schachtanlage Konrad beauftragt. Nach Anpassung der Planungen an den fortgeschrittenen Stand des Regelwerks und weitere Vorgaben des Bundes wurden die Umrüstarbeiten aufgenommen. Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) wurde als Verwaltungshelfer des BfS mit dem Umbau der Schachtanlage Konrad zu einem Endlager beauftragt. Seit 25. April 2017 setzt die BGE diese Arbeiten als Betreiberin fort. Die BGE kalkuliert in ihrem Bericht vom 12. Juni 2023 unter Annahme bestimmter Randbedingungen einen Fertigstellungstermin nicht vor Ende 2029 (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.3).

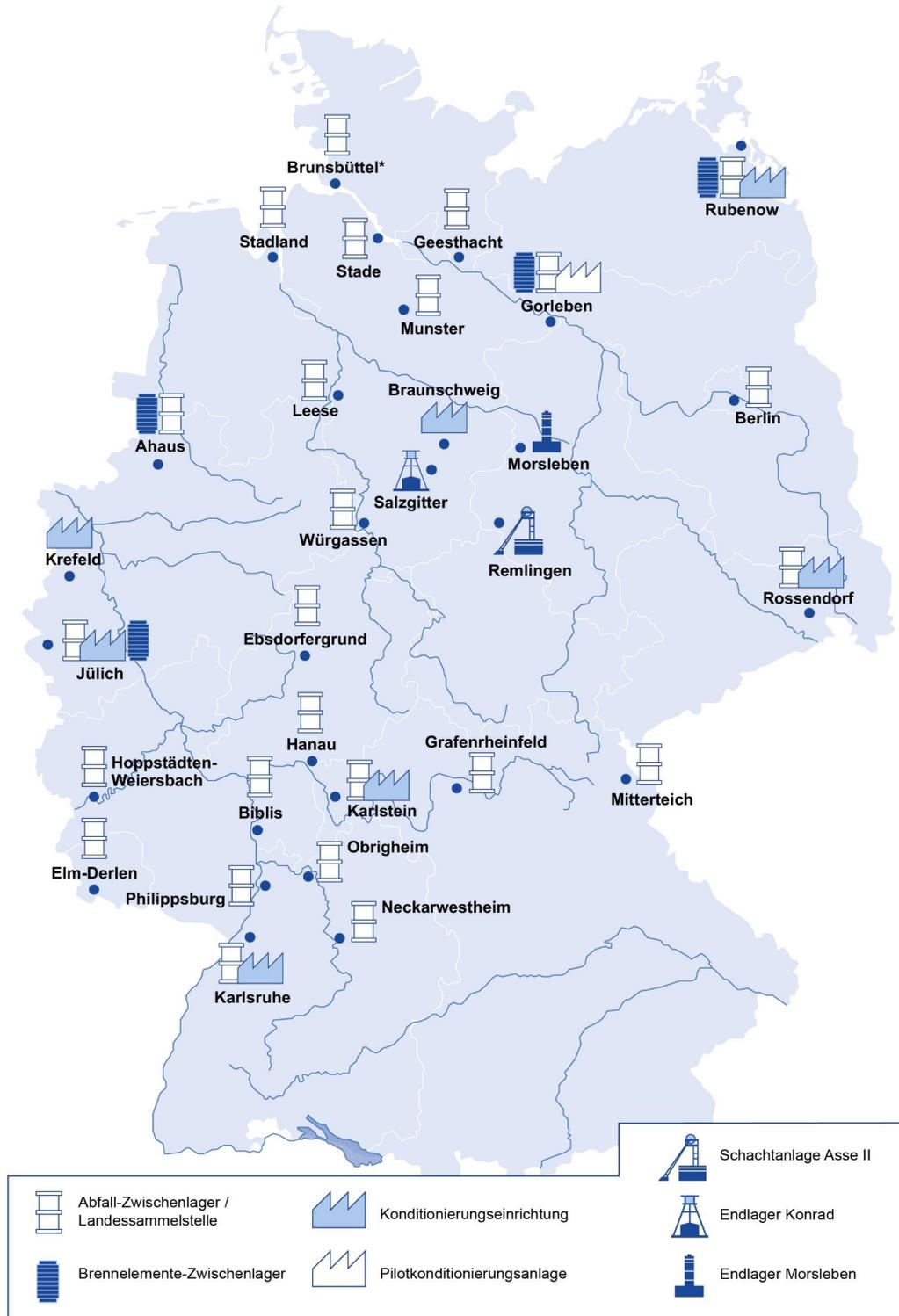
Der Standort **Gorleben** wurde 1977 zunächst für die Errichtung eines nuklearen Entsorgungszentrums für die Wiederaufarbeitung und Brennelementherstellung sowie für die Zwischenlagerung, Behandlung und Endlagerung radioaktiver Abfälle festgelegt; später wurde die Planung auf die Nutzung als möglicher Endlagerstandort begrenzt. Ab 1979 wurde der Salzstock Gorleben geowissenschaftlich auf seine Eignung als Wirtsgestein für ein Endlager untersucht. Im Jahr 1986 begann mit dem Abteufen der Schächte die untertägige Erkundung des Salzstocks. Die Erkundungsarbeiten wurden im Zusammenhang mit dem Beschluss zur Beendigung der Kernenergienutzung auf Grundlage eines zwischen Bundesregierung und Kraftwerksbetreibern vereinbarten Moratoriums zwischen Oktober 2000 bis September 2010 unterbrochen. Nach Klärung konzeptioneller und sicherheitstechnischer Fragen durch das BfS wurde die Erkundung im Oktober 2010 zunächst wiederaufgenommen, im Zusammenhang mit den beginnenden Diskussionen zur grundsätzlichen Neuregelung der Endlagerfrage für hochradioaktive Abfälle aber im November 2012 abgebrochen. Mit Inkrafttreten des Standortauswahlgesetzes am 27. Juli 2013 [1A-7a] wurde die bergmännische Erkundung offiziell

eingestellt. Das Bergwerk wurde gemäß dem novellierten Standortauswahlgesetz (StandAG) vom 5. Mai 2017 [1A-7b] in einem reduzierten Offenhaltungsbetrieb offengehalten. Der Standort Gorleben ist mittlerweile aus dem Standortauswahlverfahren ausgeschlossen worden und das Bergwerk wird stillgelegt. Der Ausschluss erfolgte zusammen mit 78 weiteren Salzstöcken, die zwar Mindestanforderungen erfüllten und bei denen keine Ausschlusskriterien vorlagen, bei denen aber ein Ausschluss auf Grund der geologischen Abwägungskriterien erfolgte. Unter den weiter im Standortauswahlverfahren betrachteten 90 Teilgebieten befinden sich noch 60 Salzstöcke.

In der damaligen DDR begann die Suche nach einem zentralen Endlager für SMA Ende der 1960er Jahre. Die Wahl fiel auf das Salzbergwerk Bartensleben in Morsleben. Nach Untersuchungen und ersten Probeeinlagerungen von radioaktiven Abfällen aus dem Zwischenlager Lohmen wurde dem **Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)** im Jahr 1981 zunächst eine befristete Genehmigung für fünf Jahre erteilt, am 22. April 1986 folgte eine unbefristete Dauerbetriebsgenehmigung. Das ERAM wurde nach der deutschen Wiedervereinigung vom BfS betrieben und diente bis zum September 1998 für die Aufnahme von SMA aus dem gesamten Bundesgebiet. Im Zeitraum von 1971 bis 1998 wurden insgesamt 37.241 m³ radioaktive Abfälle sowie 6.621 ausgediente umgeschlossene Strahlenquellen mit einer Gesamtaktivität in der Größenordnung von 10¹⁴ Bq in dieser Anlage endgelagert. Nach einer Neubewertung verzichtete das BfS 2001 unwiderruflich auf eine weitere Einlagerung. Das Planfeststellungsverfahren zum Verfüllen und Verschließen des ERAM wurde 2005 gestartet.

Die Standorte der heutigen Anlagen und Einrichtungen zur Entsorgung, soweit sie nicht an Standorten von Kernkraftwerken errichtet wurden (vgl. Abbildung A-2), sind Abbildung A-3 zu entnehmen.

Abbildung A-3: Standorte von Anlagen und Einrichtungen der Entsorgung (ohne dezentrale Brennelemente-Zwischenlager und ohne Einrichtungen, die durch Genehmigungen nach § 7 AtG mit erfasst sind)



* Bau abgeschlossen, befindet sich in der Inbetriebnahme

Neuregelung der Endlagerfrage für hochradioaktive Abfälle

Mit dem novellierten Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 [1A-7b] (vgl. die Ausführungen zum Standortauswahlgesetz in Kapitel E.2.2) wurden die Kriterien und Entscheidungsgrundlagen für die Standortauswahl festgelegt und das Standortauswahlverfahren gestartet. Das weitere Verfahren soll in drei Phasen ablaufen: (1) Ermittlung von Standortregionen; (2) übertägige Erkundung ausgewählter Standortregionen und Auswahl möglicher Standorte; (3) untertägige Erkundung ausgewählter Standorte und Festlegung des endgültigen Standortes (vgl. die Ausführungen zum Endlager für hochradioaktive Abfälle in Kapitel H.3.2). An die Standortentscheidung schließt sich das Genehmigungsverfahren nach § 9b Abs. 1a AtG an.

Als neue Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde für die Entsorgung radioaktiver Abfälle wurde am 1. September 2014 das heutige Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) gegründet, welches auch den Vollzug des Standortauswahlverfahrens überwacht. Als Vorhabenträger für Planung, Errichtung, Betrieb und Stilllegung von Endlagern wurde im Juli 2016 die privat-rechtlich organisierte, bundeseigene Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) als Dritter gemäß § 9a Abs. 3 S. 2 AtG gegründet. Am 25. April 2017 sind die Betreiberaufgaben auf die BGE übertragen worden (vgl. die Ausführungen zum Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung in Kapitel E.2.2).

Altlasten aus dem Uranerzbergbau

Auf dem Gebiet der späteren DDR wurde bereits 1946 mit dem Abbau von Uranerz, zunächst durch eine rein sowjetische Aktiengesellschaft, begonnen. Der Abbau wurde ab 1954 durch die sowjetisch-deutsche Aktiengesellschaft (SDAG) Wismut weitergeführt, nach der Wiedervereinigung Deutschlands Ende 1990 jedoch eingestellt. Der Uranerzbergbau hinterließ erhebliche Umweltschäden, die seitdem durch das Bundesunternehmen Wismut GmbH saniert werden. Das im Rahmen des früheren Uranerzbergbaus angefallene Reststoffaufkommen wird zwar nicht zum radioaktiven Abfall gerechnet, wegen des großen Interesses wird im Rahmen dieses Berichts aber dennoch über die damit verbundenen Aktivitäten in einem gesondert beigefügten Bericht informiert.

A.3 Übersicht

Die folgende Tabelle A-1 gibt einen Überblick über die Situation der Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle in Deutschland. Bei der Finanzierung der Entsorgung gilt das Verursacherprinzip. Die Entsorgung bestrahlter Brennelemente aus Kernkraftwerken auf dem Gebiet der damaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) sowie die Rückholung und Entsorgung radioaktiver Abfälle aus der Schachanlage Asse II liegen in der Verantwortung des Bundes. Das ERAM gilt als abgeschlossener Entsorgungsweg.

Tabelle A-1: Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle in Deutschland

Entsorgungsaufgabe	Langfristige Strategie	Finanzierung	Derzeitige Praxis/Anlagen	Geplante Anlagen
Bestrahlte Brennelemente	<u>Leistungsreaktoren</u> : trockene Zwischenlagerung in Behältern, anschließend ggf. Konditionierung und direkte Endlagerung in tiefen geologischen Formationen.	EVU-Einzahlung erfolgte in einen öffentlich-rechtlichen Fonds; Mittelverwaltung durch den Staat. Für Brennelemente der Kernkraftwerke auf dem Gebiet der damaligen DDR obliegt die Finanzierung dem Bund.	Drei zentrale Zwischenlager, AVR-Behälterlager und 12 dezentrale Brennelemente-Zwischenlager.	Endlager des Bundes geplant; Standortauswahlverfahren gemäß Standortauswahlgesetz im Jahr 2017 gestartet.
	<u>Forschungsreaktoren</u> : trockene Zwischenlagerung in Behältern, anschließend ggf. Konditionierung und direkte Endlagerung in tiefen geologischen Formationen; in Ausnahmefällen Rückführung ins Herstellerland.	Finanzierung aus öffentlichen Haushaltsmitteln.	Vorübergehende Lagerung am Standort, Zwischenlagerung im Brennelemente-Zwischenlager Ahaus (BZA) oder im Zwischenlager Nord (ZLN).	
Radioaktive Abfälle aus dem Kernbrennstoffkreislauf und aus dem Betrieb der Kernkraftwerke (inkl. Forschungszentren und Forschungsreaktoren)	Zwischenlagerung am Entstehungsort oder zentral mit dem Ziel der Endlagerung in tiefen geologischen Formationen.	<u>Kernbrennstoffversorgung</u> : Rückstellungen für alle Schritte der Entsorgung; Kostentragung der eigenen Entsorgungsschritte und jährliche Erstattung der dem Bund entstandenen Kosten. <u>Leistungsreaktoren</u> : Rückstellungen für Verarbeitung und Verpackung; Einzahlung der finanziellen Mittel für die Zwischen- und Endlagerung durch die EVU in einen öffentlich-rechtlichen Fonds; Mittelverwaltung durch den Staat. <u>Anlagen und Einrichtungen der öffentlichen Hand</u> : Finanzierung aus öffentlichen Haushaltsmitteln.	Verarbeitung und Zwischenlagerung am Ort der Entstehung oder in zentralen Anlagen bzw. Einrichtungen.	<u>Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung</u> : Endlager Konrad planfestgestellt und in Errichtung; kalkulierte Fertigstellung nicht vor 2029. <u>hochradioaktive Abfälle</u> : Endlager des Bundes geplant; Standortauswahlverfahren gemäß Standortauswahlgesetz.

Entsorgungsaufgabe	Langfristige Strategie	Finanzierung	Derzeitige Praxis/Anlagen	Geplante Anlagen
Sonstige radioaktive Abfälle	<u>Medizin, Industrie und Forschung:</u> Zwischenlagerung durch Landessammelstellen mit dem Ziel der Endlagerung in tiefen geologischen Formationen.	Abfallverursacher zahlen Gebühren an die Landessammelstellen; Landessammelstellen führen Endlagerkostenanteil an Bund ab.	Verarbeitung und Zwischenlagerung; 11 Landessammelstellen.	Endlager Konrad planfestgestellt und in Errichtung; kalkulierte Fertigstellung nicht vor 2029.
	<u>Schachanlage Asse II:</u> Rückholung der Abfälle, Behandlung und Zwischenlagerung mit dem Ziel der Endlagerung in tiefen geologischen Formationen.	Finanzierung durch den Bund.	Faktenerhebung und Planung der Rückholung sowie Stabilisierung des Grubengebäudes.	Die Möglichkeit der Einlagerung in das geplante Endlager des Bundes ist im Standortauswahlverfahren gemäß Standortauswahlgesetz zu berücksichtigen.
Stilllegung kerntechnischer Anlagen	Stilllegung der Anlagen und Entlassung aller Gebäude und Bodenflächen aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes.	Bildung von Rückstellungen bei Anlagen der EVU und des Brennstoffkreislaufs, Finanzierung aus öffentlichen Haushaltsmitteln bei Anlagen der öffentlichen Hand.	Überwiegend direkter Abbau.	Erforderlichenfalls weitere Zwischenlagerkapazitäten für Stilllegungsabfälle.
Ausgediente umgeschlossene Strahlensquellen	Abgabe an den Hersteller/Verbringer oder Ablieferung als radioaktiver Abfall an eine Landessammelstelle zur Verarbeitung und Zwischenlagerung mit dem Ziel der Endlagerung in tiefen geologischen Formationen.	Abfallverursacher zahlen Gebühren an die Landessammelstellen; Landessammelstellen führen Endlagerkostenanteil an Bund ab.	Neukonfektionierung beim Hersteller oder Verarbeitung und Zwischenlagerung als radioaktiver Abfall; 11 Landessammelstellen.	Endlager Konrad planfestgestellt und in Errichtung; kalkulierte Fertigstellung nicht vor 2029.

B Politik und Verfahrensweisen

Entwicklungen seit der siebten Überprüfungskonferenz:

Das Konzept zur Rückführung radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich wurde im Juni 2021 durch eine neue Lösung ergänzt. Diese sieht vor, dass nun vier Behälter mit verglasten hochradioaktiven Abfällen als Aktivitätsäquivalent an den Standort Philippsburg sowie leere, innen kontaminierte Transportbehälter als Massenäquivalent zum Zwischenlager Ahaus rückgeführt und dort aufbewahrt werden (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.3).

Die Abfallklassifizierung wird an die Unterteilung gemäß Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] angepasst, welches zwischen schwach- und mittelradioaktiven Abfällen (SMA) und hochradioaktiven Abfällen (HAA) unterscheidet (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.5).

Diese Sektion behandelt die Verpflichtungen gemäß Artikel 32 Absatz 1 des Gemeinsamen Übereinkommens.

Artikel 32 (1): Berichterstattung

- (1) *Nach Artikel 30 dieses Übereinkommens legt jede Vertragspartei auf jeder Überprüfungstagung der Vertragsparteien einen Staatenbericht vor. Dieser Bericht behandelt die Maßnahmen, die zur Erfüllung jeder der Verpflichtungen dieses Übereinkommens getroffen worden sind. Für jede Vertragspartei behandelt der Bericht außerdem*
- i) die Politik im Bereich der Behandlung abgebrannter Brennelemente;*
 - ii) die Verfahrensweisen im Bereich der Behandlung abgebrannter Brennelemente;*
 - iii) die Politik im Bereich der Behandlung radioaktiver Abfälle;*
 - iv) die Verfahrensweisen im Bereich der Behandlung radioaktiver Abfälle;*
 - v) die Kriterien, die zur Bestimmung und Einstufung radioaktiver Abfälle verwendet werden.*

B.1 Berichterstattung

B.1.1 Politik im Bereich der Behandlung bestrahlter Brennelemente

Die Zielsetzung bei der Behandlung bestrahlter Brennelemente hat sich in Deutschland gewandelt. Bis 1994 war eine Verwertung der in den bestrahlten Brennelementen enthaltenen Kernbrennstoffe gesetzlich vorgeschrieben. Die Gesetzgebung wurde im Jahr 1994 dahingehend geändert, dass es den Betreibern der Kernkraftwerke bei der Behandlung der bestrahlten Brennelemente nunmehr freigestellt wurde, den Verwertungsweg über die Wiederaufarbeitung zu beschreiten oder die direkte Endlagerung zu wählen.

Seit dem 1. Juli 2005 ist die Abgabe von bestrahlten Brennelementen aus der gewerblichen Elektrizitätserzeugung in die Wiederaufarbeitung gemäß § 9a Abs. 1 Atomgesetz (AtG) [1A-3] verboten. Die letzten Brennelemente wurden aus dem Kernkraftwerk Stade im Mai 2005 in die Wiederaufarbeitung abgeliefert. Es ist nur noch die direkte Endlagerung der in Deutschland befindlichen bestrahlten Brennelemente als radioaktive Abfälle zulässig.

Für die bestrahlten Brennelemente, die bis zum 30. Juni 2005 zur Wiederaufarbeitung verbracht wurden, musste ein Nachweis für die Verwertung des bei der Wiederaufarbeitung abgetrennten Plutoniums geführt werden. Damit wurde sichergestellt, dass innerhalb der verbleibenden Restlaufzeiten der Kernkraftwerke sämtliches abgetrenntes Plutonium in Mischoxid (MOX)-Brennelemente verarbeitet und wiedereingesetzt wurde.

Bestrahlte Brennelemente sollen gemeinsam mit hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung endgelagert werden. Über die Auswahl eines Endlagerstandorts wird unter dem Begriff Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] in Kapitel E.2.2 und unter Endlager für hochradioaktive Abfälle in Kapitel H.3.2 berichtet. Da ein Endlager für die bestrahlten Brennelemente noch nicht verfügbar ist, werden sie bis zu dessen Inbetriebnahme in der Regel an den Standorten ihres Entstehens zwischengelagert; entsprechende Lagermöglichkeiten sind bedarfsgerecht vorhanden.

Im Zusammenhang mit der Novellierung des StandAG wurde eine Empfehlung der Endlagerkommission zu einem Exportverbot für bestrahlte Brennelemente aus Reaktoren, die nicht der kommerziellen Stromerzeugung dienen, durch eine entsprechende Änderung des Atomgesetzes umgesetzt. Eine Ausfuhr der bestrahlten Brennelemente aus Forschungsreaktoren ist danach nur aus schwerwiegenden Gründen der Nichtverbreitung von Kernbrennstoffen oder aus Gründen einer ausreichenden Versorgung deutscher Forschungsreaktoren mit Brennelementen für medizinische und sonstige Zwecke der Spitzenforschung zulässig. Eine Ausnahme davon bildet die Verbringung solcher Brennelemente mit dem Ziel der Herstellung in Deutschland endlagerfähiger und endzulagernder Abfallgebilde. Eine Ausfuhrgenehmigung darf nicht erteilt werden, wenn die bestrahlten Brennelemente bereits auf Grundlage von § 6 AtG im Inland zwischengelagert sind.

B.1.2 Verfahrensweisen im Bereich der Behandlung bestrahlter Brennelemente

Die Wiederaufarbeitung der bis zum 30. Juni 2005 nach Frankreich und in das Vereinigte Königreich gelieferten bestrahlten Brennelemente ist abgeschlossen. Von den Kernkraftwerksbetreibern ist ein Nachweis über die schadlose Verwertung des angefallenen Plutoniums durch Wiedereinsatz als Mischoxid (MOX)-Brennelemente in Reaktoren und über den sicheren Verbleib des Urans geführt worden.

Die übrigen in Deutschland verbliebenen und weiterhin anfallenden Brennelemente werden bis zu ihrer Verbringung in ein Endlager zwischengelagert.

B.1.3 Politik im Bereich der Behandlung radioaktiver Abfälle

Mit der Novellierung des Standortauswahlgesetzes (StandAG) im Jahr 2017 [1A-7b] wurde das Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle gestartet. Ziel des Standortauswahlgesetzes ist es, einen Endlagerstandort zu finden, der die bestmögliche Sicherheit für einen Zeitraum von einer Million Jahren gewährleistet.

Gesetzliche Vorgabe ist, dass alle Schritte zur Behandlung radioaktiver Abfälle dem Verursacherprinzip unterworfen sind.

Entsprechend diesem Prinzip hat der Staat die Abfallverursacher zur ordnungsgemäßen und sicheren Behandlung der bei Betrieb und Stilllegung von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen (z. B. Kernkraftwerke und Forschungszentren) anfallenden radioaktiven Abfälle gesetzlich verpflichtet. Sie errichteten oder beauftragten dementsprechend Einrichtungen, in denen die anfallenden radioaktiven Abfälle bis zu ihrer Endlagerung behandelt und zwischengelagert werden können; das geschieht entweder in dezentralen oder zentralen Einrichtungen. Mit dem Entsorgungsübergangsgesetz (EntsorgÜG) [1A-35] wurde der Übergang der Finanzierungs- und Handlungspflichten der

Betreiber von Kernkraftwerken bezüglich der Zwischen- und Endlagerung radioaktiver Abfälle auf den Bund geregelt. Die finanziellen Mittel für die Zwischen- und Endlagerung wurden dem Bund von den Betreibern 2017 in einem öffentlich-rechtlichen Fonds zur Verfügung gestellt. Damit hat nun der Bund die Finanzierungspflicht für die Zwischen- und Endlagerung radioaktiver Abfälle gemäß Anhang 1 des Entsorgungsfondsgesetzes (EntsorgFondsG) [1A-36]. Die Betreiber haben dem vom Bund mit der Wahrnehmung der Zwischenlagerung beauftragten Dritten, der BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ), zum 1. Januar 2019 unentgeltlich die in Anhang Tabelle 1 EntsorgÜG aufgeführten Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und zum 1. Januar 2020 unentgeltlich die in dem Anhang Tabelle 2 EntsorgÜG angeführten Zwischenlager für radioaktive Abfälle übertragen. Darüber hinaus geht die Handlungspflicht der Betreiber zur Entsorgung ihrer radioaktiven Abfälle, ab der Abgabe der fachgerecht verpackten Abfälle an die BGZ, auf den Bund über (vgl. auch die Ausführungen zum Entsorgungsübergangsgesetz in Kapitel E.2.2).

Zur Rückführung der radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente in Frankreich und dem Vereinigten Königreich bestehen völkerrechtliche Vereinbarungen. Bis zu deren Abgabe an ein von der BGZ betriebenes Zwischenlager sind die jeweiligen Abfallverursacher für die Abfälle verantwortlich.

Gemäß den vertraglichen und atomrechtlichen Verpflichtungen der Kernkraftwerksbetreiber müssen diese die radioaktiven Abfälle nach der Wiederaufarbeitung zurückführen. Durch völkerrechtlich bindende Verträge zwischen Frankreich sowie dem Vereinigten Königreich und Deutschland wurde diese Vorgehensweise bestätigt. Aufgrund der Novellierung des Atomgesetzes (AtG) [1A-3] nach Inkrafttreten des Standortauswahlgesetzes werden seit 2014 die Behälter aus dem Vereinigten Königreich und die Behälter aus Frankreich gemäß § 9a Abs. 2a AtG nicht mehr in das zentrale Brennelemente-Zwischenlager Gorleben, sondern in mehrere dezentrale Brennelemente-Zwischenlager verbracht.

Dieses Konzept wurde im Juni 2021 durch eine neue Lösung zur Rücknahme radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich ergänzt. Diese sieht vor, statt der 152 Behälter mit hochdruckkompaktierten mittelradioaktiven Metallresten (*Colis Standard de Déchets – Compactés*; CSD-C) vier Behälter mit verglasten hochradioaktiven Abfällen (*Colis Standard de Déchets – Vitriifiés*; CSD-V) nach Deutschland rückzuführen. Als Massenäquivalent der reduzierten Anzahl an rückzuführenden Behälter sollen 24 leere, ausgediente Behälter nach Deutschland gebracht werden. Die ursprünglich vereinbarte Menge an Aktivitätsinventar wird in einem erheblich geringeren Abfallvolumen rückgeführt. Somit entfallen die ursprünglich geplanten bis zu 17 Transporte mit CSD-C nach Ahaus. Stattdessen sollen nun vier Behälter mit verglasten hochradioaktiven Abfällen mit einem Transport an den Standort Philippsburg rückgeführt und dort aufbewahrt werden. Mit der Rückführung dieses CSD-V ist auch die ursprünglich vereinbarte Verpflichtung zur Rücknahme von fünf Behältern mit verglasten mittelradioaktiven Abfällen (*Colis Standard de Déchets – Boues*; CSD-B) abgegolten. Die Rückführung aus Frankreich nach Deutschland könnte somit im Jahr 2024 abgeschlossen werden. Andernfalls wäre es zu einer Verzögerung bis in die 2040er Jahre gekommen, da aufgrund technischer Schwierigkeiten zeitgerecht keine für CSD-C zugelassene Behälter verfügbar gewesen wären.

Die Verpflichtung zur Rückführung von 20 Behältern mit verglasten hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield (Vereinigtes Königreich) bleibt davon unberührt.

Radioaktive Abfälle aus Forschung, Industrie und Medizin müssen, soweit sie nicht beim Erzeuger gelagert werden, an Landessammelstellen abgegeben werden, die von den Bundesländern bereitstellen sind. Der Bund ist verpflichtet, die Abfälle von diesen Lagereinrichtungen zur Endlagerung zu übernehmen, falls sie nicht nach Abklingen der Radioaktivität freigegeben werden können.

B.1.4 Verfahrenswesen im Bereich der Behandlung radioaktiver Abfälle

Für die Endlagerung in tiefen geologischen Formationen bedürfen die radioaktiven Abfälle einer Konditionierung. Die Behandlung der radioaktiven Abfälle erfolgt nach qualifizierten Verfahren dergestalt, dass sichergestellt werden kann, dass sie direkt endlagerfähig konditioniert sind oder zumindest so behandelt werden, dass sie durch weitere Behandlungen endlagerfähig werden. Dies umfasst je nach Art und Beschaffenheit der radioaktiven Abfälle mehrere Schritte.

Schwach und mittelradioaktive Abfälle (SMA) können gegebenenfalls nach einer vorausgehenden gezielten Sammlung oder Sortierung zunächst vorbehandelt und zu Zwischenprodukten oder direkt zur Herstellung von zwischen- und endlagerfähigen Abfallbinden verarbeitet werden.

Für die Vorbehandlung und Konditionierung der SMA stehen erprobte Verfahren und bewährte mobile oder stationäre Einrichtungen bereit. Mobile Konditionierungseinrichtungen werden vorzugsweise zur Verarbeitung und Verpackung von Betriebsabfällen aus Kernkraftwerken eingesetzt. Stationäre Einrichtungen, mit denen unterschiedliche Arten von radioaktiven Abfällen konditioniert werden können, werden entweder dezentral an den jeweiligen Anlagen oder an zentralen Standorten wie beispielsweise am Standort des ehemaligen Kernkraftwerks Greifswald in der Zentrale Aktive Werkstatt oder an der Reststoffbehandlungs- und Abfallkonditionierungsanlage (REBEKA) auf dem Gelände des Forschungszentrums in Jülich betrieben.

Zur Abfallbehandlung werden neben deutschen Einrichtungen auch Einrichtungen im Ausland genutzt. Radioaktive Abfälle aus dem Betrieb von kerntechnischen Anlagen werden z. B. nach Schweden zur Konditionierung gebracht und anschließend wieder nach Deutschland zurückgeliefert.

Für die Zwischenlagerung der SMA aus Kernkraftwerken und der kerntechnischen Industrie stehen sowohl zentrale als auch dezentrale Zwischenlager zur Verfügung. Zur Aufnahme der aus der Schachanlage Asse II zurückzuholenden Abfälle ist ein Zwischenlager noch zu errichten (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.3.1). Für Abfälle, die aus der Anwendung von und dem Umgang mit Radioisotopen in Forschung, Industrie und Medizin anfallen (vgl. die Ausführungen zu Artikel 32 (1) iii in Kapitel B.1.3), werden die von den Ländern betriebenen Landessammelstellen als Zwischenlager genutzt. Zusätzlich werden Zwischenlager für radioaktive Abfälle in Deutschland an den Standorten von fünf Forschungseinrichtungen, dem Zwischenlager Rossendorf (ZLR), dem Zwischenlager des Forschungsreaktors in Braunschweig, dem Zwischenlager am Forschungszentrum in Geesthacht, dem Zwischenlager am Forschungszentrum in Jülich und am Zwischenlager des Helmholtz-Zentrums in Berlin betrieben.

Für hochradioaktive Abfälle ist eine Zwischenlagerung in den dezentralen und zentralen Zwischenlagern möglich. Die Abfälle aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken in Frankreich und im Vereinigten Königreich werden dort vor Ort konditioniert (z. B. Verglasung der hochradioaktiven Spaltproduktlösungen) und nach Deutschland zurückgeführt.

B.1.5 Kriterien zur Bestimmung und Einstufung radioaktiver Abfälle

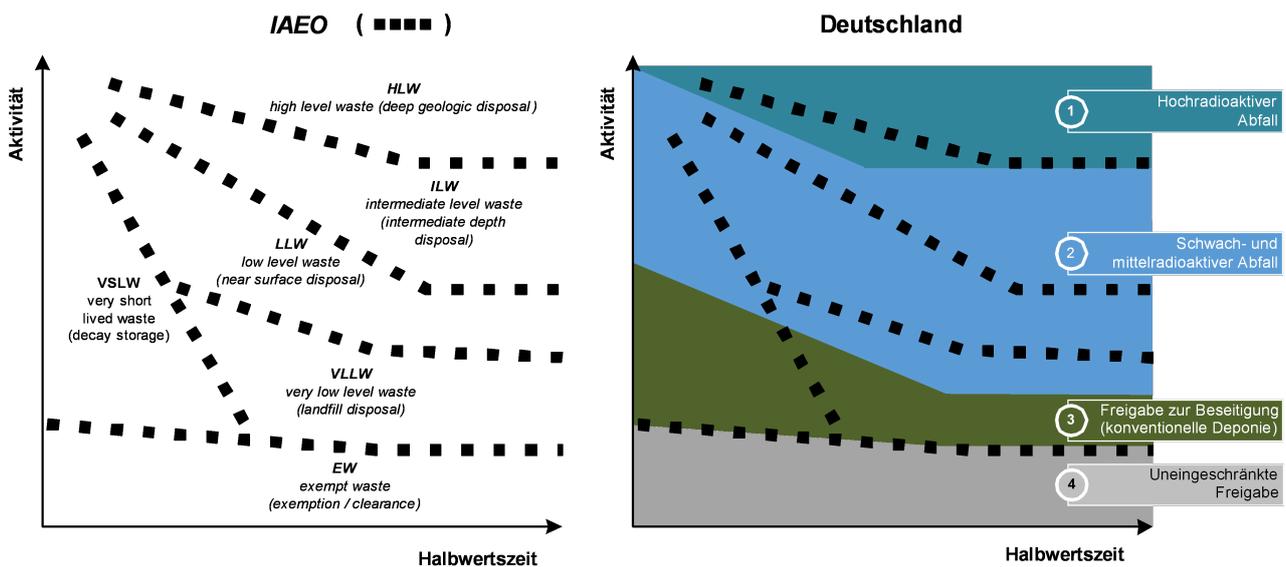
In Deutschland ist beabsichtigt, alle Arten radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen endzulagern. Deshalb muss nicht zwischen Abfällen, die Radionuklide mit vergleichsweise kurzen Halbwertszeiten enthalten, und Abfällen, die Radionuklide mit vergleichsweise langen Halbwertszeiten enthalten, unterschieden werden. Insofern sind keine Maßnahmen und Vorkehrungen erforderlich, die auf eine diesbezügliche Trennung der anfallenden radioaktiven Abfälle ausgerichtet sind.

Das Standortauswahlgesetz unterscheidet vielmehr folgende radioaktive Abfälle:

- Hochradioaktive Abfälle (HAA) und
- schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA).

Die Abfallklassifizierung der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) kann der deutschen gegenübergestellt werden (vgl. Abbildung B-1). Aus Abbildung B-1 ist zu entnehmen, dass die nach deutscher Klassifizierung als HAA bezeichneten Abfälle die international als *High Level Waste* (HLW) bezeichneten Abfälle umfassen. Die nach deutscher Klassifizierung als SMA bezeichneten Abfälle entsprechen zum größten Teil den international als *Intermediate Level Waste* (ILW) und *Low Level Waste* (LLW) bezeichneten Abfällen. Die international als *Very Short Lived Waste* (VSLW) und *Very Low Level Waste* (VLLW) bezeichneten Abfälle stellen die nach deutscher Klassifizierung weitgehend konventionellen Abfälle dar, die der gesetzlichen Freigabe unterliegen.

Abbildung B-1: Gegenüberstellung der Abfallklassifizierung der IAEO [IAEA 09a] und der deutschen Klassifizierung



HAA sind durch hohe Aktivitätskonzentrationen und hohe Nachzerfallswärmeleistungen gekennzeichnet. Dies umfasst auch einen Teil der mittelradioaktiven Abfälle. Zu den HAA zählen insbesondere das Spaltproduktkonzentrat, die Hülsen und Strukturteile, Dekontaminations- und Spülwässer und der Feedklärschlamm aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente sowie die bestrahlten Brennelemente selbst, falls sie nicht wiederaufgearbeitet wurden, sondern als radioaktiver Abfall direkt endgelagert werden sollen.

Abfälle mit deutlich geringeren Aktivitätskonzentrationen aus Betrieb und Stilllegung von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen wie auch aus der Radioisotopenanwendung werden den SMA zugeordnet. Hierzu zählen beispielsweise ausgediente Anlagenteile und defekte Komponenten wie Pumpen oder Rohrleitungen, Ionenaustauscherharze und Luftfilter aus der Abwasser- und Abluftreinigung, kontaminierte Werkzeuge, Schutzkleidung, Dekontaminations- und Reinigungsmittel, Laborfälle, umschlossene Strahlenquellen, Schlämme, Suspensionen, Öle sowie kontaminierte und aktivierte Betonstrukturen und Bauschutt.

Das in Errichtung befindliche Endlager Konrad ist ausschließlich für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung genehmigt. Dies umfasst die schwachradioaktiven und den größten Teil der mittelradioaktiven Abfälle. Der Begriff „radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ wurde im Rahmen der Planungsarbeiten für das Endlager Konrad quantifiziert. Diesen Arbeiten lag zugrunde, dass die untertage vorherrschenden Temperaturverhältnisse durch die endgelagerten Abfallgebäude nur unwesentlich beeinflusst werden sollen. Die Umsetzung dieser Planungsvorgabe führte zu der Festlegung, dass die durch die Zerfallswärme der in den Abfallgebänden enthaltenen Radionuklide verursachte Temperaturerhöhung des Wirtsgesteins im Mittel 3 Kelvin

nicht überschreiten darf. Die Temperaturdifferenz von 3 Kelvin entspricht einer mittleren Wärmeleistung von etwa 200 Watt je Kubikmeter Abfall.

C Anwendungsbereich

Diese Sektion behandelt die Verpflichtungen gemäß Artikel 3 des Gemeinsamen Übereinkommens.

Artikel 3: Anwendungsbereich

- (1) *Dieses Übereinkommen findet auf die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente Anwendung, soweit diese aus dem Betrieb ziviler Kernreaktoren stammen. Abgebrannte Brennelemente, die sich im Rahmen einer Wiederaufarbeitungstätigkeit in Wiederaufarbeitungsanlagen befinden, sind nicht vom Anwendungsbereich dieses Übereinkommens erfaßt, sofern die Vertragspartei nicht die Wiederaufarbeitung zu einem Teil der Behandlung abgebrannter Brennelemente erklärt.*
- (2) *Dieses Übereinkommen findet ferner auf die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle Anwendung, soweit diese aus zivilen Anwendungen stammen. Dieses Übereinkommen findet jedoch keine Anwendung auf Abfälle, die nur natürlich vorkommende radioaktive Stoffe enthalten und nicht aus dem Kernbrennstoffkreislauf stammen, sofern sie nicht eine ausgediente umschlossene Quelle sind oder von der Vertragspartei zu radioaktiven Abfällen im Sinne dieses Übereinkommens erklärt werden.*
- (3) *Dieses Übereinkommen findet keine Anwendung auf die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle innerhalb von Militär- oder Verteidigungsprogrammen, sofern sie nicht von der Vertragspartei zu abgebrannten Brennelementen oder radioaktiven Abfällen im Sinne dieses Übereinkommens erklärt werden. Dieses Übereinkommen findet jedoch Anwendung auf die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle aus Militär- oder Verteidigungsprogrammen, wenn dieses Material dauerhaft in ausschließlich zivile Programme übergeführt und dort behandelt wird.*
- (4) *Dieses Übereinkommen findet ferner auf Ableitungen im Sinne der Artikel 4, 7, 11, 14, 24 und 26 Anwendung.*

C.1 Bestrahlte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der zivilen Nutzung der Kernenergie

Unter den Anwendungsbereich dieses Artikels und damit unter die Berichtspflicht fällt die Sicherheit der Behandlung bestrahlter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren, die zwischengelagert werden und endgelagert werden sollen. Weiterhin fällt unter den Anwendungsbereich dieses Artikels und damit unter die Berichtspflicht die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung deutscher Kernkraftwerke und Forschungs-, Versuchs- und Demonstrationsreaktoren sowie aus der Anwendung radioaktiver Stoffe in Medizin, Industrie und Forschung.

Nicht in den Anwendungsbereich des Gemeinsamen Übereinkommens und damit unter die Berichtspflicht fallen die bestrahlten Brennelemente aus Forschungsreaktoren, die in das Herstellerland zurückgeführt werden.

C.2 Abgrenzung zwischen NORM und radioaktiven Abfällen

Nach dem aktuellen Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] und der aktuellen Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] (vgl. Kapitel E.2.2) wird zwischen Regelungen einerseits für radioaktives Material aus kerntechnischen Anlagen und sonstigem, strahlenschutzrechtlich genehmigtem Umgang sowie andererseits für natürlich vorkommendes radioaktives Material (*naturally occurring radioactive material* – NORM) unterschieden.

Reststoffe aus Tätigkeiten mit NORM gelten nach Maßgabe des Strahlenschutzgesetzes als „Rückstände“ oder „sonstige Materialien“, deren Überwachungsbedürftigkeit sich aus dem Richtwert der effektiven Dosis von 1 mSv/a für Einzelpersonen der Bevölkerung ergibt und in der Strahlenschutzverordnung über Prüfwerte der spezifischen Aktivität konkretisiert wird. Entsprechend fußt die Entlassung aus der Überwachung für Rückstände und sonstige Materialien auf dem Nachweis, dass der Richtwert der effektiven Dosis nicht überschritten wird.

NORM wird in Deutschland nicht als radioaktiver Abfall betrachtet und fällt daher nicht in den Anwendungsbereich des Gemeinsamen Übereinkommens und damit unter die Berichtspflicht.

C.3 Bestrahlte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus dem militärischen Bereich

Innerhalb von Militär- oder Verteidigungsprogrammen gibt es in Deutschland keine bestrahlten Brennelemente.

Die Behandlung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle innerhalb von Militär- oder Verteidigungsprogrammen bleibt unter militärischer Verantwortung und geht erst in zivile Verantwortung über, wenn die Abfälle an ein Endlager abgegeben werden. Bis dahin werden sie in einer zentralen Sammelstelle zwischengelagert und vorher entsprechend den Endlagerungsbedingungen des Endlagers konditioniert. Alle diese Behandlungsschritte für den Abfall erfolgen unter den gleichen Sicherheitsvorschriften, die auch im zivilen Bereich angewendet werden.

C.4 Radioaktive Ableitungen

Unter den Anwendungsbereich des Gemeinsamen Übereinkommens und damit unter die Berichtspflicht fallen außerdem die radioaktiven Ableitungen im Sinne der Artikel 4 (vgl. Kapitel G.1), 7 (vgl. Kapitel G.4), 11 (vgl. Kapitel H.1), 14 (vgl. Kapitel H.4), 24 (vgl. Kapitel F.4) und 26 (vgl. Kapitel F.6). Über die Vorschriften und Maßnahmen im Zusammenhang mit der Begrenzung der radioaktiven Ableitungen wird in Kapitel F.4.5 berichtet.

D Inventare und Listen

Entwicklungen seit der siebten Überprüfungskonferenz:

Als rechtliche Grundlage für die Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente im Brennelemente-Zwischenlager Brunsbüttel dient eine aufsichtliche Anordnung der zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörde, die am 17. Januar 2020 bis zum Abschluss eines Genehmigungsverfahrens für eine Neugenehmigung verlängert wurde. Aktuell wird ein Genehmigungsverfahren für eine Neugenehmigung für das Zwischenlager durchgeführt, dem die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) beigetreten ist (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.1.1).

Zur Räumung des AVR-Behälterlagers wird die Option des Transports nach Ahaus verfolgt. Parallel wird noch die Option zum Neubau verfolgt. Die Option der Verbringung des Kernbrennstoffs in die USA wird seit Oktober 2022 nicht weiter verfolgt (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.1.3).

Im November 2020 fand der erste Rückführungstransport von sechs Behältern mit verglasten radioaktiven Abfällen aus dem Vereinigten Königreich zum Brennelemente-Zwischenlager Biblis statt (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.2).

Die Errichtungstätigkeiten für das Endlager Konrad sind weiter fortgeschritten, z. B. übertägig am Verwaltungs- und Sozialgebäude und am Fördermaschinengebäude Nord und untertägig an der Auffahrung des Werkstattkomplexes, des Brückenfeldes und der Einlagerungstranstrecke. Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) hat die restlichen Bautätigkeiten neu bewertet und kalkuliert unter Annahme bestimmter Randbedingungen, dass das Endlager Konrad zum Ende des Jahres 2029 fertiggestellt werden kann (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.3).

Im laufenden Planfeststellungsverfahren der Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) entwickelt die BGE als Betreiberin ein Stilllegungskonzept und erstellt die benötigten Antragsunterlagen. Die finale Unterlage „Regulatorischer Rahmen“ wurde Ende 2022 bei der zuständigen Behörde des Landes Sachsen-Anhalt eingereicht. Die Unterlagen zur „Allgemeinen Standortbeschreibung“ und zur „Beschreibung des Grubengebäudes“ wurden jeweils als Vorprüfversion eingereicht. Parallel werden Demonstrationsbauwerke für Streckenabdichtungen geplant und errichtet (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.3).

Auf der Schachtanlage Asse II hat die BGE im Rahmen der Faktenerhebung im Mai 2023 weitere kammer-spezifische Erkundungen gestartet. Die Auswertung der Daten aus der bis Ende Februar 2020 erfolgten 3D-seismischen Messungen hat begonnen. Zur Untersuchung der geologischen Struktur für den Bau des Rückholbergwerks wurden unter Tage weitere Erkundungsbohrungen geteuft. Das Genehmigungsverfahren soll in vier Antragskomplexe (I bis IV) aufgeteilt ablaufen; für den Komplex I läuft die Genehmigungsphase (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.4).

Diese Sektion behandelt die Verpflichtungen gemäß Artikel 32 Absatz 2 des Gemeinsamen Übereinkommens.

Artikel 32 (2): Berichterstattung

- (2) *Der Bericht enthält außerdem*
- i) *eine Liste der Anlagen zur Behandlung abgebrannter Brennelemente, auf die dieses Übereinkommen Anwendung findet, sowie deren örtliche Gegebenheiten, Hauptzweck und Hauptmerkmale;*
 - ii) *ein Bestandsverzeichnis der abgebrannten Brennelemente, auf die dieses Übereinkommen Anwendung findet und die zur Zeit gelagert werden, oder endgelagert worden sind. Dieses Bestandsverzeichnis enthält eine Beschreibung des Materials und, sofern verfügbar, auch Angaben über seine Masse und seine Gesamtaktivität;*
 - iii) *eine Liste der Anlagen zur Behandlung radioaktiver Abfälle, auf die dieses Übereinkommen Anwendung findet, sowie deren örtliche Gegebenheiten, Hauptzweck und Hauptmerkmale;*
 - iv) *ein Bestandsverzeichnis der radioaktiven Abfälle, auf die dieses Übereinkommen Anwendung findet und die*
 - a) *in Anlagen zur Behandlung radioaktiver Abfälle und Einrichtungen des Kernbrennstoffkreislaufs gelagert sind;*
 - b) *endgelagert sind oder*
 - c) *aus früheren Tätigkeiten stammen.*
 - v) *eine Liste der kerntechnischen Anlagen, die sich in der Stilllegung befinden, und Angaben über den Stand der Stilllegungsarbeiten in diesen Anlagen.*
- (3) *Bei der Prüfung der Frage, ob radioaktives Material der für radioaktive Abfälle geltenden staatlichen Aufsicht unterliegen soll, tragen die Vertragsparteien den Zielen dieses Übereinkommens gebührend Rechnung.*

Die Standorte der Anlagen und Einrichtungen zur Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle, soweit sie nicht an Standorten von zur Zeit ihrer Errichtung in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken errichtet wurden, sowie der Konditionierungseinrichtungen und Endlager sind der Abbildung A-3 zu entnehmen.

D.1 Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente

Die aus dem Reaktorkern entladene Brennelemente werden zunächst für mehrere Jahre in Lagerbecken innerhalb des Reaktorgebäudes zwischengelagert. Die nasse Zwischenlagerung dient dem notwendigen Abklingen der Aktivität und Wärmeleistung bis zur Einbringung der Brennelemente in Transport- und Lagerbehälter zur trockenen Zwischenlagerung und gewährt dem Betreiber genügend Flexibilität für den Betrieb der Anlage.

Als Anlagen zur Behandlung von bestrahlten Brennelementen im Sinne des Gemeinsamen Übereinkommens werden betrachtet:

- die dezentralen Brennelemente-Zwischenlager an den Kernkraftwerksstandorten,
- die zentralen Brennelemente-Zwischenlager in Ahaus, Gorleben und Rubenow,
- das AVR-Behälterlager in Jülich,
- die Pilot-Konditionierungsanlage in Gorleben.

Die nachfolgende Tabelle D-1 gibt eine Übersicht über die Lagerkapazitäten und eingelagerten Mengen an den jeweiligen Standorten der Zwischenlager und stellt dar, in welchem Jahr die Genehmigung für das jeweilige Zwischenlager endet (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.1.1 und D.1.2). Tabelle D-2 stellt Zweck, Durchsatz und Status der Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) in Gorleben

dar (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.1.4). Ausführliche Angaben zu den vorhandenen und geplanten Anlagen finden sich im Anhang L-(a). In den dortigen tabellarischen Übersichten sind auch die Lagerbecken in den Reaktorgebäuden enthalten.

Tabelle D-1: Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente, Stand 31. Dezember 2023

Standort	Lagerkapazität		Status		Eingelagert
	Stellplätze bzw. Positionen	[Mg SM]	Genehmigt	Beantragt	[Mg SM]
Lagerbecken in den Reaktorgebäuden					
Kernkraftwerke (gesamt)	11.251 Positionen		x		1.896
Dezentrale Brennelemente-Zwischenlager (Trockenlager)					
Biblis (BZB)	135 Stellplätze ¹⁾	1.440	bis 2046		987
Brokdorf (BZF)	100 Stellplätze	1.000	bis 2047		486
Brunsbüttel (KKB)	80 Stellplätze	450	Genehmigung durch Gerichtsbeschluss seit 2015 unwirksam	Neue Genehmigung 2015 beantragt	161
Grafenrheinfeld (BZR)	88 Stellplätze	800	bis 2046		509
Grohnde (BZD)	100 Stellplätze	1.000	bis 2046		497
Gundremmingen (BZM)	192 Stellplätze	1.850	bis 2046		1097
Isar (BZI)	152 Stellplätze	1.500	bis 2047		821
Krümmel (BZK)	65 Stellplätze	775	bis 2046		353
Lingen (BZL)	130 Stellplätze ²⁾	1.250	bis 2042		455
Neckarwestheim (BZN)	151 Stellplätze	1.600	bis 2046		790 ³⁾
Philippsburg (BZP)	152 Stellplätze	1.600	bis 2047		940
Unterweser (BZU)	80 Stellplätze	800	bis 2047		368
Zentrale Brennelemente-Zwischenlager (Trockenlager)					
Gorleben (BZG)	420 Stellplätze ⁴⁾	3.800	bis 2034		37 ⁵⁾
Ahaus (BZA)	420 Stellplätze ⁶⁾	3.960	bis 2036		55 ⁷⁾
Rubelow	80 Stellplätze ⁸⁾	585	bis 2039		583
AVR-Behälterlager					
Jülich	158 Behälter	0,225 ⁹⁾	bis 30.06.2013	Verlängerung/Anordnung zur Räumung ¹⁰⁾	0,086

1) Davon 6 Stellplätze durch CASTOR HAW28M mit HAW-Glaskokillen belegt.

2) 125 Stellplätze für beladene Behälter, 5 Stellplätze für leere Behälter.

3) Davon 96 Mg SM aus dem KKW Obrigheim.

4) Einschließlich der Stellplätze für Behälter mit HAW-Glaskokillen.

5) Zuzüglich 2 Mg SM in den HAW-Behältern.

6) Einschließlich der Stellplätze im Lagerbereich I, für den am 17. Juli 2020 eine Genehmigung zur Zwischenlagerung von Betriebs- und Stilllegungsabfällen gemäß § 12 StrlSchG bis zum 31.12.2057 erteilt worden ist.

7) Menge aus Leistungsreaktoren; zuzüglich ca. 6 Mg SM aus dem THTR 300 und 2 Mg SM aus dem RFR.

8) Einschließlich 4 Reservestellplätze für Umlagerungen und 2 Stellplätze für einen 20'-Container für eine staatliche Verwahrung.

9) Thermisch spaltbare Isotope (U-233, U-235, Pu-239, Pu-241).

10) Das Genehmigungsverfahren zur Verlängerung der Aufbewahrung konnte bis zum 31. Juli 2014 nicht abgeschlossen werden. Am 2. Juli 2014 wurde eine Anordnung zur Räumung des AVR-Behälterlagers erlassen. Die Sicherstellung obliegt der zum Besitz berechtigten GNS und BZA.

Tabelle D-2: Konditionierungsanlage für bestrahlte Brennelemente

Anlage	Standort	Zweck	Obergrenze Durchsatz	Status
PKA	Gorleben	Konditionierung bestrahlter Brennelemente für die direkte Endlagerung und Behandlung radioaktiver Abfälle; nur Reparatur schadhafter Behälter	35 Mg SM/a (Konditionierung)	Genehmigt und errichtet, aber nicht im nuklearen Betrieb

D.1.1 Dezentrale Brennelemente-Zwischenlager

Das Konzept der Bundesrepublik Deutschland sieht vor, dass die bestrahlten Brennelemente aus Kernkraftwerken an deren Standorten zwischengelagert werden. Sie verbleiben in der Regel dort, wo sie anfallen, bis sie endlagergerecht konditioniert und endgelagert werden. Durch die Zwischenlagerung am Standort werden Brennelementtransporte bis zur Endlagerung mit vorlaufender Konditionierung zunächst vermieden.

An zwölf Standorten von Kernkraftwerken wurden dezentrale Brennelemente-Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente atomrechtlich genehmigt, errichtet und in Betrieb genommen. Die Lager sind als Trockenlager konzipiert, in die mit bestrahlten Brennelementen beladene Transport- und Lagerbehälter eingelagert werden.

Die Zwischenlager sind mit passiver Naturzugkühlung ausgeführt, die unabhängig von aktiven technischen Systemen die Wärme der Behälter abführt. Die dichten, unfallsicheren Behälter stellen sowohl im bestimmungsgemäßen Betrieb als auch bei Störfällen den sicheren Einschluss des radioaktiven Inventars, die notwendige Strahlenabschirmung und die Kritikalitätssicherheit sicher. Der Schutz gegen äußere Einwirkungen wie Erdbeben, Explosionsdruckwelle oder Flugzeugabsturz ist durch die dicke Wandung der Behälter gewährleistet. Im Genehmigungsverfahren wurde nachgewiesen und bestätigt, dass die Behälter für eine Lagerdauer von mindestens 40 Jahren geeignet sind. Die Dauer der Aufbewahrung von Behältern im Zwischenlager ist daher zurzeit auf 40 Jahre ab der Einlagerung des ersten Behälters begrenzt. Eine Verlängerung der Genehmigungen darf gemäß § 6 Abs. 5 Atomgesetz (AtG) [1A-3] nur aus unabweisbaren Gründen und nach der vorherigen Befassung des Deutschen Bundestages erfolgen.

Am Kernkraftwerk Brunsbüttel wurde die im Jahr 2003 erteilte Genehmigung für das dezentrale Brennelemente-Zwischenlager mit der Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts vom 8. Januar 2015 aufgehoben. Dabei erfolgte die Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichtes nicht wegen einer unzureichenden Sicherheit des Zwischenlagers. Bemängelt wurde im Urteil der Umfang der Ermittlungen und Bewertungen im Genehmigungsverfahren. Rechtliche Grundlage für die Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente in Brunsbüttel ist derzeit eine aufsichtliche Anordnung nach § 19 AtG der zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörde des Landes Schleswig-Holstein. Diese Anordnung wurde am 17. Januar 2020 bis zum Abschluss des Genehmigungsverfahrens für eine Neugenehmigung verlängert. Am 16. November 2015 wurde ein Antrag auf eine neue Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen nach § 6 AtG im dezentralen Brennelemente-Zwischenlager gestellt. Das Genehmigungsverfahren findet unter Beteiligung der Öffentlichkeit statt. Die hierfür erforderlichen Unterlagen wurden am 11. Januar 2017 beim Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) und beim Bürgerbüro der Stadt Brunsbüttel zur Einsichtnahme ausgelegt. Anschließend wurde im Juni 2017 ein Erörterungstermin durchgeführt. Es liegen allerdings noch nicht alle Sicherheitsnachweise vollständig vor.

Da das Zwischenlager Brunsbüttel zum 1. Januar 2019 nicht über eine Genehmigung nach § 6 AtG verfügte, war anstelle eines Übergangs des Zwischenlagers auf die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) im Sinne des Entsorgungsübergangsgesetzes, der Beitritt der BGZ zu dem

vom Betreiber des Zwischenlagers Brunsbüttel geführten Genehmigungsverfahren vorgesehen. Entsprechend dieser Vorgabe ist die BGZ dem Genehmigungsverfahren mit der gesetzlich vorgesehenen Maßgabe beigetreten, dass bis zur Erteilung der Aufbewahrungsgenehmigung der aktuelle Betreiber des Zwischenlagers Brunsbüttel für die Führung des Genehmigungsverfahrens verantwortlich ist.

Die Abbildung D-1 zeigt einen Blick in das Innere der dezentralen Brennelemente-Zwischenlager an den Standorten Gundremmingen und Neckarwestheim.

Abbildung D-1: Blick in dezentrale Brennelemente-Zwischenlager (Bildrechte: BGZ)

Links: Brennelemente-Zwischenlager in Gundremmingen, rechts: Brennelemente-Zwischenlager in Neckarwestheim



D.1.2 Zentrale Zwischenlager

Brennelemente-Zwischenlager Gorleben

Das Brennelemente-Zwischenlager Gorleben (BZG) ist für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in Form von bestrahlten Brennelementen aus Leichtwasserreaktoren sowie von HAW-Glaskokillen (verglaste hochradioaktive Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente) genehmigt.

Seit 1995 werden im BZG in insgesamt fünf Behältern der Bauart CASTOR® IIa, CASTOR® Ic und CASTOR® V/19 bestrahlte Brennelemente aus Kernkraftwerken mit insgesamt rund 37 Mg SM zwischengelagert. Im Rahmen der 6. Änderungsgenehmigung wurden der BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) und der Brennelemente-Lager Gorleben GmbH am 21. Juni 2018 die Erweiterung des baulichen Schutzes gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter gestattet.

Die Genehmigung nach § 6 AtG für das Brennelemente-Zwischenlager in Gorleben läuft 2034 aus. Eine Antragstellung für eine Neugenehmigung ist aktuell für das Jahr 2026 geplant. Die vorbereitenden Arbeiten hierzu sind angelaufen.

Abbildung D-2 zeigt ein Luftbild und Abbildung D-3 einen Blick in das BZG (einschließlich der 108 HAW-Behälter, vgl. Kapitel D.3.2). Weitere Informationen zu dem Zwischenlager in Gorleben finden sich in Tabelle L-2 des Anhangs.

Abbildung D-2: Luftbild der Anlagen am Standort Gorleben (Bildrechte: BGZ)

Pilot-Konditionierungsanlage (PKA), Brennelemente-Zwischenlager Gorleben (BZG) und Abfall-Zwischenlager (AZG)



Abbildung D-3: Blick in das Brennelemente-Zwischenlager Gorleben (Bildrechte: BGZ)

Transport- und Lagerbehälter verschiedener Bauarten



Brennelemente-Zwischenlager Ahaus

Im Brennelemente-Zwischenlager Ahaus (BZA) dürfen laut Genehmigung ebenfalls bestrahlte Brennelemente aus unterschiedlichen deutschen Kernkraftwerken aufbewahrt werden. Das BZA ist zusätzlich für die Lagerung von Transport- und Lagerbehältern der Bauart CASTOR® THTR/AVR und MTR 2 genehmigt, in denen Brennelemente aus Versuchs-, Demonstrations- und Forschungsreaktoren aufbewahrt werden.

Die Lagerhalle besteht aus zwei durch einen Empfangs- und Wartungsbereich voneinander getrennte Hälften. Der Lagerbereich I, das Abfall-Zwischenlager Ahaus (AZA), dient derzeit der Zwischenlagerung von sonstigen radioaktiven Stoffen (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.2), der Lagerbereich II, das BZA, der Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus Leichtwasserreaktoren, aus dem Rossendorfer Forschungsreaktor und aus dem Thoriumhochtemperaturreaktor (THTR 300) in Hamm-Uentrop. Aktuell befinden sich im BZA Kernbrennstoffe in insgesamt 329 Behältern der Bauart CASTOR® THTR/AVR (305 Behälter), CASTOR® MTR 2 (18 Behälter), CASTOR® V/52 (3 Behälter) und CASTOR® V/19 (3 Behälter).

Der Betrieb des BZA erfolgt gemäß Aufbewahrungsgenehmigung vom 07.11.1997, derzeit in der Fassung der 9. Änderungsgenehmigung vom 01.08.2017 (§ 6 AtG). Mit dieser Genehmigung wurde auch das Hinzutreten der BGZ als Genehmigungsinhaberin und das Ausscheiden der Gesellschaft für Nuklear-Service mbH (GNS) genehmigt.

Es ist vorgesehen, das BZA auch für die Aufbewahrung weiterer bestrahlter Brennelemente aus Forschungsreaktoren in Behältern der Bauart CASTOR® MTR 3 zu nutzen. Mit Schreiben vom 30. September 2014 hat die GNS um die Wiederaufnahme des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens zur Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente der Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz der Technischen Universität München (FRM II) in 21 Behältern der Bauart CASTOR® MTR 3 im BZA gebeten. Der Betreiber des Ende 2019 endgültig abgeschalteten Berliner Experimentier-Reaktors II (BER II), das Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) für Materialien und Energie, hat der BGZ Anfang Juni 2018 seine Absicht mitgeteilt, bestrahlte Brennelemente des BER II in Ahaus zwischenlagern zu wollen. Insgesamt drei Behälter mit Brennelementen sollen nach Ahaus verbracht werden. Transport und Lagerung erfolgen in Behältern der Bauart CASTOR® MTR 3. Die Aufbewahrung in Ahaus bedarf einer Genehmigung nach § 6 AtG durch das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE).

Am 21. Juli 2016 wurde mit der 8. Änderungsgenehmigung die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in Form von bestrahlten Brennelementen und sonstigen radioaktiven Stoffen in Form von Betriebselementen (spaltstofffreie Absorber- und Graphitelemente) aus dem Betrieb des Versuchsreaktors der ehemaligen Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH (AVR) in 152 Transport- und Lagerbehältern der Bauart CASTOR® THTR/AVR im BZA (Lagerbereich II) genehmigt. Die Brennelemente werden derzeit noch im AVR-Behälterlager auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich (FZJ) aufbewahrt. Die Durchführung der Transporte hängt von der Planung der JEN Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (JEN) ab (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.1.3).

Die Genehmigung nach § 6 AtG für das Brennelemente-Zwischenlager in Ahaus läuft 2036 aus. Eine Antragstellung für eine Neugenehmigung wird von der BGZ vorbereitet.

Abbildung D-4 zeigt ein Luftbild vom Zwischenlager Ahaus und Abbildung D-5 einen Blick in das BZA. Weitere Informationen zum Zwischenlager in Ahaus finden sich in Tabelle L-2 des Anhangs.

Abbildung D-4: Luftbild des Zwischenlagers Ahaus (Bildrechte: BGZ)



Abbildung D-5: Blick in das Brennelemente-Zwischenlager Ahaus (Bildrechte: BGZ)



Zwischenlager Nord in Rubenow

Im als Trockenlager konzipierten Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow werden derzeit neben bestrahlten Brennelementen aus den Reaktoren sowjetischer Bauart in Rheinsberg und Greifswald (62 CASTOR® 440/84, 3 CASTOR® KRB-MOX) auch bestrahlte und unbestrahlte Brennstäbe aus der Kompakten Natriumgekühlten Kernreaktoranlage (KNK II) in Karlsruhe und dem Nuklearschiff Otto Hahn (4 CASTOR® KNK) sowie hochradioaktive Glaskokillen aus der Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe (WAK) (5 CASTOR® HAW 20/28 CG) aufbewahrt. Die KNK-Brennstäbe wurden im Jahr 2010 eingelagert, die hochradioaktiven Glaskokillen im Jahr 2011.

Die seit dem Jahr 2011 erhöhten Sicherheitsanforderungen an die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen haben die EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH (EWN) veranlasst, einen Neubau für alle im ZLN zwischengelagerten Transport- und Lagerbehälter zu planen. Die Planungen sehen die Errichtung eines freistehenden Lagergebäudes als Ersatztransportbehälterlager (ESTRAL) in unmittelbarer Nähe zum ZLN vor. Am 29. Mai 2019 hat die Betreiberin einen Antrag auf Genehmigung zur Aufbewahrung der 74 CASTOR®-Behälter in einem Neubau gestellt.

Eine verlängerte Aufbewahrung der Behälter über die bisher genehmigten 40 Jahre hinaus ist noch nicht beantragt. Da der Antrag auf Aufbewahrung der Kernbrennstoffe einen Zeitraum von mehr als 10 Jahren umfasst, ist für das Vorhaben eine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich. Zur Beteiligung der Öffentlichkeit waren Unterlagen über die Planungen der EWN einsehbar. Einwendungen wurden im November 2022 beim Erörterungstermin in Greifswald diskutiert und werden im weiteren Genehmigungsverfahren berücksichtigt.

Weitere Informationen zum Zwischenlager Nord in Rubenow finden sich in Tabelle L-2 des Anhangs.

D.1.3 AVR-Behälterlager in Jülich

Im Zwischenlager in Jülich, dem AVR-Behälterlager, werden die bestrahlten Brennelementkugeln aus dem Betrieb des Versuchsreaktors der ehemaligen Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH (AVR) in 152 Transport- und Lagerbehältern der Bauart CASTOR® THTR/AVR aufbewahrt. Die ursprüngliche Aufbewahrungsgenehmigung des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) vom 17. Juni 1993 war auf 20 Jahre befristet. Die Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ) hatte zunächst am 26. Juni 2007 und dann mit einem präzisierenden Schreiben vom 29. April 2009 die Aufbewahrung von AVR-Brennelementen im AVR-Behälterlager für weitere drei Jahre ab dem 1. Juli 2013 beantragt. Aufgrund der Neuorganisation der Zuständigkeiten führt das heutige Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) das Verfahren fort. Seitens der Antragstellerin wird das

Genehmigungsverfahren inzwischen von der JEN Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (JEN) geführt, die zum 1. September 2015 durch Zusammenführung der Nuklearbereiche des Forschungszentrums Jülich mit der AVR GmbH gegründet wurde.

Da nach Ablauf der Aufbewahrungsgenehmigung von 1993 zum 1. Juli 2013 der geforderte Nachweis der Erdbebensicherheit mit standardisierten Verfahren nicht erbracht und daher die beantragte Genehmigung zum Weiterbetrieb des AVR-Behälterlagers noch nicht erteilt werden konnte, hat das Landesministerium des Landes Nordrhein-Westfalen in seiner Zuständigkeit als atomrechtliche Aufsichtsbehörde vor dem Hintergrund der grundsätzlichen Genehmigungsfähigkeit der beantragten Genehmigung am 27. Juni 2013 und 17. Dezember 2013 zunächst befristete Anordnungen für die weitere Aufbewahrung des Kernbrennstoffs aus dem Versuchsreaktor im AVR-Behälterlager erlassen. Ein Abschluss des Genehmigungsverfahrens war auch bis zum Ablauf der zweiten Aufbewahrungsanordnung am 31. Juli 2014 nicht möglich. Am 2. Juli 2014 wurde daher eine Anordnung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Räumung des AVR-Behälterlagers erlassen. Die JEN berichtet monatlich in schriftlicher Form über den Fortgang der Vorbereitungen zur Entfernung der Kernbrennstoffe aus dem AVR-Behälterlager sowie über den Stand der dafür erforderlichen Genehmigungsverfahren. Die vorlaufende Anordnung vom 17. Dezember 2013 zur Aufbewahrung des Kernbrennstoffs wurde außer Kraft gesetzt. Die Betreiberin hat gemäß konkreten Vorgaben aus der Anordnung zur Räumung des AVR-Behälterlagers ein Konzept erarbeitet und der zuständigen Aufsichtsbehörde vorgelegt. Dieses Konzept sah drei Optionen vor.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium), das Bundesministerium für Bildung und Forschung und das Bundesministerium der Finanzen bewerteten in einem Bericht an den Haushaltsausschuss des Bundestages im September 2022 die Option des Transports nach Ahaus gegenüber dem Neubau eines Zwischenlagers am Standort Jülich als „grundsätzlich vorzugswürdig“. Das damals zuständige BfS hat bereits am 21. Juli 2016 dem Betreiber des Zwischenlagers in Ahaus die Genehmigung nach § 6 AtG für die Einlagerung der derzeit in Jülich lagernden 152 Behälter der Bauart CASTOR® THTR/AVR erteilt, die derzeit beklagt wird. Ein Probetransport und die erfolgreiche Kalthandhabung der Transporte sind im Berichtszeitraum bereits erfolgt, so dass eine Transportgenehmigung nach § 4 AtG für die Transporte der Behälter von Jülich nach Ahaus voraussichtlich 2024 erteilt werden kann. Das stellt nach aktuellem Planungsstand die schnellstmögliche Option zur Räumung dar.

Die parallele Verfolgung der Option zum Neubau ist in Anbetracht der noch verbleibenden offenen Realisierung des Transports nach Ahaus weiterhin geboten. Die Standortauswahl für den Neubau und die Konzeptplanung für das Zwischenlager sind abgeschlossen, der Erwerb der Grundstücke ist eingeleitet. Der Abschluss der Räumung durch Einlagerung in einen Neubau ist aber aus aktueller Sicht nicht vor 2032 möglich.

Die ursprünglich im Räumungskonzept vorgesehene Option der Verbringung des Kernbrennstoffs in die USA wurde in Abstimmung mit den relevanten Bundes- und Landesministerien seit Oktober 2022 nicht weiter verfolgt. Parallel zu den genannten Optionen versucht die JEN eine neue, auf neun Jahre befristete Aufbewahrungsgenehmigung für das bestehende AVR-Behälterlager zu erlangen und damit den genehmigungslosen Zustand zu beenden.

Weitere Informationen zum Zwischenlager in Jülich finden sich in Tabelle L-2 des Anhangs.

D.1.4 Pilot-Konditionierungsanlage

Das bis 2013 verfolgte Referenzkonzept zur direkten Endlagerung bestrahlter Brennelemente in einem Salzstock sah vor, aus den Brennelementen in einer übertägigen Anlage die Brennstäbe zu entfernen, die Brennstäbe in selbstabschirmenden dickwandigen und dicht verschlossenen Behältern für die Endlagerung zu verpacken, und diese Behälter in tiefen geologischen Formationen endzulagern. Es wurde nach dem verwendeten Behältertyp auch als Referenzkonzept Pollux benannt.

Zur Demonstration der Konditionierungstechnik wurde in Gorleben eine Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) mit einem maximalen Durchsatz von 35 Mg SM pro Jahr genehmigt und im Jahr 2000 fertiggestellt. Gemäß der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 11. Juni 2001 ist die Nutzung der Anlage nunmehr jedoch nur für die ggf. erforderliche Reparatur schadhafter Behälter für bestrahlte Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren und für verglaste hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sowie den Umgang und die Handhabung von sonstigen radioaktiven Stoffen genehmigt. Es ist vorgesehen die Anlage stillzulegen und abzubauen. Vorbereitende Arbeiten hierzu laufen.

Weitere Informationen zur PKA in Gorleben finden sich in Tabelle L-3 des Anhangs.

D.2 Inventar bestrahlter Brennelemente

Eine Zusammenstellung der bis Ende 2023 angefallenen Mengen bestrahlter Brennelemente aus deutschen Leistungsreaktoren findet sich in Tabelle D-3 (aufgeschlüsselt nach Herkunftsort) und Tabelle D-4 (aufgeschlüsselt nach Verbleib). In Tabelle D-5 ist der Verbleib der bestrahlten Brennelemente aus Versuchs- und Demonstrationsreaktoren aufgelistet.

D.2.1 Mengenaufkommen

Leistungsreaktoren

In den Lagerbecken der Kraftwerke befinden sich insgesamt 1.896 Mg SM bestrahlter Brennelemente (Stichtag 31. Dezember 2023).

In den als Trockenlager konzipierten dezentralen Brennelemente-Zwischenlagern werden 7.463 Mg SM und in den zentralen Zwischenlagern in Ahaus und Gorleben 92 Mg SM an Leichtwasserreaktor (LWR)-Brennelementen in Transport- und Lagerbehältern aufbewahrt. Ebenfalls in Transport- und Lagerbehältern werden 583 Mg SM an Wasser-Wasser-Energie-Reaktor (WWER)-Brennelementen aus Greifswald und Rheinsberg im Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow bei Greifswald gelagert. 6.673 Mg SM an bestrahlten Brennelementen sind zur Wiederaufarbeitung oder zum dauerhaften Verbleib im Ausland aus den Kernkraftwerken abtransportiert und entsorgt worden. Dabei ist der größte Teil an die Wiederaufarbeitungsanlagen La Hague und Sellafield gegangen. Eine Zusammenstellung des Verbleibs der Brennelemente wird in Tabelle D-4 gegeben.

Zum Stichtag 31. Dezember 2023 sind aus deutschen Leichtwasserreaktoren mit Leistungen > 50 MW insgesamt etwa 16.711 Mg SM in Form von bestrahlten Brennelementen angefallen (vgl. Tabelle D-3), davon rund 285 Mg SM im Jahr 2023.

Tabelle D-3: Bisheriger Brennelementanfall aus Leichtwasserreaktoren (Leistung > 50 MW) der Bundesrepublik Deutschland zum 31. Dezember 2023

Typ	Kürzel	Anlage, Standort	Menge insgesamt	
			Anzahl BE	[Mg SM]
Anlagen im Nachbetrieb:				
DWR	KBR	Brokdorf	1.795	943
DWR	KKE	Emsland	1.821	954
SWR	KKK	Krümmel	3.928	680
Teilsumme			7.544	2.577
Anlagen in Stilllegung:				
SWR	KWL	Lingen	586	66
SWR	KRB-A	Gundremmingen A	1.028	125
SWR	KRB-B	Gundremmingen B	5.478	925
SWR	KRB-C	Gundremmingen C	5.955	1.014
SWR	KWW	Würgassen	1.989	346
DWR	KMK	Mülheim-Kärlich	209	96
DWR	KWO	Obrigheim	1.235	348
DWR	KKS	Stade	1.517	539
DWR	KKR	Rheinsberg	918	106
DWR	KGR 1-5	Greifswald 1-5	6.813	787
DWR	KWB-A	Biblis Block A	1.676	878
DWR	KWB-B	Biblis Block B	1.824	957
SWR	KKP 1	Philippsburg 1	3.632	633
DWR	KKP 2	Philippsburg 2	1.757	911
DWR	GKN I	Neckarwestheim I	1.830	644
DWR	GKN II	Neckarwestheim II	1.651	855
SWR	KKI 1	Isar 1	4.072	707
DWR	KKI 2	Isar 2 ^{*)}	1.761	917
SWR	KKB	Brunsbüttel	2.664	457
DWR	KKU	Unterweser	1.717	904
DWR	KWG	Grohnde	1.933	1.018
DWR	KKG	Grafenrheinfeld	1.725	901
Teilsumme			51.970	14.134
Summe total			59.514	16.711

Hinweis: Die Mengenangaben in Mg SM wurden auf ganze Zahlen gerundet. Durch die Rundungsprozedur können sich bei der Summenbildung geringe Abweichungen zu anderweitig veröffentlichten Zahlen ergeben. Die Mg SM beziehen sich teilweise auf Angaben der Betreiber.

^{*)} Stilllegungsgenehmigung ab April 2024 in Anspruch genommen.

Tabelle D-4: Übersicht über das Gesamtaufkommen bestrahlter Brennelemente aus deutschen Leichtwasserreaktoren (Leistung > 50 MW) zum 31. Dezember 2023

Lagerort/Verbleib	Menge [Mg SM]
Bestrahlte LWR-Brennelemente in KKW-Lagerbecken	1.896
Trockene Behälterlagerung bestrahlter WWER-Brennelemente im ZLN	583
Trockene Behälterlagerung an den Kernkraftwerksstandorten	7.463
Trockene Behälterlagerung in den Zwischenlagern Ahaus und Gorleben	92
Transportiert zur Wiederaufarbeitungsanlage La Hague (Frankreich)	5.393
Transportiert zur Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield (Vereinigtes Königreich)	854
Aufgearbeitet in der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe WAK	85
Aufgearbeitet in der Wiederaufarbeitungsanlage EUROCHEMIC (Belgien)	14
Rücklieferung in die damalige UdSSR (WWER-Brennelemente)	283
Lieferung mit Verbleib in Schweden (CLAB)	17
Wiedereinsatz von schwach bestrahlten WWER-Brennelementen in Paks (Ungarn)	27
Summe	16.711

Hinweis: Die Mengenangaben in Mg SM wurden auf ganze Zahlen gerundet. Durch die Rundungsprozedur können sich bei der Summenbildung geringe Abweichungen zu anderweitig veröffentlichten Zahlen ergeben. Die Mg SM beziehen sich teilweise auf Angaben der Betreiber.

Versuchs- und Demonstrationsreaktoren

Neben den Leistungsreaktoren wurden in der Bundesrepublik Deutschland acht Versuchs- und Demonstrationsreaktoren betrieben, die sich alle in Stilllegung befinden oder bereits vollständig abgebaut sind. Dabei handelt es sich um folgende Anlagen (vgl. hierzu die Übersicht im Anhang L-(c), Tabelle L-16):

- Versuchsreaktor der Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH (AVR), Jülich,
- Thoriumhochtemperaturreaktor (THTR 300), Hamm-Uentrop,
- Mehrzweckforschungsreaktor (MZFR), Karlsruhe,
- Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage (KNK II), Karlsruhe,
- Versuchsatomkraftwerk Kahl (VAK),
- Kernkraftwerk Niederaichbach (KKN), Niederaichbach,
- Heißdampfreaktor (HDR), Großwelzheim,
- Nuklearschiff Otto Hahn, Geesthacht.

Die Bestimmungsorte und zugehörigen Schwermetallmengen für die Lagerung bzw. Entsorgung der angefallenen rund 190 Mg SM an bestrahlten Brennelementen sind in Tabelle D-5 zusammengestellt.

Tabelle D-5: Entsorgung bestrahlter Brennelemente aus Versuchs- und Demonstrationsreaktoren zum 31. Dezember 2023

Anlage	Gelagerte bzw. entsorgte Mengen [Mg SM]									Summe
	WAK	BNFL	SKB	CEA	EURO-CHEMIC	FZ Jülich	BZA	ZLN	sonstige	
VAK	7,9	0,1	6,5		7,4				0,1	22,0
MZFR	89,6	10,6	0,4							100,6
KKN				46,3						46,3
KNK II				1,4				0,5	0,2	2,1
AVR						1,9				1,9
THTR 300							6,9			6,9
HDR	6,9									6,9
Otto Hahn	2,9							«0,1		2,9
Summe	107,3	10,7	6,9	47,7	7,4	1,9	6,9	0,5	0,3	189,6

Der Großteil der in der Tabelle D-5 aufgeführten bestrahlten Brennelemente wurde in der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, bei *British Nuclear Fuels plc* (BNFL) und bei der *European Company for the Chemical Processing of Irradiated Fuels* (EUROCHEMIC) in Belgien wiederaufgearbeitet. Ein Teil der Brennelemente ging nach Schweden zu *Svensk Kärnbränslehantering AB* (SKB) und nach Frankreich zur *Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives* (CEA) und verbleibt dort. Die Brennelementekugeln des THTR 300 befinden sich im Brennelemente-Zwischenlager Ahaus (BZA). Sie wurden bisher als Zwischenprodukt und nicht als bestrahlte Brennelemente gemeldet. Die 288.161 AVR-Brennelementekugeln mit 1,9 Mg SM (einschließlich Thorium) lagern in 152 Behältern im AVR-Behälterlager in Jülich.

Forschungs- und Unterrichtsreaktoren

In Deutschland befinden sich sechs Forschungs- und Unterrichtsreaktoren in Betrieb, weitere neun sind endgültig abgeschaltet oder befinden sich in der Stilllegungsphase (vgl. die Ausführungen in Kapitel A.2, Abschnitt „Forschung und Entwicklung“ und in Tabelle L-14).

Die aus Forschungsreaktoren stammende Menge an bestrahlten Brennelementen, die am 31. Dezember 2023 zwischengelagert wurde, ist um mehrere Größenordnungen geringer als die zu entsorgende Menge aus Leistungsreaktoren. Am 31. Dezember 2023 lagerten 66 bestrahlte Brennelemente mit rund 102 kg SM am Berliner Experimentier-Reaktor (BER II). An der Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz der Technischen Universität München (FRM II) befanden sich 48 bestrahlte Brennelemente mit rund 334 kg SM sowie zwei Konverterplatten mit zusammen rund 0,5 kg SM. Vier ausgediente Brennelemente mit 764 g Uran lagerten im Mainzer Forschungsreaktor TRIGA Mark II (FR MZ). In 18 CASTOR® MTR 2-Behältern in Ahaus lagern 951 bestrahlte Brennelemente mit ca. 2 Mg (davon 349 kg hoch- und niedrigangereichertes Uran) sowie 2 kg Plutonium) des ehemaligen Rossendorfer Forschungsreaktors (RFR), heute Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rossendorf e. V. (VKTA).

Die Brennelemente aus den Forschungseinrichtungen in Geesthacht und Jülich wurden sämtlich in die Vereinigten Staaten von Amerika und in das Vereinigte Königreich verbracht. Brennelemente aus dem BER II wurden bis 2017 in die Vereinigten Staaten von Amerika rückgeführt. Durch Änderung des Atomgesetzes ist eine Verbringung der Brennelemente aus Forschungsreaktoren in das Ausland nur noch in Ausnahmefällen zulässig (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.1). Für die ver-

bleibenden Brennelemente aus Forschungsreaktoren (FRM II, BER II und FR MZ) ist eine Verbringung in das BZA ist vorgesehen. Die Lagerung soll in Behältern vom Typ CASTOR® MTR 3 bis zu ihrer Endlagerung erfolgen.

D.2.2 Aktivitätsinventar

Das in den bestrahlten Brennelementen (Stichtag: 31. Dezember 2023) an den Reaktoren in den Nasslagern sowie in den Behälterlagern vorhandene Aktivitätsinventar kann mit Hilfe folgender Annahmen abgeschätzt werden:

Es wird in erster Näherung nur von Uranoxid-Brennstoff ausgegangen. Die Brennelemente in den Kernkraftwerkslagern werden in Altersstufen eingeteilt. Für Brennelemente, die bis 1998 angefallen sind, werden 40 GWd/Mg SM mittlerer Entladeabbrand unterstellt, für die Jahre 1999 bis 2006 45 GWd/Mg SM, von 2007 bis 2014 von 50 GWd/Mg SM und ab 2015 von 55 GWd/Mg SM. Des Weiteren wird eine Mindestabklingzeit von fünf Jahren vor der Behältereinlagerung angenommen. Die zugrundeliegenden Zahlen werden mit Hilfe eines international anerkannten Abbrandprogramms ermittelt.

Damit lassen sich folgende radioaktive Inventare zum 31. Dezember 2023 abschätzen:

KKW-Lagerinventare an bestrahlten Brennelementen in Nasslagern: (entsprechend 1.896 Mg SM)	ca. $6,4 \cdot 10^{19}$ Bq
Bestrahlte Brennelemente in Behältern und Zwischenlagern: (entsprechend 8.138 Mg SM)	ca. $1,41 \cdot 10^{20}$ Bq
Gesamtaktivitätsinventar aller gelagerten bestrahlten Brennelemente:	ca. $2,04 \cdot 10^{20}$ Bq

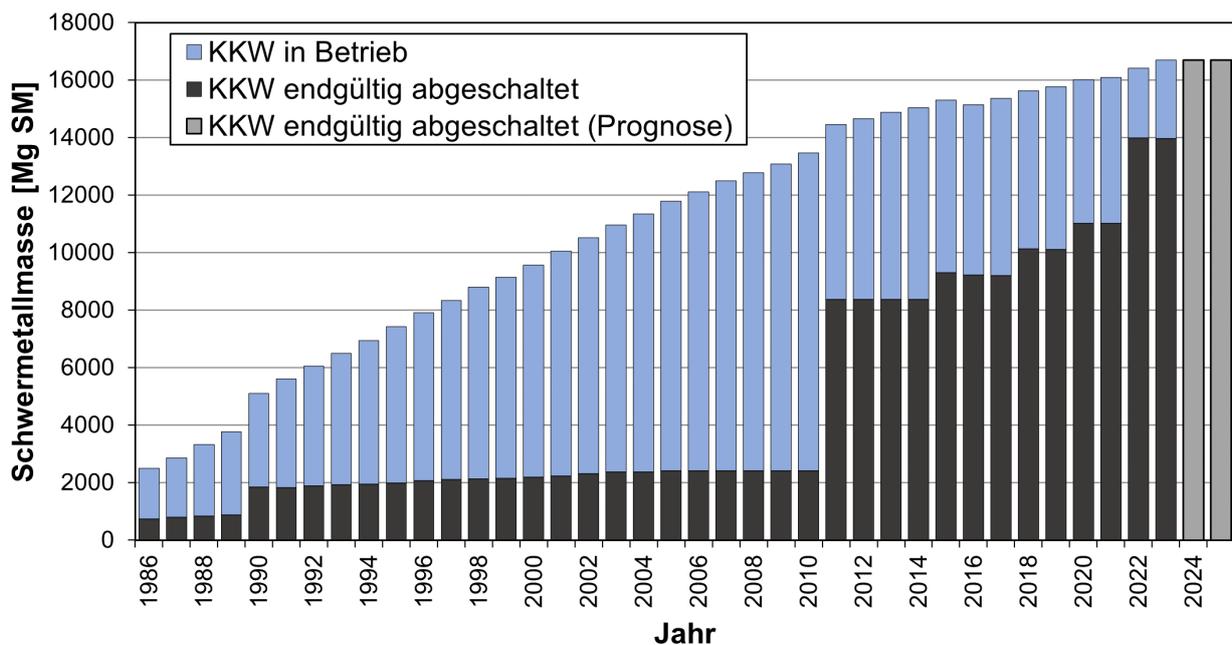
D.2.3 Prognostizierte Mengen

Für jedes Kernkraftwerk teilen die Energieversorgungsunternehmen der zuständigen Aufsichtsbehörde jährlich den Bestand der angefallenen Brennelemente mit. Bis zur endgültigen Abschaltung der Kernkraftwerke enthielt diese Meldung auch eine Prognose der voraussichtlich bis zur endgültigen Abschaltung noch anfallende Menge an bestrahlten Brennelementen. Unter den Randbedingungen der zeitlich gestaffelten Beendigung der Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität gemäß § 7 Abs. 1a Atomgesetz (AtG) [1A-3] ergibt sich, dass nach der endgültigen Abschaltung der drei noch in Betrieb verbliebenen Anlagen am 15. April 2023 keine weiteren bestrahlten Brennelementen anfallen werden. Insgesamt ist zum 31. Dezember 2023 eine Gesamtmenge von rund 16.711 Mg SM an bestrahlten Brennelementen angefallen, von denen rund 10.038 Mg SM konditioniert und endgelagert werden müssen. Die restliche Menge wurde auf andere Weise entsorgt, zum weitaus überwiegenden Teil durch Wiederaufarbeitung im Ausland.

Der zeitliche Verlauf des Schwermetallanfalls bis 2025 ist in Abbildung D-6 dargestellt. Der sprunghafte Anstieg im Jahr 1990 ist vor allem durch den Beitritt der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) zur Bundesrepublik Deutschland und der damit verbundenen Berücksichtigung der Brennelemente aus den Kernkraftwerken Rheinsberg und Greifswald bedingt. Ein ähnlicher Anstieg im Jahr 2011 erklärt sich dadurch, dass durch die gleichzeitige Abschaltung von sieben Kernkraftwerken die dort vorhandenen Brennelemente aus den Reaktorkernen ab diesem Zeitpunkt als bestrahlte Brennelemente klassifiziert wurden. Im Jahr 2016 ist in der Grafik eine geringfügige Abnahme der Schwermetallmenge im Vergleich zum Jahr 2015 zu erkennen. Dies ist ausschließlich auf die angewandte Rechenmethodik zurückzuführen und bedeutet keine Reduzierung der Anzahl der Brennelemente. Der Effekt lässt sich wie folgt erklären: Die der Grafik zugrundeliegenden Mengen basieren auf Datenerhebungen, die jährlich bei den zuständigen Aufsichtsbehörden der Bundesländer durchgeführt

werden. Dabei wird jeweils nur die Anzahl der Brennelemente an den jeweiligen Lagerorten abgefragt. Die Schwermetallmengen wurden daraus durch Multiplikation mit der mittleren Brennelementmasse (unbestrahlt) errechnet. Nach Beendigung der Wiederaufarbeitung gaben die Landesbehörden erstmals abschließende Zahlen zu den nach Frankreich und in das Vereinigte Königreich abgelieferten Schwermetallmengen bekannt, die zum Teil etwas niedriger waren als die berechneten Mengen, da der Abbrand dort mit eingeflossen ist. Ab 2016 lieferten die Landesbehörden zusätzlich genaue Angaben zu den Schwermetallmengen für die in den dezentralen Brennelemente-Zwischslagern befindlichen bestrahlten Brennelemente, die ebenfalls niedriger waren als die bis dahin berechneten Mengen. Dies führte zu dem in der Grafik zu beobachtenden scheinbaren Rückgang der kumulierten Schwermetallmenge.

Abbildung D-6: Kumulierter Schwermetallanfall aus Leistungsreaktoren bis 2025



D.3 Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle

D.3.1 Konditionierungseinrichtungen

Aufgrund des Betriebs und der Stilllegung kerntechnischer Anlagen bzw. Einrichtungen sowie der Anwendung von Radioisotopen in Forschung, Gewerbe, Industrie und Medizin fallen in der Bundesrepublik Deutschland ständig radioaktive Abfälle an, die bis zur Inbetriebnahme eines Endlagers zwischengelagert werden müssen. Ziel der Abfallkonditionierung ist es daher, radioaktive Abfälle durch Behandlung und/oder Verpackung in eine endlagerfähige Form zu überführen, welche sich aus den Endlagerungsbedingungen ergibt. Im Hinblick auf ein begrenztes Zwischen- und Endlagervolumen wird bei der Konditionierung zudem eine Volumenreduzierung angestrebt. Je nach Zusammensetzung (organisch, metallisch, mineralisch) und Zustand (fest, flüssig) der Abfälle kommen unterschiedliche Konditionierungsverfahren zur Anwendung. Ob feste Abfälle vorzugsweise verbrannt, pyrolysiert, kompaktiert, geschmolzen oder zerkleinert und flüssige Abfälle vorrangig getrocknet, zementiert oder verglast werden, hängt zudem von den radiologischen Eigenschaften der Abfälle ab. Dabei kann die Aneinanderreihung unterschiedlicher Konditionierungsverfahren notwendig werden, bevor aus dem Rohabfall über ein bis mehrere Zwischenprodukte ein qualifiziertes endlagerfähiges Abfallgebilde entsteht.

Die Konditionierung radioaktiver Abfälle kann mit mobilen oder ortsfesten Einrichtungen erfolgen. Zu den häufig genutzten stationären Anlagen zur Abfallkonditionierung zählen Dekontaminations- und Zerlegeanlagen, Trocknungsanlagen, Verdampferanlagen, Hochdruckkompaktierungsanlagen, Schmelzanlagen und Zementierungsanlagen, die sich beispielsweise in Jülich, Karlsruhe, Krefeld und Rubenow befinden und die auch für die Verarbeitung von Abfällen externer Abfallverursacher nutzbar sind. Beispiele für stationäre und mobile Konditionierungseinrichtungen finden sich in Tabelle L-5 und Tabelle L-6.

D.3.2 Zwischenlager

Es gibt verschiedene Arten von radioaktiven Abfällen, die entsprechend ihren spezifischen Eigenschaften behandelt und entsorgt werden müssen. Radioaktive Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen sind bis zu ihrer Verbringung in ein Endlager in entsprechenden Einrichtungen zwischenzulagern. Bei Anlagen der Energieversorgungsunternehmen und der privaten kerntechnischen Industrie sind diese nach dem Verursacherprinzip durch den Betreiber zu errichten und zu betreiben. Die Verantwortung für die im Entsorgungsübergangsgesetz genannten Zwischenlager, die bisher bei den Kernkraftwerksbetreibern lag, ist auf die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) übergegangen (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.3, zum Entsorgungsübergangsgesetz in Kapitel E.2.2 sowie zur Produktkontrolle in Kapitel F.3.2).

Gegenwärtig stehen für die Abfälle neben Einrichtungen der Kernkraftwerksbetreiber und Forschungseinrichtungen das Abfall-Zwischenlager Unterweser (AZU 1 und AZU 2), das Abfall-Zwischenlager Biblis (AZB 1 und AZB 2), das Abfall-Zwischenlager Ahaus (AZA) (Lagerbereich I), das Abfall-Zwischenlager Gorleben (AZG), das Abfall-Zwischenlager Obrigheim (AZO), das Abfall-Zwischenlager Philippsburg (AZP), das Abfall-Zwischenlager Stade (AZS), das Abfall-Zwischenlager Würgassen (AZW), die EVU-Halle des Zwischenlagers Mitterteich, die Zwischenlager der Orano NCS GmbH in Hanau (ehemals DAHER NUCLEAR TECHNOLOGIES GmbH in Hanau), das Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow, das Zwischenlager Rossendorf (ZLR) sowie die Zwischenlagerkapazitäten der Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (KTE) zur Verfügung.

Für das AZG wurde im Jahr 1999 eine auf 20 Jahre befristete Genehmigung zur Aufbewahrung von 1.309 Fässern erteilt, die aufgrund der Schließung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) dort nicht mehr eingelagert werden konnten.

Die Genehmigungen für einige Zwischenlager enthalten Einschränkungen bei der Anlieferung. So dürfen z. B. nach Mitterteich nur Abfälle aus bayerischen kerntechnischen Anlagen, in das ZLN vorwiegend Abfälle aus den in Stilllegung befindlichen Kernkraftwerken in Greifswald und Rheinsberg, und zur KTE hauptsächlich Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung der Anlagen und Einrichtungen am Standort Karlsruhe zur Zwischenlagerung verbracht werden.

Im Zwischenlager Ahaus werden neben bestrahlten Brennelementen auch schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) zwischengelagert. Am 9. November 2009 hat die Bezirksregierung Münster eine auf 10 Jahre befristete Zwischenlagerung von Betriebs- und Stilllegungsabfällen im AZA des Zwischenlagers Ahaus (alte Bezeichnung: Lagerbereich I des Transportbehälterlagers für bestrahlte Brennelemente), genehmigt. Am 21. Juli 2010 wurden die ersten Abfallgebilde eingelagert. Ein Antrag zur Verlängerung der Lagerung der schwachradioaktiven Abfälle wurde im Laufe des Verfahrens an die vorgesehene Ablieferung an das Endlager Konrad angepasst. Im Juli 2020 wurde die Genehmigung durch die Bezirksregierung Münster neu erteilt und ist nun bis zum Jahr 2057 befristet. Die bislang genehmigte Art und Höchstmenge sowie das Aktivitätsinventar der schwachradioaktiven Abfälle sind unverändert.

Aufgrund des derzeit noch nicht zur Verfügung stehenden Endlagers wurden und werden die Zwischenlagerkapazitäten für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) an verschiedenen Standorten erhöht.

Die durch den Kraftwerksbetreiber EnBW Energie Baden-Württemberg AG errichteten Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim (AZN) und Philippsburg (AZP) sowie die durch den Kraftwerksbetreiber PreussenElektra errichteten Abfall-Zwischenlager Grafenrheinfeld (AZR) und Unterweser (AZU 2) sind nicht nur für die Zwischenlagerung von Abfällen aus dem jeweilig benachbarten Kernkraftwerk – Neckarwestheim, Philippsburg, Grafenrheinfeld oder Unterweser – sondern auch die zeitlich befristete Einlagerung von Abfallgebinden anderer Standorte der EnBW bzw. PreussenElektra genehmigt. Der Genehmigungszeitraum ist variabel und kann 6 Jahre (AZN und AZP) bzw. 10 Jahre andauern oder unbefristet (AZU 2) sein.

Eine umfassende Übersicht über die Zwischenlager für SMA findet sich in Tabelle L-7 bis Tabelle L-11.

Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente im Ausland sind gemäß Atomgesetz (AtG) [1A-3] zurückzunehmen (vgl. Kapitel B.1.3). Zwischen 1996 und 2011 wurden 108 Behälter hochradioaktiver Abfälle (*Colis Standard de Déchets – Vitriifiés*; CSD-V) mit jeweils 28 Glaskokillen aus Frankreich zurückgeliefert und im Brennelemente-Zwischenlager Gorleben (BZG, alte Bezeichnung: Transportbehälterlager Gorleben) eingelagert. Die 4. Änderungsgenehmigung des Zwischenlagers Gorleben aus dem Jahr 2010 erlaubt die Lagerung verglaster Abfälle in Behältern der neueren Bauart CASTOR® HAW 28M.

Auf Basis des aktuellen Konzepts (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.3) werden insgesamt 20 Behälter aus dem Vereinigten Königreich und vier Behälter aus Frankreich auf vier dezentrale Brennelemente-Zwischenlager verteilt. Im November 2020 fand der erste Rückführungstransport von sechs Behältern mit verglasten radioaktiven Abfällen aus dem Vereinigten Königreich zum Brennelemente-Zwischenlager Biblis statt. Künftige Rücklieferungen von hochradioaktiven Kokillen aus dem Vereinigten Königreich sollen nach Brokdorf in Schleswig-Holstein und Isar in Bayern in jeweils sieben Behältern erfolgen. In Philippsburg in Baden-Württemberg sollen die letzten vier rückzuführenden Behälter mit hochradioaktiven Kokillen aus Frankreich zwischengelagert werden.

Radioaktive Abfälle aus den Großforschungseinrichtungen werden in der Regel an ihrem Entstehungsort konditioniert und zwischengelagert. Abfälle aus Forschung, Industrie und Medizin können an elf Landessammelstellen abgegeben werden. Die Abfälle werden zum überwiegenden Teil als Rohabfälle angenommen. Ihre Konditionierung kann je nach vorhandenen technischen Einrichtungen vor Ort erfolgen oder wird durch externe Dienstleistungsfirmen wahrgenommen. Für Abfälle aus Forschung, Medizin und Industrie gibt es daneben private Konditionierungs- und Entsorgungsfirmen. Abfälle aus der kerntechnischen Industrie werden vor Ort endlagergerecht konditioniert und entweder im Abfall-Zwischenlager Gorleben (AZG), in der EVU-Halle Mitterteich oder im Zwischenlager der Orano NCS GmbH in Hanau zwischengelagert.

Neben der Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen wird für radioaktive Reststoffe auch der Weg der Abklinglagerung verfolgt, um zu einem späteren Zeitpunkt eine vereinfachte Verarbeitung und ggf. Freigabe der Stoffe zu ermöglichen und so den Bedarf an Endlagervolumen zu reduzieren (Abbildung D-7).

Abbildung D-7: Abklinglagerung von Großkomponenten (Dampferzeuger) im Zwischenlager Nord (Bildrechte: EWN)



D.3.3 Endlager

Die Endlagerung aller radioaktiven Abfälle ist in tiefen geologischen Formationen vorgesehen.

Endlager Konrad

Für die Endlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung ist das Endlager Konrad, das in einem ehemaligen Eisenerzbergwerk in Salzgitter im Land Niedersachsen errichtet wird, vorgesehen. Gemäß Planfeststellungsbeschluss vom 22. Mai 2002 wurde das Einlagerungsvolumen auf maximal 303.000 m³ Abfallgebindevolumen begrenzt.

Die wesentlichen Elemente des Endlagers sind die beiden übertägigen Schachtgelände Konrad 1 und Konrad 2 mit den jeweiligen Schächten und die untertägigen Grubenräume. Zu den Schächten gehören organisatorisch auch die Grubenräume in unmittelbarer Schachtnähe (Füllörter). Die beiden Schächte sind unter Tage durch ein umfangreiches Streckensystem miteinander verbunden. Die untertägigen Bereiche des Endlagers umfassen die Einlagerungstranstrecken, die Einlagerungsfelder mit den einzelnen Einlagerungskammern sowie weitere sogenannte Grubennebenräume der Infrastruktur.

Schacht Konrad 1 dient der Ein- und Ausfahrt der Bergleute, dem Materialtransport und dem Transport von Haufwerk nach über Tage. Schacht Konrad 2 dient zukünftig dem Transport der Abfallgebinde nach unter Tage.

Aufgabe der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) als Betreiberin ist es, das Endlager Konrad entsprechend dem Planfeststellungsbeschluss unter Berücksichtigung des gültigen Regelwerkes zu errichten, um die sichere Endlagerung der radioaktiven Abfälle sicherzustellen. Dazu werden das bestehende Bergwerk unter Tage ertüchtigt und ausgebaut, neue betriebliche Gebäude errichtet und die Schachtförderanlagen erneuert. Die Grubennebenräume, in denen sämtliche Arbeiten für den Einlagerungsbetrieb ablaufen, werden in einem zweischaligen Tunnelbausystem erstellt.

Grundlage des Planfeststellungsbeschlusses war der damalige Stand von Wissenschaft und Technik. Als verantwortungsvolle Betreiberin unternimmt die BGE vor der Inbetriebnahme eine Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo). Die Phase 1 der ÜsiKo „Ermittlung des Überprüfungsbedarfs“ wurde 2019 abgeschlossen. Im Gutachten konnten nach der ÜsiKo Phase 1 keine grundsätzlichen Bedenken bei den Sicherheitsanalysen für das Endlager Konrad festgestellt werden. Seitdem läuft die Phase 2. In dieser Phase werden vertiefte Betrachtungen zu den Sicherheitsanalysen angestellt und diese ggf. aktualisiert.

Die Errichtung des Endlagers Konrad ist mit besonderen Herausforderungen und Projektrisiken verbunden. Diese liegen in der Erstmaligkeit der Aufgabe und der Tatsache begründet, dass die Errichtung eines Endlagers nach aktuellen atomrechtlichen Maßstäben im Bestand erfolgt.

Die Errichtungstätigkeiten für das Endlager Konrad sind weit fortgeschritten. Die seit 2017 geplante Fertigstellung des Endlagers Konrad im Jahr 2027 ist allerdings nicht mehr realistisch zu erreichen. Drei Hauptgründe sind zu nennen: Die BGE hat für die Neugestaltung der vertraglichen Beziehungen, insbesondere zu dem Generalplaner für den Förderturm und die Schachtförderanlage Konrad 2, länger gebraucht, als bei Gründung der BGE erwartet. Die Aufgabe, aktualisierte Sicherheitsanforderungen gegen Erdbeben in die Ausführungsplanungen aller Bauwerke einzutragen, ist von der BGE unterschätzt worden und fordert im Weiteren von allen Beteiligten besondere Anstrengungen. Bei den notwendigen atomrechtlichen Zustimmungsverfahren hat sich außerdem gezeigt, dass die von der BGE in der Terminplanung angenommenen Verfahrensdauern in der Vollzugspraxis nicht umzusetzen sind.

Die durch die BGE ergriffenen Beschleunigungsmaßnahmen im Hinblick auf Planungs- und Bautätigkeiten konnten den erhöhten Zeitbedarf nicht kompensieren. Dies gilt vor allem für den terminführenden Pfad vertikaler Strang Konrad 2 (Schachtröhre Konrad 2, inkl. aller Füllörter sowie Schachtkeller, Förderturm und Schachtförderanlage).

Aktuell terminführend bei der Errichtung ist die Herrichtung des Einlagerungsschachtes Konrad 2. In einer Neubewertung der restlichen Bautätigkeit kommt die BGE zu der Einschätzung, dass das Endlager Konrad unter Annahme bestimmter Randbedingungen zum Ende des Jahres 2029 fertiggestellt werden kann.

Zur Kompensation des erhöhten Zeitbedarfs und weiterer möglicher Risiken wurden Maßnahmen implementiert, die fortgeführt und in ihrer Wirksamkeit erhöht werden. So wurde bereits 2020 der vollkontinuierliche Betrieb, inkl. Wochenenden und Feiertage, für die Arbeiten in und an den Schächten K1 und K2 eingeführt. Derzeit wird eine Ausweitung des vollkontinuierlichen Betriebs auf die Errichtung des Schachtkellers, für die Errichtung des Förderturms und für die Errichtung der Schachtförderanlage geprüft. Außerdem werden im Schacht K2 übereinander angeordnete Arbeiten parallel durchgeführt. Darüber hinaus sind weitere Maßnahmen, insbesondere im Bereich des Anforderungsmanagements und der Abstimmungsprozesse mit beteiligten Stakeholdern, vorgesehen.

Für die Planung und Erkundung des Endlagers wurden ca. 930 Mio. Euro (1977 bis 2007) eingesetzt. Diese Kosten sind in den nachfolgenden Errichtungskosten nicht enthalten. Zwischen 2007 und 2022 sind unter Berücksichtigung von sonstigen Auftragnehmern und den Kosten der Bundesbehörden für die Errichtungsmaßnahmen (bis einschließlich 2021) ca. 2,95 Mrd. Euro Ist-Kosten entstanden.

Auf dem **Schachtgelände Konrad 1** wurden im Berichtszeitraum das Verwaltungs- und Sozialgebäude sowie das Fördermaschinengebäude Nord errichtet. Die Fertigung der Fördermaschine für die Schachtförderanlage K1 wurde vom Auftragnehmer abgeschlossen und die Maschine anschließend im Fördermaschinengebäude Nord eingebaut. Die Errichtung der temporären Werkstatt wurde abgeschlossen. Anschließend wurde die alte Werkstatt abgerissen und auf der gleichen Fläche mit

der Errichtung der neuen Werkstatt begonnen. Die Heizzentrale wurde errichtet und in Betrieb genommen. In der Schachthalle wurde eine Druckluftanlage und ein neuer Schachthallenkran eingebaut.

In der Schachtröhre Konrad 1 wurden sämtliche Holzeinbauten der alten Schachtförderanlage ausgebaut und damit eine wesentliche Brandlast beseitigt. Die Schachtstühle auf der 3., 4. und 5. Sohle wurden ausgebaut und durch die neuen Schachtstühle ersetzt.

Auf dem **Schachtgelände Konrad 2** wurde die Errichtung der beiden Gebäude des Betriebshofes (die „Werkstatt mit Lokschuppen und Friktionswindenhalle“ sowie das „Gebäude für Ersatzfördermittel, Gabelstapler und Garage“) abgeschlossen. Die Grubenwasserübergabestation wurde errichtet.

Im Schacht Konrad 2 wurden der Einbau der Bühne auf -16 m und der Aufbau der kleinen Seilfahrtanlage abgeschlossen, wodurch die komplette Fördertechnik, die sich bisher in einem Windenhaus und im ersten temporären Fördergerüst befand, im Schacht eingebaut wurde. Nach der Inbetriebnahme der kleinen Seilfahrtsanlage wurde das erste temporäre Fördergerüst vollständig rückgebaut.

Im Schacht im Füllort zweite Sohle wurde die Einrichtung nach dreieinhalb Jahren Bauzeit abgeschlossen und die Außenschale des zweiteiligen Tunnelbausystems errichtet. Die Querschnittsfläche beträgt ca. 130 m². Die Einrichtung im Füllort wurde seit August 2020 im vollkontinuierlichen Betrieb durchgeführt. Direkt unterhalb des Füllorts zweite Sohle wurde mit dem Einbau der Innenschale des unteren Schachtkragens begonnen.

Unter Tage wurde im Berichtszeitraum die Einrichtung des Werkstattkomplexes, des Brückenfeldes und der Einlagerungstransportstrecke abgeschlossen.

In folgenden Räumen auf der zweiten Sohle wurden das zweischalige Tunnelbausystem, bestehend aus Außen- und Innenschale eingebaut: Vorzerkleinerung, Waschplatz + flüssige Abfälle, Wartungsplatz + feste Abfälle, Schmiermittellager, Ersatzteillager, Einlagerungstransportstrecke Nord. Zusätzlich auf der dritten Sohle in folgenden Räumen: Nachzerkleinerung, Misch- und Dosiereinrichtung, Zufahrt Schleuderversatzfahrzeug, Seigerbunker, Waschplatz, Wendestelle.

Für das Einlagerungsfeld 5/1 wurden im Bereich der Abwettersammelstrecke Wetterbohrungen durchgeführt und ca. 40 m lange Stahlrohre eingebaut.

Im Rahmen des Untersuchungsprogrammes zur späteren Auffahrung des Einlagerungsfeldes 5/2 wurde mit den Erkundungsbohrungen begonnen.

Abbildung D-8: Schachtgelände Konrad 1



Abbildung D-9: Schachtgelände Konrad 2



Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

Das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) besteht aus zwei Schächten, dem Schacht Marie und dem Schacht Bartensleben. Der endgelagerte radioaktive Abfall befindet sich rund 480 Meter unterhalb der Tagesoberfläche im Umfeld der 4. Ebene (Sohle) der Schachanlage Bartensleben. Die Abfälle befinden sich in fünf separaten Einlagerungsbereichen. Das Endlager soll stillgelegt werden.

Für die Öffentlichkeitsbeteiligung im Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERAM reichte das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) 2005 Unterlagen bei der zuständigen atomrechtlichen Genehmigungsbehörde des Landes Sachsen-Anhalt ein. Nach Überarbeitung der Unterlagen fand 2009 die öffentliche Auslegung der Unterlagen statt. Einwendungen wurden im Erörterungstermin vom 13. bis zum 25. Oktober 2011 diskutiert. Die Entscheidung zur Berücksichtigung der Einwendungen trifft die Genehmigungsbehörde im Rahmen des laufenden Planfeststellungsverfahrens.

Die im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) von der Entsorgungskommission (ESK) erarbeitete Stellungnahme [4-11a] zur Frage, ob der für das ERAM geführte Langzeitsicherheitsnachweis methodisch dem Stand von Wissenschaft und Technik entspricht, wurde im Januar 2013 vorgelegt. Darin wird dargelegt, dass die eingereichten Verfahrensunterlagen zum Nachweis der Langzeitsicherheit im Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERAM nach Stand von Wissenschaft und Technik nicht ausreichen, der Nachweis aber machbar sei. Zur entsprechenden Vervollständigung des vorliegenden Nachweises wurden sechs Empfehlungen gegeben. Die Umsetzung dieser Empfehlungen zieht ergänzende Nachweise und die Überarbeitung der Antragsunterlagen nach sich. Am 25. April 2017 wurden die Betreiberaufgaben vom BfS auf die BGE übertragen.

Die BGE betreibt das ERAM und ist Antragstellerin im laufenden Planfeststellungsverfahren der Stilllegung. Sie entwickelt ein Stilllegungskonzept und erstellt für das atomrechtliche Planfeststellungsverfahren die benötigten Antragsunterlagen. Die Unterlagen werden sukzessive bis 2026 bei der Genehmigungsbehörde eingereicht. In den vergangenen Jahren wurden wesentliche Anforderungen an die Genehmigungsunterlagen mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt. Die finale Unterlage „Regulatorischer Rahmen“ wurde Ende 2022 bei der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde des Landes Sachsen-Anhalt eingereicht. Die Unterlagen zur „Allgemeinen Standortbeschreibung“ und zur „Beschreibung des Grubengebäudes“ wurden jeweils als Vorprüfversion eingereicht.

Die radioaktiven Abfälle müssen langzeitsicher von der Biosphäre getrennt werden. Dafür sollen im Zuge der späteren Stilllegung wichtige, technische Maßnahmen umgesetzt werden. Vorhandene

Grubenräume werden verfüllt, Zugangsstrecken zu den Einlagerungskammern, die Schächte Bartensleben und Marie sowie sicherheitsrelevante Bohrungen und das südliche Wetterrolloch müssen abgedichtet werden.

Dazu werden Abdichtbauwerke errichtet. Sie verschließen unter anderem die Zugangsstrecken zu den Einlagerungskammern möglichst dicht und dauerhaft.

Mit Demonstrationsbauwerken werden die speziellen Eigenschaften von Streckenabdichtungen ermittelt und Daten für die Langzeitsicherheitsanalyse erhoben. Die technische Umsetzbarkeit der Abdichtbauwerke wird nachgewiesen. Im ERAM wurde bereits ein Demonstrationsbauwerk gebaut. Seit 2011 läuft auf der 2. Sohle der Schachanlage Bartensleben ein Großversuch zu einem Abdichtbauwerk im Steinsalz. Der Versuch soll die Machbarkeit der qualitätsgesicherten Herstellung und Funktionsweise des Bauwerks zeigen. Als Baustoff für das Bauwerk wurde Salzbeton verwendet. Die Auswertung des laufenden Versuchs zeigt, dass die vorgesehene geringe Durchlässigkeit des Bauwerks erreicht wird. Beim Abbinden des Salzbetons hat sich jedoch an der Front der Abdichtung ein feiner horizontaler Riss gebildet. Diese Rissbildung war so nicht erwartet worden. Aus diesem Grund ist eine Wiederholung des Großversuchs vorgesehen. Dabei wird der Baustoff Salzbeton für Abdichtbauwerke in den Konzeptionen nicht weiterverfolgt.

Für die Streckenabdichtungen gibt es verschiedene Realisierungskonzepte. Es werden unterschiedliche Baustoffe in die vorkommenden Gesteinsformationen eingebaut und damit kombiniert.

Für den Bau des Demonstrationsbauwerkes Hauptanhydrit im ERAM wurden Planungen und vorbereitende Arbeiten durchgeführt. Dazu zählen z. B. die Anschaffung von Anlagen und Maschinen sowie die Auffahrung des Standortes. Zwei Verfüllbohrungen wurden bereits von der 2. Sohle in den Standort auf der 3. Sohle gestoßen.

Ein Demonstrationsbauwerk wird als Forschungs- und Entwicklungsvorhaben durchgeführt. Die Beauftragung dieses Vorhabens erfolgte im Februar 2023. Das Bauwerk wird im Steinsalzbergwerk der K+S in Bernburg errichtet. Das Vergabeverfahren für ein weiteres Demonstrationsbauwerk wurde Ende März 2023 abgeschlossen. Das Demonstrationsbauwerk wird im Kaliwerk Glückauf Sondershausen errichtet.

Die heutige Zeitplanung sieht die Feststellung des Planes zur Stilllegung in 2028 und den Abschluss aller Stilllegungsmaßnahmen Mitte der 2040er Jahre vor. Aus diesem Grunde werden bauliche Maßnahmen durchgeführt, um die Substanz von Gebäuden und Schächten für den entsprechenden Zeitraum zu erhalten und auf die Stilllegung vorzubereiten. Dafür sind Neubauten erforderlich, wie z. B. der Neubau des Wachgebäudes und der eines Verwaltungsgebäudes.

Die Schachtförderanlage Marie muss ebenfalls erneuert werden. Ersatzteile können nicht mehr oder nur mit langen Lieferzeiten beschafft werden. Die Funktionsfähigkeit ist für die Dauer der Betriebs- und Stilllegungsphase nicht gewährleistet. Da hierfür in die unter Denkmalschutz stehende Bausubstanz eingegriffen werden muss, sind die Kriterien der Denkmalschutzbehörde zu erfüllen.

Abbildung D-10: Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) (Bildrechte: BGE)

Oben: Luftbild;

Links: Standort des Demonstrationsbauwerks für eine Streckenabdichtung im Anhydrit auf der 3. Sohle Schacht Bartensleben;

Rechts: Einlagerungskammer mit gestapelten Fässern schwachradioaktiver Abfälle



D.3.4 Schachtanlage Asse II

Die Schachtanlage Asse II befindet sich im Landkreis Wolfenbüttel in Niedersachsen. Im Zeitraum von April 1967 bis Ende 1978 wurden etwa 47.000 m³ schwachradioaktive Abfälle (LAW) und mittelradioaktive Abfälle (MAW) in insgesamt 13 Einlagerungskammern auf der 511-m, 725-m und 750-m-Sohle eingelagert.

Die Schachtanlage Asse II unterliegt seit dem 1. Januar 2009 den Regelungen des Atomrechts und ging zu diesem Zeitpunkt in die Verantwortung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) über. Am 25. April 2017 wurde die Wahrnehmung des Betriebs der Schachtanlage Asse II der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) übertragen.

In § 57b Atomgesetz (AtG) [1A-3] ist festgelegt, dass die Schachtanlage Asse II unverzüglich stillzulegen ist. Vor der Stilllegung sollen die eingelagerten radioaktiven Abfälle rückgeholt werden. Nach derzeitigem Planungsstand kann die Rückholung frühestens im Jahr 2033 beginnen. Für das komplexe und anspruchsvolle Vorhaben „Rückholung“ existieren keinerlei Erfahrungswerte, es ist bisher weltweit einmalig.

Seit 1988 tritt Salzwasser von außen in die Südflanke des Bergwerks ein. Zurzeit werden ca. acht bis neun m³ dieser Lösung täglich gefasst. Eine Prognose zur weiteren Entwicklung der Zutrittsraten ist nicht möglich.

Für den Fall eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutrittes wurde eine Notfallplanung erstellt, in der Vorsorge- und Notfallmaßnahmen (z. B. Erweiterung der Kapazität des Lösungsmanagements, Bau von Strömungsbarrieren, Einbringen von Stützversatz oder vorbereitende Planungen für die Räumung, Restverfüllung, Schachtverschlüsse und kontrollierte Gegenflutung) beschrieben werden (vgl. die Ausführungen zu „Anlagenbezogene Umsetzung“ in Kapitel F.5.1). Vor Beginn der Rückholung muss die Notfallbereitschaft hergestellt sein; insbesondere müssen vorsorgende Stabilisierungs- und Verfüllmaßnahmen umgesetzt sein.

Aufgrund der begrenzten Kenntnisse über den aktuellen Zustand der Abfälle und der Einlagerungskammern ist die Realisierung der Rückholung mit Unsicherheiten behaftet. Die Unsicherheiten sollen durch kammer-spezifische Erkundungen beseitigt werden. Hierzu wurde im Mai 2023 das Erkundungsprogramm der Einlagerungskammer 12/750 mit dem Beginn der Bohrung B 12/750-B gestartet.

Für die Rückholung der radioaktiven Abfälle von der 511-m-, der 725-m- und der 750-m-Sohle werden die entsprechenden Rückholverfahren geplant die Bergetechnik entwickelt und erprobt. Entsprechende Aufträge wurden für alle Ebenen (511-m-, 725-m- und 750-m-Sohle) vergeben.

Ziel der Planungen für die Rückholverfahren ist u. a. die Dimensionierung der erforderlichen Anlagen, Systeme und Komponenten sowie die Planung der bergbaulichen Maßnahmen (etwa Infrastrukturräume, Auffahrungen, Sicherungsmaßnahmen). Als Bergetechnik sind die Komponenten der innerhalb der Einlagerungsbereiche benötigten Werkzeuge, Werkzeugträgersysteme, Transportsysteme, Messtechnik/Sensorik und weiterer Hilfssysteme zu entwickeln, zu fertigen und zu erproben. Hierzu zählen u. a. Werkzeuge zum unmittelbaren Freilegen, Lösen und Laden von Salzgrus oder Gebinden bzw. Gebindeteilen.

Zur Bergung der Abfälle ist zwingend ein neuer Schacht notwendig. Außerdem müssen untertägige Infrastrukturräume außerhalb des derzeitigen Grubengebäudes (sonderbewettete Bergestrecken, Schleusen, Pufferlager etc.) aufgefahren werden. Die Planungen für das Abteufen und den Ausbau des Bergungsschachts Asse 5 sowie für die Tagesanlagen (Schachthalle, die Umladehalle und Nebengebäude) des neuen Schachts laufen.

Um das Rückholbergwerk bauen zu können, benötigt die BGE Informationen über die geologische Struktur des tiefen Untergrundes im Bereich der Schachanlage Asse II. Bei der Aktualisierung des dreidimensionalen Strukturmodells werden die Erkenntnisse aus den übertägigen 3D-Erkundungen des Untergrundes berücksichtigt, die bis Februar 2020 stattgefunden hatten. Auf einer Fläche von ca. 37,5 km² waren ca. 45.000 reflexionsseismische Messungen durchgeführt worden, aus denen über 500 Terrabyte Messdaten gewonnen wurden. Übertägige Erkundungsbohrungen wurden im Deckgebirge der Asse westlich und östlich des Werksgeländes gebohrt. Mit den Ergebnissen der im Oktober 2023 begonnenen, übertägigen Erkundungsbohrung Remlingen 18 soll der zukünftige Standort des neuen Rückholschachtes östlich der Schachanlage Asse II konkretisiert werden.

Zur Rückholung verfolgt die BGE vier Genehmigungskomplexe. Zum Antragskomplex I zählen das Teufen des Schachtes Asse 5 einschließlich der Errichtung der Schachtröhre und die Ableitung der Grubenwetter über ein neu zu errichtendes Abwetterbauwerk; für diesen Komplex läuft die Genehmigungsphase. Die Errichtung der Infrastruktur über und unter Tage ist Gegenstand des Antragskomplexes II. Damit die rückgeholt Abfälle sicher charakterisiert, verpackt und gelagert werden können, soll über Tage standortnah ein Gebäudekomplex, bestehend aus Abfallbehandlungsanlage und Zwischenlager, errichtet werden (Antragskomplexe III). Die Rückholung im engeren Sinne (wie

das Öffnen der Einlagerungskammern und die Bergung) soll im Antragskomplex IV genehmigt werden. Die BGE schreibt ihren Rückholplan, den sie im Jahr 2020 veröffentlicht hat und in dem alle zu treffenden Maßnahmen zusammenhängend beschrieben sind, fort.

Abbildung D-11: Schachtanlage Asse II

Oben links: Verstürzte Abfallgebilde in einer Einlagerungskammer (heute nicht mehr zugänglich) (Bildrechte: BfS),

Oben rechts: Blick in die Einlagerungskammer 7/750,

Unten links: Hauptfassungsstelle für die kontaminationsfreie Lösung auf der 658-m-Sohle,

Unten rechts: Bohrort Erkundungsbohrung (Bildrechte: BGE)



D.4 Inventar an radioaktiven Abfällen

In der Bundesrepublik Deutschland fielen und fallen radioaktive Abfälle an

- beim Betrieb und der Stilllegung von Kernkraftwerken, Versuchs- und Demonstrationsreaktoren sowie von Forschungs- und Unterrichtsreaktoren und weiteren kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen der nuklearen Entsorgung,
- bei der Urananreicherung sowie bei der Herstellung von Brennelementen (kerntechnische Industrie),
- bei der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung,

- bei der Radioisotopenanwendung in sonstigen Forschungseinrichtungen, Universitäten, Gewerbe- und Industriebetrieben, Krankenhäusern oder Arztpraxen,
- bei sonstigen Abfallverursachern wie im militärischen Bereich,
- (zukünftig) bei der Konditionierung bestrahlter Brennelemente, die der direkten Endlagerung zugeführt werden,
- bei der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren im Inn- und Ausland.

Im Folgenden wird eine Übersicht über den Bestand an unbehandelten radioaktiven Reststoffen, an Zwischenprodukten und an konditionierten Abfällen zum Stichtag 31. Dezember 2023 gegeben sowie eine Prognose für das bis zum Jahr 2080 zu erwartende Abfallaufkommen erstellt. Weiterhin wird eine Übersicht über die im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) endgelagerten und in die Schachtanlage Asse II eingebrachten radioaktiven Abfälle gegeben.

D.4.1 Bestand radioaktiver Abfälle und Prognose

Der Bestand an radioaktiven Abfällen wird sowohl für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) als auch für hochradioaktive Abfälle (HAA) ermittelt. In den nachfolgenden Tabellen, Tabelle D-6 bis Tabelle D-8, wurden für die Darstellung der Gesamtsummen die Massenangaben einzelner Einträge in der Regel auf ganze Tonnen gerundet. Dies führt in manchen Tabellen zu geringfügigen Abweichungen bei Quersummenbildungen.

Schwach- und mittelradioaktive Abfälle

Radioaktive Abfälle werden nach dem Stand ihrer Bearbeitung wie folgt untergliedert:

RA Rohabfall:

Unverarbeitete, teilweise vorsortierte, radioaktive Abfälle in ihrer Entstehungsform.

VA Vorbehandelter Abfall:

Vorbehandelte radioaktive Rohabfälle, für die weitere Behandlungsschritte vorgesehen sind.

P1 Abfallprodukte in Innenbehältern:

In Innenbehältern verpackte Abfallprodukte, die in standardisierte, zur Endlagerung vorgesehene Behältergrundtypen (Endlagerbehälter) eingebracht werden sollen. Die Abfallprodukte werden in der Regel nach qualifizierten Verfahren hergestellt, sind jedoch noch nicht abschließend für das Endlager Konrad produktkontrolliert. Ihre Verarbeitung ist abgeschlossen und unterliegt bis auf eine ggf. erforderliche Nachtrocknung voraussichtlich keiner physikalischen oder chemischen Veränderung durch Behandlungsschritte mehr.

P2 Produktkontrollierte Abfallprodukte:

In Innenbehältern verpackte Abfallprodukte, die für das Einbringen in standardisierte Endlagerbehälter vorgesehen sind und die ein qualifiziertes, durch die Produktkontrolle begleitetes und testiertes Konditionierungsverfahren für das Endlager Konrad durchlaufen haben. Die Dokumentation ist erstellt, eingereicht, von einem Gutachter und der BGE geprüft und positiv bewertet.

Hinweis: Die Einstufung in Kategorie P2 ist auch dann vorzunehmen, wenn die radiologische Produktkontrolle bereits abgeschlossen, die stoffliche Produktkontrolle jedoch noch nicht durchgeführt bzw. abgeschlossen wurde.

G1 Abfallgebinde bzw. in Endlagerbehälter verpackte Abfallprodukte:

In standardisierten Endlagerbehältern verpackte Abfallprodukte mit oder ohne Innenbehälter. Die Abfallprodukte werden in der Regel nach qualifizierten Verfahren hergestellt, sind jedoch noch nicht abschließend für das Endlager Konrad produktkontrolliert.

G2 Produktkontrollierte Abfallgebinde:

Abfallgebinde, die entsprechend den Erfordernissen der Endlagerungsbedingungen für das Endlager Konrad produktkontrolliert und dokumentiert sind und deren Endlagerfähigkeit durch die BGE bestätigt wurde, wobei auch die stoffliche Produktkontrolle abgeschlossen sein muss.

Insgesamt lagerten bei allen Abfallverursachern gemäß Tabelle D-6 25.460 Mg an Roh- und vorbehandelten Abfällen. Von den 134.290 m³ zwischengelagerten Abfällen in Behältern (Bruttovolumen) entfallen 23.185 m³ auf Abfälle in Innenbehältern, die noch in Endlagerbehälter verpackt werden müssen, und 111.105 m³ auf Abfälle in Endlagerbehältern. Lediglich für einen geringen Teil an SMA, die aufgrund ihres Nuklidinventars und/oder ihrer chemischen Zusammensetzung oder dem Zeitpunkt ihres Anfalls nicht für eine Einlagerung in das Endlager Konrad geeignet sind, wird geprüft, ob sie in dem SMA-Endlager nach Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] eingelagert werden.

Tabelle D-6: Übersicht über die Massen und Volumina zwischengelagerter SMA zum 31. Dezember 2023 und deren vorgesehene Bestimmungsorte

Abfallkategorie	Einheit	Endlager Konrad ^{*)}	Anderes Endlager ^{*)}
RA – Rohabfälle	[Mg]	11.208	4
VA – vorbehandelte Abfälle	[Mg]	12.297	1.951
P1 – Abfälle in Innenbehältern	[m ³]	14.223	144
P2 – Produktkontrollierte Abfallprodukte	[m ³]	8.818	0
G1 – Abfälle in Endlagerbehältern	[m ³]	108.169	0
G2 – Produktkontrollierte Abfallgebinde	[m ³]	2.936	0
Summe	[Mg]	23.504	1.956
	[m³]	134.146	144

^{*)} Abweichungen zu anderen Publikationen ergeben sich aufgrund der Datenverarbeitung mit Fokus auf den Lagerstandort anstatt auf die Abfalleigentümer.

In Tabelle D-7 wird der Bestand an SMA, bezogen auf die einzelnen Abfallverursachergruppen, aufgezeigt.

Tabelle D-7: Übersicht über den Bestand an SMA entsprechend ihrem Bearbeitungszustand zum 31. Dezember 2023

Abfallverursachergruppen	RA	VA	P1	P2	G1	G2
	Masse [Mg]	Masse [Mg]	Volumen [m³]	Volumen [m³]	Volumen [m³]	Volumen [m³]
Leistungsreaktoren (Abfälle gehen an BGZ über)	5.229	2.135	4.698	2.539	44.650	15
Nuklearanlagen der Öffentlichen Hand mit AtG-Genehmigung	4.955	11.516	7.006	5.984	54.738	0
Forschung/Medizin/Sonstige (werden an Landessammelstellen abgeführt)	578	495	2.407	116	913	0
Kerntechnische Industrie mit AtG-Genehmigung (inkl. THTR)	451	102	257	179	7.868	2.921
Summe	11.212	14.248	14.367	8.818	108.169	2.936

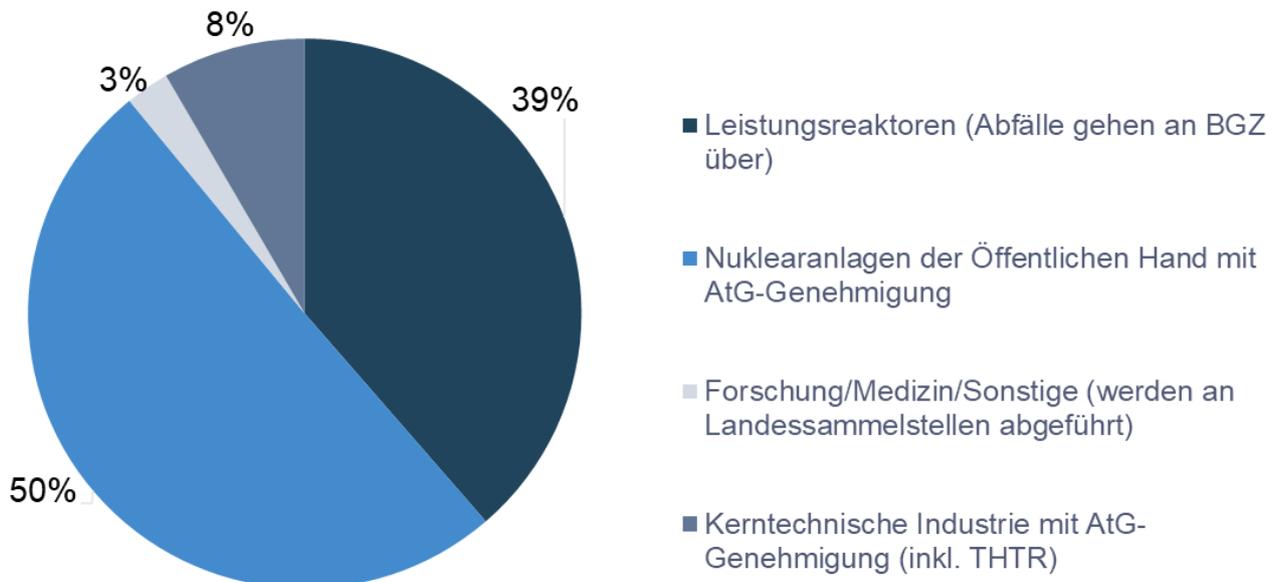
Tabelle D-8 gibt einen Überblick über die Verteilung des Bestandes der konditionierten SMA auf die verschiedenen Zwischenlager.

Tabelle D-8: Zwischenlagerung von SMA der Kategorie P1 bis G2 zum 31. Dezember 2023 an den jeweiligen Standorten

Zwischenlager	Abfallvolumen [m³]
Nuklearstandorte der Öffentlichen Hand inkl. Kunden	69.775
Standorte der Kerntechnischen Industrie	3.079
Standorte an Kernkraftwerken	10.724
Landessammelstellen	1.171
Abfall-Zwischenlager Unterweser 1 und 2	2.890
EVU-Zwischenlager Mitterteich (GRB)	10.837
Abfall-Zwischenlager Gorleben	7.026
Orano NCS GmbH (ehemals DAHER NUCLEAR TECHNOLOGIES)	7.374
GNS und sonstige Zwischenlager	2.947
Abfall-Zwischenlager Ahaus	3.290
Abfall-Zwischenlager Stade	4.604
Abfall-Zwischenlager Biblis	3.141
Abfall-Zwischenlager Grafenrheinfeld	753
Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim	731
Abfall-Zwischenlager Obrigheim	1.812
Abfall-Zwischenlager Philippsburg	1.187
Abfall-Zwischenlager Würgassen	2.949
Summe	134.290

Abbildung D-12 zeigt die Aufteilung des bis Ende 2023 kumulierten SMA-Bestandes auf die verschiedenen Abfallverursachergruppen.

Abbildung D-12: Aufteilung des SMA-Bestandes der Kategorie P1 bis G2 nach Abfallverursachergruppen zum 31. Dezember 2023



Hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung

Am 31. Dezember 2023 lagerten neben den bestrahlten Brennelementen in der Bundesrepublik Deutschland 507 m³ hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung. Die konditionierten Wiederaufarbeitungsabfälle sind in 108 Behältern am Standort Gorleben (ein Behälter der Bauart TS 28 V, 74 Behälter der Bauart CASTOR[®] HAW 20/28 CG, 21 Behälter der Bauart CASTOR[®] HAW 28M, 12 Behälter der Bauart TN85) mit 3.024 Kokillen mit verglastem Spaltproduktkonzentrat aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente in Frankreich und am Standort Biblis in sechs Behältern der Bauart CASTOR[®] HAW 28M mit 168 Kokillen mit verglastem Spaltproduktkonzentrat aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente im Vereinigten Königreich enthalten; in Summe in 114 Behältern mit 3.192 Kokillen. In den Jahren 2009 und 2010 wurde das flüssige Spaltproduktkonzentrat aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) in der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) verglast. Die dabei produzierten 140 HAW-Glaskokillen werden seit Februar 2011 in fünf Transport- und Lagerbehältern der Bauart CASTOR[®] HAW 20/28 CG im Zwischenlager Nord aufbewahrt.

Abweichungen des Bestands der hochradioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung zum vorherigen Bericht ergeben sich aus einer geänderten Zuordnung bei der Bestandsabfrage SMA für das Endlager nach Standortauswahlgesetz.

Rückführung von Wiederaufarbeitungsabfällen aus dem europäischen Ausland

Mit den bis 2011 in das Brennelemente-Zwischenlager Gorleben rückgeführten 108 Behältern wurde bereits der größte Teil der hochradioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung aus dem europäischen Ausland nach Deutschland zurücktransportiert. Aufgrund der Novellierung des Atomgesetzes (AtG) [1A-3] ist im Jahr 2015 ein Gesamtkonzept zur Rückführung von verglasten radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung mit breitem politischem Konsens verabschiedet worden. Dieses sieht eine bundesweit ausgewogene Verteilung der Behälter vor und orientiert sich auch regional am Verursacherprinzip. Somit werden die verglasten radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung

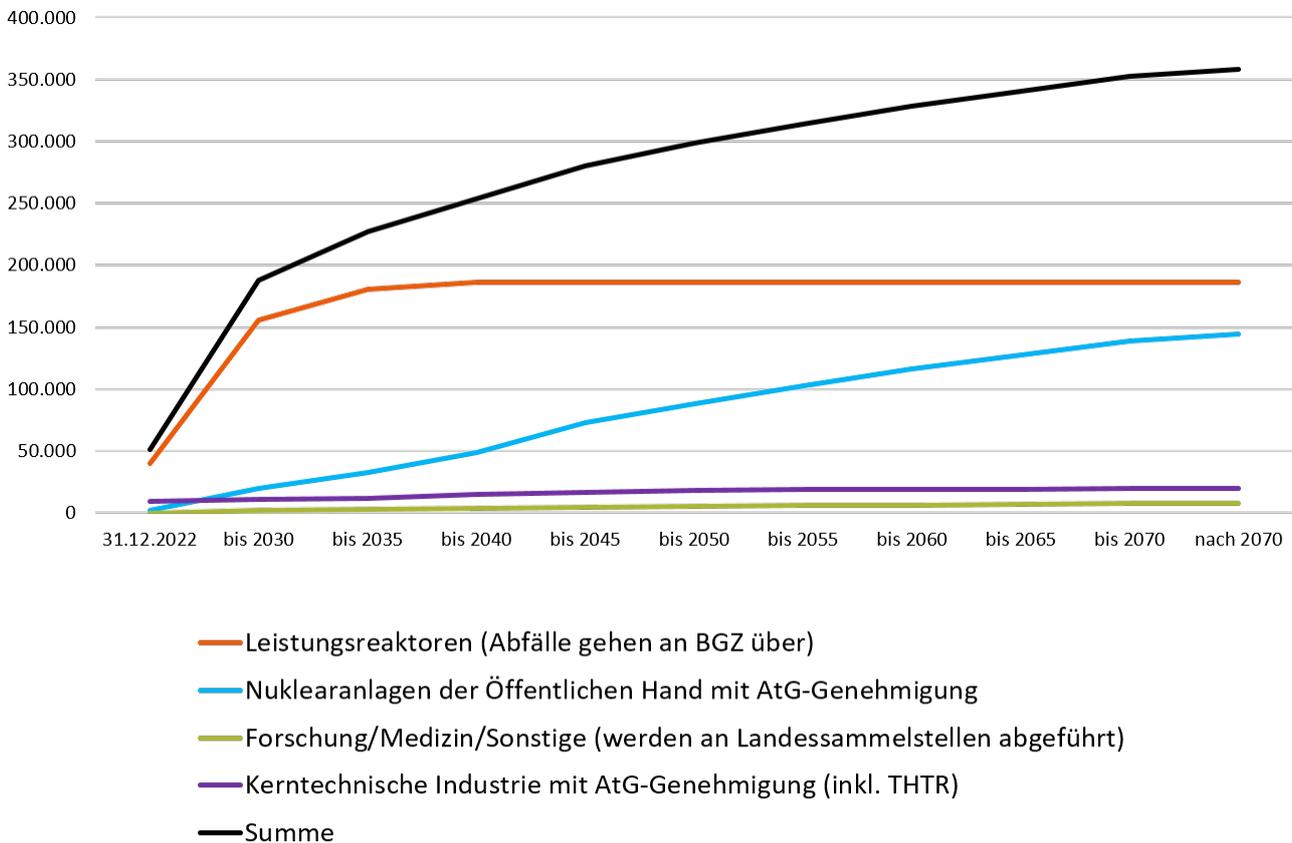
tung nach Abschluss der Rückführung in den fünf Bundesländern (Niedersachsen, Hessen, Schleswig-Holstein, Bayern und Baden-Württemberg) zwischengelagert, aus deren Kernkraftwerken anteilig die größte Menge an Kernbrennstoff zur Wiederaufarbeitung ins Ausland geliefert worden ist. Infolgedessen wurden die vier dezentralen Brennelemente-Zwischenlager an den Standorten Biblis in Hessen, Brokdorf in Schleswig-Holstein, Isar in Bayern und Philippsburg in Baden-Württemberg für die Rückführung festgelegt. Für diese vier dezentralen Brennelemente-Zwischenlager haben die damaligen Betreiber Anträge zur Aufbewahrung der Behälter gestellt. Nach Erteilung der Aufbewahrungsgenehmigung im Dezember 2019 und der Transportgenehmigung im Februar 2020 wurden im November 2020 sechs Behälter mit verglasten radioaktiven Abfällen aus dem Vereinigten Königreich zum Brennelemente-Zwischenlager Biblis transportiert. Damit ist die Rückführung nach Hessen abgeschlossen. Für den Standort Isar wurde die Aufbewahrungsgenehmigung am 12. April 2023 erteilt, die Transportgenehmigung steht noch aus. Die Änderungsgenehmigung für die Zwischenlagerung liegt mit Stand vom 27. März 2024 für das BZF am Standort Brokdorf bereits vor und ist für den Standort Philippsburg noch ausstehend. Die Transporte wurden noch nicht beantragt.

Zurzeit lagert noch die Abfallmenge für 18 rückzuführende Behälter mit verglasten Abfällen bei der Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague und Sellafield. Aus dem Vereinigten Königreich sollen in den nächsten Jahren 14 Behälter zurückgeführt und jeweils sieben Behälter in Isar und Brokdorf zwischengelagert werden. Nach Verabschiedung der neuen Lösung (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.3) für die Rücknahme radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich im Juni 2021 sollen vier Behälter mit verglasten hochradioaktiven Abfällen im Brennelemente-Zwischenlager Philippsburg aufbewahrt werden; der Rückführungstransport ist für 2024 geplant.

Prognosen

Für Endlagerplanungsarbeiten ist es erforderlich, Prognosen über das zukünftige Abfallaufkommen zu erstellen bzw. diese bei geänderten Randbedingungen zu aktualisieren. Angaben zu den zu erwartenden Abfallvolumina wurden von den Abfallverursachern übermittelt. Diese Angaben umfassen jeweils auch die prognostizierten Abfallvolumina, die bei der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen entstehen werden. Es handelt sich dabei um Planungswerte, die mit Unsicherheiten behaftet sind und zukünftig überprüft und angepasst werden müssen. Der zeitliche Verlauf des von den Abfallverursachern erwarteten zukünftigen Abfallanfalls ist in Abbildung D-13 modellmäßig wiedergegeben.

Abbildung D-13: Zeitlicher Verlauf des kumulierten Anfalls der SMA als Abfallgebundevolumen bis zum Jahr 2080



D.4.2 Inventar Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

Im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) sind in der Zeit von 1971 bis 1991 und von 1994 bis 1998 ca. 37.000 m³ schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) mit vergleichsweise niedrigen Konzentrationen an Alpha-Strahlern eingelagert worden.

Sie stammen aus dem Betrieb von Kernkraftwerken, der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen, der kerntechnischen Industrie, Forschungseinrichtungen, Landessammelstellen bzw. direkt von Kleinverursachern und dem Umgang sonstiger Anwender.

Die radioaktiven Abfälle sind in standardisierten Behältern verpackt (z. B. 200-l- bis 570-l-Fässern und zylindrischen Betonbehältern), z. T. als lose Abfälle verstürzt und in flüssiger Form vor Ort verfestigt endgelagert. Die umschlossenen Strahlenquellen wurden nicht weiter behandelt und in kleine Behältnisse verpackt.

Darüber hinaus werden betriebliche radioaktive Abfälle endgelagert, die beim Offenhaltungsbetrieb des ERAM anfallen und deren Aktivität bereits durch die Erfassung der Gesamtaktivität der angelieferten radioaktiven Abfälle berücksichtigt ist. Insgesamt sind bis zum 31. Dezember 2023, einschließlich der radioaktiven Betriebsabfälle, die während der Offenhaltung angefallen sind, 37.258 m³ feste und verfestigte Abfälle sowie 6.621 umschlossene Strahlenquellen endgelagert worden. Neben den endgelagerten radioaktiven Abfällen werden umschlossene Kobalt-Strahlenquellen, einige Cäsium-Strahlenquellen und geringe Mengen Europiumabfälle in sieben Spezialcontainern (Stahlzylinder) mit einem Volumen von je 4 Litern in zwei Sohlenbohrlöchern sowie eine sogenannte

verlorene Betonabschirmung mit eingestelltem 280-l-Fass mit Radium-226-Abfällen in einem verschlossenen Sohlenloch zwischengelagert. Die Aktivität der zwischengelagerten Abfälle betrug zum 31. Dezember 2019 insgesamt ca. $1,2 \cdot 10^{14}$ Bq. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung ist beantragt worden, diese zwischengelagerten Abfälle vor Ort endzulagern.

Die Abfalldaten der eingelagerten radioaktiven Abfälle sind dokumentiert und archiviert. Die Summenaktivität aller endgelagerten radioaktiven Abfälle beträgt ca. $7,45 \cdot 10^{13}$ Bq, die Aktivität der Alpha-Strahler ca. $4,7 \cdot 10^{11}$ Bq (Stand 31. Dezember 2023). Tabelle D-9 gibt einen Überblick über die Aktivität der relevanten Radionuklide in den im ERAM endgelagerten Abfällen. Die Aktivitätsangaben beziehen sich auf den 31. Dezember 2023.

Tabelle D-9: Radionuklidspezifische Aktivitäten der im gesamten ERAM endgelagerten Abfälle zum 31. Dezember 2023

a) Alpha-Strahler:

Nuklid	Aktivität [Bq]	Nuklid	Aktivität [Bq]	Nuklid	Aktivität [Bq]
Am-241	$2,4 \cdot 10^{11}$	Cm-250	$3,3 \cdot 10^2$	Th-229	$4,6 \cdot 10^5$
Am-243	$9,5 \cdot 10^7$	Np-237	$8,4 \cdot 10^7$	Th-230	$2,0 \cdot 10^6$
Cf-249	$5,7 \cdot 10^5$	Pa-231	$1,7 \cdot 10^6$	Th-232	$5,8 \cdot 10^6$
Cf-251	$2,3 \cdot 10^4$	Pu-238	$7,2 \cdot 10^{10}$	U-232	$4,0 \cdot 10^7$
Cf-252	$6,7 \cdot 10^2$	Pu-239	$6,8 \cdot 10^{10}$	U-233	$5,0 \cdot 10^6$
Cm-243	$4,6 \cdot 10^5$	Pu-240	$6,6 \cdot 10^{10}$	U-234	$1,1 \cdot 10^9$
Cm-244	$3,3 \cdot 10^9$	Pu-242	$9,9 \cdot 10^7$	U-235	$8,2 \cdot 10^7$
Cm-245	$2,3 \cdot 10^6$	Pu-244	$2,1 \cdot 10^4$	U-236	$4,8 \cdot 10^7$
Cm-246	$2,6 \cdot 10^6$	Ra-224	$1,7 \cdot 10^8$	U-238	$4,3 \cdot 10^8$
Cm-247	$2,6 \cdot 10^4$	Ra-226	$2,3 \cdot 10^{10}$		
Cm-248	$2,2 \cdot 10^7$	Th-228	$1,7 \cdot 10^8$		

b) Beta-/Gamma-Strahler:

Nuklid	Aktivität [Bq]	Nuklid	Aktivität [Bq]	Nuklid	Aktivität [Bq]
Ac-227	$5,0 \cdot 10^6$	Eu-155	$5,1 \cdot 10^9$	Pd-107	$6,7 \cdot 10^7$
Ac-228	$1,3 \cdot 10^8$	Fe-55	$1,1 \cdot 10^{10}$	Pm-147	$7,6 \cdot 10^8$
Ag-108m	$6,2 \cdot 10^{10}$	H-3	$1,1 \cdot 10^{12}$	Pu-241	$5,5 \cdot 10^{11}$
Al-26	$8,6 \cdot 10^5$	Ho-166m	$3,3 \cdot 10^4$	Ra-228	$1,3 \cdot 10^8$
Am-242m	$2,2 \cdot 10^8$	I-129	$2,1 \cdot 10^8$	Rb-87	$2,8 \cdot 10^7$
C-14	$3,2 \cdot 10^{12}$	K-40	$2,3 \cdot 10^{10}$	Ru-106	$7,4 \cdot 10^3$
Ca-41	$7,3 \cdot 10^7$	Kr-85	$1,1 \cdot 10^{11}$	Sb-125	$6,9 \cdot 10^8$
Cd-113m	$4,1 \cdot 10^9$	Mn-54	$3,2 \cdot 10^1$	Se-79	$1,9 \cdot 10^8$
Cl-36	$3,9 \cdot 10^9$	Mo-93	$2,5 \cdot 10^8$	Sm-151	$2,4 \cdot 10^{11}$
Co-60	$1,4 \cdot 10^{12}$	Na-22	$2,2 \cdot 10^7$	Sn-126	$2,4 \cdot 10^8$
Cs-134	$3,3 \cdot 10^8$	Nb-94	$2,7 \cdot 10^{10}$	Sr-90	$3,7 \cdot 10^{12}$
Cs-135	$3,7 \cdot 10^8$	Ni-59	$1,8 \cdot 10^{11}$	Tc-99	$1,0 \cdot 10^{11}$
Cs-137	$5,0 \cdot 10^{13}$	Ni-63	$1,3 \cdot 10^{13}$	Zr-93	$9,3 \cdot 10^9$
Eu-152	$1,3 \cdot 10^{11}$	Np-236	$4,5 \cdot 10^3$		
Eu-154	$8,3 \cdot 10^{10}$	Pb-210	$1,5 \cdot 10^{10}$		

Den Hauptanteil (ca. 80 %) des eingelagerten Abfallvolumens bilden die Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung von Kernkraftwerken. Die restlichen 20 % stammen aus Forschung, Industrie,

Gewerbe, Medizin und von sonstigen Ablieferern. Da für das ERAM der Grenzwert für die volumenspezifische Aktivität der Alpha-Strahler sehr niedrig war ($4 \cdot 10^8$ Bq/m³), ist der Anteil der Abfälle aus der kerntechnischen Industrie, den Forschungszentren und aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe gering. In Tabelle D-10 ist das im ERAM eingelagerte Volumen, aufgeteilt auf die Herkunft der radioaktiven Abfälle, dargestellt.

Tabelle D-10: Im ERAM eingelagertes Volumen aufgeteilt auf die Herkunft (Stand 31. Dezember 2023)

Herkunft	Volumen [m ³]
Betrieb von Kernkraftwerken	23.816
Stilllegung von Kernkraftwerken	6.528
Forschung	2.592
Kerntechnische Industrie	159
Landessammelstellen	3.090
Sonstige sowie betriebliche Abfälle ERAM	1.028
Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe	45
Summe	37.258

D.4.3 Inventar Schachanlage Asse II

Die Angaben zum Inventar der Schachanlage Asse II stammen aus einer Abfalldatenbasis, die die ehemalige Gesellschaft für Strahlenforschung (heute Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH) seit dem Jahr 2000 erstellt hat. Zur Überprüfung des Inventars wurde diese Abfalldatenbasis zuletzt 2022 überarbeitet (ASSEKAT Version 10.0).

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hatte eine Überprüfung der Abfalldatenbasis durch den TÜV Süd veranlasst. Auf Grundlage dessen wurden umfangreiche Empfehlungen ausgesprochen. Diese beziehen sich z. T. auf die Rohdaten und z. T. auf die Berechnungsmodule der Abfalldatenbank, mit denen die Inventare zu einem bestimmten Stichtag ermittelt werden können. Im Zuge einer Aktualisierung der Datenbank ASSEKAT, die 2022 in die Erstellung einer Version ASSEKAT 10.0 mündete, wurden die Empfehlungen des TÜV-Süd weitestgehend berücksichtigt. So wurden beispielweise die Inventarangaben für die Nuklide H-3 und C-14 auf Grundlage nachträglicher Korrekturmeldungen aus Jülich erhöht. Zudem wurde der vom TÜV-Süd empfohlene Plutoniumvektor implementiert, was die geschätzte Gesamtaktivität des Inventars deutlich und die Summenaktivität der Alpha-Strahler des Inventars sogar um etwa zwei Drittel reduziert. Im Zuge der o.g. Aktualisierung wurden weitere Defizite der Datenbank, insbesondere im Hinblick auf deren Nutzung für die geplante Rückholung, erkannt, die derzeit behoben werden. Ziel ist eine radiologische Datenbank zu erhalten, die das Inventar insbesondere im Hinblick auf die Rückholung bestmöglich beschreibt. Die folgenden Inventarangaben basieren auf der 2022 aktualisierten Version der Abfalldatenbasis ASSEKAT 10.0. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich nach der zurzeit stattfindenden Behebung der restlichen Defizite noch Aktualisierungen bei den Inventarangaben ergeben können.

In der Schachanlage Asse II begann im April 1967 die Einlagerung von schwachradioaktiven Abfällen (LAW), die ohne zusätzliche Abschirmung gehandhabt wurden, und 1972 die Einlagerung mittelradioaktiver Abfälle (MAW). Für den Transport der mittelradioaktiven Abfälle war ein zusätzlicher Abschirmbehälter erforderlich. 1978 endeten die befristeten Einlagerungsgenehmigungen. Bis dahin wurden von den Ablieferern insgesamt ca. 47.000 m³ radioaktiver Abfälle (Abfallgebinderolumen) in unterschiedlichen Gebindetypen eingelagert:

- 124.494 Gebinde als schwachradioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von ca. $1,10 \cdot 10^{15}$ Bq (Stand: 31. Dezember 2023), davon nach bisherigen Erkenntnissen 14.779 sogenannte verlorene Betonabschirmungen mit Abfällen höherer Aktivität. Insgesamt enthalten die LAW-Gebinde ca. 76 % der Gesamtaktivität in der Schachtanlage Asse II und sind auf elf Kammern auf der 750-m-Sohle und einer Kammer auf der 725 m-Sohle verteilt.
- 1.293 Fässer mit mittelradioaktiven Abfällen mit einer Gesamtaktivität von ca. $3,49 \cdot 10^{14}$ Bq (Stand: 31. Dezember 2023). Sie stellen ca. 26 % der Gesamtaktivität dar und lagern auf der 511 m-Sohle. Zusätzlich lagern 8 Fässer mit schwachradioaktiven Abfällen auf der 511 m-Sohle. Diese 8 Gebinde sind bereits in den insgesamt 124.494 Gebinden mit schwachradioaktiven Abfällen erfasst und dienen zur Erprobung eines neuen Abschirmbehälters.

Die Tabelle D-11 gibt einen Überblick über die Abfallherkunft und die Anteile an der Gesamtaktivität zum Zeitpunkt 31. Dezember 2023 (gem. ASSEKAT 10.0).

Tabelle D-11: Prozentuale Aufteilung der in der Schachtanlage Asse II eingelagerten Abfallgebände hinsichtlich Abfallherkunft, Anzahl und Aktivität

Ablieferer (Abfallherkunft)	Anteil Abfallgebände [%]	Anteil Gesamtaktivität [Bq] am 01.01.2023	Anteil Gesamtaktivität [%]
Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK/GfK)	48,6	$1,32 \cdot 10^{15}$	91,0
Kernforschungsanlage Jülich (KFA)	10,6	$2,72 \cdot 10^{13}$	1,9
Kernkraftwerke	25,7	$1,85 \cdot 10^{13}$	1,3
Übrige Ablieferer (Forschung/Kerntechnik)	15,1	$8,56 \cdot 10^{13}$	5,9
Summe	100	$1,45 \cdot 10^{15}$	100

Die schwachradioaktiven Abfälle wurden überwiegend in Fässern mit Volumina zwischen 200 und 400 l verpackt oder in zylindrischen Betonbehältern eingelagert. Zur Einlagerung mittelradioaktiver Abfälle wurden nur 200-l-Fässer verwendet.

Die eingelagerten schwachradioaktiven Abfälle enthalten verfestigte oder getrocknete, ehemals wasserhaltige Abfälle, wie z. B. Verdampferkonzentrate, Filterrückstände, Schlämme, Ionenaustauscherharze, weiterhin feste Abfälle wie Schrott, Bauschutt und Mischabfälle. Bei den mittelradioaktiven Abfällen wurden Metallschrott, Filter und verfestigte, ehemals wasserhaltige Abfälle eingelagert. Die prozentuale Verteilung der eingelagerten Abfallgebände (Anzahl der Gebinde) auf die unterschiedlichen Abfallarten ist getrennt nach LAW und MAW aus Tabelle D-12 zu entnehmen. Hochradioaktive Abfälle wurden nach derzeitigem Kenntnisstand in die Schachtanlage Asse II nicht eingelagert. Acht Fässer mit mittelradioaktiven Abfällen der ehemaligen Kernforschungsanlage Jülich (KFA) (heute JEN Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH, JEN) enthalten unbestrahlte oder kurzzeitig bestrahlte Brennstabsegmente bzw. AVR-Brennelementkugeln mit z. T. angereichertem Uran.

Tabelle D-12: Prozentuale Aufteilung der Abfallgebinde auf die unterschiedlichen Abfallarten nach LAW und MAW

Abfallart	LAW-Gebinde [%]	MAW-Gebinde [%]
Filter, Filterhilfsmittel, Schlämme, Verdampferkonzentrate, Harze, usw.	30	35
Metallschrott (Eisen, Blech, Strukturteile, Rohre, usw.)	20	65
Bauschutt, Kies, Bodenbelag, usw.	10	-
Mischabfall, Papier, Folien, Overalls, Überschuhe, Putzlappen, Holz, Glas, usw.	40	-
Summe	100	100

Die insgesamt eingelagerten 125.787 Abfallgebinde mit einem Abfallgebinderolumen von ca. 47.000 m³ und einer Gesamtmasse von ca. 89.000 Mg hatten zum Zeitpunkt der Einlagerung eine Gesamtaktivität von ca. $8,50 \cdot 10^{15}$ Bq. Tabelle D-13 gibt einen Überblick über die Aktivität der relevanten Radionuklide in den in der Schachanlage Asse II eingelagerten Abfällen zum Stichtag 31. Dezember 2023. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Gesamtaktivität ca. $1,53 \cdot 10^{15}$ Bq, wovon die Alpha-Aktivität ca. $2,80 \cdot 10^{14}$ Bq ausmachte.

Tabelle D-13: Radionuklidinventar relevanter Radionuklide in der Schachanlage Asse II zum 31. Dezember 2023

Radionuklid	Aktivität [Bq]	Radionuklid	Aktivität [Bq]
H-3	$3,36 \cdot 10^{12}$	Ra-226	$2,01 \cdot 10^{11}$
C-14	$3,18 \cdot 10^{12}$	Th-232	$3,31 \cdot 10^{11}$
Cl-36	$7,23 \cdot 10^9$	U-234	$1,38 \cdot 10^{12}$
Co-60	$2,74 \cdot 10^{12}$	U-235	$5,31 \cdot 10^{10}$
Ni-59	$1,57 \cdot 10^{12}$	U-236	$2,36 \cdot 10^{10}$
Ni-63	$2,21 \cdot 10^{14}$	U-238	$1,28 \cdot 10^{12}$
Se-79	$3,24 \cdot 10^9$	Np-237	$3,47 \cdot 10^9$
Sr-90	$1,52 \cdot 10^{14}$	Pu-239	$5,06 \cdot 10^{13}$
Zr-93	$4,92 \cdot 10^{11}$	Pu-240	$4,05 \cdot 10^{13}$
Nb-94	$1,65 \cdot 10^{11}$	Pu-241	$5,10 \cdot 10^{14}$
Tc-99	$1,03 \cdot 10^{11}$	Pu-242	$4,60 \cdot 10^{10}$
Sn-126	$4,44 \cdot 10^9$	Am-241	$1,58 \cdot 10^{14}$
I-129	$2,60 \cdot 10^8$	Cm-244	$5,25 \cdot 10^{11}$
Cs-135	$3,09 \cdot 10^9$	Cm-245	$2,62 \cdot 10^8$
Cs-137	$2,76 \cdot 10^{14}$	Cm-246	$3,16 \cdot 10^8$
Sm-151	$3,09 \cdot 10^{12}$		

D.4.4 Bestand aus früheren Tätigkeiten

Abfälle aus früheren Tätigkeiten sind konditioniert worden und werden entweder zwischengelagert (vgl. die Ausführung zu Artikel 32 (2) iv a in Kapitel D.4.1) oder sind endgelagert (vgl. die Ausführung zu Artikel 32 (2) iv b in Kapitel D.4.2 und D.4.3).

Über Maßnahmen in Bezug auf frühere Tätigkeiten wird in Kapitel H.2.2 berichtet.

D.5 Liste der Anlagen in Stilllegung

D.5.1 Übersicht

Im Rahmen des vorliegenden deutschen Berichts für das Gemeinsame Übereinkommen werden endgültig abgeschaltete, überwiegend bereits in Stilllegung befindliche kerntechnische Anlagen in Deutschland (Kernkraftwerke, Versuchs- und Demonstrationsreaktoren, Forschungsreaktoren, Anlagen des Brennstoffkreislaufs) aufgeführt. Nach in Deutschland gültigem Verständnis ist eine kerntechnische Anlage erst dann „in Stilllegung“, wenn die durch die Behörde erteilte Stilllegungsgenehmigung vom Betreiber in Anspruch genommen wird, d. h. umgesetzt, wird. Ferner beinhaltet der Bericht Angaben über den Stand der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen. Die Tabelle D-14 gibt einen Überblick über die endgültig abgeschalteten kerntechnischen Anlagen einschließlich der in Stilllegung befindlichen sowie derjenigen kerntechnischen Anlagen, für welche die Stilllegung beendet wurde und die aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen wurden. Eine anlagenspezifische Auflistung findet sich in Tabelle L-13 bis Tabelle L-18 im Anhang L-(c).

Mit dem 19. Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes (AtG) [1A-3] wurde der Leistungsbetrieb der drei letzten im Leistungsbetrieb befindlichen Atomkraftwerke Emsland (KKE), Isar 2 (KKI 2) und Neckarwestheim II (GKN II) – über das vorher nach dem Atomgesetz vorgesehene Enddatum für den Leistungsbetrieb am 31. Dezember 2022 hinaus – bis zum Ablauf des 15. April 2023 befristet verlängert, um Vorbereitungen auf eine mögliche angespannte Situation im Energiesektor in Europa und auch in Deutschland in Folge des Krieges in der Ukraine zu treffen. Für den befristeten Weiterbetrieb durften nur die in der jeweiligen Anlage noch vorhandenen Brennelemente für die Stromerzeugung genutzt werden. Damit wurde klargestellt, dass der Einsatz neuer Brennelemente nicht zulässig war. Das Ende der Betriebslaufzeit der einzelnen Kernkraftwerke ist im Atomgesetz festgelegt. Nach endgültiger Abschaltung eines Kernkraftwerkes schließt sich die Nachbetriebsphase (Betriebsphase nach Erlöschen der Berechtigung zum Leistungsbetrieb bis zur Erteilung und Inanspruchnahme der Stilllegungsgenehmigung) an. In der Nachbetriebsphase können Arbeiten zur Vorbereitung der Stilllegung durchgeführt werden. Mit der Stilllegung kerntechnischer Anlagen konnten in Deutschland in den vergangenen vier Jahrzehnten bereits umfangreiche Erfahrungen gesammelt werden. Viele Forschungsreaktoren und alle Versuchs- und Demonstrationsreaktoren, aber auch Kernkraftwerke sowie Anlagen des Brennstoffkreislaufs befinden sich in unterschiedlichen Phasen der Stilllegung. Einige Anlagen sind mittlerweile vollständig abgebaut und das Anlagengelände wurde aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen.

Tabelle D-14: Übersicht der endgültig abgeschalteten, in Stilllegung befindlichen sowie derjenigen kerntechnischen Anlagen, für welche die Stilllegung beendet wurde

Anlagentyp	endgültig abgeschaltet (Nachbetrieb)	Stilllegung	Stilllegung beendet
Leistungsreaktoren	3 ^{*)} Reaktoren	26 ^{*)} Reaktoren	-
Versuchs- und Demonstrationsreaktoren	-	4 Reaktoren (vgl. Erläuterung in D.5.3)	3 Reaktoren und das Nuklearschiff Otto Hahn (RDB)
Forschungsreaktoren ≥ 1 MW thermischer Leistung	3 Reaktoren	5 Reaktoren (vgl. Erläuterung in D.5.4)	2 Reaktoren
Forschungsreaktoren < 1 MW thermischer Leistung		1 Reaktor	27 Reaktoren, 1 Reaktor umgewidmet
Anlagen des Brennstoffkreis- laufs (i. W. kommerzielle Brennelementherstellung und Wiederaufarbeitung)	-	1 Anlage	5 Anlagen
Forschungs-, Versuchs- und Demonstrationsanlagen des Brennstoffkreislaufs	-	-	3 Anlagen

^{*)} Stilllegungsgenehmigung für Isar 2 ab April 2024 in Anspruch genommen.

D.5.2 Leistungsreaktoren

Für alle Kernkraftwerke wurden Anträge auf eine erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung nach § 7 Abs. 3 Atomgesetz (AtG) [1A-3] gestellt. Bisher wurden die Genehmigungen für die Kernkraftwerke Isar 1 (am 17. Januar 2017), Neckarwestheim I (am 3. Februar 2017), Biblis Block A und Block B (am 30. März 2017), Philippsburg 1 (am 7. April 2017), Unterweser (am 5. Februar 2018), Grafenrheinfeld (am 11. April 2018), Brunsbüttel (am 21. Dezember 2018), Gundremmingen B (am 19. März 2019), Philippsburg 2 (am 17. Dezember 2019), Gundremmingen C (am 26. Mai 2021), Neckarwestheim II (am 4. April 2023), Grohnde (am 6. Dezember 2023) sowie Isar 2 (am 21. März 2024) erteilt.

Mit Stand 31. März 2024 wurden allen Kernkraftwerken bis auf den Kraftwerken Brokdorf, Emsland und Krümmel Genehmigungen zu Stilllegung und Abbau nach § 7 Abs. 3 AtG erteilt (vgl. Tabelle L-13 im Anhang L-(c)).

Bei den insgesamt 26 Kernkraftwerken, die sich in der Stilllegungsphase befinden, handelt es sich um die Kernkraftwerke in Biblis (zwei von zwei Blöcken), Brunsbüttel, Grafenrheinfeld, Greifswald (fünf von fünf Blöcken), Gundremmingen (drei von drei Blöcken), Isar 1, Lingen, Mülheim-Kärlich, Neckarwestheim I und II, Obrigheim, Philippsburg 1 und 2, Rheinsberg, Stade, Unterweser, Würge-assen, Grohnde und seit April 2024 Isar 2.

D.5.3 Versuchs- und Demonstrationsreaktoren

Vier Reaktoren zu Versuchs- und Demonstrationszwecken befinden sich in Stilllegung. Dies sind der Versuchsreaktor der Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH (AVR), die Kompakte Natriumgekühlte Reaktoranlage (KNK II), der Mehrzweckforschungsreaktor (MZFR) sowie der Thoriumhochtemperaturreaktor (THTR 300). Der THTR 300 befindet sich im Sicheren Einschluss. Des Weiteren sind die Versuchs- und Demonstrationsreaktoren Niederaichbach (KKN), der Heißdampfreaktor

(HDR) Großwelzheim sowie das Versuchsatomkraftwerk Kahl (VAK), vollständig abgebaut und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen. Das Nuklearschiff Otto Hahn ist aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen, der Reaktordruckbehälter des Schiffes wurde ausgebaut und lagert im Helmholtz-Zentrum Hereon (Geesthacht). Die Zerlegung des Reaktordruckbehälters wurde am 6. September 2016 beantragt und soll zusammen mit dem Abbau der Forschungsreaktoren Geesthacht 1 und 2 (FRG-1 und FRG-2) erfolgen.

D.5.4 Forschungsreaktoren

Drei Forschungsreaktoren mit thermischer Leistung von 1 MW und mehr sind endgültig abgeschaltet, haben aber noch keine Stilllegungsgenehmigung. Fünf Forschungsreaktoren mit thermischer Leistung von 1 MW und mehr befinden sich in unterschiedlich weit fortgeschrittener Stilllegung (darunter auch der bis auf ein Zwischenlager aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassene Forschungs- und Messreaktor Braunschweig (FMRB)). Zwei Reaktoren (Forschungsreaktor 1 Jülich (FRJ-1), Rossendorfer Forschungsreaktor (RFR)) mit thermischer Leistung von 1 MW und mehr sind vollständig abgebaut und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen.

27 Forschungsreaktoren mit thermischer Leistung von weniger als 1 MW, hierunter viele Nullleistungsreaktoren zu Unterrichtszwecken, sind bereits vollständig abgebaut. Der Ausbildungskernreaktor 1 wurde nach § 57a Atomgesetz (AtG) [1A-3] „befristet umgewidmet“. Parallel erfolgte der Umbau zum AKR-2, der seinen Betrieb im Juli 2005 aufnahm. Aus dem Siemens-Unterrichtsreaktor in Aachen wurden die Brennstoffplatten entfernt, die beantragte Stilllegungsgenehmigung wurde am 26. Juni 2020 erteilt.

D.5.5 Anlagen des Brennstoffkreislaufs

Bei den insgesamt sechs kommerziellen Anlagen des Brennstoffkreislaufs handelt es sich um die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) zusammen mit der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) am Standort Karlsruhe (in Stilllegung) sowie um fünf Brennelementfabriken an den Standorten Hanau und Karlstein. Von den fünf aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassenen Brennelementfabriken wurden vier bereits vollständig beseitigt. Eine Anlage in Karlstein wird konventionell weiter genutzt.

Darüber hinaus befindet sich die Einrichtung der Siemens Power Generation Karlstein (SPGK) – eine Forschungseinrichtung mit Heißen Zellen für die Nachbestrahlungsuntersuchung von Brennelementen und zur Abfallbehandlung – in Stilllegung, die aber in diesem Bericht nicht zu den kommerziellen Anlagen des Brennstoffkreislaufs gezählt wird. Für weitere nicht kommerzielle Anlagen des Brennstoffkreislaufs, die sich in Forschungszentren befanden, wurde die Stilllegung abgeschlossen.

Eine Übersicht über kommerzielle Anlagen des Brennstoffkreislaufs, die sich in Stilllegung befinden, deren Stilllegung beendet ist und die aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen sind, findet sich in Tabelle L-17 des Anhangs.

D.5.6 Einblicke in die deutsche Praxis der Stilllegung und des Abbaus von Kernkraftwerken

Die vorhandenen Regelungen zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen in Deutschland (siehe Kapitel F.6) setzen einen klaren regulatorischen Rahmen für die konkrete Stilllegung und den konkreten Abbau einer kerntechnischen Anlage. Dieser Rahmen gewährleistet unter anderem, dass der Abbau sicher erfolgt, Expositionen so gering wie möglich gehalten werden, der Anfall radioaktiver Abfälle minimiert wird und Standorte nach Abschluss des Abbaus aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen werden.

Der regulatorische Rahmen erlaubt dabei Freiräume in der technischen Ausgestaltung wie auch der Strukturierung der Genehmigungsverfahren der konkreten Stilllegungsprojekte und ist damit offen z. B. für unterschiedliche konzeptionelle Ansätze, für neuartige Abbau-, Zerlege- oder Dekontaminationstechniken oder auch für die Berücksichtigung der Erfahrungen aus abgeschlossenen oder weit vorgeschrittenen Stilllegungsprojekten in neuen Stilllegungsprojekten. Entsprechend unterscheiden sich konkrete Stilllegungsprojekte im Detail stärker voneinander und Fragestellungen werden verschiedenartig gelöst. Auf einige Praxiserfahrungen wird nachfolgend eingegangen. Eine Übersicht über den fortlaufenden Stand der Abbautätigkeiten wird von dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) mit dem Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland [BASE 24] zur Verfügung gestellt. Der aktuelle Stand über den Fortschritt laufender Abbauprojekte ist in Tabelle L-13 tabellarisch zusammengefasst.

Praxis im Genehmigungsverfahren

Der Abbau eines Kernkraftwerkes (KKW) erfolgt in verschiedenen technischen Schritten. Die Gestattungen hierzu können im Rahmen einer oder mehrerer Stilllegungs-/Abbaugenehmigungen durch die zuständige Behörde erteilt werden. Die Entscheidung darüber, ob der Abbau eines Kernkraftwerkes im Rahmen einer oder mehrerer Stilllegungs-/Abbaugenehmigungen gestattet werden soll, liegt dabei beim Antragsteller. Während Anfang der 2000er-Jahre Genehmigungsverfahren mit mehreren Stilllegungs-/Abbaugenehmigungen gängig waren (z. B. Kernkraftwerk Stade: 4 Genehmigungen, vgl. Abbildung D-14) tendieren aktuelle Genehmigungsverfahren zu ein bis zwei Genehmigungen (z. B. Kernkraftwerk Philippsburg Block 2: 1. Genehmigung, vgl. Abbildung D-15). Hintergrund für den Wandel ist, dass inzwischen hinreichend Erfahrungen vorliegen, wie der vollständige Abbau eines Kernkraftwerkes auch dann in der für ein Genehmigungsverfahren erforderlichen Qualität und Quantität beschrieben und mögliche radiologische Konsequenzen für Mensch und Umwelt betrachtet werden können, wenn insbesondere umfangreiche Details zum radioaktiven Inventar erst im Laufe des Abbaus des Kernkraftwerkes zugänglich werden. Mit der Inanspruchnahme der Stilllegungs- und Abbaugenehmigung schließt sich der sogenannte Restbetrieb an die Nachbetriebsphase an. Der Restbetrieb umfasst dabei die Fortführung des sicheren Anlagenbetriebs und wird durch die Anwesenheit der Brennelemente stark beeinflusst. Gleichzeitig umfasst der Restbetrieb auch den Betrieb aller für die Stilllegung notwendigen und weiter zu betreibenden Systeme und den Betrieb der für den Abbau von Komponenten, Systemen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen. Grundsätzlich kann der Restbetrieb und somit der Abbau nuklearer Anlagenteile auch in Anwesenheit der Brennelemente begonnen werden, wobei deren Anwesenheit und die damit verbundene Fortführung von Systemen zum Erhalt des sicheren Anlagenbetriebs die Abbaureihenfolge beeinflussen.

Abbildung D-14: Genehmigungsstruktur und wesentliche Abbauschritte beim Abbau des Kernkraftwerks Stade (Planungsstand)

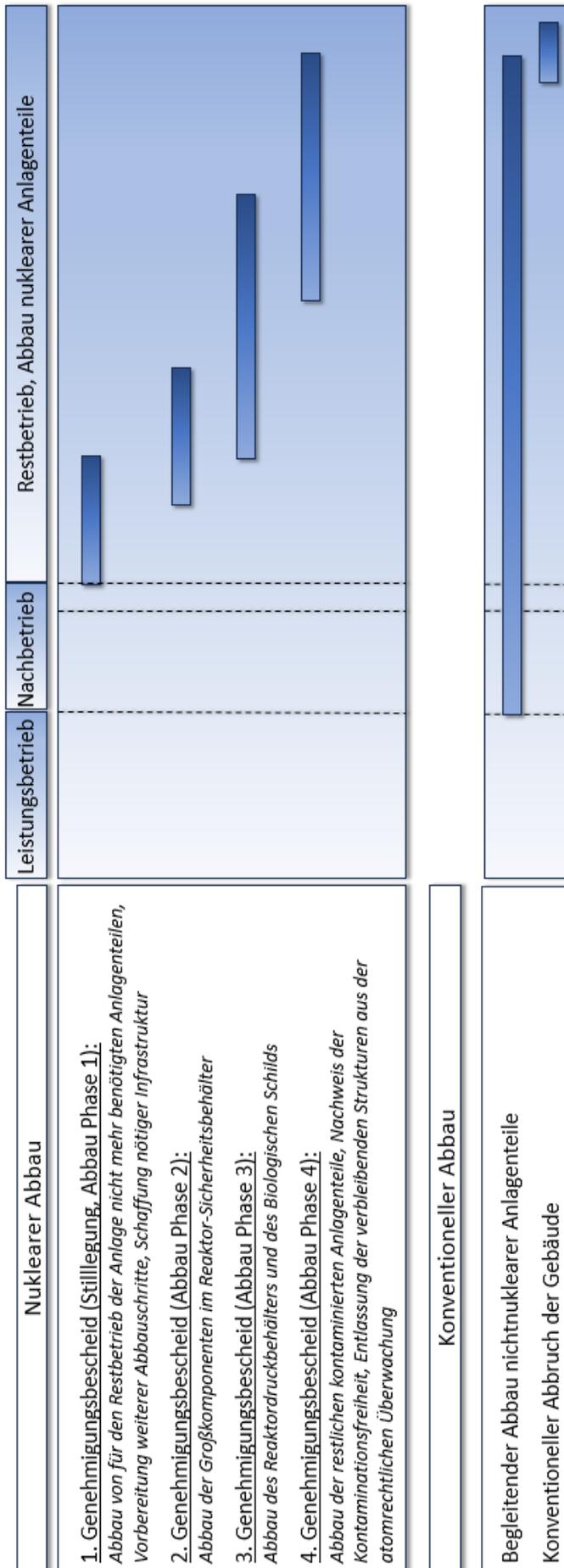
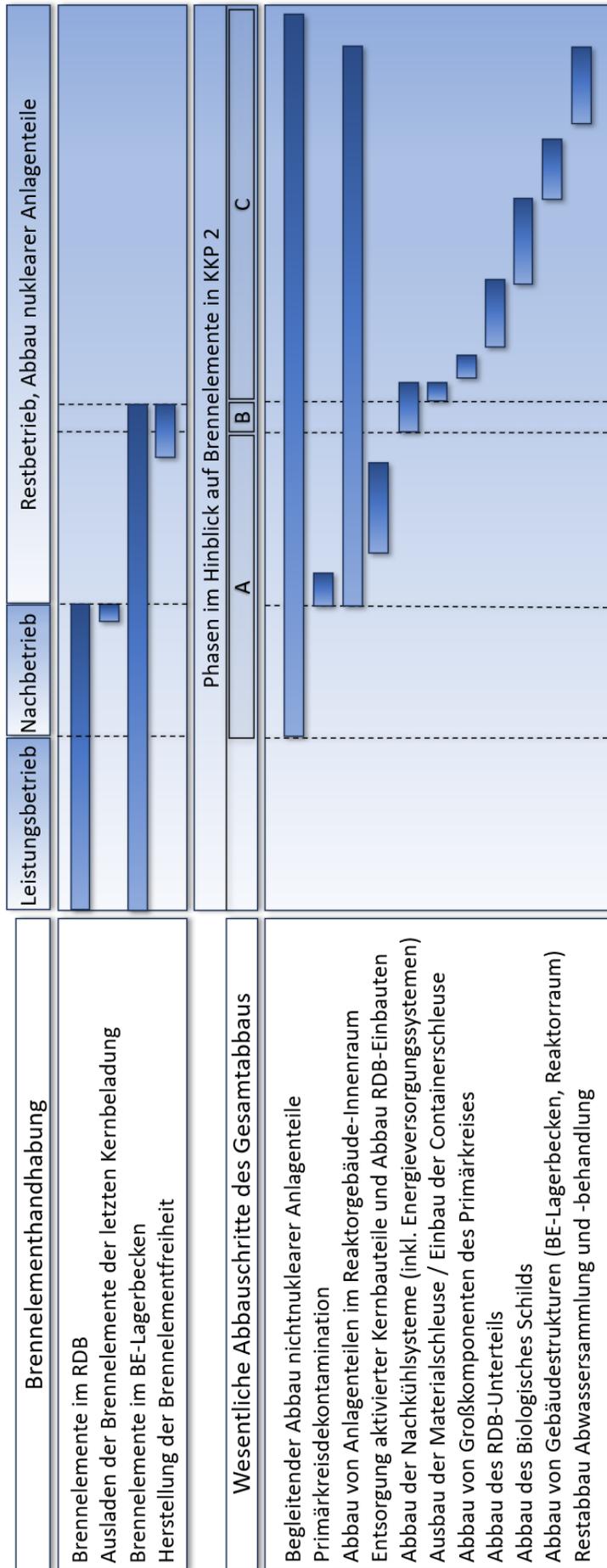


Abbildung D-15: Wesentliche Abbauschritte beim Abbau des Kernkraftwerks Philippsburg Block 2 im Rahmen einer einzigen Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (Planungsstand)



Einfluss der Anwesenheit von Brennelementen beim Abbau von Anlagenteilen eines Kernkraftwerks

Der vollständige Abbau eines Kernkraftwerkes erfordert, dass die bestrahlten Brennelemente aus dem Kernkraftwerk ab einem gewissen Zeitpunkt entfernt und in ein Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente überführt wurden. Dies ist notwendig, um die sicherheitstechnischen Systeme, die für die Erreichung der Sicherheitsziele „Abfuhr der Nachzerfallswärme“ und „Sicherstellen der Unterkritikalität“ erforderlich und aus dem Anlagenbetrieb kommend weiterbetrieben werden, abbauen zu können. Der regulatorische Rahmen enthält keine Vorgaben für einen konkreten Zeitpunkt, so dass die Abfolge der Abbaumaßnahmen bis zu diesem Zeitpunkt von Kernkraftwerk zu Kernkraftwerk verschieden sein kann.

Abbildung D-15 zeigt vereinfacht die Abfolge wesentlicher Abbauschritte des Abbaus des Kernkraftwerks Philippsburg, Block 2 und die Zusammenhänge mit der Anwesenheit von Brennelementen im Reaktordruckbehälter bzw. Brennelementlagerbecken.

Phase A:

Nach Einstellung des Leistungsbetriebes wird der Kern entladen und die Brennelemente aus dem Reaktordruckbehälter in das Brennelementlagerbecken verbracht. Dort erfolgt eine Lagerung der Brennelemente unter Wasser in vorhandenen Lagerstellen. Die für die Nasslagerung der Brennelemente erforderlichen spezifischen sicherheitstechnischen Anforderungen an die benötigten Systeme gelten unverändert zum Leistungsbetrieb weiter. Zu den benötigten Systemen gehören insbesondere:

- Nachkühlsysteme (Beckenkühlsystem mit Zwischen- und Nebenkühlwassersystemen)
- Beckenreinigungssystem
- Anlagenteile zur Handhabung von Brennelementen und Brennstäben

Darüber hinaus werden übergeordnete sicherheitsrelevante Systeme weiter betrieben, die auch den Schutzzielen „Einschluss radioaktiver Stoffe“ und „Vermeidung unnötiger Exposition“ dienen, beispielsweise

- Notstromversorgung
- Lüftungstechnische Systeme im Kontrollbereich
- Anlagen zur Abwassersammlung und -behandlung im Kontrollbereich
- Elektrische Energieversorgung sowie leittechnische Systeme
- Transport- und Hebesysteme
- Brandschutzsysteme
- Kommunikationseinrichtungen

Phase B:

Während des Anlagenzustands B erfolgt weiterhin die Lagerung der Brennelemente unter Wasser im Brennelementlagerbecken, allerdings hat die Erzeugung der Nachzerfallswärme soweit abgenommen, dass keine aktive Abfuhr der Nachzerfallswärme mehr erforderlich ist. Die Systeme zur Nachzerfallswärmeabfuhr können damit schrittweise abgebaut werden. Die Anforderungen zur Sicherstellung der Unterkritikalität und der passiven sicheren Abfuhr der restlichen Zerfallswärme gelten weiter unverändert.

Phase C:

Vor Beginn des Anlagenzustand C des Restbetriebes werden die Brennelemente aus dem Lagerbecken entfernt. Befinden sich keine Brennelemente mehr in der Anlage entfällt die Notwendigkeit von Systemen, die ausschließlich zur passiven Abfuhr der Zerfallswärme benötigt werden. Weitere Systeme, die zur Aufrechterhaltung der Unterkritikalität erforderlich sind, können in die Abbaumaßnahmen einbezogen werden. Grundsätzlich können auch die Systeme der Wasserreinigung des Brennelementelagerbeckens abgebaut werden. Je nach Verwendung des Brennelementelagerbeckens z. B. für Unterwasser-Zerlegung des Reaktorbehälter-Unterteils kann die Sicherstellung der Betriebsbereitschaft des Systems von Vorteil für entsprechende Arbeiten sein.

Behandlung kontaminierter oder aktivierter ausgebauter Anlagenteile

Im Rahmen des Abbaus fallen kontaminierte oder aktivierte Anlagenteile sowie radioaktive Abfälle an. Diese sind zu bearbeiten bzw. zu behandeln. In der deutschen Stilllegungspraxis zeigt sich, dass diese Behandlung in entsprechenden Reststoffbearbeitungszentren erfolgt, die entweder im Kontrollbereich des Kernkraftwerkes installiert werden (z. B. im Kernkraftwerk Grafenrheinfeld, Abbildung D-16 oder im Kernkraftwerk Gundremmingen, Abbildung D-17 links), oder die außerhalb des Kontrollbereichs des Kernkraftwerkes als neue Anlagen am Standort errichtet werden (z. B. am Standort Philippsburg, Abbildung D-17 rechts oder am Standort Greifswald, Abbildung D-18).

Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit der Behandlung am Standort eines externen Dienstleisters; diese Option wird in einigen Stilllegungsprojekten für die Behandlung von Großkomponenten gewählt, wie zum Beispiel für die externe Zerlegung eines Dampferzeugers (z. B. Kernkraftwerk Stade, Abbildung D-19 oder Kernkraftwerk Obrigheim, Abbildung D-20).

Wichtiger Vorzug einer Behandlung von abgebauten Anlagenteilen in Einrichtungen außerhalb des Kontrollbereichs des Kernkraftwerkes ist die stärkere Entkopplung von Maßnahmen der Demontage von Anlagenteilen und deren weiteren Behandlung (z. B. Zerlegung, Dekontamination) in Richtung Freigabe oder aber in Richtung Entsorgung als radioaktiver Abfall.

Abbildung D-16: Zerlegearbeiten im Reststoffbehandlungszentrum des Kernkraftwerks Grafenrheinfeld im Kontrollbereich

Links: Sägezentrum des Reststoffbehandlungszentrums im Ringraum (Bildrechte: PreussenElektra GmbH, Fotograf: Johannes Kiefer)

Rechts: Nachzerlegestation des Reststoffbehandlungszentrums im Reaktorhilfsanlagengebäude (Bildrechte: PreussenElektra GmbH, Fotograf: Johannes Kiefer)

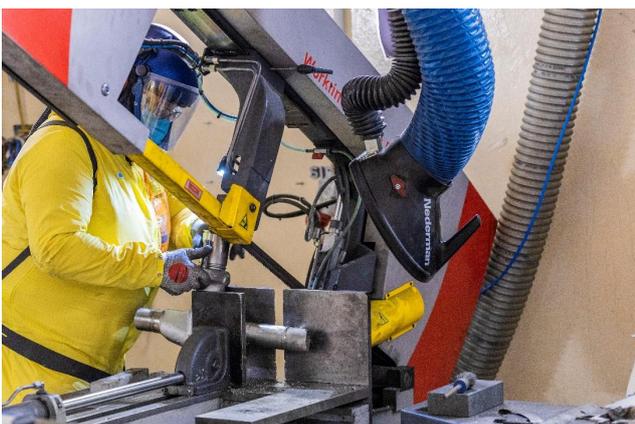


Abbildung D-17: Innenaufnahme der Reststoffbehandlungszentren

Links: Intern im Kontrollbereich des KKW Gundremmingen (Bildrechte: RWE AG)
Rechts: Extern am Standort Philippsburg (Bildrechte: EnBW)



Abbildung D-18: Innenaufnahme der Reststoffbehandlungszentren: Blick in die Zentrale Aktive Werkstatt (links) und das ZLN mit dem Caisson 4 (rechts) (Bildrechte: EWN)

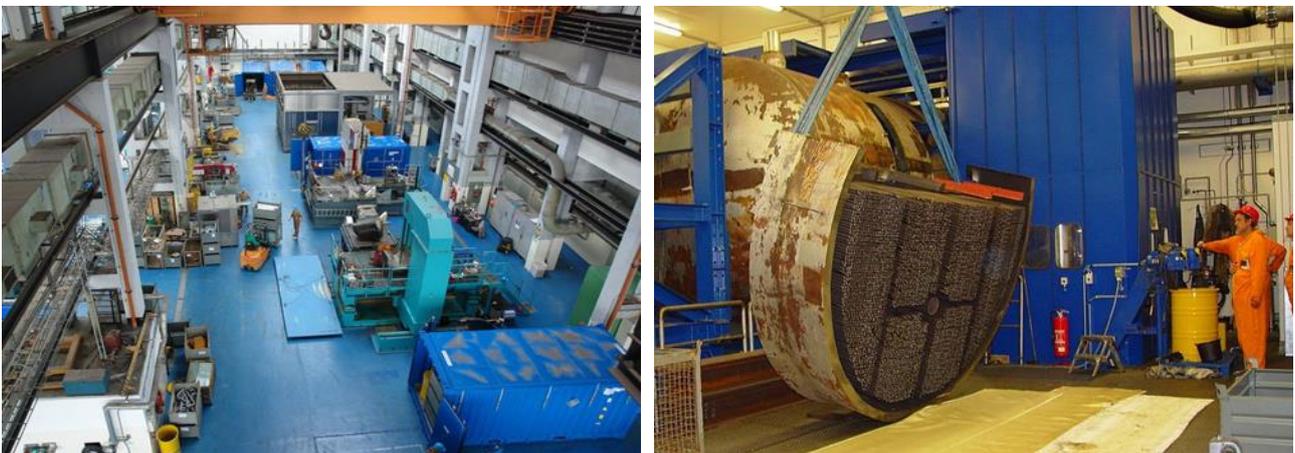


Abbildung D-19: Bildserie zur Ausschleusung und dem Abtransport des Dampferzeugers aus dem Kernkraftwerk Stade

Links: Ausschleusen des Dampferzeugers aus der erweiterten Materialschleuse (Bildrechte: PreussenElektra GmbH)

Rechts: Umschlag des Dampferzeugers vom Schwimmkran auf das Spezialschiff Sigyn (Bildrechte: PreussenElektra GmbH)

Unten: Der Dampferzeuger erfolgreich verladen auf das Spezialschiff Sigyn (Bildrechte: PreussenElektra GmbH)



Abbildung D-20: Abtransport des Dampferzeugers aus dem Kernkraftwerk Obrigheim (Bildrechte: EnBW)



Entlassung von Anlagengelände aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung

Die Freigabe des jeweiligen Anlagengeländes stellt gedanklich im Allgemeinen den Endpunkt des Abbaus eines Kernkraftwerkes dar. Der regulatorische Rahmen enthält hierzu verschiedene Anforderungen beispielsweise zu radiologischen Randbedingungen wie Freigabewerten, zu Messverfahren und zu genehmigungstechnischen Verfahren; der regulatorische Rahmen ist dabei flexibel bzgl. des Zeitpunktes der Freigabe des Anlagengeländes, insbesondere ist die Freigabe von Teilflächen auch vor vollständigem Abschluss der Abbaumaßnahmen nicht ausgeschlossen.

So finden sich in der bisherigen Praxis der Freigabe von Anlagengeländen Varianten wie die vollständige Freigabe des Anlagengeländes nach Abschluss aller Abbaumaßnahmen, ggf. parallel zur Freigabe von Gebäuden, oder die Freigabe von kleinen bzw. auch großen Teilflächen (z. B. Abbildung D-21) noch weit vor Abschluss aller Abbaumaßnahmen. In den Fällen, in denen Flächen parallel zum laufenden Abbau freigegeben werden, werden dabei nicht nur die freigaberelevanten radiologischen Vorgaben erfüllt, sondern es wird auch sichergestellt, dass die freizugebenden Flächen nicht mehr für den weiteren Abbau benötigt werden (z. B. als Logistikflächen, für den Betrieb von Restbetriebssystemen, für Infrastruktur) und dass das flächenmäßig verkleinerte Anlagengelände zu keiner erhöhten Exposition der Bevölkerung führt.

Abbildung D-21: Aufteilung des Anlagengeländes des Kernkraftwerks Mülheim-Kärlich in vier Teilgelände zur Freigabe (Bildrechte: RWE AG)



E Gesetzgebung und Vollzugssysteme

Entwicklungen seit der siebten Überprüfungskonferenz:

Mit dem Siebzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes [1A-42] vom 10. August 2021 wurden bestehende untergesetzliche Regelungen im Bereich der Sicherung auf die Ebene des Atomgesetzes angehoben (vgl. die Ausführungen zum Atomgesetz in Kapitel E.2.2).

Mit dem Achtzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes [1A-43] vom 10. August 2021 wurde die finanzielle Entschädigung der Energieversorgungsunternehmen für den Ausstieg aus der kommerziellen Nutzung der Kernenergie geregelt (vgl. die Ausführungen zum Atomgesetz in Kapitel E.2.2).

Mit dem Neunzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes [1A-44] vom 4. Dezember 2022 wurde die Laufzeit der letzten im Leistungsbetrieb befindlichen Kernkraftwerke bis zum Ablauf des 15. April 2023 verlängert (vgl. die Ausführungen zum Atomgesetz in Kapitel E.2.2).

Am 14. Oktober 2020 wurden die Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndLSiAnfV) [1A-40] und die Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndLSiUntV) [1A-41] im Bundesgesetzblatt verkündet. Darin werden die Anforderungen an die Sicherheit für die Endlagerung und an die Durchführung von Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren bestimmt (vgl. die Ausführungen zu Rechtsverordnungen in Kapitel E.2.2).

Am 8. Juni 2020 wurde die Allgemeine Verwaltungsvorschrift AVV Tätigkeit [2-8] zur Ermittlung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch genehmigungs- oder anzeigebedürftige Tätigkeiten verabschiedet (vgl. die Ausführungen zu Allgemeinen Verwaltungsvorschriften in Kapitel E.2.2).

Am 14. November 2023 wurde eine Allgemeine Verwaltungsvorschrift für einen Allgemeinen Notfallplan des Bundes nach § 98 des Strahlenschutzgesetzes (ANoPI-Bund) [2-9] verabschiedet (vgl. die Ausführungen zu Allgemeinen Verwaltungsvorschriften in Kapitel E.2.2).

Am 10. Dezember 2020 hat die Entsorgungskommission (ESK) „Leitlinien für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ [3-351] verabschiedet, in den sie Empfehlungen für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen formuliert (vgl. die Ausführungen zu Leitlinien und Empfehlungen der Strahlenschutzkommission und Entsorgungskommission in Kapitel E.2.2).

Am 12. Mai 2022 hat die ESK eine Stellungnahme zum 100 Grad Celsius Kriterium [4-34] verabschiedet, in der sie sich mit dem Einfluss der Temperatur auf sicherheitsrelevante Prozesse in verschiedenen Wirtsgesteinen befasst (vgl. die Ausführungen zu Leitlinien und Empfehlungen der Strahlenschutzkommission und Entsorgungskommission in Kapitel E.2.2).

Zwischen dem 9. und 16. Oktober 2023 fand auf Einladung Deutschlands die IRRS Folgemission in Deutschland statt, um die Fortschritte in der Umsetzung der bei der ursprünglichen IRRS-Mission 2019 befundenen Empfehlungen und Hinweise zu demonstrieren (vgl. die Ausführungen in Kapitel E.3.3).

Diese Sektion behandelt die Verpflichtungen gemäß Artikel 18 bis 20 des Gemeinsamen Übereinkommens.

E.1 Artikel 18: Durchführungsmaßnahmen

Artikel 18: Durchführungsmaßnahmen

Jede Vertragspartei trifft im Rahmen ihres innerstaatlichen Rechts die Gesetzes-, Verordnungs- und Verwaltungsmaßnahmen und unternimmt sonstige Schritte, die zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen aus diesem Übereinkommen erforderlich sind.

E.1.1 Erfüllung der Verpflichtungen durch das Gemeinsame Übereinkommen

Die Bundesrepublik Deutschland hat im Rahmen ihres innerstaatlichen Rechts bereits alle notwendigen Schritte auf Gesetzes-, Verwaltungs- und Verwaltungsebene unternommen, die zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen aus dem Gemeinsamen Übereinkommen erforderlich sind. Die konkreten Einzelmaßnahmen sind in den Ausführungen zu Artikel 19 des Gemeinsamen Übereinkommens dargestellt. Durch fortlaufende Anpassung des Regelwerks an neue Erkenntnisse und Entwicklungen wird gewährleistet, dass der Stand von Wissenschaft und Technik in angemessener Weise berücksichtigt wird.

E.2 Artikel 19: Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug

Artikel 19: Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug

- (1) *Jede Vertragspartei schafft einen Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug zur Regelung der Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle und erhält diesen aufrecht.*
- (2) *Dieser Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug sieht folgendes vor:*
 - i) *die Schaffung einschlägiger innerstaatlicher Sicherheitsanforderungen und Strahlenschutzregelungen;*
 - ii) *ein Genehmigungssystem für Tätigkeiten bei der Behandlung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle;*
 - iii) *ein System, das verbietet, eine Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle ohne Genehmigung zu betreiben;*
 - iv) *ein System angemessener behördlicher Kontrollen, staatlicher Prüfung sowie Dokumentation und Berichterstattung;*
 - v) *die Durchsetzung der einschlägigen Vorschriften und Genehmigungsbestimmungen;*
 - vi) *eine eindeutige Zuweisung der Verantwortung der an den verschiedenen Schritten der Behandlung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle beteiligten Stellen.*
- (3) *Bei der Prüfung der Frage, ob radioaktives Material der für radioaktive Abfälle geltenden staatlichen Aufsicht unterliegen soll, tragen die Vertragsparteien den Zielen dieses Übereinkommens gebührend Rechnung.*

E.2.1 Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug

In Deutschland sind durch das Grundgesetz (GG) [GG 49] die staatliche Pflicht, Leben und Gesundheit sowie die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen, die Gewaltenteilung, die Unabhängigkeit der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden und die Überprüfung der Verwaltungstätigkeit durch unabhängige Gerichte als Prinzipien einer demokratischen Gesellschaftsordnung festgelegt. Auf dem Gebiet der zivilen Nutzung der Kernenergie bilden die Gesetzgebung, die Verwaltungsbehörden und die Rechtsprechung einen Rahmen für ein System zur Gewährleistung des Schutzes von Leben, Gesundheit und Sachgütern der Beschäftigten und der Bevölkerung vor den Gefahren der Kernenergie und den schädlichen Wirkungen ionisierender Strahlung sowie zur Regelung und Überwachung der Sicherheit bei Errichtung, Betrieb und Stilllegung von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen. Nach den gesetzlichen Anforderungen hat die Gewährleistung der Sicherheit im Nuklearbereich Vorrang vor wirtschaftlichen Interessen. Durch die Forderung der nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorge gegen Schäden als zentrales Leitprinzip werden die international anerkannten Sicherheitsprinzipien, wie sie in den „*Fundamental Safety Principles*“

der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) [IAEA 06a] festgehalten sind, berücksichtigt. Ein wichtiges Ziel der Sicherheitspolitik der Bundesregierung im Bereich der Kernenergie war und ist, dass die Betreiber von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen im Rahmen ihrer Eigenverantwortung eine hohe Sicherheitskultur beibehalten und diese weiterentwickeln.

Rahmenvorgaben aufgrund der föderalen Struktur der Bundesrepublik Deutschland

Die Bundesrepublik Deutschland ist ein Bundesstaat. Die Zuständigkeiten für Rechtsetzung und Gesetzesvollzug sind je nach staatlichem Aufgabenbereich unterschiedlich auf die Organe von Bund und Ländern verteilt. Näheres ist durch Bestimmungen des Grundgesetzes geregelt.

Die Gesetzgebung über „*die Erzeugung und Nutzung der Kernenergie zu friedlichen Zwecken, die Errichtung und den Betrieb der Anlagen, die diesen Zwecken dienen, den Schutz gegen Gefahren, die bei Freiwerden von Kernenergie oder durch ionisierende Strahlen entstehen, und die Beseitigung radioaktiver Stoffe*“, liegt ausschließlich beim Bund, Artikel 73 Abs. 1 Nr. 14 i. V. m. Artikel 71 GG. Auch die Weiterentwicklung des Atomrechts ist eine Aufgabe des Bundes. Die Länder werden im Verfahren beteiligt.

Die Ausführung des Atomgesetzes (AtG) [1A-3] und der hierauf basierenden Rechtsverordnungen erfolgt gemäß § 24 Abs. 1 Satz 1 AtG i. V. m. Artikel 87c, 85 GG, in weiten Teilen durch die Länder. Die Länder führen ihre atomrechtlichen Aufgaben ganz überwiegend (mit Ausnahme der Regelungen des anlagenexternen Notfallmanagementsystems des Bundes und der Länder) im Auftrag des Bundes aus (Bundesauftragsverwaltung). Entsprechendes gilt für das Strahlenschutzgesetz. Dabei unterliegen die zuständigen Landesbehörden hinsichtlich der Recht- und Zweckmäßigkeit ihres Handelns der Aufsicht durch den Bund. In anderen Bereichen erfolgt die Ausführung wesentlicher Aufgaben der nuklearen Entsorgung in Bundeseigenverwaltung gemäß Artikel 86, 87 Abs. 3 GG. Als wesentliche Aufgaben sind hier vor allem die des Bundesamts für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) gemäß § 23d AtG zu nennen, insbesondere die Aufsicht über die Anlagen des Bundes zur Endlagerung gemäß § 9a Abs. 3 Satz 1 AtG und die Schachanlage Asse II sowie nach Übergangszeiträumen die Aufgabe als Planfeststellungs- und Genehmigungsbehörde für Endlager.

Artikel 85 Grundgesetz:

[Ausführung durch die Länder im Auftrage des Bundes (Bundesauftragsverwaltung)]

- „1. *Führen die Länder die Bundesgesetze im Auftrage des Bundes aus, so bleibt die Einrichtung der Behörden Angelegenheit der Länder, soweit nicht Bundesgesetze mit Zustimmung des Bundesrates etwas anderes bestimmen. [...]*
2. *Die Bundesregierung kann mit Zustimmung des Bundesrates allgemeine Verwaltungsvorschriften erlassen. Sie kann die einheitliche Ausbildung der Beamten und Angestellten regeln. Die Leiter der Mittelbehörden sind mit ihrem Einvernehmen zu bestellen.*
3. *Die Landesbehörden unterstehen den Weisungen der zuständigen obersten Bundesbehörden. Die Weisungen sind, außer wenn die Bundesregierung es für dringlich erachtet, an die obersten Landesbehörden zu richten. Der Vollzug der Weisung ist durch die obersten Landesbehörden sicherzustellen.*
4. *Die Bundesaufsicht erstreckt sich auf Gesetzmäßigkeit und Zweckmäßigkeit der Ausführung. Die Bundesregierung kann zu diesem Zwecke Bericht und Vorlage der Akten verlangen und Beauftragte zu allen Behörden entsenden.“*

Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden berichten dem Bund auf Anforderung über den Gesetzesvollzug. Der Bund hat im Rahmen der Bundesauftragsverwaltung das Recht auf Bericht und Aktenvorlage und kann der Landesbehörde im Einzelfall bindende Weisungen erteilen. Die

Sachkompetenz, das bedeutet die Entscheidung in der Sache, kann der Bund durch Inanspruchnahme seines Weisungsrechts an sich ziehen. Die Wahrnehmungskompetenz, das bedeutet die Ausführung der Entscheidung gegenüber dem Antragsteller oder Zulassungsinhaber, verbleibt bei der zuständigen Landesbehörde.

Der Bund tauscht sich zudem regelmäßig mit den Ländern über aktuelle fachliche und rechtliche Fragestellungen aus, insbesondere in den Ausschüssen des Länderausschusses für Atomkernenergie (LAA).

Im Rahmen atom- und strahlenschutzrechtlicher Verfahren sind auch andere rechtliche Regelungen zu berücksichtigen, wie Immissionsschutzrecht, Wasserrecht, Baurecht. Rechtliche Regelungen zur Prüfung der Umweltverträglichkeit sind in der Regel Bestandteil des atomrechtlichen Zulassungsverfahrens bzw. des strahlenschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens.

Entscheidungen der öffentlichen Verwaltung, sogenannte Verwaltungsakte, können in Deutschland von Betroffenen, z. B. von Antragstellern bzw. Zulassungsinhabern oder auch von betroffenen Dritten, auf dem Verwaltungsrechtsweg beklagt werden (Rechtsweggarantie gemäß Artikel 19 Abs. 4 GG). Beklagt wird im Rahmen der Bundesauftragsverwaltung die zuständige Landesbehörde oder das Land, dessen Behörde den Verwaltungsakt erlassen hat. Dies gilt auch für den Fall, dass das Land aufgrund einer Weisung des Bundes entschieden hat. Auch bei unterlassenem Behördenhandeln können die Betroffenen den Rechtsweg beschreiten. So können z. B. die Betreiber auf Erteilung beantragter Genehmigungen oder die Anwohner auf Erlass einer behördlichen Anordnung zur Betriebseinstellung einer kerntechnischen Anlage klagen.

Einbeziehung internationalen und europäischen Rechts

Völkerrechtliche Verträge

Die nach Artikel 59 Abs. 2 Satz 1 GG geschlossenen völkerrechtlichen Verträge der Bundesrepublik Deutschland stehen in der Normenhierarchie förmlichen Bundesgesetzen gleich. Rechte und Pflichten aus dem Vertrag treffen grundsätzlich nur die Bundesrepublik Deutschland als Vertragspartei.

Eine Übersicht zu den wichtigsten völkerrechtlichen Verträgen der Bundesrepublik Deutschland in den Bereichen nukleare Sicherheit, Strahlenschutz und Haftung sowie zu nationalen Ausführungsvorschriften ist in Anhang L-(d) [Nationale Gesetze und Regelungen] zu finden.

Für Deutschland ist das Gemeinsame Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle [1E-1] am 18. Juni 2001 in Kraft getreten.

Auf dem Gebiet der Nuklearhaftung zählt die Bundesrepublik Deutschland außerdem zu den Unterzeichnerstaaten

- des Pariser Atomhaftungs-Übereinkommens von 1960 [1E-5-1],
- des Brüsseler Zusatzübereinkommens von 1963 [1E-5-2] und
- des Gemeinsamen Protokolls vom 21. September 1988 über die Anwendung des Wiener Übereinkommens und des Pariser Übereinkommens [1E-5-4].

Als einer von derzeit 87 Vertragsstaaten ist die Bundesrepublik Deutschland dem Londoner Übereinkommen über die Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen (*Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and other Matter*) [1E-3-1] aus dem Jahr 1972 beigetreten und hat dieses im November 1977 ratifiziert. Das 1996 überarbeitete und in geänderter Form verabschiedete Übereinkommen (Londoner Protokoll), das mit wenigen Ausnahmen die Versenkung aller Abfälle im Meer verbietet, hat die Bundesrepublik Deutschland im Oktober 1998 ebenfalls ratifiziert. Es trat am 24. März 2008 in Kraft.

Eine ähnliche Zielsetzung wie das Londoner Übereinkommen verfolgt das Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks (*Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic*; OSPAR-Konvention) aus dem Jahr 1992, das Anfang 1998 in Kraft trat. In dem Übereinkommen haben sich die Bundesrepublik Deutschland und 14 weitere west- und nordeuropäische Länder sowie die Europäische Union (EU) zum Schutz des Nordostatlantiks zusammengeschlossen. Die OSPAR-Konvention entstand durch die Vereinigung und Erweiterung der Oslo-Konvention von 1972 und der Paris-Konvention von 1974.

Recht der Europäischen Union

Bei Gesetzgebung und Verwaltungstätigkeit sind in Deutschland die bindenden Vorgaben aus den Regelungen der Europäischen Atomgemeinschaft (EAG/Euratom) und der EU zu beachten. Allerdings findet das EU-Recht – von Ausnahmen abgesehen – keine unmittelbare Anwendung im nationalen atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren, sondern muss zunächst innerhalb bestimmter Fristen in nationales Recht umgesetzt werden.

Der Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom-Vertrag) enthält in seinem Titel II Bestimmungen, die die Förderung des Fortschritts auf dem Gebiet der Kernenergie zum Gegenstand haben. Das Kapitel 3 dieses Titels regelt den Gesundheitsschutz und eröffnet somit der Euratom einen spezifischen Kompetenzbereich zur europäischen Rechtssetzung.

Die Verwendung von Erzen, Ausgangsstoffen und besonderen spaltbaren Stoffen unterliegt dem Kontrollregime der Euratom nach den Artikeln 77 ff. des Euratom-Vertrags.

Der Rat der Europäischen Union hat die Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom [1F-24] verabschiedet. Damit wurden die bis dahin bestehenden fünf Strahlenschutzrichtlinien der EU zusammengeführt und aktualisiert. Die Richtlinie 2013/59/Euratom berücksichtigt neue wissenschaftliche Erkenntnisse und die Empfehlungen der Veröffentlichung Nr. 103 der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) [ICRP 07]. Sie wurde durch die Verabschiedung des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) vom 27. Juni 2017 [1A-34] in nationales Recht umgesetzt (vgl. die Ausführungen in Kapitel E.2.2).

In Ergänzung der Richtlinien der Euratom zum Strahlenschutz trat die Richtlinie 2009/71/Euratom des Rates vom 25. Juni 2009 über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen [1F-5] in Kraft. Damit wurden erstmals verbindliche europäische Regelungen im Bereich der nuklearen Sicherheit geschaffen. Die Richtlinie verfolgt das Ziel, die nukleare Sicherheit aufrechtzuerhalten und kontinuierlich zu verbessern. Die Mitgliedstaaten der EU sollen geeignete innerstaatliche Vorkehrungen treffen, um die Arbeitskräfte und die Bevölkerung vor den Gefahren ionisierender Strahlung aus kerntechnischen Anlagen wirksam zu schützen. Die Richtlinie gilt unter anderem für Kernkraftwerke, Forschungsreaktoren, die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen sowie die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle, wenn sie direkt mit der jeweiligen kerntechnischen Anlage in Zusammenhang steht und auf dem Gelände der Anlagen stattfindet, nicht aber für Endlager. Die Richtlinie enthält Regelungen zur Schaffung eines rechtlichen und regulatorischen Rahmens für die nukleare Sicherheit, zu Organisation und Aufgaben der atomrechtlichen Behörden, zu den Pflichten der Betreiber kerntechnischer Anlagen, zur Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter aller Beteiligten und zur Information der Öffentlichkeit. Die Richtlinie 2009/71/Euratom wurde durch die am 8. Juli 2014 in Kraft getretene Richtlinie 2014/87/Euratom [1F-6] dahingehend geändert, dass diese erstmals materielle technische Vorschriften im Bereich der nuklearen Sicherheit, wie etwa zum Sicherheitsziel und zur Sicherheitskultur, enthält. Die Richtlinie ist mit dem Fünfzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 1. Juni 2017 in nationales Recht umgesetzt worden.

Unter anderem dadurch, dass die Mitgliedstaaten ausdrücklich das Recht haben, zusätzlich zu den Richtlinienbestimmungen in Übereinstimmung mit dem Gemeinschaftsrecht weitergehende Sicherheitsmaßnahmen zu treffen (Artikel 2 Absatz 2 der Richtlinie), wahrt die Richtlinie die nationale Verantwortlichkeit für die nukleare Sicherheit. Die Richtlinie 2009/71/Euratom ist mit dem Zwölften Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 8. Dezember 2010 in nationales Recht umgesetzt worden.

Für den Bereich der nuklearen Entsorgung, hat der Rat der EU auf Vorschlag der Europäischen Kommission die Richtlinie 2011/70/Euratom des Rates vom 19. Juli 2011 über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle [1F-36] erlassen. In dieser Richtlinie werden die Mitgliedstaaten insbesondere dazu aufgefordert, nationale Entsorgungsprogramme zu erstellen und gegenüber der Kommission darüber zu berichten. Unter anderem sind die Entsorgungsaufgaben des jeweiligen Mitgliedstaats sowie die technisch-organisatorischen Randbedingungen des Programms aufzuzeigen. Die Richtlinie 2011/70/Euratom ist mit dem Vierzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 20. November 2015 in nationales Recht umgesetzt worden.

Eine Übersicht zum Recht der EU, insbesondere im Bereich des Strahlenschutzes und hinsichtlich radioaktiver Abfälle, ist in Anhang L-(d), Teil 1F [Verträge, Allgemeines] zu finden.

E.2.2 Innerstaatliche Sicherheitsvorschriften und Regelungen

Hierarchische Struktur des Regelwerks

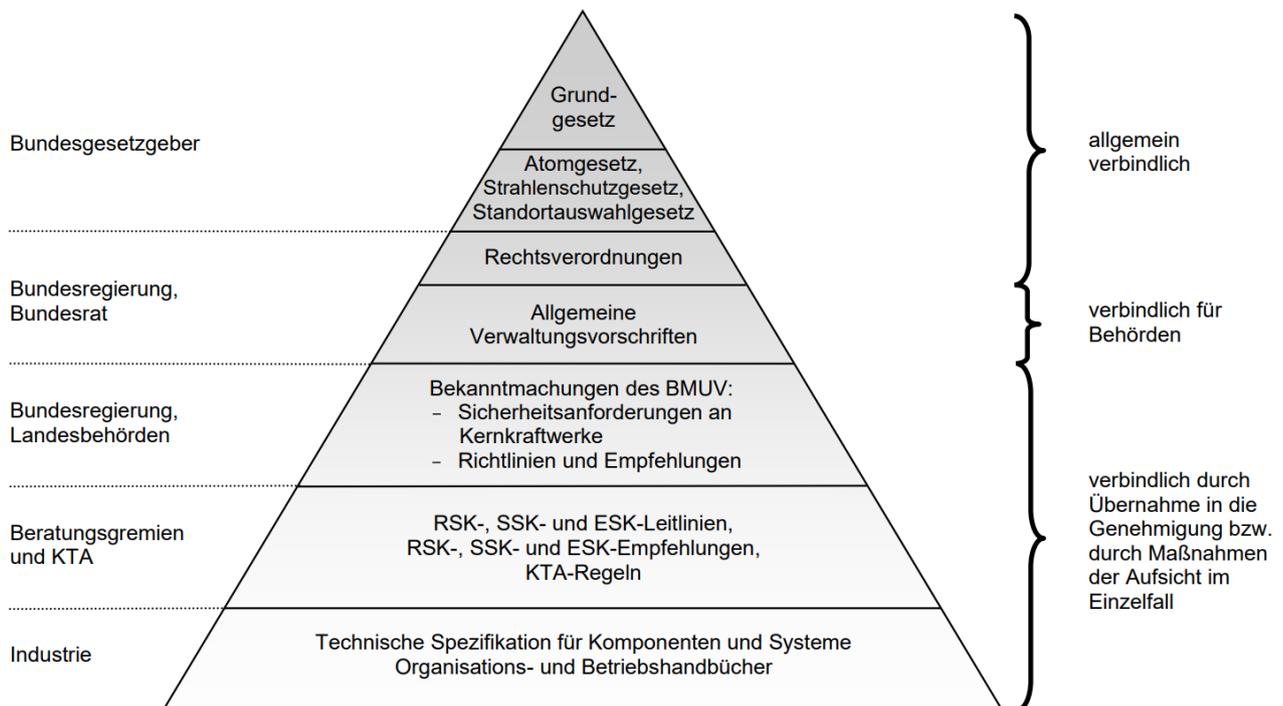
Im „Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“ [BASE 23] sind sämtliche in Deutschland gültigen gesetzlichen und untergesetzlichen Regelungen für die Bereiche

- nukleare Sicherheit,
- Endlagerung,
- Transport radioaktiver Stoffe sowie
- Schutz vor ionisierender und nichtionisierender Strahlung

zusammengestellt.

Die Abbildung E-1 zeigt die Hierarchie des nationalen Regelwerks, die Behörde oder Institution, die die Regel erlässt, sowie ihren Verbindlichkeitsgrad.

Abbildung E-1: Regelwerkspyramide



Kerntechnische Regelungen, die nicht in Gesetzen, Verordnungen und Allgemeinen Verwaltungsvorschriften enthalten sind, erlangen ihre regulatorische Bedeutung aufgrund der gesetzlichen Forderung der nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorge gegen Schäden, die in den verschiedenen atomrechtlichen Genehmigungstatbeständen in Bezug genommen wird (z. B. in § 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz (AtG) [1A-3]: „Die Genehmigung darf nur erteilt werden, wenn [...] die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist.“). Nach der Rechtsprechung kann angenommen werden, dass das kerntechnische Regelwerk diesen Stand zutreffend wiedergibt. Die gesetzlich vorgesehene Dynamisierung der sicherheitstechnischen Anforderungen ist nicht an Regelsetzungsverfahren gebunden. Eine belegte, unter Sicherheitsgesichtspunkten erhebliche wissenschaftliche Weiterentwicklung verdrängt die Anwendung einer veralteten untergesetzlichen Regel, ohne dass diese explizit aufgehoben werden müsste.

Auf die Inhalte der einzelnen Regelungen wird im vorliegenden Bericht bei der Behandlung der betreffenden Artikel des Gemeinsamen Übereinkommens Bezug genommen. Alle Regelwerkstexte sind öffentlich zugänglich. Sie werden in den amtlichen Publikationsorganen des Bundes veröffentlicht.

Die Sicherheitsvorschriften sind in allen atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren herangezogen worden und wurden, insbesondere im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle und bestrahlter Brennelemente, soweit erforderlich, unter Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik weiterentwickelt.

Gesetze

Grundgesetz

Das Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (Grundgesetz – GG) [GG 49] enthält grundlegende Prinzipien, die auch für das Atomrecht gelten. Darüber hinaus enthält es Bestimmungen über die Gesetzgebungs- und Verwaltungskompetenzen von Bund und Ländern hinsichtlich der Kernenergienutzung (vgl. die Ausführungen in Kapitel E.2.1).

Mit den im Grundgesetz festgelegten Grundrechten, insbesondere dem Grundrecht auf Leben und körperliche Unversehrtheit, wird der Maßstab vorgegeben, der an die Schutz- und Vorsorgemaßnahmen bei kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen angelegt wird und der in den obigen Hierarchiestufen der Pyramide weiter konkretisiert wird.

Atomgesetz

Das Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz – AtG) wurde nach dem erklärten Verzicht der Bundesrepublik Deutschland auf Atomwaffen am 23. Dezember 1959 verkündet und zwischenzeitlich mehrfach geändert. Zweck des Atomgesetzes seit der Änderung von 2002 ist es, die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität geordnet zu beenden. Bis zu diesem Zeitpunkt sind der geordnete Betrieb der Kernanlagen sicherzustellen sowie Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen und verursachte Schäden auszugleichen. Weiterhin soll verhindert werden, dass durch Anwendung der Kernenergie die innere oder äußere Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland gefährdet wird. Ebenso soll das Gesetz die Erfüllung internationaler Verpflichtungen der Bundesrepublik Deutschland auf dem Gebiet der Kernenergie und des Strahlenschutzes gewährleisten. Das Atomgesetz enthält die grundlegenden nationalen Regelungen für Schutz- und Vorsorgemaßnahmen, den Strahlenschutz und die Entsorgung radioaktiver Abfälle und bestrahlter Brennelemente in Deutschland und ist die Grundlage für die zugehörigen Verordnungen.

Das Atomgesetz umfasst, neben der Zweckbestimmung und allgemeinen Vorschriften, auch Überwachungsvorschriften, grundlegende Regelungen zu Zuständigkeiten der Verwaltungsbehörden, Haftungsvorschriften sowie Bußgeldvorschriften.

Zum Schutz gegen die von radioaktiven Stoffen ausgehenden Gefahren und zur Kontrolle ihrer Verwendung knüpft das Atomgesetz die Errichtung und den Betrieb von kerntechnischen Anlagen, das Innehaben einer Anlage zur Erzeugung, Bearbeitung, Verarbeitung oder zur Spaltung von Kernbrennstoffen, eine wesentliche Veränderung der Anlage oder ihres Betriebs und auch die Stilllegung an behördliche Genehmigungen (§ 7 AtG). Ähnliche Bestimmungen gibt es auch für verschiedene Arten des Umgangs (§§ 6 und 9 AtG) mit radioaktiven Stoffen. Das Atomgesetz regelt insbesondere Voraussetzungen und Verfahren für die Erteilung von Genehmigungen, die Durchführung der Aufsicht (§ 19 AtG) sowie die Hinzuziehung von Sachverständigen (§ 20 AtG) und die Erhebung von Kosten (§ 21 AtG).

Das Atomgesetz weist dem Bund für den Bereich der Entsorgung die Aufgabe zu, Anlagen zur Sicherstellung und zur Endlagerung für radioaktive Abfälle einzurichten (§ 9a Abs. 3 Satz 1 AtG). Für die Errichtung und den Betrieb solcher Anlagen bedarf es grundsätzlich der Planfeststellung (§ 9b Abs. 1 AtG). Im Falle der Festlegung des Standorts einer Anlage durch Bundesgesetz tritt an die Stelle der Planfeststellung eine Genehmigung (§ 9b Abs. 1a AtG). Mit dem § 57b AtG wurde auch der Betrieb und die Stilllegung der Schachanlage Asse II weitgehend den Regelungen des Atomgesetzes über Anlagen des Bundes zur Endlagerung radioaktiver Abfälle unterstellt und rechtliche Rahmenbedingungen für ein beschleunigtes Vorgehen geschaffen.

Die notwendigen Kosten für die Planung, die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Sicherstellung und Endlagerung radioaktiver Abfälle werden grundsätzlich von den Abfallverursachern über Gebühren und Beiträge samt Vorausleistungen nach §§ 21a und 21b AtG in Verbindung mit der Endlagervorausleistungsverordnung (EndlagerVIV) [1A-13] getragen. Zur Ablösung dieser Gebühren und Beiträge können im Einzelfall nach § 21c AtG öffentlich-rechtliche Verträge geschlossen werden.

Aufgrund der Ereignisse in Fukushima wurde im Jahr 2011 der Beschluss der Bundesregierung umgesetzt, die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität in der Bundesrepublik Deutschland zum frühestmöglichen Zeitpunkt zu beenden (beschleunigter Atomausstieg). Mit dem § 7 Abs. 1a AtG wurde das zeitlich gestaffelte Ende der Stromerzeugung durch Kernanlagen bis zum Jahr 2022 festgelegt.

Mit der Umsetzung weiterer Vorgaben aus der Richtlinie 2011/70/Euratom des Rates vom 19. Juli 2011 über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle [1F-36] in nationales Recht wurde im Jahr 2015 unter anderem die für Betreiber kerntechnischer Anlagen bereits gesetzlich geregelte Pflicht zur periodischen Überprüfung und Bewertung der Sicherheit einer Anlage oder Einrichtung auf Betreiber von Entsorgungseinrichtungen – einschließlich Endlager – ausgeweitet. Mit der Umsetzung der Richtlinie des Rates 2014/87/Euratom vom 8. Juli 2014 [1F-6] zur Änderung der Richtlinie 2009/71/Euratom über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen [1F-5] in deutsches Recht wurden unter anderem die Pflichten des Genehmigungsinhabers hinsichtlich der Veröffentlichung bestimmter Mindestinformationen zu bestimmungsgemäßigem Betrieb, meldepflichtigen Ereignissen und Unfällen erweitert. Die Verantwortung auch für Auftragnehmer und Unterauftragnehmer einschl. der Sorge für angemessene personelle Mittel wurde klargestellt sowie der anlageninterne Notfallschutz geregelt. Darüber hinaus wurden auch themenbezogene technische Selbstbewertungen und deren internationale Überprüfung (*Peer-Review*) eingeführt.

Mit dem Siebzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 10. August 2021 [1A-42] wurden bestehende untergesetzliche Regelungen im Bereich der Sicherung auf die Ebene des Atomgesetzes angehoben. Sowohl die Verantwortung für die Risikoermittlung und -bewertung als auch die konkrete Ausgestaltung des erforderlichen Schutzes gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter, dessen Nachweis eine wesentliche Voraussetzung für die Erteilung einer atomrechtlichen Genehmigung darstellt, Aufgabe der zuständigen Fachbehörden und unterliegen einer eingeschränkten gerichtlichen Überprüfung (atomrechtliche Funktionsvorbehalt). Dieser atomrechtliche Funktionsvorbehalt wurden im Atomgesetz verankert und dadurch die Verteidigung zutreffender Genehmigungsentscheidungen vor Gericht gesichert. Damit sollen eine abschließende gerichtliche Bewertung trotz eingeschränkter Aktenvorlage möglich gemacht und verfassungsrechtliche Risiken vermieden werden.

Mit dem Achtzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 10. August 2021 [1A-43] wurde verschiedenen Energieversorgungsunternehmen in unterschiedlichem Umfang ein konkreter finanzieller Ausgleich für in Folge des Beschlusses zum beschleunigten Atomausstieg entwertete Investitionen in die Laufzeitverlängerung und für gemäß Anlage 3 Spalte 2 AtG unverwertbare Elektrizitätsmengen gewährt.

Mit dem Neunzehnten Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 4. Dezember 2022 [1A-44] wurde ein befristeter Weiterbetrieb der letzten im Leistungsbetrieb befindlichen Kernkraftwerke (KKW) Emsland, Isar 2 und Neckarwestheim II ermöglicht. Die Laufzeit dieser KKW wurde über das im Atomgesetz vorgesehene Enddatum für den Leistungsbetrieb am 31. Dezember 2022 bis zum Ablauf des 15. April 2023 verlängert. Damit soll ein positiver Beitrag zur Leistungsbilanz und zur Netzsicherheit geleistet werden und zusätzliche Erzeugungskapazitäten im Winter 2022/23 bereitstehen.

Die meisten im Atomgesetz getroffenen Regelungen sind allerdings nicht abschließend, sondern erfahren sowohl im Bereich der Verfahren wie auch der materiell-rechtlichen Anforderungen eine weitere Konkretisierung durch auf Grundlage des Atomgesetzes erlassene Verordnungen sowie durch untergesetzliches Regelwerk.

Strahlenschutzgesetz

Mit der Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom [1F-24] wurde das Strahlenschutzrecht neu geordnet und modernisiert. Das Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) vom 27. Juni 2017 [1A-34] regelt den Strahlenschutz erstmals in einem förmlichen Gesetz, dessen Regelungen überwiegend am 31. Dezember 2018 in Kraft getreten sind. Die Regelungen des Strahlenschutzgesetzes zum radiologischen Notfallschutz und zur Überwachung der Umweltradioaktivität sowie die Verordnungsermächtigungen sind seit 1. Oktober 2017 in Kraft.

Das Strahlenschutzgesetz regelt u. a.

- Strahlenschutzgrundsätze und Grenzwerte,
- die betriebliche Organisation des Strahlenschutzes,
- das Notfallmanagementsystem des Bundes und der Länder sowie
- den Schutz der Notfalleinsatzkräfte.

Standortauswahlgesetz

Mit dem Gesetz zur Fortentwicklung des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle, welches am 16. Mai 2017 weitgehend in Kraft getreten ist, wurden das Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG) [1A-7b] novelliert und das Standortauswahlverfahren gestartet. Das Standortauswahlgesetz enthält zwei Verordnungsermächtigungen zum Erlass von Sicherheitsanforderungen und Anforderungen für die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen an die Endlagerung. Diese Verordnungen sind am 14. Oktober 2020 verkündet worden und haben die Sicherheitsanforderungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) von 2010 [BMU 10] abgelöst. Darüber hinaus ist eine dritte Verordnungsermächtigung zur Dokumentation der Endlagerung enthalten, die sich derzeit in Erstellung befindet.

Zweck des weiterentwickelten Standortauswahlgesetzes ist es, in einem partizipativen, wissenschaftsbasierten, transparenten, selbsthinterfragenden und lernenden Verfahren denjenigen Standort für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle zu bestimmen, der die bestmögliche Sicherheit für einen Zeitraum von einer Million Jahre gewährleistet. Das Auswahlverfahren geht von gesetzlich vorgegebenen Mindestanforderungen, Ausschlusskriterien und Abwägungskriterien aus, die in mehreren Verfahrensphasen zur Eingrenzung der Standortoptionen anzuwenden und durch sukzessive zu verfeinernde Sicherheitsuntersuchungen und weitere Prüfkriterien zu untersetzen sind.

Vorhabenträger für den Auswahlprozess ist die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE). Die Überwachung des Vollzugs des Standortauswahlverfahrens obliegt dem im Geschäftsbereich des Bundesumweltministeriums angesiedelten Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE).

Der Öffentlichkeit soll im Verfahren der Standortauswahl eine intensive Beteiligung auf nationaler und regionaler Ebene ermöglicht werden. Träger der Öffentlichkeitsbeteiligung ist ebenfalls das BASE.

Auf nationaler Ebene hat sich im Dezember 2016 das Nationales Begleitgremium konstituiert. Diesem Gremium gehören 18 Mitglieder an, von denen zwölf als anerkannte Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens von Bundestag und Bundesrat auf Grundlage eines gleichlautenden Wahlvorschlages gewählt werden. Die anderen sechs Mitglieder sind Bürgerinnen und Bürger, die nach einem qualifizierten Auswahlverfahren aus einer Zufallsstichprobe ermittelt und von der Bundesumweltministerin ernannt wurden. Darunter sind zwei Vertreter*innen der jungen Generation, d. h. Personen unter 30 Jahren.

Zentrale Aufgabe des Nationalen Begleitgremiums ist die vermittelnde und unabhängige Begleitung des Standortauswahlverfahrens bis zur Standortentscheidung, insbesondere der Öffentlichkeitsbeteiligung. Dazu kann es sich Rat von externen Expert*innen holen oder wissenschaftliche Gutachten beauftragen.

Die Öffentlichkeit wird über die Fachkonferenz Teilgebiete und deren Nachfolgeformat, dem Forum Endlagersuche, im Verfahren beteiligt. Nach Bekanntgabe des Standortregionenvorschlags der BGE werden in den zur überträgigen Erkundung vorgeschlagenen Standortregionen Regionalkonferenzen eingerichtet werden. Hinzu wird auf überregionaler Ebene ein Rat der Regionen kommen, dem auch Vertreter*innen der Zwischenlagergemeinden angehören. Die gesellschaftlichen Gremien werden mit den erforderlichen Ressourcen ausgestattet.

Entsorgungsfondsgesetz

Das Gesetz zur Errichtung eines Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung (Entsorgungsfondsgesetz – EntsorgFondsG) [1A-36] regelt die Errichtung einer Stiftung öffentlichen Rechts „Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung“ (KENFO) und die Einzahlungsbedingungen. Damit soll die Finanzierung der Kosten für die sichere Entsorgung der entstandenen und zukünftig noch entstehenden radioaktiven Abfälle aus der gewerblichen Nutzung der Kernenergie gesichert werden. Die Betreiber der Kernkraftwerke mussten zum 1. Juli 2017 den Grundbetrag von rund 17,9 Mrd. Euro an den KENFO überweisen. Sie konnten zudem gegen die Zahlung eines Risikoaufschlags von weiteren rund 6,2 Mrd. Euro die Haftung für Zins- und Kostenrisiken endgültig auf den Staat übertragen, wovon alle Betreiber Gebrauch gemacht haben. Der KENFO vereinnahmt die Mittel, legt sie an und zahlt sie aus.

Entsorgungsübergangsgesetz

Im Zusammenspiel mit dem Entsorgungsfondsgesetz regelt das Gesetz zur Regelung des Übergangs der Finanzierungs- und Handlungspflichten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken (Entsorgungsübergangsgesetz – EntsorgÜG) [1A-35] den Übergang der Finanzierungs- und Handlungspflichten der Betreiber von Kernkraftwerken für die Entsorgung radioaktiver Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung, dem sicheren Einschluss sowie dem Abbau einer Anlage zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität. Danach übernimmt der Bund nach Einzahlung der oben genannten Beträge durch die Betreiber in den KENFO zum einen die Finanzierungspflicht für die Zwischen- und Endlagerung radioaktiver Abfälle. Zum anderen geht die Handlungspflicht der Betreiber zur Entsorgung ihrer radioaktiven Abfälle ab der Abgabe der fachgerecht verpackten Abfälle an den bundeseigenen Zwischenlagerbetreiber BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) auf den Bund über. Ferner sind zum 1. Januar 2019 bzw. 1. Januar 2020 die im Anhang des Gesetzes benannten Zwischenlager an den Bund übergegangen.

Transparenzgesetz

Das Gesetz zur Transparenz über die Kosten der Stilllegung und des Rückbaus der Kernkraftwerke sowie der Verpackung radioaktiver Abfälle (Transparenzgesetz – TransparenzG) [1A-37] regelt u. a. bestimmte Auskunftspflichten gegenüber dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), aber auch Anforderungen an die Rückstellungen der Kernkraftwerksbetreiber für die bei

den Betreibern verbleibenden Entsorgungsverpflichtungen. Auf diesem Wege soll die Finanzierung auch für Aufgaben, die in der Handlungs- und Finanzierungsverantwortung der Betreiber verbleiben, insbesondere die Stilllegung der Kernkraftwerke, durch mehr Transparenz und bessere Nachprüfbarkeit sichergestellt werden. Zudem soll dem Bund Klarheit über die der Rückstellungsbildung zugrundeliegende Kostenschätzung verschafft werden.

Nachhaftungsgesetz

Im Gesetz zur Nachhaftung für Abbau- und Entsorgungskosten im Kernenergiebereich (Nachhaftungsgesetz – NachhG) [1A-38] wurden die Zahlungsverpflichtungen in Bezug auf die Kosten für die Stilllegung der Anlagen, die Zahlungsverpflichtungen an den KENFO gemäß Entsorgungsfondsgesetz sowie bei Nichtzahlung des Risikozuschlages bei den Unternehmen verbleibende Zahlungsverpflichtungen für Kostensteigerungen bei der Entsorgung der radioaktiven Abfälle neben der beherrschten Betreibergesellschaft auch dem sogenannten herrschenden Unternehmen zugeschrieben. Damit soll verhindert werden, dass sich die Energieversorgungsunternehmen durch Umorganisation von der Haftung für die Kosten des Kernenergieausstiegs und der Entsorgung ihrer radioaktiven Abfälle ganz oder teilweise befreien können.

Rechtsverordnungen

Zur weiteren Konkretisierung der gesetzlichen Regelungen enthalten das Atomgesetz und das Strahlenschutzgesetz Ermächtigungen für den Erlass von Rechtsverordnungen. Diese Rechtsverordnungen bedürfen in der Regel der Zustimmung des Bundesrates. Der Bundesrat ist ein Verfassungsorgan des Bundes, in dem die Regierungen der Länder vertreten sind.

In diesem Zusammenhang wurden auf der Basis des Atomgesetzes und des Strahlenschutzgesetzes mehrere Rechtsverordnungen erlassen, die auch für die Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle von Bedeutung sind. Die wichtigsten sind:

- Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 29. November 2018 [1A-8] mit konkretisierenden Regelungen zum Strahlenschutz,
- Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung – AtEV) vom 29. November 2018 [1B-19],
- Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensverordnung – AtVfV) vom 3. Februar 1995 [1A-10],
- Verordnung über die Verbringung radioaktiver Abfälle oder abgebrannter Brennelemente (Atomrechtliche Abfallverbringungsverordnung – AtAV) vom 3. April 2009 [1A-18] zur grenzüberschreitenden Verbringung radioaktiver Abfälle oder bestrahlter Brennelemente,
- Verordnung über Voraussetzungen für die Einrichtung von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle (Endlagervoraussetzungsverordnung – EndlagerVfV) vom 28. April 1982 [1A-13],
- Verordnung zur Festlegung von Dosiswerten für frühe Notfallschutzmaßnahmen (Notfall-Dosiswerte-Verordnung – NDWV) vom 29. November 2018 [1B-20],
- Verordnung über die Deckungsvorsorge nach dem Atomgesetz (Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung – AtDeckV) vom 21. Januar 2022 [1A-11],
- Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung – AtSMV) vom 14. Oktober 1992 [1A-17],
- Verordnung für die Überprüfung der Zuverlässigkeit zum Schutz gegen Entwendung oder Freisetzung radioaktiver Stoffe nach dem Atomgesetz (Atomrechtlichen Zuverlässigkeitsüberprüfungs-Verordnung – AtZüV) vom 1. Juli 1999 [1A-19].

- Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Endlagersicherheitsanforderungsverordnung – EndlSiAnfV) vom 6. Oktober 2020 [1A-40] und
- Verordnung über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung – EndlSiUntV) vom 6. Oktober 2020 [1A-41]

Die Verordnung für die dauerhafte Speicherung von Daten und Dokumenten im Bereich der Zwischen- und Endlagerung ist in Vorbereitung. Die Formulierung der Verordnung geht auf Forderungen der Kommission Lagerung hochradioaktiver Abfallstoffe in ihrem Abschlussbericht zurück, wonach alle Daten und Dokumente gespeichert werden müssen, für die sich eine notwendige oder mögliche Nutzung in der Zukunft abzeichnet.

Die Sicherheitsvorschriften und -regelungen des Atomgesetzes und des Strahlenschutzgesetzes sowie der zugehörigen Verordnungen werden weiter konkretisiert durch Allgemeine Verwaltungsvorschriften (AVV), Bekanntmachungen des Bundesumweltministeriums, Leitlinien und Empfehlungen der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK), der Strahlenschutzkommission (SSK) und der Entsorgungskommission (ESK), Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) und durch konventionelles technisches Regelwerk.

Allgemeine Verwaltungsvorschriften

Allgemeine Verwaltungsvorschriften (AVV) regeln die Handlungsweise der Behörden, sie entfalten allerdings unmittelbar nur eine Bindungswirkung für die Verwaltung. Sie entfalten eine mittelbare Außenwirkung, wenn sie den Verwaltungsentscheidungen zugrunde gelegt werden.

Im kerntechnischen Bereich gibt es neun AVV, die folgende Themen beinhalten:

- Berechnung der Strahlenexposition im bestimmungsgemäßen Betrieb der kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen [2-1],
- Strahlenpass [2-2],
- Umweltverträglichkeitsprüfung [2-3],
- Umweltüberwachung [2-4],
- Überwachung von Lebensmitteln [2-5],
- Überwachung von Futtermitteln [2-6],
- Schnellwarnsystem [2-7],
- Tätigkeiten [2-8]¹ und
- Allgemeinen Notfallplan des Bundes [2-9].

Bekanntmachungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Das Bundesumweltministerium veröffentlicht nach Beratung mit den Ländern Bekanntmachungen (in Form von Anforderungen, Richtlinien, Leitlinien, Kriterien und Empfehlungen). In der Regel handelt es sich um im Konsens mit den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder beschlossene Regelungen zur einheitlichen Handhabung des Atomgesetzes bzw. des Strahlenschutzgesetzes (vgl. die Ausführungen zu Länderausschuss für Atomkernenergie in Kapitel E.3.1). Die Bekanntmachungen des Bundesumweltministeriums beschreiben die Auffassung der atom- und

¹ Ist erst anzuwenden auf Genehmigungsverfahren, für die ein Genehmigungsantrag ab dem ersten Tag des 13. Kalendermonats gestellt wird, der auf das Inkrafttreten Allgemeiner Verwaltungsvorschriften nach § 100 Absatz 3 folgt. Bis zu diesem Zeitpunkt ist [2-1] weiter anzuwenden.

strahlenschutzrechtlichen Bundesaufsicht und, wenn die Beschlüsse im Länderausschuss für Atomkernenergie (LAA) getroffen wurden, auch die Auffassung der atom- bzw. strahlenschutzrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder zu allgemeinen Fragen der kerntechnischen Sicherheit und der Verwaltungspraxis und dienen den Landesbehörden als Orientierung beim Vollzug des Atomgesetzes und des Strahlenschutzgesetzes. Dadurch wird sichergestellt, dass der Vollzug in den verschiedenen Ländern möglichst nach vergleichbaren Maßstäben erfolgt. Die Bekanntmachungen sind für die Landesbehörden im Unterschied zu Allgemeinen Verwaltungsvorschriften nicht verbindlich. Die Bedeutung ergibt sich zusätzlich aus dem Recht des Bundesumweltministeriums, den Landesbehörden verbindliche Einzelweisungen zu erteilen. Derzeit liegen mehr als 100 Bekanntmachungen aus dem kerntechnischen Bereich vor. Der Teil, der auch auf die Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle anwendbar ist, befindet sich im Anhang L-(d).

Einen Bezug zur Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle haben insbesondere

- Die „Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk“ [3-13],
- die „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)“ [3-23],
- die „Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle“ [3-60],
- der „Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes“ [3-73] (kurz: Stilllegungsleitfaden),
- die „Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen, Teil 1: Ermittlung der Körperdosis bei äußerer Strahlenexposition (§§ 40, 41, 42 StrlSchV; § 35 RöV)“ [3-42.1],
- die „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 [3-42.2],
- die „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)“ [3-43.2],
- die „Richtlinie für den Fachkundenachweis von verantwortlichen Personen in Anlagen zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen (Zwischenlager)“ [3-21].

Die Anfang 1983 im Bundesanzeiger veröffentlichten „Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk“ [3-13] hatten die Aufgabe, das auch bei der Endlagerung einzuhaltende Gebot der atomrechtlichen Schadensvorsorge zu konkretisieren. In der Folgezeit wurden die internationalen Empfehlungen und Normen zum Strahlenschutz und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle dem Erkenntniszuwachs folgend wesentlich überarbeitet und fortgeschrieben. Vor diesem Hintergrund hatte das Bundesumweltministerium „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle“ ausgearbeitet. Diese wurden durch die am 14. Oktober 2020 verkündete Endlagersicherheitsanforderungsverordnung abgelöst.

Leitlinien und Empfehlungen der Strahlenschutzkommission und Entsorgungskommission

Für Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren im Bereich der Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle spielen die Empfehlungen der SSK und der ESK eine wichtige Rolle. Diese unabhängigen Expertengremien beraten das Bundesumweltministerium in Fragen des Strahlenschutzes und der nuklearen Entsorgung. Durch die Besetzung mit Experten unterschiedlicher Fachrichtungen und Grundauffassungen soll die ganze Bandbreite des wissenschaftlichen Sachverständigen widerspiegelt werden (vgl. die Ausführungen zu Beratungskommissionen und Sachverständige in Kapitel E.3).

SSK und ESK geben ihre Beratungsergebnisse an das Bundesumweltministerium in Form von Stellungnahmen oder Empfehlungen ab, die jeweils in Ausschüssen und Arbeitsgruppen vorbereitet werden. Durch Veröffentlichung im Bundesanzeiger werden diese Empfehlungen in das kerntechnische Regelwerk aufgenommen und im Einzelfall mit Rundschreiben des Bundesumweltministeriums zur Anwendung empfohlen. Das System der Beratung des Bundesumweltministeriums durch unabhängige Sachverständige aus unterschiedlichen Fachrichtungen hat sich bewährt.

Strahlenschutzkommission

Aktuelle Beratungsergebnisse der SSK mit Bezugspunkten zu diesem Übereinkommen sind insbesondere

- Langfristige Sicherung der Kompetenz auf dem Gebiet der Strahlenforschung und -anwendung in Deutschland – Wichtigste wissenschaftliche Disziplinen und Hauptakteure in der Forschung vom 9. Juni 2021 [3-255].
- Exposition durch Radon im Zusammenhang mit radioaktiven Altlasten vom 28./29. März 2022 [3-256].
- Schutzstrategien bei Nuklearwaffeneinsatz - Schutzwirkungen von Iodblockade und partikel-filtrierenden Halbmasken vom 29. März 2022 [3-257].
- Strahlennotfallmedizin Handbuch für die medizinische Versorgung und Ausbildung vom 28. August 2022 [3-258].
- Grundlagen zur Begründung von Grenzwerten der Strahlenexposition für die Bevölkerung vom 8. Mai 2023 [3-259].
- Langfristige Sicherung und Ausbau der Kompetenz auf dem Gebiet der Strahlenforschung und -anwendung in Deutschland – Maßnahmenkatalog Kompetenzerhalt vom 11./12. September 2023 [3-260].
- Medizinisches Management von Strahlennotfällen – Voraussetzungen und Organisation vom 11./12. September 2023 [3-261].
- Schutzstrategien bei Nuklearwaffeneinsatz - Verwendung von Atemschutzmasken zum Schutz der Bevölkerung bei Explosion nuklearer Waffen (revidierte Fassung) vom 12. September 2023 [3-262].
- Risikoabschätzung für Hautkrebs durch ionisierende Strahlung vom 7./8. Dezember 2023 [3-263].
- Empfohlene Forschungsbereiche, -felder und -themen für eine in die Zukunft gerichtete anwendungsorientierte Grundlagenforschung im Strahlenschutz vom 7./8. Dezember 2023 [3-264].

Entsorgungskommission

Für die Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle sowie für die Behandlung radioaktiver Abfälle sind insbesondere die folgenden, von der ESK erarbeiteten Empfehlungen von Bedeutung:

- „Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern“ [3-150] aus dem Jahr 2012 (revidiert 2013 und aktualisiert 2023).
Die Leitlinien geben Hinweise darauf, wie die radiologischen Schutzziele durch die technische Auslegung und den Betrieb des Zwischenlagers erreicht werden können.
- „ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ [3-151] aus dem Jahr 2012 (revidiert 2013 und aktualisiert 2020) und Stellungnahmen zu deren Umsetzung aus den Jahren 2015 [4-16] und 2018 [4-16a].
In diesen Leitlinien werden die sich aus sicherheitstechnisch relevanten Einflussparametern ergebenden Anforderungen an die Zwischenlager und ihren Betrieb sowie an die radioaktiven Abfälle und ihre Behandlung dargestellt.

- „Leitlinien für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ vom 10. Dezember 2020 und eine Empfehlung zur deren Anwendung vom 25. März 2021 [3-351].
Die Leitlinien fassen sowohl Anforderungen an die Konditionierungsanlagen als auch an die zu produzierenden Abfallprodukte bzw. -gebilde, die sich aus den Randbedingungen für die Zwischenlagerung, die Endlagerung und den Transport ergeben, zusammen.

Für die Stilllegung kerntechnischer Anlagen ist folgende von der ESK erarbeitete Empfehlung relevant:

- „Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen“ [4-4] aus dem Jahr 2015 (aktualisiert 2020).
In den Leitlinien werden die technischen Anforderungen und Abläufe dargestellt, die bei der Stilllegung von nach § 7 AtG genehmigten Anlagen und Anlagenteilen anzuwenden sind. Die Leitlinien berücksichtigen Empfehlungen des internationalen Regelwerkes und ergänzen in technischer Hinsicht die Anforderungen und Vorgaben des Stilllegungsleitfadens [3-73].

Darüber hinaus hat die ESK zahlreiche weitere Leitlinien, Stellungnahmen und Empfehlungen erarbeitet, darunter:

- „ESK-Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle“ [3-152] vom 13. März 2014 (aktualisiert 2022).
Die Leitlinien konkretisieren die nach § 19a Abs. 3 AtG alle zehn Jahre durchzuführende Überprüfung und Bewertung des Sicherheitsstatus der Zwischenlager.
- „ESK-Stresstest für Anlagen und Einrichtungen der Ver- und Entsorgung in Deutschland“ aus dem Jahr 2013. Die Ergebnisse des Stresstests sind in zwei ESK-Stellungnahmen dokumentiert [4-11].
- Stellungnahme „Stand der Vorbereitungen hinsichtlich der Bereitstellung radioaktiver Abfallgebilde für das Endlager Konrad“ vom 2. Juli 2014 [4-13].
- Stellungnahme „Rückführung verglaster Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im europäischen Ausland – Aufbewahrung der verglasten Abfälle in Standortzwischenlagern aufgrund der Änderung des Atomgesetzes am 01.01.2014 (§ 9a Absatz 2a AtG)“ vom 30. Oktober 2014 [4-14].
- Positionspapier „Verlängerte Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und sonstiger hochradioaktiver Abfälle in Abhängigkeit von der Auswahl des Endlagerstandorts“ vom 23. März 2023 [4-20].
- „Leitlinie zum sicheren Betrieb eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle“ vom 10. Mai 2023 [4-17].
- Empfehlung „Anforderungen an Endlagergebilde zur Endlagerung Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle“ vom 17. März 2016 [4-18] (redaktionell überarbeitet 2017).
- Stellungnahme „Endlagerforschung in Deutschland: Anmerkungen zu Forschungsinhalten und Forschungssteuerung“ vom 12. Mai 2016 [4-19].
- Empfehlung „Harmonisierung der Meldekriterien bei Vorkommnissen mit radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ vom 1. März 2018 [4-32].
- Stellungnahme „Sicherheitstechnische und logistische Anforderungen an ein Bereitstellungs-lager für das Endlager Konrad“ vom 26. Juli 2018 [4-31].
- „Leitlinie zum Schutz von Endlagern gegen Hochwasser“ vom 6. Dezember 2018 [4-22].
- Stellungnahme „Sicherheitskonzeptionelle Anforderungen an das Barrierensystem eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle und deren Umsetzbarkeit“ vom 21. Februar 2019 [4-30].
- Stellungnahme „Zum 100 Grad Celsius Kriterium in § 27 (4) des Standortauswahlgesetzes“ vom 12. Mai 2022 [4-34].

Hier werden der Stand von Wissenschaft und Technik hinsichtlich der Kenntnisse zum Einfluss der Temperatur auf sicherheitsrelevante Prozesse in den verschiedenen Wirtsgesteinen aufgezeigt und Empfehlungen zur Berücksichtigung des Parameters Temperatur im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens gegeben.

KTA-Regeln

Der 1972 gegründete Kerntechnische Ausschuss (KTA) ist beim Bundesumweltministerium eingerichtet. Er hat die Aufgabe, auf Gebieten der Kerntechnik, bei denen sich aufgrund von Erfahrungen eine einheitliche Meinung von Fachleuten der Hersteller und Betreiber von Atomanlagen, der Sachverständigen und der Behörden abzeichnet, für die Aufstellung sicherheitstechnischer Regeln zu sorgen und deren Anwendung zu fördern. Die Regelungen werden im Rahmen von sechs Unterausschüssen erarbeitet und vom KTA verabschiedet.

Die Regelungskompetenz des Gesetzgebers und das Verwaltungshandeln der zuständigen Behörden werden durch den KTA-Prozess nicht eingeschränkt. Die Möglichkeit, erforderliche Anforderungen, Richtlinien und Empfehlungen zu formulieren und durchzusetzen, besteht unabhängig von der konsensualen Formulierung von KTA-Regeln.

Die KTA-Regeln unterliegen einer regelmäßigen Überprüfung. Bestehende Regeltexte werden spätestens alle fünf Jahre überprüft und bei Bedarf dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik hinsichtlich der erforderlichen Vorsorge gegen Schäden angepasst. Die KTA-Regeln entfalten zwar keine rechtliche Bindungswirkung, aufgrund ihres Entstehungsprozesses und Detaillierungsgrades kommt ihnen als Konkretisierung der nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorge gegen Schäden aber eine weitreichende praktische Wirkung zu. Die Regeln beziehen sich grundsätzlich auf Kernkraftwerke, so dass deren sinngemäße Anwendung bei Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen im Einzelfall zu prüfen ist.

Derzeit (Stand 31. Dezember 2023) besteht das KTA-Regelprogramm aus 97 Regelvorhaben. Diese setzen sich zusammen aus 88 Regeln und neun Regeln, die nicht mehr der regelmäßigen Überprüfung unterzogen werden. Alle bis 2027 noch erforderlichen KTA-Regeln wurden im Jahr 2022 noch einmal auf Änderungsbedarf überprüft. 32 Regeln wurden 2023 aktualisiert und es befindet sich aktuell noch eine der Fachregeln im Änderungsverfahren.

Im weiteren Verlauf wird das Bundesumweltministerium in Abstimmung mit den Aufsichtsbehörden der Länder das Vorgehen zur Erarbeitung des weiterhin erforderlichen kerntechnischen Regelwerks in Form von Regeln und Richtlinien des Bundesumweltministeriums auf der Grundlage der aktualisierten KTA-Regeln festlegen. Es wird derzeit diskutiert, zu folgenden Themenbereichen Zwischenlagerung, Endlager, Forschungsreaktoren und Rückbau von Kernkraftwerken Regelwerke zu erstellen, die die jeweils relevanten Inhalte der KTA-Regeln übernehmen und diese rechtssicher ablösen. Nach der Veröffentlichung dieser Regelwerke werden die entsprechenden KTA-Regeln sukzessive zurückgezogen und schlussendlich der KTA aufgelöst [KTA 22].

Um in der Übergangszeit bis zum Inkrafttreten der erforderlichen Regelwerke sicherzustellen, dass die KTA-Regeln den Stand von Wissenschaft und Technik wiedergeben, wird der KTA (inkl. der Geschäftsstelle des KTA) bis zur Fertigstellung der Regelwerke des Bundesumweltministeriums für diesen Zeitraum bestehen bleiben. Die Fachunterausschüsse werden bis zum Ende der aktuellen Amtsperiode (30. November 2024) erhalten bleiben, danach soll die weitere Regelarbeit durch den KTA Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen und hinzugezogene Fachleute erfolgen [KTA 22].

Konventionelles technisches Regelwerk

Außerdem gilt – wie für Bau und Betrieb von allen technischen Einrichtungen – das konventionelle technische Regelwerk, insbesondere die nationale Normung des Deutschen Instituts für Normung e. V. (DIN) und auch die internationale Normung nach *International Organization for Standardization* (ISO) und *International Electrotechnical Commission* (IEC). Dabei sind die Anforderungen des konventionellen technischen Regelwerks als Mindestmaßstab für kerntechnische Systeme und Komponenten heranzuziehen. Darüber hinaus gilt, dass atomrechtliche Vorschriften des Bundes und der Länder unberührt bleiben, soweit in ihnen weitergehende oder andere Anforderungen gestellt oder zugelassen werden.

Sonstige Rechtsbereiche

Bei der Genehmigung von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen sind weitere, über das Atom- und Strahlenschutzrecht hinausgehende gesetzliche Bestimmungen zu berücksichtigen. Dazu gehören insbesondere

- das Baugesetzbuch (BauGB) [1B-18],
- das Raumordnungsgesetz (ROG) [1B-2],
- das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BimSchG) [1B-3],
- das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) [1B-5],
- das Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BnatSchG) [1B-6],
- das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) [1B-13],
- das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz – UVPG) [1B-14].

Bei der Erkundung zur Einrichtung eines Endlagers und im Zulassungsverfahren für ein Endlager in tiefen geologischen Formationen ist zusätzlich von Bedeutung:

- das Bundesberggesetz (BBergG) [1B-15].

In vielen der genannten Bereiche finden auch die jeweiligen Gesetze der Bundesländer Anwendung.

E.2.3 Genehmigungssystem

Zum Schutz gegen die von radioaktiven Stoffen ausgehenden Gefahren und zur Kontrolle ihrer Verwendung knüpfen das Atomgesetz (AtG) [1A-3] und das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] die Errichtung, den Betrieb und die Stilllegung kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen sowie weitere Tatbestände, wie z. B. den Umgang mit radioaktiven Stoffen, an eine behördliche Zulassung. Die Zulassungspflicht ist je nach Anlagentyp und Tätigkeit in unterschiedlichen Vorschriften festgelegt.

- § 3 AtG: Die Ein- und Ausfuhr von Kernbrennstoffen bedarf nach § 3 AtG der Genehmigung. Über Anträge auf Erteilung einer Genehmigung entscheidet das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Die Überwachung der Ein- und Ausfuhr obliegt dem Bundesministerium der Finanzen oder den von ihm bestimmten Zolldienststellen. Im Übrigen untersteht das BAFA dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Bundeswirtschaftsministerium); jedoch ist das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) die fachlich weisungsbefugte Behörde

über das BAFA hinsichtlich der Erteilung von Genehmigungen nach § 3 AtG für Kernbrennstoffe.

- § 5 AtG: Kernbrennstoffe, bei denen ein zum Besitz Berechtigter nicht feststellbar oder nicht heranziehbar ist, sind staatlich zu verwahren. Bei der staatlichen Verwahrung ist die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden zu treffen und der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter zu gewährleisten.
- § 6 AtG: Die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen, auch von bestrahlten Brennelementen und kernbrennstoffhaltigen Abfällen (soweit der Anteil bestimmter Uran- und Plutonium-Isotope die in § 2 Abs. 3 AtG festgelegten Grenzen überschreitet), erfordert eine Genehmigung nach § 6 AtG. Genehmigungsbehörde ist das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), die Aufsicht wird von der zuständigen Behörde des jeweiligen Bundeslandes ausgeübt.
- § 7 AtG: Dieser Paragraph regelt die Genehmigungspflichten für kerntechnische Anlagen, insbesondere Kernkraftwerke. Es besteht die Einschränkung, dass für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität und von Anlagen zur Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe keine Genehmigungen mehr erteilt werden dürfen. Die Handhabung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle innerhalb ortsfester Anlagen zur Erzeugung, Bearbeitung, Verarbeitung oder zur Spaltung von Kernbrennstoffen (z. B. in Kernkraftwerken) ist in der Regel durch die Genehmigung dieser Anlagen nach § 7 AtG mit abgedeckt, wenn die Handhabungsschritte in direktem Zusammenhang mit der Zweckbestimmung der Anlage stehen. Dies ist insbesondere für die Lagerung der bestrahlten Brennelemente im Abklingbecken des Reaktors und für die Behandlung und Zwischenlagerung der Betriebsabfälle der Fall. Die Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) Gorleben wurde ebenfalls nach § 7 AtG genehmigt. Genehmigung und Aufsicht werden von der zuständigen Behörde des Bundeslandes, in dem sich die jeweilige Anlage befindet, ausgeübt; im Falle der PKA ist es das Land Niedersachsen.
- § 9 AtG: Die Bearbeitung, Verarbeitung oder sonstige Verwendung von Kernbrennstoffen außerhalb der in § 7 AtG bezeichneten Anlagen, z. B. der labormäßige Umgang mit Kernbrennstoffen zu Forschungszwecken, bedarf einer Genehmigung nach § 9 AtG. Die jeweiligen Landesbehörden sind für Genehmigung und Aufsicht zuständig. Die staatliche Aufsicht über die Tätigkeiten im Rahmen der § 9 AtG-Genehmigung und weiterer strahlenschutzrechtlicher Umgangsgenehmigungen in der Schachanlage Asse II wird gemäß §§ 57b Abs. 9 2. Halbsatz, 23d Satz 1 Nr. 2 i. V. m. § 19 Abs. 5 AtG vom BASE ausgeübt.
- § 9b AtG: Für die Einrichtung von Anlagen zur Sicherstellung und Endlagerung radioaktiver Abfälle ist nach § 9a Abs. 3 Satz 1 AtG der Bund zuständig. Diese Anlagen sind grundsätzlich nach § 9b AtG planfeststellungsbedürftig. In den Fällen jedoch, in denen der Standort durch Bundesgesetz festgelegt wurde, tritt an die Stelle der Planfeststellung eine Genehmigung, da abzuwägende Belange bereits in der gesetzlichen Standortfestlegung mit vorlaufendem Standortauswahlverfahren geprüft und bewertet wurden. Für die Planfeststellung oder Genehmigung und die Aufsicht von Endlagern ist nach § 23d AtG das BASE zuständig. Nach § 58 Abs. 2 und 3 AtG bleibt die Genehmigungszuständigkeit für das Endlager Konrad bis zur Erteilung der Zustimmung zur Inbetriebnahme durch die atomrechtliche Aufsicht (BASE) und für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) bis zur Vollziehbarkeit des Stilllegungsplanfeststellungsbeschlusses bei den jeweiligen Ländern. Die in § 23d AtG beschriebenen berg- und wasserrechtlichen Zuständigkeiten verbleiben ebenfalls zunächst bei den bisher verfahrensführenden Bundesländern Niedersachsen bzw. Sachsen-Anhalt.
- § 12 StrlSchG: Im Strahlenschutzgesetz finden sich Festlegungen zur Genehmigungspflicht sonstiger Anlagen bzw. Einrichtungen (z. B. Elektronenbeschleuniger, Ionenbeschleuniger) oder Tätigkeiten (z. B. Umgang mit radioaktiven Stoffen). Weiterhin gibt es dort in den §§ 196 bis 198 Übergangsvorschriften für den Fortbestand von Genehmigungen, die vor dem 31. Dezember 2018 erteilt wurden. Eine Genehmigung von Tätigkeiten nach § 12 StrlSchG ist gemäß § 10a Abs. 2 AtG nicht erforderlich soweit eine Genehmigung nach §§ 6, 7, 9 oder

9b AtG bzw. ein Planfeststellungsbeschluss nach § 9b AtG, die sich auf den Umgang nach § 12 StrlSchG erstreckt, vorliegt. Genehmigung und Aufsicht sind Aufgabe der jeweils zuständigen Landesbehörde (vgl. die Ausführungen unter § 9 AtG zur Schachtanlage Asse II).

Das Genehmigungssystem speziell zur Stilllegung wird in den Ausführungen zu Artikel 26 in Kapitel F.6 behandelt.

Die Zuständigkeiten bei der Genehmigung und Aufsicht kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen sowie Tätigkeiten, wie z. B. des Umgangs mit radioaktiven Stoffen, sind in Tabelle E-1 zusammengefasst. Daraus wird ersichtlich, dass für die Genehmigung und Aufsicht über die verschiedenen Anlagentypen und Tätigkeiten zum Teil unterschiedliche Behörden zuständig sind. Eine einheitliche Anwendung der gesetzlichen Anforderungen und eine harmonisierte Genehmigungspraxis wird durch die in Kapitel E.2.1 näher beschriebene Recht- und Zweckmäßigkeitssupervision seitens des Bundesumweltministeriums gewährleistet.

Eine Zulassung nach dem Atomgesetz oder dem Strahlenschutzgesetz darf nur erteilt werden, wenn die in dem betreffenden Paragraphen des Gesetzes genannten Genehmigungsvoraussetzungen durch den Antragsteller erfüllt werden. Dazu gehört insbesondere die nach Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden. Die Zulassung erfolgt in der Regel ohne zeitliche Begrenzung, mit Ausnahme der Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung.

Weiter ist zu beachten, dass jeglicher Umgang mit radioaktiven Stoffen den Überwachungsvorschriften und den Schutzvorschriften unterworfen ist, die im Strahlenschutzgesetz und in der Strahlenschutzverordnung verbindlich festgelegt sind. Im Strahlenschutzgesetz sind auch die Benennung der verantwortlichen Personen des Zulassungsinhabers, die Dosisgrenzwerte für die Strahlenexposition der Beschäftigten und der Bevölkerung geregelt.

Tabelle E-1: Übersicht der Zuständigkeiten bei Genehmigung und Aufsicht

Zuständigkeiten bei kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen sowie Tätigkeiten, wie den Umgang mit radioaktiven Abfällen, sowie die Grundlagen hierfür

Material	Tätigkeit	Grundlage	Genehmigung	Aufsicht	Anlagen (beispielhaft)
Kernbrennstoffe und kernbrennstoffhaltige Abfälle	Erzeugung, Verarbeitung, Bearbeitung	§ 7 AtG	Landesbehörde	Landesbehörde	PKA, VEK
	Bearbeitung, Verwendung	§ 9 AtG	Landesbehörde	Landesbehörde	Tätigkeiten außerhalb von § 7 AtG-Anlagen (z. B. der labormäßige Umgang mit Kernbrennstoffen zu Forschungszwecken)
	Faktenerhebung	§ 9 AtG	Landesbehörde	BASE	Schachtanlage Asse II
	Aufbewahrung	§ 6 AtG	BASE	Landesbehörde	Brennelemente-Zwischenlager
	Ein-/Ausfuhr	§ 3 AtG	BAFA	Bund	-
Sonstige radioaktive Stoffe nach § 2 Abs. 1 AtG, Kernbrennstoffe nach § 2 Abs. 3 AtG (z. B. Abfälle mit geringem Kernbrennstoffanteil)	Umgang, z. B. Lagerung	§ 12 StrlSchG ¹⁾	Landesbehörde	Landesbehörde	Landessammelstellen, Abfall-Zwischenlager, Konditionierungsanlagen

Material	Tätigkeit	Grundlage	Genehmigung	Aufsicht	Anlagen (beispielhaft)
Radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung / SMA	Endlagerung	§ 9b AtG	BASE ²⁾	BASE	ERAM, Endlager Konrad
Hochradioaktive Abfälle (HAA)	Endlagerung	§ 9b Abs. 1a AtG	BASE	BASE	-

¹⁾ Falls sich auf die Tätigkeit nicht bereits eine Genehmigung nach §§ 6, 7, 9 oder 9b AtG erstreckt.

²⁾ Für die bereits bestehenden Endlagerprojekte gelten Übergangsregelungen. Beim Endlager Konrad gehen die Aufgaben erst nach Erteilung der Zustimmung zur Inbetriebnahme des Endlagers vom Land Niedersachsen auf den Bund über. Beim Endlager Morsleben gehen die Aufgaben erst mit Vollziehbarkeit des Planfeststellungsbeschlusses vom Land Sachsen-Anhalt auf den Bund über. Bei der Schachanlage Asse II verbleiben die Zuständigkeiten für die Erteilung atom- und strahlenschutzrechtlicher Genehmigungen beim Land Niedersachsen.

Genehmigungen für kerntechnische Anlagen und Einrichtungen sowie Tätigkeiten, wie der Umgang mit radioaktiven Abfällen, können zur Gewährleistung der Sicherheit mit Auflagen verbunden werden. Der Betrieb, das Innehaben, eine wesentliche Veränderung oder die Stilllegung einer kerntechnischen Anlage ohne die hierfür erforderliche Genehmigung sind grundsätzlich strafbar.

Die Genehmigung von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen sowie Tätigkeiten, außer der vom BASE nach § 6 AtG zu genehmigenden Aufbewahrung von Kernbrennstoffen, erfolgt durch die jeweiligen Bundesländer. In den Bundesländern sind Ministerien als oberste Landesbehörden zuständig für die Erteilung von Genehmigungen nach den §§ 7 und 9 AtG, auf nachgeordnete Behörden (z. B. Gewerbeaufsichtsämter) kann die Erteilung von Genehmigungen nach dem Strahlenschutzgesetz (Umgang mit radioaktiven Abfällen, Landessammelstellen) übertragen werden. Der Bund übt die Aufsicht über den Vollzug des Atom- und Strahlenschutzrechts durch die Länder aus (Bundesaufsicht). Dabei hat er insbesondere das Recht, zu Sach- und Rechtsfragen in jedem Einzelfall verbindliche Weisungen gegenüber dem betreffenden Land zu erteilen.

Zu allen fachlich-wissenschaftlichen Fragen der Genehmigung und der Aufsicht kann die zuständige Behörde gemäß § 20 AtG Sachverständige zuziehen. Die Behörde ist an die fachliche Beurteilung durch die Sachverständigen nicht gebunden.

Die geltenden atomrechtlichen Haftungsvorschriften setzen das Pariser Atomhaftungs-Übereinkommen [1E-5-1], ergänzt durch das Brüsseler Zusatzübereinkommen [1E-5-2], in nationales Recht um. Einzelheiten zur Festsetzung der Deckungsvorsorge regelt die Atomrechtliche Deckungsvorsorgeverordnung (AtDeckV) [1A-11]. In Deutschland bedeutet dies für die Betreiber in der Regel den Abschluss von Haftpflichtversicherungen, deren Deckungssumme im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren festgelegt wird.

Nachfolgend werden die Verfahren nach §§ 6, 7 und 9b AtG exemplarisch dargestellt.

Anders als im Falle der nach §§ 6 und 7 AtG zu genehmigenden Aufbewahrung bzw. Anlage unterliegen die Errichtung, der Betrieb und die Stilllegung von Endlagern für radioaktive Abfälle der Planfeststellungspflicht nach § 9b AtG, sofern nicht bei Festlegung des Endlagerstandorts durch Bundesgesetz an die Stelle der Planfeststellung eine Genehmigung (§ 9b Abs. 1a AtG) tritt. Beim Planfeststellungsverfahren handelt es sich um eine besondere Verfahrensart, mit der Vorhaben unter Berücksichtigung aller berührten öffentlichen und privaten Belange in die Umwelt eingeordnet werden. Kennzeichnend sind für den Planfeststellungsbeschluss daher auch Genehmigungs-, Konzentrations-, Ersetzungs-, Gestaltungs- und Duldungswirkung.

Die Anlagengenehmigung für ortsfeste Anlagen zur Erzeugung oder zur Bearbeitung oder Verarbeitung oder zur Spaltung von Kernbrennstoffen oder zur Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe sowie zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau gemäß § 7 AtG verdient als zentrale

(Anlagen-)Genehmigungsvorschrift des Atomgesetzes besondere Beachtung. Da § 6 AtG keine Anlagengenehmigung, sondern eine sogenannte tätigkeitsbezogene Genehmigung zur „Aufbewahrung von Kernbrennstoffen“ darstellt, soll auch hierauf zur Abgrenzung und zum besseren Verständnis nachfolgend kurz eingegangen werden.

Die Ausgestaltung und Durchführung des Genehmigungsverfahrens gemäß § 7 AtG ist in der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) [1A-10] näher geregelt. Festgelegt sind die Antragstellung mit der Vorlage von Unterlagen, die Öffentlichkeitsbeteiligung und die Möglichkeit der Aufteilung in mehrere Genehmigungsschritte (Teilgenehmigungen), darüber hinaus die Umweltverträglichkeitsprüfung und die Beachtung anderer Genehmigungserfordernisse (z. B. für nichtradioaktive Emissionen und für Ableitungen in Gewässer). Bei anderen atomrechtlichen Genehmigungs- bzw. Planfeststellungsverfahren (§§ 6 bzw. 9b AtG) findet die Atomrechtliche Verfahrensverordnung ebenfalls sinngemäß Anwendung. Die Möglichkeit der Aufteilung des Genehmigungsverfahrens in Teilgenehmigungen wird in der Regel bei Großanlagen praktiziert, deren Errichtung und Inbetriebnahme längere Zeiträume in Anspruch nimmt. Dies hat den Vorteil, dass in den einzelnen Verfahrensschritten jeweils der aktuellste Stand von Wissenschaft und Technik zugrunde gelegt werden kann.

Atomrechtliches Genehmigungsverfahren für Anlagen nach § 7 AtG

Nach § 7 AtG bedürfen die Errichtung, der Betrieb oder das Innehaben einer ortsfesten Anlage zur Erzeugung, Bearbeitung, Verarbeitung oder Spaltung von Kernbrennstoffen oder zur Aufarbeitung der Kernbrennstoffe der Genehmigung. Gleiches gilt für eine wesentliche Veränderung der Anlage oder ihres Betriebs. Auch die Stilllegung, der sichere Einschluss und der Abbau sind genehmigungspflichtig. Eine Genehmigung darf nur erteilt werden, wenn die in § 7 Abs. 2 AtG genannten Genehmigungsvoraussetzungen erfüllt sind, d. h., wenn

- keine Tatsachen vorliegen, aus denen sich Bedenken gegen die Zuverlässigkeit des Antragstellers und der für die Errichtung, Leitung und Beaufsichtigung des Betriebs der Anlage verantwortlichen Personen ergeben, und die für die Errichtung, Leitung und Beaufsichtigung des Betriebs der Anlage verantwortlichen Personen die hierfür erforderliche Fachkunde besitzen,
- gewährleistet ist, dass die bei dem Betrieb der Anlage sonst tätigen Personen die notwendigen Kenntnisse über einen sicheren Betrieb der Anlage, die möglichen Gefahren und die anzuwendenden Schutzmaßnahmen besitzen,
- die nach Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist,
- die erforderliche Vorsorge für die Erfüllung gesetzlicher Schadenersatzverpflichtungen getroffen ist,
- der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter gewährleistet ist und
- überwiegende öffentliche Interessen, insbesondere im Hinblick auf die Umweltauswirkungen, der Wahl des Standorts der Anlage nicht entgegenstehen.

Diese Anforderungen für die Genehmigung sind auch während des Betriebs Beurteilungsmaßstab für die Aufsicht.

Für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität und von Anlagen zur Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe werden keine Genehmigungen erteilt.

Nicht wesentliche Änderungen von Kernanlagen oder ihres Betriebs bedürfen keiner Genehmigung, werden jedoch der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde angezeigt und unterliegen gegebenenfalls begleitenden Kontrollen durch die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden. Festlegungen zu Änderungsverfahren sind in den schriftlichen betrieblichen Regelungen der Genehmigungsinhaber getroffen.

Die vom Gesetzgeber verwendeten unbestimmten Rechtsbegriffe, wie z. B. „*die nach Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden*“, wurden gewählt, um eine dynamische Weiterentwicklung der Vorsorge nach neuestem Stand zu erleichtern. Das Gesetz hat es damit weithin der Exekutive überlassen, sei es im Wege der Rechtsverordnung nach Maßgabe der einschlägigen Ermächtigungen, sei es bei Einzelentscheidungen unter Berücksichtigung auch des untergesetzlichen Regelwerks, über die Art und insbesondere über das Ausmaß von Risiken, die hingenommen oder nicht hingenommen werden, zu befinden (vgl. die Ausführungen in Kapitel E.2.2 zur hierarchischen Struktur des Regelwerks). Über das Verfahren zur Ermittlung solcher Risiken trifft es selbst keine näheren Regelungen.

Antragstellung

Der schriftliche Genehmigungsantrag wird bei der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde des Landes eingereicht, in dem sich die Anlage befindet bzw. errichtet werden soll. Der Antragsteller hat alle erforderlichen Unterlagen vorzulegen, die zur Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen durch die atomrechtliche Genehmigungsbehörde und die von dieser hinzugezogenen Sachverständigen erforderlich sind. Diese Unterlagen werden in den §§ 2 und 3 AtVfV detailliert aufgeführt. Die Ausgestaltung der Unterlagen ist in Richtlinien weiter spezifiziert.

Bei Anträgen für Änderungsgenehmigungen bezieht sich die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen nicht nur auf den Gegenstand der Änderung. Es werden auch die Auswirkungen der Änderungen auf die bestehende Anlage geprüft. Zum Nachweis der Genehmigungsvoraussetzungen sind geeignete Unterlagen zu den von der Änderung betroffenen Sachverhalten vorzulegen. Ebenso ist ein Sicherheitsbericht einzureichen (§ 3 Abs. 1 Nr. 1 AtVfV), der durch die zuständige atomrechtliche Genehmigungsbehörde, ggf. mit Hilfe von Sachverständigenorganisationen, im Verlaufe des Genehmigungsverfahrens geprüft wird.

Neben dem Sicherheitsbericht sind vom Antragsteller bei der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde einzureichen:

- ergänzende Pläne, Zeichnungen und Beschreibungen der Anlage und ihrer Teile;
- Angaben über Maßnahmen, die zum Schutz der Anlage und ihres Betriebs gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter nach § 7 Abs. 2 Nr. 5 AtG vorgesehen sind;
- Angaben, die es ermöglichen, die Zuverlässigkeit und Fachkunde der für die Errichtung der Anlage und für die Leitung und Beaufsichtigung ihres Betriebs verantwortlichen Personen zu prüfen;
- Angaben, die es ermöglichen, die Gewährleistung der nach § 7 Abs. 2 Nr. 2 AtG notwendigen Kenntnisse der bei dem Betrieb der Anlage sonst tätigen Personen festzustellen;
- eine Aufstellung, die alle für die Sicherheit der Anlage und ihres Betriebes bedeutsamen Angaben, die für die Beherrschung von Stör- und Schadensfällen vorgesehenen Maßnahmen sowie einen Rahmenplan für die vorgesehenen Prüfungen an sicherheitstechnisch bedeutsamen Teilen der Anlage (Sicherheitsspezifikationen) enthält;
- Vorschläge über die Vorsorge für die Erfüllung gesetzlicher Schadensersatzverpflichtungen;
- eine Beschreibung der anfallenden radioaktiven Reststoffe sowie Angaben über vorgesehene Maßnahmen zur Vermeidung des Anfalls von radioaktiven Reststoffen, zur schadlosen Verwertung anfallender radioaktiver Reststoffe und ausgebauter oder abgebauter radioaktiver Anlagenteile entsprechend den in § 1 Nr. 2 bis 4 AtG bezeichneten Zwecken sowie zur geordneten Beseitigung radioaktiver Reststoffe oder abgebauter radioaktiver Anlagenteile als radioaktive Abfälle, einschließlich ihrer vorgesehenen Behandlung, sowie zum voraussichtlichen Verbleib radioaktiver Abfälle bis zur Endlagerung;
- Angaben über sonstige Umweltauswirkungen des Vorhabens, die zur Prüfung nach § 7 Abs. 2 Nr. 6 AtG für die im Einzelfall in der Genehmigungsentscheidung eingeschlossenen Zulassungsentscheidungen oder für von der Genehmigungsbehörde zu treffende Entschei-

dungen nach Vorschriften über Naturschutz und Landschaftspflege erforderlich sind, die Anforderungen an den Inhalt der Angaben bestimmen sich nach den für die genannten Entscheidungen jeweils maßgeblichen Rechtsvorschriften.

Zudem muss für die Öffentlichkeitsbeteiligung mit dem Antrag eine Kurzbeschreibung der geplanten Anlage einschließlich Angaben zu ihren voraussichtlichen Auswirkungen auf die Bevölkerung und die Umwelt in der Umgebung vorgelegt werden.

Antragsprüfung

Die Genehmigungsbehörde bewertet auf der Grundlage der vorgelegten Unterlagen, ob die Genehmigungsvoraussetzungen erfüllt sind. Im Genehmigungsverfahren sind alle Behörden des Bundes, der Länder, der Gemeinden, der sonstigen Gebietskörperschaften und gegebenenfalls auch Behörden anderer Staaten (§ 7a AtVfV) zu beteiligen, deren Zuständigkeitsbereich berührt wird, insbesondere die Bau-, Wasser-, Raumordnungs- und Katastrophenschutzbehörden. Zur Bewertung der Sicherheitsfragen werden technische Sachverständigenorganisationen zur Unterstützung der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde mit der Begutachtung der Antragsunterlagen beauftragt.

Die Genehmigungsbehörde des Landes informiert das Bundesumweltministerium im Rahmen der Bundesauftragsverwaltung, wenn es das Genehmigungsverfahren für bedeutsam hält oder vom Bundesumweltministerium allgemeine bundesaufsichtliche Vorgaben vorliegen (z. B. für beantragte Leistungserhöhungen). Eine Information erfolgt auch, wenn das Bundesumweltministerium eine Beteiligung des Bundes im Einzelfall als erforderlich ansieht.

Bei der Wahrnehmung dieser bundesaufsichtlichen sicherheitstechnischen Aufgaben lässt sich das Bundesumweltministerium durch seine Beratungsgremien Reaktor-Sicherheitskommission (RSK), Entsorgungskommission (ESK) und Strahlenschutzkommission (SSK) sowie häufig durch die Sachverständigenorganisation Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH fachlich unterstützen. Das Bundesumweltministerium nimmt, soweit erforderlich, zum Entwurf der Entscheidung der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde Stellung.

Umweltverträglichkeitsprüfung

Die Erforderlichkeit einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für Kernanlagen ist im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) [1B-14] i. V. m. § 2a AtG geregelt. Die UVP wird als selbstständiger Bestandteil des Zulassungsverfahrens für die kerntechnische Anlage oder deren Änderung durchgeführt. Bei UVP-pflichtigen Vorhaben hat der Antragsteller seinem Antrag einen UVP-Bericht beizufügen (§ 3 Abs. 2 AtVfV). Darin sind u. a. die Maßnahmen und Merkmale des Vorhabens darzustellen, mit denen das Auftreten erheblicher nachteiliger Umweltauswirkungen des Vorhabens ausgeschlossen, vermindert oder ausgeglichen werden sollen. Die trotz dieser Maßnahmen zu erwartenden Umweltauswirkungen sind ebenfalls darzustellen. Erfasst werden nicht nur die radiologischen Auswirkungen auf die Umwelt, sondern auch die weiteren durch Errichtung, Betrieb oder Stilllegung der Anlage bedingten Auswirkungen (z. B. Auswirkungen auf den Naturhaushalt, den Wasserhaushalt, Schall, Licht, Flächenverbrauch etc.). Zum UVP-Bericht, aber auch zu anderen Antragsunterlagen wie z. B. dem Sicherheitsbericht (§ 6 Abs. 1 Nr. 2 i. V. m. § 3 Abs. 1 Nr. 1 AtVfV), können die Öffentlichkeit sowie Behörden, die in ihrem Zuständigkeitsbereich betroffen sind, Stellung nehmen (§ 7 Abs. 1 AtVfV und § 7 Abs. 4 Satz 1 AtG).

Anschließend erstellt die zuständige atomrechtliche Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde eine zusammenfassende Darstellung der Umweltauswirkungen (§ 14a Abs. 1 AtVfV) und führt eine Bewertung der Umweltauswirkungen durch, die bei der Entscheidung über die Zulässigkeit des Vorhabens im Hinblick auf einen wirksamen Schutz der Umwelt zu berücksichtigen ist (§ 14a Abs. 2 AtVfV).

Aufgrund des von Deutschland mit unterzeichneten internationalen „Übereinkommens über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen“ aus dem Jahr 1991 (Espoo-Konvention) [1E-1-1] sind die Behörden und die Öffentlichkeit möglicherweise betroffener Nachbarstaaten vor der Zulassung des Projekts im Rahmen einer grenzüberschreitenden UVP zu beteiligen, wenn dieses Projekt grenzüberschreitende Umweltauswirkungen haben kann. Deutschland wendet das Beteiligungsverfahren gegenüber allen seinen Nachbarn an.

Öffentlichkeitsbeteiligung

Mit der Öffentlichkeitsbeteiligung sollen die Bürger Gelegenheit haben, ihre Anliegen unmittelbar in das Verfahren einzubringen. Eine Öffentlichkeitsbeteiligung war für die Errichtungsgenehmigungen obligatorisch und ist es auch für die erste Stilllegungsgenehmigung. Bei der Genehmigung wesentlicher Änderungen kann die Behörde von einer Öffentlichkeitsbeteiligung absehen, wenn die Änderung keine nachteilige Auswirkung für die Bevölkerung hat. Die Öffentlichkeitsbeteiligung muss jedoch durchgeführt werden, wenn dies nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich ist. Die Atomrechtliche Verfahrensverordnung enthält detaillierte Regelungen

- darüber, unter welchen Voraussetzungen die Genehmigungsbehörde von einer Öffentlichkeitsbeteiligung absehen darf, beziehungsweise eine Öffentlichkeitsbeteiligung durchführen muss,
- über die öffentliche Bekanntmachung des Vorhabens und über die öffentliche Auslegung der Antragsunterlagen an einer geeigneten Stelle in der Nähe des Standortes für einen Zeitraum von zwei Monaten, einschließlich der Aufforderung, etwaige Einwendungen innerhalb der Auslegungsfrist vorzubringen (§§ 4 bis 7a AtVfV) und
- über die Durchführung eines Erörterungstermins, bei dem die vorgebrachten Einwendungen zwischen Genehmigungsbehörde, Antragsteller und denjenigen, die Einwendungen erhoben haben, besprochen werden können (§§ 8 bis 13 AtVfV).

Die Genehmigungsbehörde berücksichtigt und bewertet die Einwendungen aus der Öffentlichkeitsbeteiligung bei ihrer Entscheidungsfindung und stellt dies in der Genehmigungsbegründung dar.

Wenn das Genehmigungsverfahren mit einer Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt wird, ist zusätzlich zu den Antragsunterlagen, die zur Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen durch die Genehmigungsbehörde und die Sachverständigen in allen Genehmigungsverfahren vorzulegen sind, vom Antragsteller für die Information der Öffentlichkeit eine allgemein verständliche Kurzbeschreibung der Anlage und der beantragten Änderung vorzulegen (§ 6 Abs. 1 Nr. 3, i. V. m. § 3 Abs. 4 AtVfV). Zusätzlich zur Öffentlichkeitsbeteiligung im Genehmigungsverfahren ist durch die Gesetze der Länder in der Regel eine frühe Öffentlichkeitsbeteiligung (§ 25 Abs. 3 Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) [1B-22]) vorgesehen. In dieser unterrichtet der Vorhabenträger die Öffentlichkeit noch vor Antragstellung über das Vorhaben und gibt ihr die Möglichkeit zur Äußerung und Erörterung.

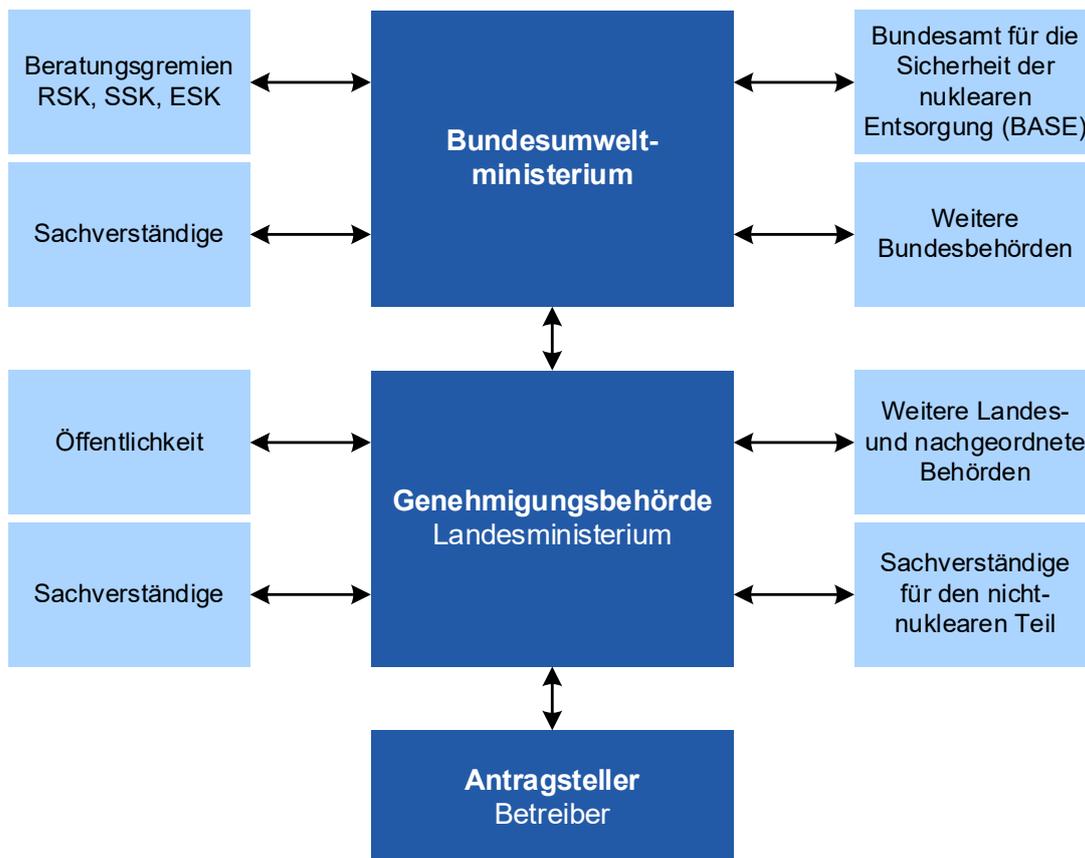
Genehmigungsentscheidung

Die Antragsunterlagen, die Gutachten der zugezogenen Sachverständigen und, falls vorhanden, die Stellungnahmen des Bundesumweltministeriums und der beteiligten Behörden sowie die Erkenntnisse zu den vorgebrachten Einwendungen aus der Öffentlichkeit bilden in ihrer Gesamtheit die Basis für die Entscheidung der Genehmigungsbehörde. Die Einhaltung der Verfahrensvorschriften gemäß der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung ist Voraussetzung für die Rechtmäßigkeit der Entscheidung. Gegen die Entscheidung der Genehmigungsbehörde kann vor einem Verwaltungsgericht des zuständigen Bundeslandes Klage erhoben werden. Revisionen werden ggf. vom Bundesverwaltungsgericht verhandelt. Bei einer Genehmigung mit Sofortvollzug kann eine Klage nicht verhindern, dass von der Genehmigung Gebrauch gemacht werden darf. Jedoch kann der Sofortvollzug beklagt werden.

Das Zusammenspiel der am atomrechtlichen Verfahren beteiligten Behörden und Stellen sowie die Beteiligung der Öffentlichkeit sind in Abbildung E-2 dargestellt. Hierdurch wird eine breite und differenzierte Entscheidungsgrundlage geschaffen, die Entscheidungen unter Berücksichtigung aller Belange ermöglicht.

Das Atomgesetz enthält die erforderliche Ermächtigung, aufgrund der die atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder gegen eine nicht genehmigte Errichtung oder einen nicht genehmigten Betrieb einer Kernanlage vorgehen können.

Abbildung E-2: Beteiligte am atomrechtlichen Genehmigungsverfahren nach § 7 AtG



Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen nach § 6 AtG

Bei einer Genehmigung nach § 6 AtG handelt es sich nicht um eine Anlagengenehmigung, wie etwa bei Genehmigungen nach § 7 AtG, sondern um eine sogenannte tätigkeitsbezogene Genehmigung. Hierbei wird die Tätigkeit der „Aufbewahrung“ von Kernbrennstoffen genehmigt, also in erster Linie ihre zeitweilige (im Unterschied zur Endlagerung nach § 9b AtG) Lagerung an einem bestimmten Ort, aber auch dafür notwendige Handlungen (z. B. Behälterübernahme und -herrichtung, Transport zur Behälterposition, Wartungsarbeiten und andere übliche Betriebsvorgänge). Für diese Aufbewahrung bedarf es keiner umfassenden atomrechtlichen Errichtungs- und Betriebsgenehmigung und auch keines förmlichen Planfeststellungsverfahrens. Für die Errichtung einer solchen Aufbewahrungseinrichtung findet das Baurecht der jeweiligen Bundesländer Anwendung. Die Baugenehmigung ist hinsichtlich der Gebäudenutzung insoweit zu begrenzen, als dass in ihr keine abschließende, für Dritte verbindliche, Entscheidung über die Abwehr nuklearspezifischer Risiken getroffen wird. Diese Frage unterliegt der atomrechtlichen Prüfung der hierfür zuständigen Behörde.

Bei der Genehmigung nach § 6 AtG handelt es sich um eine gebundene Entscheidung, die also ohne Ermessen erteilt werden muss, wenn die in § 6 Abs. 2 AtG genannten Voraussetzungen erfüllt sind. Die einzelnen Tatbestandsvoraussetzungen entsprechen im Wesentlichen denen des § 7 Abs. 2 AtG, mit Ausnahme der „Kenntnisse der tätigen Personen“ im Sinne des § 7 Abs. 2 Nr. 2 AtG und dem „Entgegenstehen überwiegender öffentlicher Interessen“ im Sinne des § 7 Abs. 2 Nr. 6 AtG.

Atomrechtliches Zulassungsverfahren nach § 9b AtG für Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle

Nach § 9a Abs. 3 AtG hat der Bund Anlagen zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle einzurichten. Die Errichtung, der Betrieb und die Stilllegung solcher Anlagen bedürfen nach § 9b Abs. 1 AtG der Planfeststellung. Auf Antrag kann das Vorhaben in Stufen durchgeführt und dementsprechend können Teilplanfeststellungsbeschlüsse erteilt werden. In den Fällen, in denen der Endlagerstandort durch Bundesgesetz festgelegt wurde, tritt an die Stelle der Planfeststellung eine Genehmigung (§ 9b Abs. 1a AtG).

Die Genehmigung für ein Endlager darf nur erteilt werden, wenn die in § 7 Abs. 2 Nr. 1, 2, 3 und 5 AtG genannten Voraussetzungen (vgl. die Ausführungen zu Atomrechtliches Genehmigungsverfahren für Anlagen nach § 7 AtG in Kapitel E.2.3) erfüllt sind. Darüber hinaus ist die Genehmigung für ein Endlager zu versagen, wenn

- von der Errichtung, dem Betrieb oder der Stilllegung der geplanten Anlage Beeinträchtigungen des Wohls der Allgemeinheit zu erwarten sind, die durch inhaltliche Beschränkungen und Auflagen nicht verhindert werden können, oder
- sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften, insbesondere im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit, der Errichtung, dem Betrieb oder der Stilllegung der Anlage entgegenstehen.

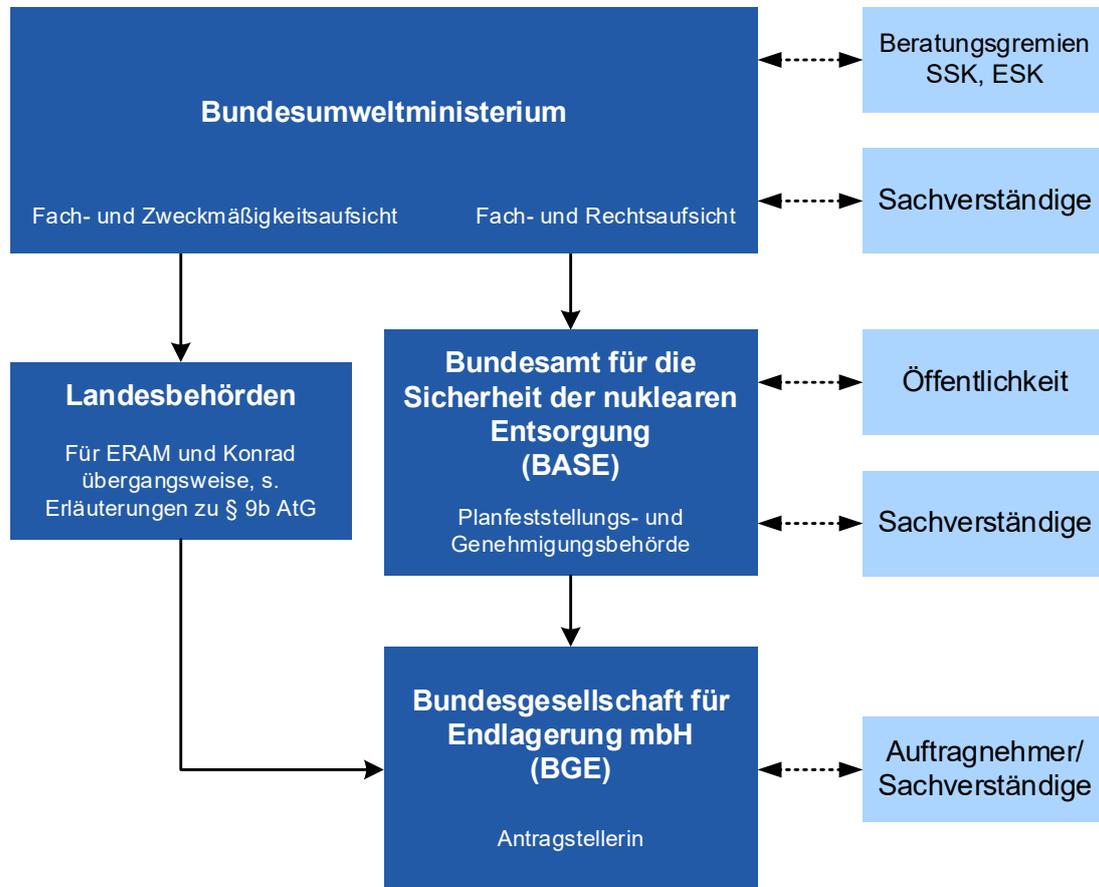
Die wichtigste Besonderheit eines Planfeststellungsverfahrens ist die Konzentration aller Rechtsbereiche innerhalb eines einzigen Verfahrens. Der Planfeststellungsbeschluss deckt damit im Gegensatz zu anderen atomrechtlichen Verfahren fast alle anderen erforderlichen Genehmigungen, z. B. nach Baurecht oder Naturschutzrecht, mit ab. Ausnahmen ergeben sich aus § 9b Abs. 5 Nr. 3 AtG und dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [1B-5]. Danach erstreckt sich die Planfeststellung nicht auf die Zulässigkeit des Vorhabens nach den Vorschriften des Berg- und Tiefspeicherrechts. Hierfür sind gesonderte Verfahren durchzuführen. Soweit wasserrechtliche Erlaubnisse erforderlich sind, wird über diese ebenfalls gesondert nach § 19 WHG entschieden. Über die Ausnahmen entscheidet die dafür sonst zuständige Behörde. Darüber hinaus beinhaltet das Planfeststellungsverfahren nach § 9b Abs. 5 Nr. 1 AtG auch eine Öffentlichkeitsbeteiligung.

Auch durch eine Genehmigung nach § 9b Abs. 1a AtG wird die Zulässigkeit des Vorhabens im Hinblick auf alle von ihm berührten öffentlichen Belange festgestellt; neben der Genehmigung sind andere behördliche Entscheidungen, insbesondere öffentlich-rechtliche Genehmigungen, Verleihungen, Erlaubnisse, Bewilligungen, Zustimmungen und Planfeststellungen nicht erforderlich, mit Ausnahme von wasserrechtlichen Erlaubnissen und Bewilligungen sowie der Entscheidungen über die Zulässigkeit des Vorhabens nach den Vorschriften des Berg- und Tiefspeicherrechts.

Im Gegensatz zur Genehmigung nach § 7 AtG ist die Festsetzung einer Deckungsvorsorge nicht vorgesehen, da der Staat Aufgabenträger ist. Nach § 13 Abs. 4 AtG sind Bund und Länder ausdrücklich nicht zur Deckungsvorsorge verpflichtet, was entsprechend für den Dritten nach § 9a Abs. 3 Satz 2 AtG gilt.

Die Beteiligten am Zulassungs- und Aufsichtsverfahren eines Endlagers sind in Abbildung E-3 zusammengefasst. Die Regelungen für Zulassungsverfahren für das ERAM und das Endlager Konrad sind übergangsweise abweichend (vgl. die Erläuterungen zu § 9b AtG).

Abbildung E-3: Beteiligte an der atomrechtlichen Zulassung und Aufsicht für ein Endlager
Durchgezogene Linien stellen eine Aufsicht, gestrichelte Linien einen Informationsaustausch dar



E.2.4 System zum Verbot eines Anlagenbetriebs ohne Genehmigung

Das Verbot, eine Anlage oder Einrichtung zur Behandlung bestrahlter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle ohne Genehmigung zu betreiben, ergibt sich aus den Bestimmungen im Strafgesetzbuch, im Atomgesetz und in den atomrechtlichen Verordnungen. Hierauf wird in den Ausführungen zu Artikel 19 (2) v in Kapitel E.2.6 näher eingegangen.

E.2.5 Behördliche Prüfung und Beurteilung (Aufsicht)

Kontinuierliche staatliche Aufsicht

Während der gesamten Lebensdauer von der Errichtung bis zur Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung unterliegen kerntechnische Anlagen und Einrichtungen nach Erteilung der erforderlichen Zulassung einer kontinuierlichen staatlichen Aufsicht gemäß § 19 Atomgesetz (AtG) [1A-3] und den zugehörigen atomrechtlichen Verordnungen. Auch hier gibt es, wie bei der Genehmigung, Unterschiede zwischen den Umgangstatbeständen der §§ 6 und 9 AtG bzw. § 12 StrlSchG [1A-34] sowie den nach § 7 AtG genehmigten Anlagen und den Endlagern, die nach § 9b AtG der Planfeststellung bzw. Genehmigung bedürfen.

Bei Anlagen oder beim Umgang mit Kernbrennstoffen, die nach § 6, 7 oder 9 AtG genehmigt wurden, führen die Länder die atomrechtliche Aufsicht aus. Eine Ausnahme bildet die Aufsicht über den Umgang in der Schachtanlage Asse II. Die Länder handeln auch hier im Auftrag des Bundes, d. h. der Bund kann verbindliche Weisungen zu Sach- und Rechtsfragen in jedem Einzelfall erteilen. Wie im Genehmigungsverfahren lassen sich die Länder durch unabhängige Sachverständige unterstützen. Die Entscheidungen bezüglich anstehender Aufsichtsmaßnahmen verbleiben bei der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde. Das Gleiche gilt für den Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen nach § 12 StrlSchG (vgl. § 179 StrlSchG).

Oberstes Ziel der staatlichen Aufsicht ist wie bei der Genehmigung der Schutz der Bevölkerung, der Umwelt und der in diesen Anlagen beschäftigten Personen vor den mit dem Betrieb der Anlage verbundenen Risiken.

Die Aufsichtsbehörde überwacht insbesondere

- die Einhaltung der Vorschriften des Atomgesetzes, des Strahlenschutzgesetzes, der atom- und strahlenschutzrechtlichen Verordnungen und sonstiger sicherheitstechnischer Regeln und Richtlinien,
- die Einhaltung der Bestimmungen, Auflagen und sonstigen Nebenbestimmungen der Genehmigungsbescheide und
- die Einhaltung der ggf. erlassenen aufsichtlichen Anordnungen.

Zur Gewährleistung der Sicherheit überwacht die Aufsichtsbehörde auch mit Hilfe ihrer Sachverständigen oder durch andere Behörden:

- die Einhaltung der sicherheitsrelevanten Betriebsvorschriften,
- die Durchführung der wiederkehrenden Prüfungen sicherheitstechnisch relevanter Anlagenteile,
- die Auswertung besonderer Vorkommnisse,
- die Durchführung von Änderungen der Anlage oder ihres Betriebes,
- die Strahlenschutzüberwachung des Betriebspersonals,
- die Strahlenschutzüberwachung der Umgebung,
- die Einhaltung der anlagenspezifisch genehmigten Grenzwerte bei der Ableitung von radioaktiven Stoffen,
- die Maßnahmen gegen Störungen oder sonstige Einwirkungen Dritter,
- die Zuverlässigkeit und Fachkunde und den Fachkundeerhalt der verantwortlichen Personen sowie den Kenntniserhalt der sonst tätigen Personen auf der Anlage und
- die Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Die Aufsichtsbehörde und die von ihr hinzugezogenen Sachverständigen haben jederzeit Zugang zur Anlage oder Einrichtung und sind berechtigt, notwendige Untersuchungen durchzuführen und Auskünfte zu verlangen (vgl. § 20 i. V. m. § 19 Abs. 2 AtG).

Im Gegensatz zu dieser für Genehmigungen nach §§ 6, 7 oder 9 AtG in § 19 AtG geregelten staatlichen Aufsicht durch das jeweilige Land bzw. das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) bei der Schachtanlage Asse II, ist bei Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle die staatliche Aufsicht anders geregelt. Das BASE ist nach § 23d Satz 1 Nr. 2 AtG auch für die Aufsicht über Anlagen des Bundes nach § 9a Abs. 3 Satz 1 AtG (Anlagen zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle) zuständig. Die umfassende Fach- und Rechtsaufsicht über das BASE übt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) aus, in dessen Geschäftsbereich das BASE tätig ist.

Das BASE überwacht zudem den Vollzug des Standortauswahlverfahrens entsprechend § 19 Abs. 1 bis 4 AtG.

Berichterstattungs- und Meldepflichten

Die rechtlichen Grundlagen für die Dokumentation und Meldung radioaktiver Abfälle sind seit 2018 in § 1 und § 2 der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) [1B-19] sowie in § 85 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] (Buchführung und Mitteilung) enthalten. Darin werden die Buchführung und die Mitteilung innerhalb eines Monats über Gewinnung, Erzeugung, Erwerb, Abgabe und den sonstigen Verbleib von radioaktiven Stoffen unter Angabe von Art und Aktivität gefordert. Zusätzlich ist jährlich der Bestand an radioaktiven Stoffen mit Halbwertszeiten von mehr als 100 Tagen mitzuteilen. Die zuständige Behörde ist berechtigt, jederzeit Einsicht in die Buchführung zu nehmen. Sie kann im Einzelfall auch ganz oder teilweise von der Buchführungs- und Mitteilungspflicht befreien, wenn durch Art und Aktivität der radioaktiven Stoffe keine Gefährdung von Mensch und Umwelt eintreten kann.

In den §§ 1 und 2 AtEV werden die Anlagenbetreiber und diejenigen, die mit Kernbrennstoffen umgehen, dazu verpflichtet, eine Dokumentation über den Anfall und Verbleib von Abfällen zu erstellen und diese den Aufsichtsbehörden vorzulegen. Die Dokumentation wird von den Anlagenbetreibern mit unterschiedlichen Elektronische Datenverarbeitung (EDV)-Systemen erstellt.

Die Bestände an radioaktiven Abfällen in Deutschland sowie die vorhandenen Lagerkapazitäten und deren Auslastung werden jährlich von der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) zum Stichtag 31. Dezember mit Hilfe von standardisierten Formblättern (EDV-unterstützt) erhoben. Die von den Abfallbesitzern ausgefüllten Formblätter werden über die zuständige Landesbehörde an die BGE zurückgeschickt und dort ausgewertet.

Eine Verpflichtung zur Berichterstattung gegenüber der jeweiligen Aufsichtsbehörde besteht auch für die Maßnahmen, welche die Betreiber getroffen haben, um gemäß § 9a Abs. 1 AtG anfallende radioaktive Reststoffe schadlos zu verwerten oder als radioaktive Abfälle geordnet zu beseitigen. Insbesondere ist nachzuweisen, dass für bereits angefallene und noch anfallende bestrahlte Kernbrennstoffe und für die zurückzunehmenden radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung ausreichende Vorsorge zur Erfüllung dieser Pflichten getroffen ist (§ 9a Abs. 1a AtG). Der Nachweis ist jährlich zu erbringen. Für die geordnete Beseitigung der bestrahlten Kernbrennstoffe sowie der radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung ist nachzuweisen, dass ein sicherer Verbleib in Zwischenlagern bis zur Endlagerung gewährleistet ist (§ 9a Abs. 1b AtG). Zum erwarteten Zwischenlagerbedarf sind realistische Planungen zu erbringen. Die bedarfsgerechte Verfügbarkeit von Zwischenlagermöglichkeiten ist für die zwei nächsten Jahre nachzuweisen. Für das Plutonium aus der Wiederaufarbeitung ist ebenfalls ein Nachweis über die schadlose Verwertung durch Wiedereinsatz des Plutoniums in den Kernkraftwerken geführt worden (§ 9a Abs. 1c AtG). Der Nachweis war erbracht, wenn realistische Planungen für Aufarbeitung, Brennelementfertigung sowie Brennelementeinsatz vorgelegt und deren Realisierbarkeit nachgewiesen wurden. Für das Uran aus der Wiederaufarbeitung wurde der sichere Verbleib anhand realistischer Planungen über ausreichende Zwischenlagermöglichkeiten nachgewiesen (§ 9a Abs. 1d AtG).

Um dem Bundesumweltministerium einen Gesamtüberblick über die Entsorgung der bestrahlten Brennelemente und die zu verwertenden Kernbrennstoffe zu geben, werden die Nachweise der Betreiber dem Bundesumweltministerium von den Ländern übersandt.

Sicherheitstechnisch relevante Vorkommnisse in nach §§ 7 und 9b AtG zugelassenen Anlagen, im Zusammenhang mit Aufbewahrungen nach § 6 AtG, beim Umgang mit radioaktiven Stoffen in der Schachanlage Asse II sowie im Zusammenhang mit nach § 9 AtG und nach § 12 Abs. 1 Nr. 3 StrlSchG genehmigten Tätigkeiten sind den Behörden gemäß § 6 Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) [1A-17] zu melden. Die Regelungen und Vorgehensweisen

zu meldepflichtigen Ereignissen und deren Auswertung sind in den Ausführungen zu Artikel 9 beschrieben (vgl. die Ausführungen in Kapitel G.6.5). Darüber hinaus bestehen für den Betreiber weitere Berichtspflichten im Hinblick auf Betriebsablauf, Instandhaltungsmaßnahmen, Prüfungen und Strahlenschutz.

E.2.6 Durchsetzung von Vorschriften und Genehmigungsbestimmungen

Durchsetzung mittels aufsichtlicher Anordnungen, insbesondere in Eilfällen

Nach § 19 Atomgesetz (AtG) [1A-3] kann die Aufsichtsbehörde anordnen, dass der Betreiber einen Zustand beseitigt, der den Vorschriften des Atomgesetzes, der atomrechtlichen Rechtsverordnungen, den Bestimmungen der Genehmigung oder einer nachträglich angeordneten Auflage widerspricht oder aus dem sich durch die Wirkung ionisierender Strahlen Gefahren für Leben, Gesundheit oder Sachgüter ergeben können. Abhängig von den konkreten Umständen des Einzelfalls kann sie insbesondere anordnen,

- dass und welche Schutzmaßnahmen zu treffen sind,
- dass radioaktive Stoffe bei einer von ihr bestimmten Stelle aufbewahrt oder verwahrt werden,
- dass der Umgang mit radioaktiven Stoffen, die Errichtung und der Betrieb von Anlagen einstellbar sind oder, wenn eine erforderliche Genehmigung nicht erteilt oder rechtskräftig widerrufen ist, endgültig eingestellt wird.

Werden die Genehmigungsaufgaben oder die aufsichtlichen Anordnungen nicht eingehalten, so kann die zuständige Aufsichtsbehörde des jeweiligen Landes deren Einhaltung nach den allgemeinen, für die Polizeibehörden des Landes geltenden Vorschriften mit Maßnahmen des Verwaltungszwangs durchsetzen.

Durchsetzung mittels Änderung oder Widerruf der Genehmigung

Unter bestimmten in § 17 AtG und § 9b Abs. 3 geregelten Voraussetzungen kann die atomrechtliche Genehmigungsbehörde Auflagen zur Gewährleistung der Sicherheit nachträglich verfügen. Geht von einer kerntechnischen Anlage eine erhebliche Gefährdung der Beschäftigten oder der Allgemeinheit aus und kann diese nicht durch geeignete Maßnahmen in angemessener Zeit beseitigt werden, muss die atomrechtliche Genehmigungsbehörde die erteilte Genehmigung widerrufen. Ein Widerruf ist auch möglich, wenn Genehmigungsvoraussetzungen später wegfallen oder der Genehmigungsinhaber gegen Rechtsvorschriften oder behördliche Entscheidungen verstößt.

Darüber hinaus sind zur Verfolgung von Verstößen Sanktionen im Strafgesetzbuch (StGB) [1B-1], im Atomgesetz, Strahlenschutzgesetz und in den zugehörigen Verordnungen vorgesehen.

Straftatbestände

Alle als Straftatbestände geltenden Regelverstöße sind im Strafgesetzbuch behandelt. Mit Freiheitsstrafen oder Geldstrafen wird bestraft, wer z. B.:

- eine kerntechnische Anlage ohne die hierfür erforderliche Genehmigung betreibt, innehat, wesentlich verändert oder stilllegt (§ 327 StGB),
- eine kerntechnische Anlage fehlerhaft herstellt (§ 312 StGB),
- Kernbrennstoffe ohne die erforderliche Genehmigung herstellt, aufbewahrt, befördert, bearbeitet, verarbeitet oder sonst verwendet, einführt oder ausführt (§ 328 StGB),
- ionisierende Strahlen freisetzt oder Kernspaltungsvorgänge veranlasst, die Leib und Leben anderer schädigen können (§ 311 StGB) oder
- Kernbrennstoffe, radioaktive Stoffe oder geeignete Vorrichtungen zur Vorbereitung einer Straftat sich beschafft oder herstellt (§ 310 StGB).

Ordnungswidrigkeiten

In § 46 AtG, § 194 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] und den zugehörigen Verordnungen sind Ordnungswidrigkeiten geregelt, die mit Bußgeldern gegen die handelnden Personen geahndet werden. Ordnungswidrig handelt, wer z. B.

- kerntechnische Anlagen oder Einrichtungen ohne Genehmigung errichtet,
- einer behördlichen Anordnung oder Auflage zuwiderhandelt,
- ohne Genehmigung mit radioaktiven Stoffen umgeht,
- als verantwortliche Person nicht für die Einhaltung der Schutz- und Überwachungsvorschriften des Strahlenschutzgesetzes und der Strahlenschutzverordnung sorgt (nach dem Atom- und Strahlenschutzgesetz und den zugehörigen Rechtsverordnungen sind die für den Umgang mit radioaktiven Stoffen, den Betrieb von Anlagen und für deren Beaufsichtigung verantwortlichen Personen zu benennen).

Bei Ordnungswidrigkeiten können Bußgelder bis zu 50.000 Euro gegen diese Personen verhängt werden. Ein rechtswirksam verhängtes Bußgeld kann die als Genehmigungsvoraussetzung geforderte Zuverlässigkeit der verantwortlichen Personen in Frage stellen, so dass ein Austausch dieser verantwortlichen Personen nötig werden könnte (vgl. die Ausführungen zu Artikel 21 in Kapitel F.1).

Erfahrungen

Aufgrund der intensiven staatlichen Aufsicht (vgl. die Ausführungen in Kapitel E.2.5) über Planung, Errichtung, Inbetriebnahme, Betrieb und Stilllegung von kerntechnischen Anlagen werden in Deutschland unzulässige Zustände in der Regel bereits im Vorfeld erkannt und deren Beseitigung gefordert und durchgesetzt, bevor es zu den gesetzlich möglichen Maßnahmen, wie z. B. Auflagen, Anordnungen, Ordnungswidrigkeitsverfahren und Strafverfahren kommt.

Das dargestellte Instrumentarium hat sich bewährt, da es im Regelfall sicherstellt, dass der Aufsichtsbehörde erforderlichenfalls geeignete Sanktionsmöglichkeiten sowie Befugnisse zur Durchsetzung von Vorschriften und Bestimmungen zur Verfügung stehen.

E.2.7 Verantwortlichkeiten

Grundlage für die Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle ist das Verursacherprinzip. So haben nach § 9a Abs. 1 Atomgesetz (AtG) [1A-3] die Verursacher radioaktiver Reststoffe und von Anlagenteilen dafür Sorge zu tragen, dass diese schadlos verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden. Falls die Reststoffe als radioaktive Abfälle eingestuft werden, sind diese nach § 9a Abs. 2 AtG an ein Endlager oder eine Landessammelstelle abzuliefern. Grundsätzlich haben die Verursacher auch für die Konditionierung und die Zwischenlagerung der bestrahlten Brennelemente und der radioaktiven Abfälle zu sorgen. Mit der Ablieferung von radioaktiven Abfällen an eine Landessammelstelle gehen diese in deren Eigentum über. Damit wird die Verantwortlichkeit für die Konditionierung der Abfälle vom Betreiber der Landessammelstelle übernommen.

Landessammelstellen werden nach § 9a Abs. 3 AtG von den Ländern für die Zwischenlagerung der in ihrem Gebiet angefallenen radioaktiven Abfälle eingerichtet. An diese werden radioaktive Abfälle aus den Bereichen Forschung, Medizin und Industrie abgeliefert. Für die bei der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung anfallenden radioaktiven Abfälle sind die Verursacher selbst zur Konditionierung und Zwischenlagerung verpflichtet, soweit nicht gemäß § 2 Entsorgungsübergangsgesetz (EntsorgÜG) [1A-35] fachgerecht verpackte radioaktive Abfälle – nach Vorliegen der Voraussetzungen – an einen vom Bund beauftragten Dritten, die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ), abgegeben werden, in dessen Verantwortung die weitere Zwischenlagerung übergeht.

Die Betreiber von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen sind weiterhin für die Durchführung der Stilllegung zuständig. Für die Stilllegung von kerntechnischen Anlagen des Bundes ist die EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH (EWN) verantwortlich.

Nach § 9a Abs. 3 AtG hat der Bund Anlagen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle einzurichten. Die Betreiber- und Betriebsführungsaufgaben für ein Endlager sind in einer gesetzlich festgelegten bundeseigenen privatrechtlichen Gesellschaft, der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), gebündelt. Die BGE nimmt die operativen Aufgaben der Standortsuche, der Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung von Endlagern sowie den Betrieb und die Stilllegung der Schachtanlage Asse II wahr.

Die staatlichen Aufgaben der Zulassung und Aufsicht im Bereich der Endlagerung sind in einer einzigen Behörde, dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), gebündelt. Dies gilt jedoch vorerst nicht für das Endlager Konrad bis zur Erteilung der Zustimmung zur Inbetriebnahme durch die atomrechtliche Aufsicht sowie für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) bis zur Vollziehbarkeit des Stilllegungsplanfeststellungsbeschlusses. In beiden Fällen verbleibt bis zu den genannten Zeitpunkten die Zuständigkeit bei der jeweiligen obersten Landesbehörde. Für die Planfeststellung der späteren Stilllegung der Schachtanlage Asse II ist das BASE gemäß § 57b Abs. 9 AtG ebenfalls nicht zuständig. Hier verbleibt die Zuständigkeit beim Land Niedersachsen.

Nach dem Entsorgungsübergangsgesetz liegt die Durchführung und Finanzierung der Zwischen- und Endlagerung für die vom Gesetz erfassten Fälle nach Eintritt bzw. Vollzug der maßgeblichen Voraussetzungen nun in der Verantwortung des Bundes. Die finanziellen Mittel der kerntechnischen Entsorgung sind nach Maßgabe des Entsorgungsfondsgesetzes [1A-36] dem Bund von den Betreibern zur Verfügung gestellt und in einen Fonds übertragen worden (vgl. auch die Ausführungen zum Entsorgungsübergangsgesetz und Entsorgungsfondsgesetz im Kapitel E.2.2). Die Durchführung und Finanzierung der Stilllegung der Kernkraftwerke sowie der fachgerechten Verpackung der radioaktiven Abfälle verbleibt in der Zuständigkeit der Betreiber. Generell wird die Nutzung von Endlagern und Landessammelstellen über Kosten (Gebühren und Auslagen) bzw. Entgelte, welche die Ablieferer radioaktiver Abfälle zahlen müssen, (re)finanziert.

E.3 Artikel 20: Staatliche Stelle

Artikel 20: Staatliche Stelle

- (1) *Jede Vertragspartei errichtet oder bestimmt eine staatliche Stelle, die mit der Durchführung des in Artikel 19 genannten Rahmens für Gesetzgebung und Vollzug betraut und mit entsprechenden Befugnissen, Zuständigkeiten, Finanzmitteln und Personal ausgestattet ist, um die ihr übertragenen Aufgaben zu erfüllen.*
- (2) *Jede Vertragspartei trifft im Einklang mit ihrem Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug die geeigneten Maßnahmen, um die tatsächliche Unabhängigkeit der staatlichen Aufgaben von anderen Aufgaben sicherzustellen, wenn Organisationen sowohl an der Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle als auch an der staatlichen Aufsicht darüber beteiligt sind.*

E.3.1 Staatliche Stelle

Zuständigkeiten und Befugnisse

In der Bundesrepublik Deutschland als föderaler Bundesstaat besteht die „staatliche Stelle“ im Sinne des Artikels 20 aus Behörden des Bundes und der Länder (vgl. Abbildung E-4).

Die Bundesregierung bestimmt durch Organisationserlass das für die kerntechnische Sicherheit und den Strahlenschutz zuständige Bundesministerium. Diese Zuständigkeit wurde im Jahr 1986 bei seiner Gründung dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit übertragen. Vorher war das Bundesministerium des Innern sowohl für Umweltschutz als auch für das Atomrecht zuständig. Die Verantwortung für Organisation, personelle Ausstattung und Ressourcen der atomrechtlichen Behörde des Bundes liegt damit beim heutigen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium). Das Bundesumweltministerium hat die Organisationshoheit und beantragt die erforderlichen personellen und finanziellen Ressourcen bei der jährlichen Aufstellung des Bundeshaushalts.

Das Bundesumweltministerium ist hinsichtlich der Verpflichtungen des Gemeinsamen Übereinkommens nach innen wie auch gegenüber der internationalen Gemeinschaft nach außen dafür zuständig, dass die jeweils Verantwortlichen bei Antragstellern und Betreibern, bei Behörden des Bundes und der Länder sowie die Sachverständigen einen wirksamen Schutz von Mensch und Umwelt vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen jederzeit nachhaltig gewährleisten.

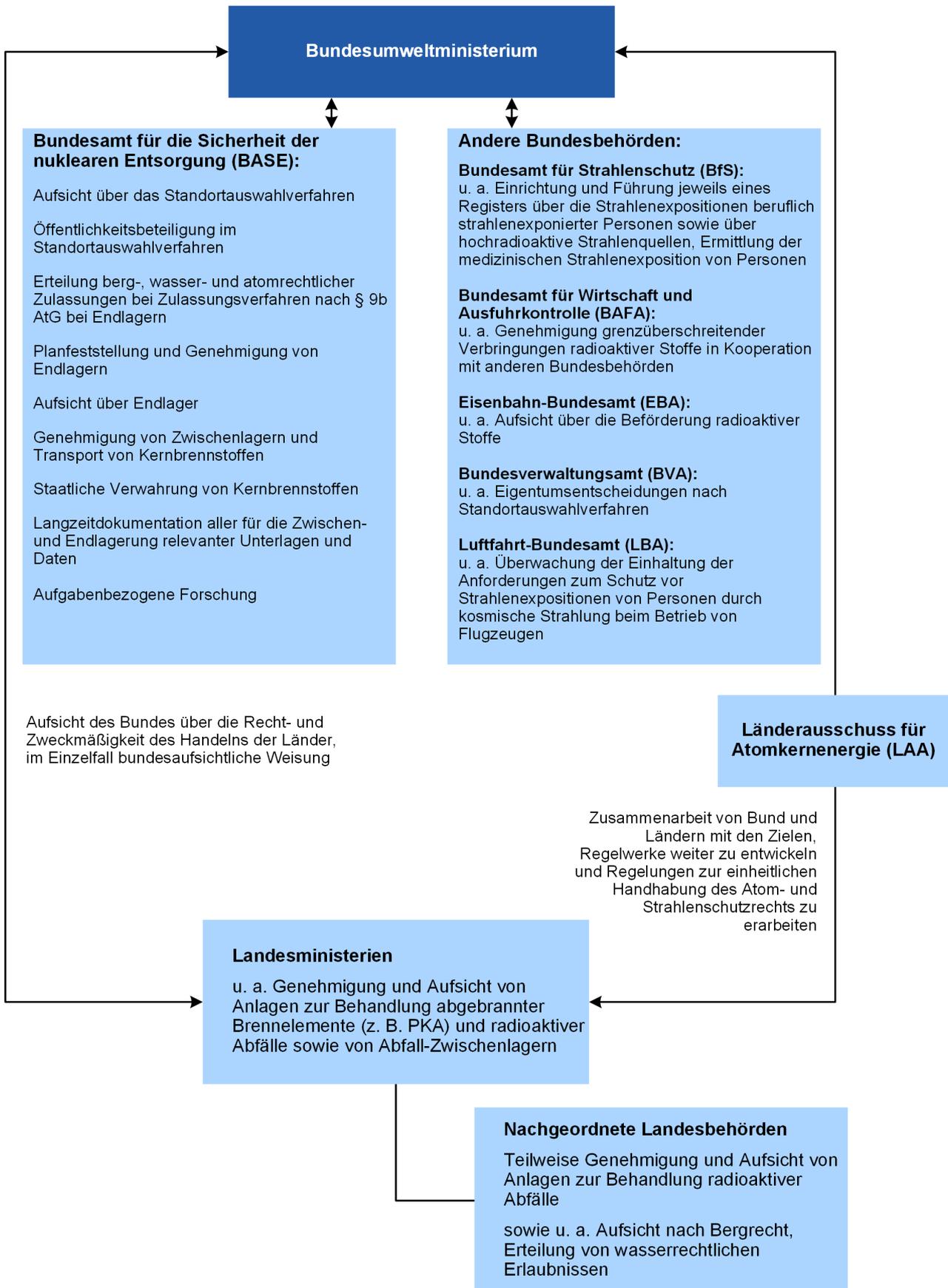
Zur Festlegung der behördlichen Zuständigkeiten enthält das Atomgesetz (AtG) [1A-3] in §§ 22 bis 24 AtG die grundlegenden Bestimmungen. Dort sind die staatlichen Stellen aufgeführt, die für die Umsetzung und Einhaltung der Vorschriften dieses Gesetzes und der auf dessen Grundlage erlassenen Rechtsverordnungen zuständig sind:

- Nach § 22 AtG liegt die Zuständigkeit für Genehmigungen/Zustimmungen sowie für deren Rücknahme oder Widerruf bei grenzüberschreitender Verbringung radioaktiver Stoffe beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), während die Überwachung dem Bundesministerium der Finanzen oder den von ihm bestimmten Zolldienststellen obliegt.
- Nach § 23a AtG ist das Bundesverwaltungsamt u. a. für Entscheidungen nach den §§ 9d bis 9g AtG zuständig. Dies betrifft insbesondere Enteignungen zum Zwecke der Errichtung und des Betriebs von Endlagern und die damit verbundenen Entschädigungen sowie die Festlegung von Veränderungssperren zur Sicherung von Planungen für Endlager oder zur Sicherung oder Fortsetzung einer Standorterkundung für Endlager. Eine Veränderungssperre soll verhindern, dass an einem potenziellen Endlagerstandort wesentlich wertsteigernde oder das Projekt erheblich erschwerende Veränderungen vorgenommen werden. Sie wird für die Dauer von höchstens zehn Jahren ausgesprochen und kann zweimal um jeweils höchstens zehn Jahre verlängert werden.
- Nach § 23d AtG und teils nach Maßgabe der Übergangsvorschrift des § 58 AtG ist das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) u. a. zuständig für
 - die Planfeststellung und Genehmigung nach § 9b AtG und deren Aufhebung,
 - die Aufsicht über Anlagen des Bundes nach § 9a Abs. 3 Satz 1 AtG und die Schachtanlage Asse II nach § 19 Abs. 5 AtG,
 - die Erteilung der bergrechtlichen Zulassungen und sonstiger erforderlicher bergrechtlicher Erlaubnisse und Genehmigungen bei Zulassungsverfahren nach § 9b AtG für die Errichtung, den Betrieb und die Stilllegung von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und Endlagerung nach § 9a Abs. 3 AtG im Benehmen mit der zuständigen Bergbehörde des jeweiligen Landes,
 - die Bergaufsicht nach den §§ 69 bis 74 Bundesberggesetz (BBergG) [1B-15] über Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und Endlagerung nach § 9a Abs. 3 AtG,

- die Erteilung von wasserrechtlichen Erlaubnissen oder Bewilligungen bei Zulassungsverfahren nach § 9b AtG für Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und Endlagerung nach § 9a Abs. 3 AtG im Benehmen mit der zuständigen Wasserbehörde,
 - die Genehmigung der Beförderung von Kernbrennstoffen und Großquellen sowie deren Rücknahme oder Widerruf,
 - die Genehmigung der Aufbewahrung von Kernbrennstoffen außerhalb der staatlichen Verwahrung, soweit diese nicht Vorbereitung oder Teil einer nach § 7 oder § 9 AtG genehmigungsbedürftigen Tätigkeit ist, sowie deren Rücknahme oder Widerruf und
 - die staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen einschließlich des Erlasses von Entscheidungen nach § 5 Abs. 7 Satz 1 AtG.
- § 24 AtG regelt die Zuständigkeit der Landesbehörden (Auszug):
 - „(1) *Die übrigen Verwaltungsaufgaben nach diesem Gesetz [dem Atomgesetz] und den hierzu ergehenden Rechtsverordnungen werden im Auftrag des Bundes durch die Länder ausgeführt. Die Beaufsichtigung der Beförderung radioaktiver Stoffe im Schienen- und Schiffsverkehr der Eisenbahnen, sowie im Magnetschwebbahnverkehr obliegt dem Eisenbahn-Bundesamt; dies gilt nicht für die Beförderung radioaktiver Stoffe durch nicht bundeseigene Eisenbahnen, wenn die Verkehre ausschließlich über Schienenwege dieser Eisenbahnen führen. [...]*
 - (2) *Für Genehmigungen nach den §§ 7, 7a und 9 sowie deren Rücknahme und Widerruf sind die durch die Landesregierungen bestimmten obersten Landesbehörden zuständig. Diese Behörden üben die Aufsicht über Anlagen nach § 7 und die Verwendung von Kernbrennstoffen außerhalb dieser Anlagen aus. Sie können im Einzelfall nachgeordnete Behörden damit beauftragen. Über Beschwerden gegen deren Verfügungen entscheidet die oberste Landesbehörde. Soweit Vorschriften außerhalb dieses Gesetzes anderen Behörden Aufsichtsbefugnisse verleihen, bleiben diese Zuständigkeiten unberührt.*
 - (3) *Für den Geschäftsbereich des Bundesministeriums der Verteidigung werden die in den Absätzen 1 und 2 bezeichneten Zuständigkeiten durch dieses Bundesministerium oder die von ihm bezeichneten Dienststellen im Benehmen mit dem für die kerntechnische Sicherheit und den Strahlenschutz zuständigen Bundesministerium wahrgenommen. [...]*“

Die zuständigen obersten Landesbehörden werden durch die jeweilige Landesregierung bestimmt. Damit liegt die Verantwortung für Organisation, personelle Ausstattung und Ressourcen dieser Vollzugsbehörden allein bei der Landesregierung. Im Einzelfall können auch nachgeordnete Behörden mit Aufsichtsaufgaben beauftragt werden.

Abbildung E-4: Organisation der „staatlichen Stelle“

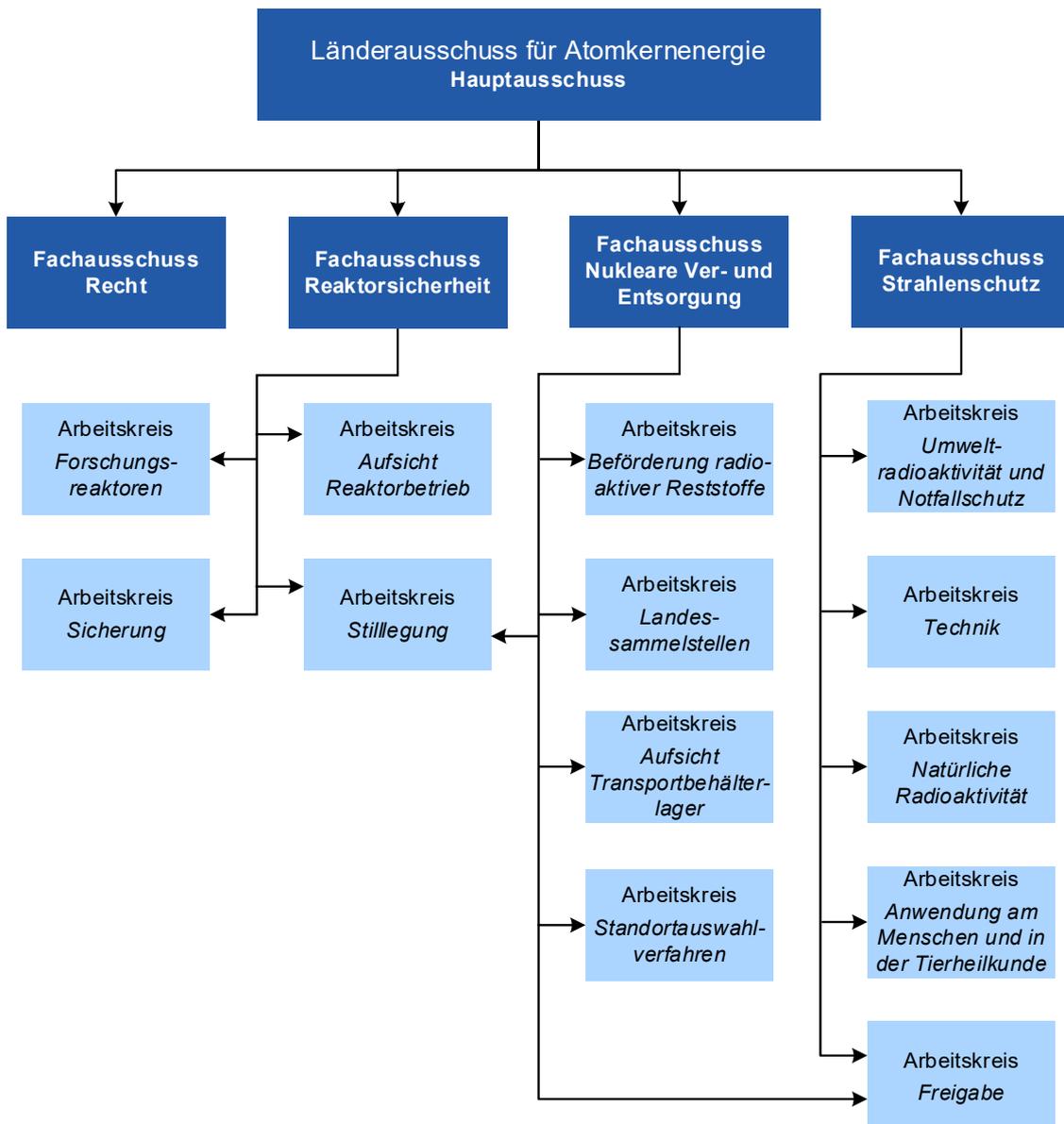


Länderausschuss für Atomkernenergie

Der Länderausschuss für Atomkernenergie (LAA) ist ein ständiges Bund-Länder-Gremium aus Vertretern der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder und des Bundesumweltministeriums (vgl. Abbildung E-5). Er dient der vorbereitenden Koordinierung der Tätigkeiten von Bund und Ländern beim Vollzug des Atomrechts sowie der Vorbereitung von Änderungen und der Weiterentwicklung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften sowie des untergesetzlichen Regelwerks.

Im Interesse eines möglichst bundeseinheitlichen Vollzuges des Atom- und Strahlenschutzrechts erarbeiten die zuständigen atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder und des Bundesumweltministeriums im Konsens fachliche Maßgaben und Verfahrensweisen zur einheitlichen Handhabung des Atom- und Strahlenschutzrechts, die vom Bundesumweltministerium als Regelungen gefasst und bekannt gemacht werden. Vorsitz und Geschäftsführung liegen beim Bundesumweltministerium. Das Gremium fasst seine Beschlüsse in der Regel einvernehmlich.

Abbildung E-5: Länderausschuss für Atomkernenergie



Der LAA bedient sich zur Vorbereitung seiner im Hauptausschuss zu treffenden Entscheidungen mehrerer Fachausschüsse für die Themen Recht, Reaktorsicherheit, Strahlenschutz sowie nukleare Ver- und Entsorgung sowie der den Fachausschüssen zugeordneten Arbeitskreisen für spezielle ständige Aufgaben. Die Fachausschüsse können bei Bedarf für besondere, vor allem dringliche Einzelfragen Ad-hoc-Arbeitsgruppen einsetzen. Die Fachausschüsse und die permanenten Arbeitskreise tagen mindestens zweimal jährlich, bei Bedarf häufiger. Der Hauptausschuss tagt mindestens einmal jährlich.

Auf dem Feld der Gesetzgebung ist der LAA ein wichtiges Mittel zur frühzeitigen und umfassenden Beteiligung der Länder, welches die förmlichen Mitwirkungsrechte der Länder am Gesetzgebungsverfahren durch den Bundesrat ergänzt.

Personal

Alle staatlichen Stellen sind verpflichtet, ihren Personalaufwand durch Aufstellung von Stellenplänen darzustellen. Der Aufwand richtet sich nach dem Umfang der Tätigkeiten, das heißt, dass in den Bundesländern abhängig von der Anzahl der dort zu beaufsichtigenden kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen unterschiedlich viel Personal vorgehalten wird. Die nötigen Mittel werden von den Landesparlamenten und dem Deutschen Bundestag in den jeweiligen Haushaltsplänen festgeschrieben.

Atomrechtliche Behörde des Bundes und Sachverständige des Bundes

Die atomrechtliche Behörde des Bundes ist eine Fachabteilung des Bundesumweltministeriums – die Abteilung Nukleare Sicherheit, Strahlenschutz. Sie umfasst drei Unterabteilungen. Die mit der Erfüllung der Verpflichtungen aus dem Gemeinsamen Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung bestrahlter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle befasste Arbeitseinheit der Abteilung Nukleare Sicherheit, Strahlenschutz ist die Unterabteilung S III (Nukleare Entsorgung). In der Unterabteilung S III und ihren vier Referaten sind 40 Mitarbeitende und im Referat S I 3, welches für die Bundesaufsicht bei Betrieb und Stilllegung von Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren zuständig ist, zehn Mitarbeitende tätig.

Als nachgeordnete Behörde des Bundesumweltministeriums nimmt das BASE Verwaltungsaufgaben des Bundes auf dem Gebiet der Genehmigung von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle wahr, die ihm durch das Atomgesetz oder das Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] zugewiesen werden. Das BASE unterstützt das Bundesumweltministerium fachlich und wissenschaftlich auf diesen Gebieten und erledigt darüber hinaus, soweit keine andere Zuständigkeit gesetzlich festgelegt ist, Aufgaben des Bundes, mit deren Durchführung es vom Bundesumweltministerium oder mit dessen Zustimmung es von der sachlich zuständigen obersten Bundesbehörde beauftragt wird. Darüber hinaus nimmt das BASE Vollzugsaufgaben des Bundes nach dem Atomgesetz wahr, erfüllt Regulierungs-, Genehmigungs- und Aufsichtsaufgaben auf den Gebieten der kerntechnischen Sicherheit, der Beförderung radioaktiver Stoffe, sowie der Entsorgung und Endlagerung radioaktiver Abfälle. Das BASE unterstützt das Bundesumweltministerium auch durch wissenschaftliche Forschung in seiner Verantwortung. Zum 31. März 2020 sind im BASE 139 Beschäftigte (ohne Verwaltungsaufgaben) in den Bereichen Transporte und Zwischenlagerung, kerntechnische Sicherheit, Endlagerung, Standortauswahl, Öffentlichkeitsbeteiligung (sowohl im Rahmen der Zwischenlagerung als auch der Standortauswahl), sowie aufgabenbezogene Forschung tätig. Da sich das BASE derzeit im Ausbau befindet, steigt die Anzahl der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch zukünftig sukzessive weiter an.

Der Bund bedient sich einer wissenschaftlich-technischen Sachverständigenorganisation. Sie betreibt, überwiegend im Auftrag des Bundes, wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der kerntechnischen Sicherheit und des Strahlenschutzes einschließlich der Entsorgung und Endlagerung radioaktiver Abfälle und unterstützt das Bundesumweltministerium in Fachfragen. Innerhalb ihres

Fachbereiches Stilllegung und Entsorgung sind in den Abteilungen Stilllegung und Zwischenlagerung, Strahlen- und Umweltschutz und Entsorgungssicherheit rund 35 Sachverständige mit Fragen der Entsorgung radioaktiver Abfälle beschäftigt. Im Fachbereich Endlagerung mit den Abteilungen Standortauswahl, Endlagerforschung und Endlagersicherheit sind rund 40 Sachverständige tätig.

Atomrechtliche Behörden der Länder und Sachverständige der Länder

In den 16 Ländern sind insgesamt etwa 120 Mitarbeiter mit Fragen im Zusammenhang mit der Entsorgung von radioaktiven Abfällen beschäftigt. Weiterhin arbeiten auf Ebene der Länder entweder in nachgeordneten Behörden oder als Sachverständige weitere ca. 150 Mitarbeiter den atomrechtlichen Behörden der Länder zu. Die Personalstärke der einzelnen Länder schwankt je nach konkreter Aufgabenstellung: so verfügen Länder, in denen sich größere kerntechnische Anlagen oder Einrichtungen befinden, über eine größere Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde als solche, in denen sich keine, oder nur sehr kleine, kerntechnische Anlagen oder Einrichtungen befinden.

Beratungskommissionen und Sachverständige

Die 1958 gegründete Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) berät das Bundesumweltministerium in Fragen der Sicherheit und Sicherung von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen. Sie wirkt darüber hinaus maßgeblich an der Weiterentwicklung des Sicherheitsstandards solcher Anlagen und Einrichtungen mit. Die RSK besteht derzeit aus 14 Mitgliedern, die für die Dauer von zwei Jahren berufen wurden. Die Stellungnahmen, Empfehlungen und Leitlinien der RSK werden im Internet veröffentlicht (www.rskonline.de).

Die 1974 gegründete Strahlenschutzkommission (SSK) hat derzeit 18 Mitglieder. Sie gibt dem Bundesumweltministerium Empfehlungen in allen Angelegenheiten des Schutzes der Bevölkerung vor den Gefahren ionisierender und nichtionisierender Strahlen sowie des beruflichen Strahlenschutzes. Die Stellungnahmen und Empfehlungen der SSK werden im Internet veröffentlicht (www.ssk.de). Für den Fall eines kerntechnischen oder radiologischen Ereignisses oder entsprechender Übungen bildet die SSK außerdem den SSK-Krisenstab.

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der nuklearen Entsorgungsfragen wurde 2008 die Entsorgungskommission (ESK) gegründet. Sie hat derzeit 14 Mitglieder und hat die Aufgaben übernommen, die bis dahin vom Ausschuss Ver- und Entsorgung der RSK wahrgenommen wurden. Mit der ESK wurde ein Beratungsgremium geschaffen, das ein breites Spektrum fachlicher Expertise bündelt. Internationale Erfahrungen und Vorgehensweisen sollen in die Arbeit der Kommission einbezogen werden, weshalb neben Experten aus Deutschland auch Fachleute aus dem Ausland der Kommission angehören. Die Experten beraten das Bundesumweltministerium in allen Angelegenheiten der nuklearen Entsorgung. Dies umfasst die Aspekte Konditionierung, Zwischenlagerung und Transporte radioaktiver Stoffe und Abfälle, ferner die Stilllegung kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen sowie die Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen. Die Kommission beschließt als Ergebnis ihrer Beratungen naturwissenschaftliche und technische Stellungnahmen, Empfehlungen und Leitlinien an das Bundesumweltministerium, die auf der Homepage der Kommission veröffentlicht werden (www.entsorgungskommission.de).

Zur vertieften Behandlung verschiedener thematischer Schwerpunkte bilden die Kommissionen Ausschüsse und Arbeitsgruppen, in denen auch zusätzliche Sachverständige tätig werden können. Die Mitglieder der Kommissionen repräsentieren ein breites Spektrum der nach dem Stand von Wissenschaft und Technik vertretenen Positionen und Anschauungen. Sie sind unabhängig und nicht an Weisungen gebunden. Das Bundesumweltministerium beruft die Mitglieder der Kommissionen für eine Berufungsperiode von bis zu drei Jahren. Eine Wiederberufung in unmittelbarer Folge ist grundsätzlich möglich, in der Regel aber auf eine Gesamtberufungsdauer von sechs Jahren beschränkt.

Finanzielle Ressourcen der staatlichen Stelle

Die den Bundesbehörden zur Verfügung stehenden Mittel für eigenes Personal und für die Einsetzung von Sachverständigen werden vom Deutschen Bundestag im jeweiligen Haushaltsplan festgesetzt.

Dem Bundesumweltministerium stehen jährlich ca. 33 Mio. Euro für Untersuchungen auf dem Gebiet der Sicherheit in der Kerntechnik, der nuklearen Ver- und Entsorgung und des Strahlenschutzes zur Verfügung. Diese Mittel werden für die Finanzierung der unmittelbaren Unterstützung des Bundesumweltministeriums, für wissenschaftlich-technische Unterstützung sowie für die Beteiligung externer Sachverständiger an der internationalen Zusammenarbeit eingesetzt. Weiterhin werden aus diesen Mitteln Vorhaben finanziert, die auch dem Kompetenzerhalt der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH als Sachverständigenorganisation des Bundes in den genannten Bereichen dienen.

Das BASE als nachgeordnete Behörde des Bundesumweltministeriums finanziert zur Erfüllung der eigenen Aufgaben Auftragsforschung mittels eines Forschungstitels in Höhe von ca. 3 Mio. Euro. Dies betrifft Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit, Lagerung, Transporte, Entsorgung sowie der Öffentlichkeitsbeteiligung. Zusätzlich kann das BASE Forschung über den Ressortforschungsplan des Bundesumweltministeriums betreiben.

Dem Bundesumweltministerium steht jährlich ein Titel von rund 38 Mio. Euro für die Projektförderung zur Sicherheitsforschung für kerntechnische Anlagen (Reaktorsicherheitsforschung sowie Forschung zur verlängerten Zwischenlagerung und der Behandlung hochradioaktiver Abfälle und Endlagerforschung) zur Verfügung. Der Titel teilt sich zu rund 55 % auf die Reaktorsicherheitsforschung auf, in deren Rahmen ca. 130 Forschungsvorhaben pro Jahr laufen. Darunter fällt Forschung und Entwicklung zur Prüfung und Bewertung der Sicherheit von Komponenten und Strukturen, zu Nachweisverfahren zur Beherrschung von Transienten, Stör- und Unfällen sowie zur Wechselwirkung von Mensch-Technik und probabilistische Sicherheitsanalysen. Im Bereich der Projektförderung zur standortunabhängigen anwendungsbezogenen Grundlagenforschung auf den Gebieten der Forschung zur verlängerten Zwischenlagerung und der Behandlung hochradioaktiver Abfälle sowie der Endlagerung werden mit rund 45 % des Titels parallel ca. 120 Vorhaben durchgeführt. Dies umfasst spezifische Forschung und Entwicklung im Vorfeld der Endlagerung (u. a. zu Aktivitäten der Zwischenlagerung und Behandlung von Abfällen), zu Maßnahmen der Endlagerung in allen Wirtsgesteinen (u. a. zur Endlagerkonzeptentwicklung, Langzeitsicherheit und Betriebssicherheit), zu Maßnahmen während der Nachbetriebsphase zu Verschlusssystemen und zum Monitoring sowie zu sozio-technischen Fragestellungen.

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), eine nachgeordnete Behörde des Bundeswirtschaftsministeriums, ist mit geowissenschaftlichen Fragestellungen zu deutschen Endlagerprojekten beauftragt und beteiligt sich darüber hinaus an Arbeiten zur Endlagerforschung. Die institutionelle Finanzierung der BGR stammt aus dem Haushalt des Bundeswirtschaftsministeriums, jedoch werden spezielle Endlageraufgaben nach dem Atomgesetz, der Endlagervorausleistungsverordnung (EndlagerVIV) [1A-13] und nach dem Umlageverfahren entsprechend dem Standortauswahlgesetz durch die Abfallverursacher refinanziert.

Zur Deckung des notwendigen Aufwandes für Anlagen des Bundes erhebt das Bundesumweltministerium Vorausleistungen auf die nach § 21b AtG zu entrichtenden kostendeckenden Beiträge nach Endlagervorausleistungsverordnung bei den zukünftigen Nutzern eines Endlagers. Grundlage für die Ermittlung des Ansatzes sind die berücksichtigungsfähigen Ausgaben für die Endlagerprojekte. Das Standortauswahlverfahren wird gemäß den §§ 28 ff. StandAG über Umlagen finanziert.

Für die Entscheidung über Anträge werden von den zuständigen Behörden (Bundes- und Landesbehörden) beim Antragsteller Kosten erhoben, die den Aufwand der Behörden und die Kosten für

die Hinzuziehung von Sachverständigen abdecken (§ 21 AtG). Das Gleiche gilt für Maßnahmen der Aufsichtsbehörden.

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH

Mit Wirkung ab dem 25. April 2017 wurden sämtliche Aufgaben bei der Standortsuche für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle, der Planung, der Errichtung, dem Betrieb und der Stilllegung von Endlagern sowie dem Betrieb und der Stilllegung der Schachtanlage Asse II, die vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) als Betreiber und der Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) und der Asse-GmbH als Verwaltungshelfer erledigt wurden, in einer bundeseigenen Gesellschaft in privater Rechtsform, der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), zusammengeführt. Ende 2017 sind die DBE, die Asse-GmbH und Teile des BfS in der BGE aufgegangen.

Die BGE übernahm ebenso die Vorhabenträgerschaft nach dem Standortauswahlgesetz. Die Gesellschaft erhielt teilweise, soweit erforderlich, Hoheitsbefugnisse nach § 9a Abs. 3 Satz 3 AtG im Wege der Beleihung; das betrifft insbesondere die Produktkontrolle radioaktiver Abfälle sowie die Abruflogistik. Die BGE ist jedoch keine staatliche Stelle im Sinne des Gemeinsamen Übereinkommens.

Durch diese Strukturänderung im Bereich der Endlagerung wurde auch im Hinblick auf die Betreiberseite eine deutlichere Umsetzung des Trennungsgrundsatzes nach Artikel 6 Abs. 2 der Richtlinie 2011/70/Euratom [1F-36] erreicht, indem insbesondere die überwachende Funktion für diesen Bereich beim BASE angesiedelt worden ist.

E.3.2 Tatsächliche Unabhängigkeit der jeweiligen staatlichen Aufgaben

Die wirtschaftliche Nutzung der Kernenergie liegt außerhalb des staatlichen Bereichs in privaten Händen. Die atomrechtliche Genehmigung und die Aufsicht sind staatliche Aufgaben. Damit liegt eine Trennung der Interessensphären vor.

Nur dort, wo im staatlichen Bereich eine Wirtschaftsförderung des Ausbaus oder gewerblichen Nutzung der Kernenergie zur Energieerzeugung oder eine entsprechende Förderung von Entwicklungs- oder Demonstrationsaufgaben, die dem Grunde nach in der Verantwortlichkeit von Herstellern oder Betreibern lägen, von einer Verwaltungseinheit verantwortet würde, die nicht von denjenigen Verwaltungseinheiten getrennt wäre, die die atomrechtliche Genehmigung und die Beaufsichtigung kerntechnischer Anlagen verantworten, wäre eine Interessenkollision überhaupt vorstellbar. Auf der Bundesebene gibt es aber keine Gefahr einer solchen Interessenkollision, da keine Förderung des Ausbaus oder der gewerblichen Nutzung der Kernenergie durch den Bund mehr stattfindet. Die Förderung der nuklearen Sicherheitsforschung, wie sie vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) verantwortet wird, schließt oben genannte Entwicklungs- und Demonstrationsaufgaben aus. Bei Aufgaben, die von anderen Ressorts wahrgenommen werden, ergibt sich aufgrund des Ressortprinzip bereits eine grundsätzliche Verantwortungstrennung (für die Energiepolitik ist beispielsweise das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz zuständig). Für die atomrechtliche Zulassung von und Aufsicht über Anlagen des Bundes zur Endlagerung nach § 9a AtG ist das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) als der nuklearen Sicherheit verpflichtete obere Bundesbehörde zuständig; die Recht- und Zweckmäßigkeitssaufsicht über das BASE wird durch das Bundesumweltministerium wahrgenommen.

Die Organisation der staatlichen Aufgaben in Deutschland erfüllt somit die Anforderungen des Artikels 20 Abs. 2 des Gemeinsamen Übereinkommens.

Dies gilt auch für die Organisation der Planung, Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung von Endlagern für radioaktive Abfälle. Hier handelt es sich gemäß § 9a Abs. 3 Atomgesetz (AtG) [1A-3] um eine Bundesaufgabe, deren Wahrnehmung der Bund an die bundeseigene privatrechtlich organisierte Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) übertragen hat. Diese untersteht der atomrechtlichen Aufsicht des BASE.

Die Überwachung der Einhaltung der atom- und strahlenschutzrechtlichen Voraussetzungen und der Festlegungen in den Zulassungen erfolgt im BASE.

Dem Bundesumweltministerium obliegt die Aufsicht über die recht- und zweckmäßige Wahrnehmung der Aufgaben des BASE.

Auf der Ebene der Länder wird dem Trennungsgrundsatz durch organisatorische Vorkehrungen ebenfalls Rechnung getragen. Die unbeeinflusste, sicherheitsgerichtete Entscheidungsfindung wird durch die Recht- und Zweckmäßigkeitssaufsicht des Bundesumweltministeriums über das Verwaltungshandeln der Landesbehörden zusätzlich staatsorganisationsrechtlich gestärkt. Dadurch ist in der auf Regierungsebene angesiedelten, demokratisch legitimierten Aufsicht sichergestellt, dass die Durchsetzung von sicherheitstechnischen Belangen durch die Aufsichtsbehörden unabhängig von wirtschaftlichen oder sonstigen sachfremden Einflüssen und Interessen wahrgenommen wird.

E.3.3 Deutsche IRRS-Folgemission 2023

Zwischen dem 9. und 16. Oktober 2023 fand auf Einladung Deutschlands eine Folgemission zur Überprüfung der Umsetzung der im Rahmen der *Integrated Regulatory Review Service* (IRRS) Mission 2019 ausgesprochenen Empfehlungen und Hinweise durch die atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden von Bund und Ländern statt. Die Überprüfungsmission deckte alle in der Bundesrepublik Deutschland betriebenen kerntechnischen Anlagen, Einrichtungen und Tätigkeiten ab mit Ausnahme von Transporten, Strahlenquellen, Schnittstellen zur Sicherung sowie Aspekten der öffentlichen Strahlenexposition.

Alle sechs Empfehlungen und fast alle der 25 Hinweise von 2019 konnten zur Zufriedenheit des internationalen Expertenteams als umgesetzt betrachtet werden. Zu den seit 2019 erzielten Fortschritten gehören unter anderem die Einführung einer nationalen Strategie für den Aufbau von Kompetenzen und die Entwicklung von Nachwuchskräften für nukleare Sicherheit, die Förderung der Sicherheitskultur in Aufsichtsbehörden durch regelmäßige Bewertungen dieser sowie die Stärkung von Notfallvorsorge und -schutz durch die Annahme eines allgemeinen föderalen Notfallplans und die volle Funktionsfähigkeit des neuen föderalen radiologischen Lagezentrums. Das IRRS-Team ermutigte Deutschland, seine Bemühungen fortzusetzen, hinsichtlich der Vervollständigung des integrierten Managementsystems in einigen Landesbehörden und dem BASE und der Überarbeitung der Sicherheitsanforderungen und Leitfäden für die Entwicklung, den Betrieb und die Stilllegung von Endlagern für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung [IAEA 22c].

Mit der erfolgreichen Durchführung der IRRS-Folgemission wurde der zweite Zyklus des innerhalb der Europäischen Union (EU) verbindlich alle zehn Jahre durchzuführenden *Peer Review*-Prozesses für Deutschland abgeschlossen.

F Andere Sicherheitsbestimmungen

Entwicklungen seit der siebten Überprüfungskonferenz:

Durch die 2022 verabschiedete Richtlinie zur ärztlichen Überwachung exponierter Personen durch ermächtigte Ärzte nach Strahlenschutzrecht werden die Anforderungen an die ärztliche Überwachung von Personen mit beruflicher Exposition konkretisiert (vgl. die Ausführungen in Kapitel F.4.2).

Auf Grundlage des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) werden im Allgemeinen Notfallplan des Bundes (ANoPI-Bund) übergreifend insbesondere grundlegende Schutzstrategien für unterschiedliche Arten von radiologischen Notfällen mit unterschiedlich schweren Auswirkungen vorgegeben (vgl. die Ausführungen in Kapitel F.5.1). Der ANoPI-Bund ist seit dem 24. November 2023 in Kraft.

Die Dritte Verordnung zur Änderung der Strahlenschutzverordnung erlaubt die Übermittlung von Messdaten von Radon am Arbeitsplatz an das Bundesamt für Strahlenschutz zur wissenschaftlichen Auswertung.

Die Anfang 2024 erlassene Vierte Verordnung zur Änderung der Strahlenschutzverordnung trägt vor allem vollzugsbedingten Erfahrungen der zuständigen Behörden des Bundes und der Länder Rechnung.

Diese Sektion behandelt die Verpflichtungen gemäß Artikel 21 bis 26 des Gemeinsamen Übereinkommens.

F.1 Artikel 21: Verantwortung des Genehmigungsinhabers

Artikel 21: Verantwortung des Genehmigungsinhabers

- (1) *Jede Vertragspartei stellt sicher, daß die Verantwortung für die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle in erster Linie dem jeweiligen Genehmigungsinhaber obliegt, und trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß jeder Inhaber einer solchen Genehmigung seiner Verantwortung nachkommt.*
- (2) *Gibt es keinen Genehmigungsinhaber oder anderen Verantwortlichen, so liegt die Verantwortung bei der Vertragspartei, der die Hoheitsbefugnisse über die abgebrannten Brennelemente oder die radioaktiven Abfälle zukommen.*

F.1.1 Verantwortung des Genehmigungsinhabers

Die primäre Verantwortung für die Sicherheit einer Anlage zur Behandlung bestrahlter Brennelemente oder einer Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle liegt beim Genehmigungsinhaber. Eine Genehmigung darf nur erteilt werden, wenn der Antragsteller u. a. nachweist, dass die verantwortlichen Personen zuverlässig sind und die erforderliche Fachkunde besitzen. Wenn diese Voraussetzungen behördlich überprüft und bestätigt sind, ist die Voraussetzung für eine verantwortliche Ausübung der Genehmigung geschaffen. Die Überprüfung findet mit schriftlicher Zustimmung der zu überprüfenden Person statt und ist in § 12b Atomgesetz (AtG) [1A-3] geregelt.

Der Genehmigungsinhaber einer Kernanlage ist Strahlenschutzverantwortlicher (§ 69 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34]). Bei Kapitalgesellschaften werden die Aufgaben des Strahlenschutzverantwortlichen von einer zur Vertretung des Genehmigungsinhabers berechtigten Person wahrgenommen. Die Stellung und die Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen werden in den

§§ 70 bis 72 StrlSchG geregelt. Der Strahlenschutzverantwortliche ist verpflichtet, Schutzmaßnahmen unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik zum Schutz von Mensch und Umwelt vor den schädlichen Wirkungen ionisierender Strahlung zu treffen. Hierzu müssen geeignete Räume, Ausrüstungen und Geräte bereitgestellt werden. Des Weiteren hat der Strahlenschutzverantwortliche geeignete Regelungen des Betriebsablaufs zu erstellen und für geeignetes Personal in ausreichender Anzahl zu sorgen.

Für die Gewährleistung des Strahlenschutzes beim Betrieb der Kernanlage setzt der Strahlenschutzverantwortliche für die Leitung oder Beaufsichtigung von Tätigkeiten die erforderliche Anzahl von Strahlenschutzbeauftragten ein. Der Strahlenschutzverantwortliche bleibt auch dann verantwortlich, wenn er Strahlenschutzbeauftragte bestellt hat. Die Strahlenschutzbeauftragten dürfen bei der Erfüllung ihrer Pflichten nicht behindert oder wegen ihrer Tätigkeit benachteiligt werden.

Des Weiteren fordert die Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) [1A-17] die Bestellung eines kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten in Anlagen, die nach § 7 Abs. 1 AtG genehmigt sind. Die Rechte und Pflichten des kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten sind in §§ 3 bis 5 AtSMV geregelt. Zu seinen Aufgaben gehören u. a. die Auswertung und Umsetzung von Betriebserfahrungen sowie die Prüfung der Richtigkeit und Vollständigkeit der Meldung von meldepflichtigen Ereignissen.

Sowohl die Strahlenschutzbeauftragten als auch der kerntechnische Sicherheitsbeauftragte üben ihre Tätigkeiten unabhängig von der Unternehmenshierarchie aus.

Alle Durchsetzungsmaßnahmen der zuständigen Behörden richten sich zunächst an den Inhaber der Genehmigung mit dem Ziel, dass die verantwortlichen Personen ihren Verpflichtungen persönlich nachkommen. Ist dies nicht der Fall, kann die Behörde die als Genehmigungsvoraussetzung erforderliche Zuverlässigkeit dieser Personen in Frage stellen. Folgerichtig richten sich dann insbesondere Ordnungswidrigkeits- und Strafverfahren bei Regelverstößen gegen einzelne Personen (vgl. die Ausführungen zu Artikel 19 (2) v in Kapitel E.2.6).

F.1.2 Verantwortung bei fehlendem Genehmigungsinhaber

Bei Abhandenkommen, Auffinden oder Missbrauch radioaktiver Stoffe ist das betroffene Bundesland für die nuklearspezifische Gefahrenabwehr zuständig. In gravierenden Fällen wird es hierbei vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) unterstützt. Insbesondere gilt dies beim Fund radioaktiver Stoffe, für die kein Genehmigungsinhaber oder anderer Verantwortlicher feststellbar ist.

Gibt es bei einer Einrichtung zur Behandlung oder zur Aufbewahrung radioaktiver Abfälle keinen Genehmigungsinhaber oder anderen Verantwortlichen oder kann dieser seiner Verantwortung nicht nachkommen, so hat das für diese Einrichtung zuständige Bundesland für die Sicherheit der Einrichtung oder der Tätigkeit zu sorgen.

Für den Fall, dass ein unmittelbarer Besitzer von Kernbrennstoffen keine Berechtigung für den Besitz hat, muss er nach § 5 Abs. 2 Atomgesetz (AtG) [1A-3] für einen berechtigten Besitz sorgen. Kann ein solcher berechtigter Besitz nicht herbeigeführt werden, übernimmt nach § 5 Abs. 3 AtG das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) vorübergehend die Kernbrennstoffe („Staatliche Verwahrung“). Eine solche Situation kann auch eintreten bei Fund von Kernbrennstoffen oder bei Verlust der Berechtigung des privaten Genehmigungsinhabers (z. B. bei Insolvenz des bisherigen Besitzers oder bei Entzug der Genehmigung). Liegt allerdings eine anderweitige Anordnung der Aufsichtsbehörde nach § 19 Abs. 3 AtG vor, so hat diese Vorrang vor der staatlichen Verwahrung. Derjenige, der für die Kernbrennstoffe, die in staatlicher Verwahrung sind, verantwortlich ist, hat weiterhin dafür zu sorgen, dass ein berechtigter Besitz außerhalb der staatlichen Verwahrung geschaffen wird (§ 5 Abs. 3 Satz 2 AtG). Dies gilt nicht nur für den unmittelbaren Besitzer, der an die staatliche Verwahrung abgeliefert hat, sondern auch für den Inhaber der Nutzungs- und

Verbrauchsrechte und für denjenigen, der die Kernbrennstoffe von einem Dritten zu übernehmen oder zurückzunehmen hat (§ 5 Abs. 3 Satz 3 AtG).

Nach § 23d Satz 8 AtG ist das BASE für den Vollzug der staatlichen Verwahrung zuständig. Das BASE kann die privaten Genehmigungsinhaber zur (Wieder-)Übernahme ihrer Verantwortung im Umgang mit den Kernbrennstoffen veranlassen, indem es Anordnungen erlässt, dass staatlich verwahrte Kernbrennstoffe von den privaten Eigentümern wieder übernommen werden. Hierdurch wird deutlich, dass die staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen die Ausnahme im Umgang mit diesen Stoffen ist.

F.2 Artikel 22: Personal und Finanzmittel

Artikel 22: Personal und Finanzmittel

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen,

- i) daß während der Betriebsdauer einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle das benötigte qualifizierte Personal für sicherheitsbezogene Tätigkeiten zur Verfügung steht;*
- ii) daß angemessene Finanzmittel zur Unterstützung der Sicherheit von Anlagen zur Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle während ihrer Betriebsdauer und für die Stilllegung zur Verfügung stehen;*
- iii) daß finanzielle Vorsorge getroffen wird, um die Fortführung der entsprechenden behördlichen Kontrollen und Überwachungsmaßnahmen während des für erforderlich erachteten Zeitraums nach dem Verschluß eines Endlagers zu ermöglichen.*

F.2.1 Personal

Der sichere Betrieb kerntechnischer Anlagen einschließlich der Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente bzw. radioaktiver Abfälle setzt bei allen Beteiligten – Betreibern, Herstellern, Forschungseinrichtungen, Behörden und Gutachterorganisationen – ein hohes Maß an kerntechnischer Kompetenz voraus. Für den sicheren Betrieb von kerntechnischen Anlagen tragen die Betreiber die Verantwortung dafür, dass das Personal mit den entsprechend den jeweiligen Anforderungen notwendigen Kompetenzen zur Verfügung steht. Anforderungen an die Zuverlässigkeit des Antragsstellers und die Gewährleistung der notwendigen Fachkunde des jeweils eingesetzten Personals sind gesetzlich in § 4 Abs. 2 AtG bzgl. der Beförderung von Kernbrennstoffen, in § 6 Abs. 2 AtG bzgl. der Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen sowie in § 9 Abs. 2 Nr. 1 und 2 AtG bzgl. der Bearbeitung, Verarbeitung und sonstige Verwendung von Kernbrennstoffen außerhalb genehmigungspflichtiger Anlagen vorgeschrieben.

Die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] enthält in §§ 47 bis 51 Regelungen zur erforderlichen Fachkunde im Strahlenschutz, über ihren Erwerb und Erhalt.

Die Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) [1A-17] regelt die Bestellung eines Sicherheitsbeauftragten für Anlagen, die nach § 7 Abs. 1 AtG genehmigt sind.

Die rechtlichen Grundlagen werden im Rahmen von zugehörigen Richtlinien weiter spezifiziert. Das geschieht insbesondere durch Richtlinien zur erforderlichen Fachkunde des verantwortlichen Personals und zur Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse des sonst tätigen Personals in Kernkraftwerken, die sinngemäß auch auf Anlagen in Stilllegung angewendet werden. Darüber hinaus regeln Anforderungen den Informations- und Wissensaustausch einschließlich des Erfahrungsrückflusses.

Außerdem gibt es die Richtlinie über die Fachkunde im Strahlenschutz [3-40], die das Ausmaß und den Nachweis der für den Strahlenschutz erforderlichen Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten und von Strahlenschutzverantwortlichen regelt.

In der Umsetzung der Regelungsinhalte ergibt sich eine atomrechtliche Verantwortungskette mit unterschiedlichen Fachkunde- bzw. Fachkenntnisanforderungen.

Vor dem Einsatz von Personen, die in der Richtlinie [3-2] für den Fachkundenachweis für Kernkraftwerkspersonal genannt sind (Leitungspersonal), bzw. in der Richtlinie [3-21] für den Fachkundenachweis für Anlagen zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen genannt sind, lässt sich die Aufsichtsbehörde Unterlagen vorlegen, die die erforderliche fachliche Ausbildung und praktische Erfahrung belegen. Sie überprüft diese Unterlagen auf Übereinstimmung mit den Vorgaben der jeweiligen Richtlinie.

Der Erhalt der Kompetenz im Strahlenschutz für beim Betrieb eines Kernkraftwerkes tätigen Personen ist durch die Vorschrift von Wiederholungsschulungen im Strahlenschutz geregelt. Unterweisungen sollen entsprechend der „Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen“ [3-27] jährlich stattfinden. Die Schulungen für die anderen Gruppen sollen mindestens im Zwei- respektive Dreijahresrhythmus stattfinden. Die Richtlinie umfasst dabei mit gleicher Maßgabe auch Personen, die als Fremdpersonal am Betrieb von Kernkraftwerken beteiligt sind.

Auch vor dem Hintergrund des vollzogenen Ausstieges aus der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität wurden von den Bundesresorts des damaligen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Bundesumweltministerium) und des damaligen Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Bundwirtschaftsministerium) ein gemeinsames Konzept [BUN 20] zur Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung für die nukleare Sicherheit erarbeitet und am 26. August 2020 vom Bundeskabinett beschlossen. Jenseits der gewerblichen Energieerzeugung gibt es weiterhin relevante Anwendungen von Wissen im Bereich der nuklearen Sicherheit z. B. in der Werkstoffprüfung, der Grundlagenforschung und der Herstellung von Radiopharmazeutika. Hohe Kompetenzen für die nukleare Sicherheit sind für die sichere Entsorgung der radioaktiven Abfälle notwendig. Beispielsweise sind für jegliche Art von radioaktivem Abfall und die verschiedenen Möglichkeiten der Lagerung umfassende Sicherheitsanalysen und Untersuchungen zum chemischen Verhalten erforderlich, die entsprechende Kompetenzen für die nukleare Sicherheit voraussetzen.

Deutschland wird auch weiterhin im Rahmen der Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung für die nukleare Sicherheit die Voraussetzungen dafür erhalten, deutsche Expertise international bei der Diskussion von Fragestellungen zur nuklearen Sicherheit aktiv einzubringen. Ein wichtiger Beitrag hierzu ist, dass das Bundesumweltministerium mit dem „Projektförderprogramm zur Sicherheitsforschung für kerntechnische Anlagen 2021-2025“ (bis Dezember 2021 noch in Zuständigkeit des damaligen Bundeswirtschaftsministeriums) die anwendungsorientierte Grundlagenforschung auf den Forschungsgebieten der Reaktorsicherheit, der verlängerten Zwischenlagerung und Behandlung hochradioaktiver Abfälle, der Endlagerung sowie Forschung zu Querschnittsthemen zu diesen Gebieten fördert. Die Projektförderung findet insbesondere an deutschen Hochschulen statt, um eine Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik der nuklearen Sicherheit und zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses beizutragen. Exemplarisch ist hier die Förderinitiative zum Kompetenzerhalt in der Kerntechnik (KEK) sowie die Förderung von Nachwuchsgruppen in der nuklearen Sicherheitsforschung an deutschen Hochschulen zu nennen. Damit soll der perspektivische Erhalt von Fachwissen in der Kerntechnik mit besonderem Schwerpunkt der nuklearen Sicherheit gefördert werden. Zur Berücksichtigung eines weiteren Spektrums fachlicher Kompetenz und zugehöriger Diskurse findet auf nationaler Ebene ein Austausch mit diversen Akteuren der wesentlichen in Deutschland auf den Gebieten der Reaktorsicherheit und nuklearen Entsorgung tätigen

Organisationen im Rahmen des Kompetenzverbund Kerntechnik (KVKT) deutscher Forschungsinstitute, der Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung (DAEF) und dem Kompetenzverbund Strahlenforschung (KVVSF) statt. Die Kompetenzverbünde tragen dazu bei, die fachliche Expertise in den jeweiligen Bereichen zu erhalten und weiterzuentwickeln. Mit dem Programm NUSAFE (*Nuclear Waste Management, Safety and Radiation Research*) beteiligt sich die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) im Rahmen der Programmorientierten Förderung an Grundlagenforschung zur nuklearen Sicherheit.

Eine besondere Rolle in der Ausbildung des Nachwuchses nehmen dabei Forschung und Lehre an deutschen Hochschulen ein. An deutschen Hochschulen werden derzeit weiterhin wissenschaftliche-technische Fachthemen wie beispielsweise die Grundlagen der Reaktorsicherheit am Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik (INR) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) oder Themenschwerpunkte zur Reaktorphysik und -sicherheit sowie der Modellierung kerntechnischer Anlagen am Institut für Kernenergetik und Energiesysteme (IKE) an der Universität Stuttgart vermittelt. Insgesamt gibt es in Deutschland knapp unter 20 Universitäten und Hochschulen, welche Lehrstühle in Bezug auf die Fachthemen Kernphysik bzw. Kernchemie aufweisen. Die Themenschwerpunkte reichen dabei von klassischer Koordinationschemie bis hin zu Krebsforschung, Radiopharmazie und der Synthese von Superschweren Elementen. Zu den weiteren prominenten Anlaufstellen im Rahmen der Kerntechnik zählen unter anderem die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen und die Fachhochschule (FH) Aachen im Raum Aachen, die Universitäten Mainz und des Saarlandes im mittleren Westen, die Universität Hannover und Technische Universität (TU) Berlin im Norden, sowie die Universität Dresden und die FH Zittau-Görlitz im Osten.

Der Aus- und Weiterbildung von Fachpersonal bei Behörden und Gutachtern dienen beispielsweise die Veranstaltungen, die die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH im Rahmen der GRS-Akademie anbietet. Seminare werden dabei je nach Bedarf und Nachfrage u. a. zu den Themen Grundlagen der Reaktorphysik, Nukleare Ver- und Entsorgung, Markante Ereignisse/Störfälle/Unfälle in kerntechnischen Anlagen, INES-Handbuch der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO), Grundlagen des Strahlenschutzes, Radiologischer Notfallschutz, Einwirkungen von außen, Behördliche Aufsicht über den Betrieb von Kernreaktoren, Kerntechnische Regeln des Rechts und der Technik, Ausgewählte aktuelle Themen zum atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren, Brandschutz in Kernkraftwerken, Betriebsführung von Kernkraftwerken, Stilllegung kerntechnischer Anlagen angeboten.

Die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) erachtet den Erhalt eines hohen Wissensstands in den Zwischenlagern für die kommenden Jahrzehnte und die kontinuierliche Schulung der Mitarbeiter als wesentlich. Deshalb betreibt die BGZ ein „ganzheitliches Wissensmanagement“ in dem bspw. alle zwei Jahre eine Wissensbilanz gemäß dem Ansatz „Wissensbilanz – Made in Germany“ unter Berücksichtigung der ISO 30401 (Knowledge Management Systems) durchgeführt wird. Hier steht die strategische Personalentwicklung im Vordergrund, um den Wissenstransfer und den Aufbau und Erhalt der nötigen Kompetenzen im Bereich der nuklearen Entsorgung frühzeitig sicherzustellen. Angestrebt wird eine gezielt praxisorientierte, fachlich-methodisch aktuelle und wissenschaftlich fundierte Ausbildung, um die Absolventen für vielfältige Tätigkeitsfelder zu qualifizieren. Diese Tätigkeitsfelder sind darauf ausgerichtet, eine sichere Zwischenlagerung der radioaktiven Abfälle – insbesondere aus der Nutzung der Kernenergie – zu gewährleisten.

Die Kompetenzfelder der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) reichen von der Standortauswahl über die Errichtung, Offenhaltung, Rückholung, Stilllegung bis hin zum sicheren Betrieb von Endlagern.

Insbesondere wird versucht, durch Entwicklung neuer, zukunftsgerechter Konzepte wie z. B. auf dem Gebiet des Talent- und Bewerbermanagements den Bedarf an Fachpersonal zu decken. So bildet die BGE in Form eines dualen Studiums im Sicherheitswesen mit der Fachrichtung Strahlen-

schutz auch eigene Fachkräfte aus. Daneben umfasst die betriebseigene Ausbildung folgende Berufsbereiche: Elektronik, Industriemechanik, Bergbautechnologie, Fachinformatik Systemtechnik und Industriekaufwesen. Zur Aktualisierung und zum Aufbau des Fachwissens nehmen die BGE-Beschäftigten regelmäßig an Inhouse-Schulungen oder individuellen Seminaren, Tagungen, Symposien und Foren teil. Konkret stehen Seminare im Wissensbereich Atomrecht, Bergrecht und Umweltrecht im Fokus. Zum aktuellen Wissensaustausch und als Instrument zur Nachwuchskräftegewinnung bestehen zudem Kooperationen mit (Fach-)Hochschulen. Als eine erste konkrete Maßnahme auf dem Gebiet der Fort- und Weiterbildung strebt die BGE eine Kooperation mit der BGZ zu den Themen Fachkundeerhalt und Kooperationsstudiengang an. Darüber hinaus war die BGE ebenso wie die BGZ sowie das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) Teil eines durch das Bundesumweltministerium eingerichteten Projektteams, das zur Erarbeitung eines Konzepts zum perspektivischen Erhalt von Fachwissen und -personal u. a. auch Bedarfe auf dem Gebiet der nationalen kerntechnischen Entsorgungssicherheit analysiert hatte.

F.2.2 Finanzmittel während der Betriebsdauer und Stilllegung

Nach dem Grundsatz, dass die Kosten der Entsorgung von den Verursachern zu zahlen sind, sind die Betreiber von Kernkraftwerken gemäß § 9a Abs. 1 Satz 1 Atomgesetz (AtG) [1A-3] verpflichtet, die Kosten für die Entsorgung des von ihnen erzeugten radioaktiven Abfalls zu tragen. Für kerntechnische Anlagen und weitere kerntechnische Entsorgungseinrichtungen (§ 9h AtG) gilt zudem generell gemäß § 7c Abs. 2 Nr. 2 AtG, dass der jeweilige Genehmigungsinhaber dauerhaft angemessene finanzielle Mittel zur Erfüllung seiner Pflichten im Hinblick auf die nukleare Sicherheit seiner Einrichtung vorzusehen und bereitzuhalten hat. Der Nachweis fortwährender Sicherstellung des Vorhandenseins angemessener finanzieller Mittel ist im Lichte der jeweils geltenden Zulassung zu führen. Finanzielle Mittel dürfen daher nicht entzogen werden, soweit Sicherheitsbelange beeinträchtigt werden würden. Damit dieser Pflicht auch entsprochen wird, gibt es als Regulativ die in § 19 AtG normierte staatliche Aufsicht.

Das Entsorgungsübergangsgesetz (EntsorgÜG) [1A-35] regelt die Verantwortung für die kerntechnische Entsorgung und das Entsorgungsfondsgesetz (EntsorgFondsG) [1A-36] gewährleistet die Finanzierung der Stilllegung und Entsorgung langfristig, ohne die hierfür anfallenden Kosten einseitig auf die Gesellschaft zu übertragen oder die wirtschaftliche Situation der Betreiber im Hinblick auf die noch bei diesen verbleibenden atomrechtlichen Pflichten zu gefährden (vgl. auch die Ausführungen zum Entsorgungsfondsgesetz in Kapitel E.2.2).

Finanzierung der Stilllegung der Anlagen sowie der fachgerechten Verpackung der radioaktiven Abfälle

Entsprechend dem geschaffenen Konzept für die Aufteilung der Verantwortung im Bereich der kerntechnischen Entsorgung sind die Betreiber der Kernkraftwerke weiterhin verantwortlich für die gesamte Abwicklung und Finanzierung der Bereiche Stilllegung der Kernkraftwerke und fachgerechte Verpackung der radioaktiven Abfälle. Als Vorsorge für die daraus zukünftig erwachsenden Kosten müssen sie weiterhin Rückstellungen bilden.

Durch das verabschiedete Transparenzgesetz (TransparenzG) [1A-37] wurden erhöhte Anforderungen an die Transparenz der Rückstellungen für die bei den Betreibern verbleibenden Verpflichtungen sowie u. a. ein Auskunftsrecht des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eingeführt. In der jährlich zu übermittelnden Aufstellung müssen die Betreiber auf der Grundlage des Jahresabschlusses die für die Stilllegung der Kernkraftwerke sowie für die Verpackung der radioaktiven Abfälle gebildeten Rückstellungen nach den verschiedenen Aufgaben der Entsorgung differenziert darstellen. Diese Darstellung muss die für die einzelnen Aufgaben der Entsorgungsverpflichtungen erwarteten Aufwendungen in den zukünftigen Geschäftsjahren enthalten. Zudem muss die

Darstellung zeigen, welche Vermögenswerte dem Betreiber zukünftig zur Verfügung stehen werden, um diese Aufwendungen zu decken. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Bundeswirtschaftsministerium) hat eine Verordnung über die Umsetzung der Auskunftspflicht und die Ausgestaltung der Informationen nach dem Transparenzgesetz (Rückbaurückstellungs-Transparenzverordnung – RückBRTransparenzV) [1B-21] mit konkretisierenden Vorgaben für die Auskunftserteilung erlassen, die am 9. Juli 2018 in Kraft getreten ist.

Die Angaben der Betreiber sind zuletzt für das Berichtsjahr 2022 durch das BAFA geprüft worden. Die Prüfung des BAFA hinsichtlich der Ermittlung der Rückstellungsbeträge hat zu keinen Beanstandungen geführt. Aus der Prüfung der verfügbaren liquiden Mittel durch das BAFA haben sich keine Anhaltspunkte dafür ergeben, dass die Betreiber ihren Rückbauverpflichtungen – insbesondere in den nächsten drei Geschäftsjahren – nicht nachkommen können. Die Rückstellungen für Verpflichtungen, die aus den Aufstellungen der Rückstellungen hervorgehen, betragen zum 31. Dezember 2022 auf Basis der handelsrechtlichen Jahresabschlüsse der Betreiber insgesamt ca. 20,5 Mrd. Euro.

Die Ergebnisse der BAFA-Prüfung bildeten die Grundlage des Berichtes der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag zur finanziellen Vorsorge der Kernkraftwerksbetreiber für deren Verpflichtungen, zuletzt veröffentlicht im November 2019. Der Bericht enthält eine zusammenfassende Bewertung der Informationen, die von den Betreibern von Kernkraftwerken im Rahmen ihrer gesetzlichen Auskunftspflicht dem BAFA übermittelt worden sind.

Als eine zusätzliche Absicherung der Finanzierungspflichten der Betreiber hat der Gesetzgeber das Nachhaftungsgesetz [1A-38] erlassen. Die Betreiber der Kernkraftwerke sind gesellschaftsrechtlich in Konzerne eingegliedert und weitgehend durch Beherrschungs- und Ergebnisabführungsverträge innerhalb des Konzerns finanziell so gestellt, dass das Konzernvermögen für die Kosten von Stilllegung, Rückbau und Entsorgung haftet. Im Falle entsprechender Nutzung gesellschaftsrechtlicher Umstrukturierungsmöglichkeiten durch die Konzerne bestand die Gefahr der Zahlungsunfähigkeit der Betreibergesellschaften.

Das Nachhaftungsgesetz reagiert auf diese gesellschaftsrechtlichen Gestaltungsmöglichkeiten der Konzernunternehmen, indem es eine gesetzliche Nachhaftung von herrschenden Unternehmen für von ihnen beherrschte Betreibergesellschaften für die Kosten der Stilllegung ihrer Kernkraftwerke einführt. Für die Betreiber- und die Konzerngesellschaften begründet das Nachhaftungsgesetz eine Haftungserweiterung gegenüber der grundsätzlich beschränkten Haftung, die aus dem Gesellschaftsrecht folgt.

Finanzierung der Zwischen- und Endlagerung

Entsprechend dem Entsorgungsübergangsgesetz ist der Bund für die Zwischen- und Endlagerung der bestrahlten Brennelemente und der radioaktiven Abfälle aus dem Bereich der Kernkraftwerke zuständig.

Durchführung und Finanzierung der staatlichen Aufgaben im Bereich der Zwischen- und Endlagerung der bestrahlten Brennelemente und der radioaktiven Abfälle aus dem Bereich der Kernkraftwerke sind wie folgt organisiert: Die Handlungsverantwortung für den Bereich der Zwischenlagerung liegt bei dem Dritten im Sinne von § 2 Absatz 1 Satz 1 EntsorgÜG, der bundeseigenen BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ). Die Finanzierung erfolgt aus dem Bundeshaushalt, die Refinanzierung gemäß Entsorgungsübergangsgesetz durch Erhebung der Kosten in Form eines Bescheides des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) gegenüber der Stiftung „Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung“ (KENFO). Die Aufgabe des Bundes, Anlagen zur Endlagerung einzurich-

ten, wird durch die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) wahrgenommen. Die Finanzierung der Endlagerung radioaktiver Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken erfolgt aus dem Bundeshaushalt, die Refinanzierung erfolgt für diesen Bereich durch den KENFO.

Die Geldmittel für die Finanzierung der staatlichen Aufgaben im Bereich der Zwischen- und Endlagerung wurden von den Kernkraftwerksbetreibern zur Verfügung gestellt (vgl. dazu Ausführungen in Kapitel E.2.2).

Der KENFO wurde mit Inkrafttreten des Entsorgungsfondsgesetzes am 16. Juni 2017 als öffentlich-rechtliche Stiftung errichtet. Der KENFO legt die von den Kernkraftwerksbetreibern übertragenen Geldmittel möglichst hoch verzinst und sicher an und erstattet dem Bund die aus Zwischen- und Endlagerung erwachsenden Kosten.

Organe des KENFO sind das Kuratorium und der Vorstand. Das Kuratorium als Aufsichtsorgan besteht je zur Hälfte aus Vertretern des Bundestages einerseits und andererseits aus Vertretern des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, des Bundesministeriums der Finanzen und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Der Vorstand ist das zur Geschäftsführung berufene Organ des KENFO, er besteht aus drei Mitgliedern, die über große Erfahrung in der Anlage und dem Management bedeutender Vermögen verfügen.

F.2.3 Finanzmittel nach Verschluss eines Endlagers

Nach dem Verschluss eines Endlagers kann mit den Auflagen zur Stilllegung eine Überwachungsphase festgelegt werden. Nach Entlassung des Endlagers aus der atomrechtlichen Aufsicht ist die verbleibende Überwachung staatliche Aufgabe. Für die Überwachung wird ein System angestrebt, das wesentlich von den passiven Sicherheitsmaßnahmen Kredit nehmen kann, die bei der Endlagerauslegung eingeplant werden sollen. Da diese Überwachung in staatlicher Regie durchgeführt wird, erfolgt die Finanzierung über den Bundeshaushalt.

F.3 Artikel 23: Qualitätssicherung

Artikel 23: Qualitätssicherung

Jede Vertragspartei trifft die erforderlichen Maßnahmen, um sicherzustellen, daß geeignete Programme zur Qualitätssicherung im Hinblick auf die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle aufgestellt und durchgeführt werden.

F.3.1 Qualitätssicherung

Die Konzeption und Auslegung von Anlagen und Einrichtungen zur Konditionierung, Zwischenlagerung und Endlagerung von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfälle umfasst konstruktive und administrative Maßnahmen zum Schutz von Bevölkerung und Beschäftigten vor einer Gefährdung durch Freisetzung radioaktiver Stoffe und ionisierende Strahlung. Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen wird im Rahmen eines Qualitätssicherungsprogramms sichergestellt, das auch Alterungsprozesse und die vorbeugende Instandhaltung berücksichtigt. Die Regel KTA 1401 [KTA 1401] legt generelle Anforderungen an die Qualitätssicherung bei Kernkraftwerken fest. Die Forderungen dieser Regel werden, soweit zutreffend, angewendet. Sie umfassen unter anderem die Grundsätze der betrieblichen Organisation, die Planung und Auslegung, die Fertigung und Errichtung einschließlich Qualitätsüberprüfung, den bestimmungsgemäßen Betrieb und Störfälle, die Dokumentation und Archivierung sowie die Prüfung des Qualitätssicherungssystems selbst. Qualitätssichernde Maßnahmen sind durch das betriebliche Managementsystem implementiert sowie in der Genehmigung

und den zugehörigen Antragsunterlagen, insbesondere im Sicherheitsbericht, festgeschrieben. Art und Umfang der Maßnahmen zur Sicherung der Qualitätsmerkmale werden ausgerichtet an ihrer Bedeutung für die Vorsorge gegen Schäden durch Strahlenexposition. Im Genehmigungsverfahren werden Anlagenteile kategorisiert in die Qualitätsklasse – Nuklear (QN), die wiederum nach sicherheitstechnischer Bedeutung sowie besonderer strahlenschutztechnischer Bedeutung bzw. hervorgehobener strahlenschutztechnischer Bedeutung untergliedert ist, und in die Qualitätsklasse – Konventionell (QK). Für QN-Anlagenteile sind den Anforderungen entsprechend zusätzliche Vorprüfunterlagen zu erstellen, während für QK-Anlagenteile die konventionellen Qualitätsanforderungen nach dem Stand der Technik und den geltenden Technischen Regeln und Vorschriften ausreichend sind.

Der Antragsteller oder Genehmigungsinhaber ist für Planung, Durchführung und Überwachung der Wirksamkeit der Qualitätssicherung verantwortlich. Eine wesentliche Forderung der Regel KTA 1401 [KTA 1401] gilt dabei der Fachkunde und Qualifikation des Personals.

Im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren werden Art und Umfang für erstmalige und, soweit erforderlich, wiederkehrende Prüfungen seitens der Aufsichtsbehörde festgelegt, welche auch die Einhaltung der Maßnahmen kontrolliert. Die Aufsichtsbehörde kann zu den Prüfungen Sachverständige hinzuziehen. Darüber hinaus hat sie jederzeit Zugang zur Anlage, um notwendige Untersuchungen durchzuführen.

Das Atomgesetz (AtG) [1A-3], das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] und die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] stellen die generelle Forderung nach Einhaltung des Standes von Wissenschaft und Technik. Somit ist gewährleistet, dass auch im internationalen Rahmen geltende Anforderungen zur Qualitätssicherung berücksichtigt werden.

Die Betreiberin der im Anhang zum Entsorgungsübergangsgesetz aufgeführten Zwischenlager hat ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001, das an die KTA 1401, 1402 [KTA 1402] angelehnt ist. Es ist die Grundlage des integrierten Managementsystems, das die Qualitätssicherung, Umweltschutz, Arbeitssicherheit, Informationssicherheit sowie den Strahlenschutz umfasst. Das Qualitätsmanagementsystem bezieht sich auf die Phasen sicherheitstechnische Konzeptbearbeitung, Planung und Auslegung, Beschaffung, Fertigung und Montage, Errichtung baulicher Anlagen, Inbetriebsetzung und Betrieb des Standort-Zwischenlagers und regelt auch die Anforderungen an die Qualitätssicherungsmaßnahmen. Die EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH ist für den Geltungsbereich Rückbau kerntechnischer Anlagen einschließlich Planung, Durchführung und Entsorgung und Konditionierung, Lagerung, Freimessung und Entsorgung und Recycling radioaktiver Reststoffe/Abfälle nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert.

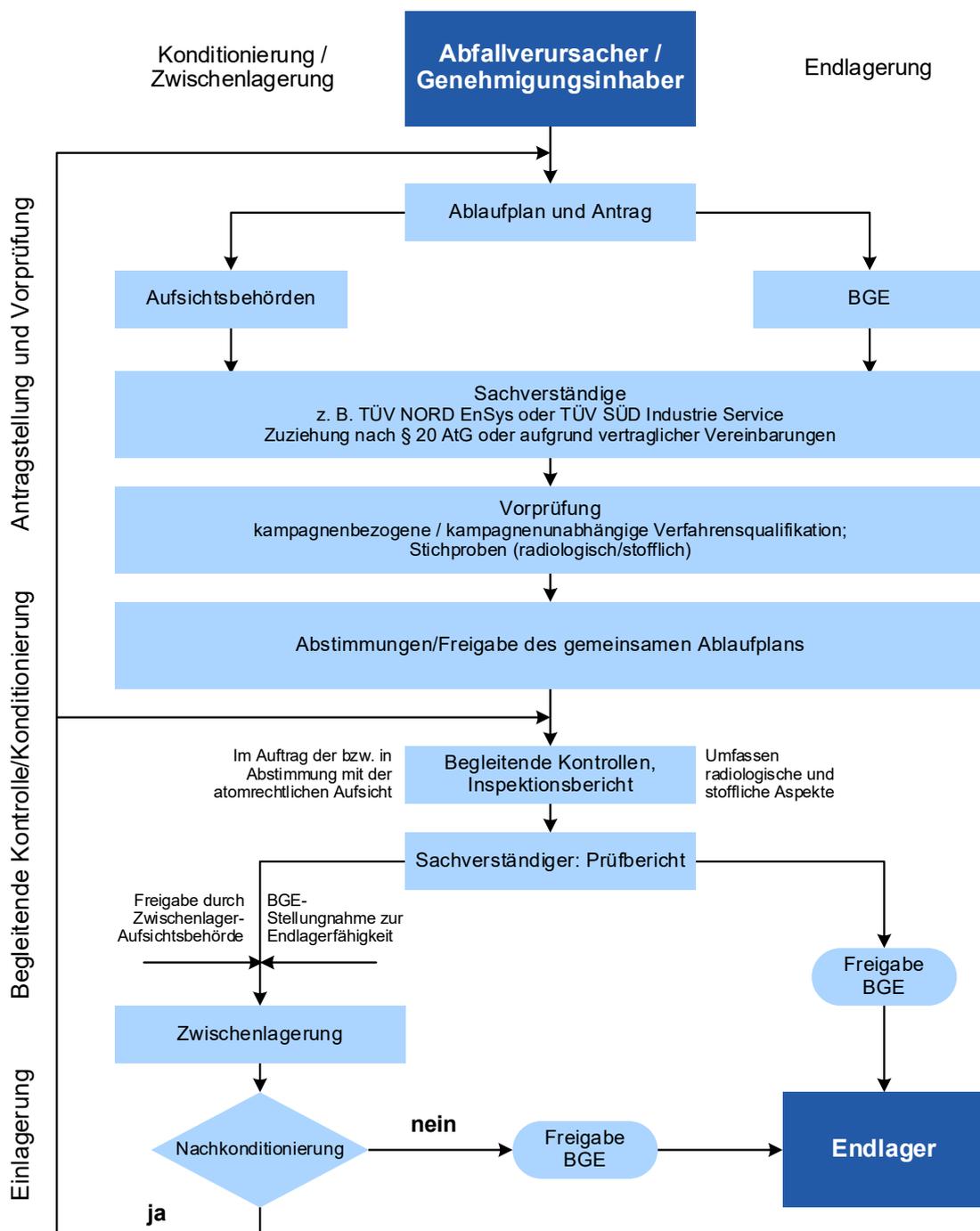
F.3.2 Produktkontrolle

Als Teil der allgemeinen Qualitätssicherung existiert die Produktkontrolle radioaktiver Abfälle. Ihre Aufgabe ist es, die Einhaltung von Endlagerungsbedingungen sicherzustellen. Diese sind Resultat der standortspezifischen Sicherheitsanalyse für die Endlager. Ein diesbezüglicher Nachweis setzt organisatorische und administrative Regelungen voraus, durch die die Verantwortungsbereiche, Aufgaben und Tätigkeiten der Beteiligten festgelegt werden. Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) (Dritter nach § 9a Abs. 3 Satz 2 zweiter Halbsatz Atomgesetz (AtG) [1A-3]) sorgt im Rahmen der ihr übertragenen Verantwortung für den Betrieb des Endlagers und stellt durch die Qualifizierung von Konditionierungsmaßnahmen und Abfallgebinden die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen sicher. Letztere Aufgabe ist hoheitlich.

Die Produktkontrolle umfasst Regelungen zur Qualitätssicherung bei der Erfassung und Konditionierung von radioaktiven Abfällen sowie bei der Herstellung von Abfallbehältern inklusive der Erfassung und Dokumentation der endlagerrelevanten Eigenschaften der Gebinde. Organisatorische und administrative Regelungen zu den Verantwortungsbereichen, den Aufgaben und den Tätigkeiten der

Beteiligten werden festgelegt durch die Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle vom 19. November 2008 (vgl. Abbildung F-1) und durch die Vereinbarungen der BGE mit den Abfallverursachern. An der Produktkontrolle sind die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden der Bundesländer, die BGE, die beauftragten Sachverständigen, die Abfallverursacher und die in ihrem Auftrage tätigen Dienstleistungsunternehmen sowie die Betreiber der Zwischenlager und Landes-sammelstellen beteiligt. Art und Umfang der Maßnahmen bei der Produktkontrolle werden in Abhängigkeit vom Konditionierungsverfahren, von den Eigenschaften der Abfälle und von den Anforderungen des Endlagers festgelegt. Die zur Gewährleistung der Sicherheit eines Endlagers für radioaktive Abfälle erforderlichen Maßnahmen werden in der jeweiligen Zulassung des Endlagers festgelegt.

Abbildung F-1: Ablauf der Produktkontrolle von Abfallgebinden für ihre Konditionierung, Zwischen- und Endlagerung



Regelungen zur Produktkontrolle existieren für die im Endlager Konrad einzulagernden radioaktiven Abfälle. Im Endlager Konrad dürfen nur solche radioaktiven Abfälle eingelagert werden, die nachweislich die Endlagerungsbedingungen erfüllen.

Gemäß den Endlagerungsbedingungen Konrad (vgl. Kapitel D.3.3) gliedern sich die Anforderungen in

- Grundanforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle,
- Anforderungen an Abfallgebinde,
- Anforderungen an Abfallprodukte,
- Anforderungen an Abfallbehälter,
- Aktivitätsbegrenzungen und
- Massenbegrenzungen nicht radioaktiver schädlicher Stoffe.

Der Nachweis der Einhaltung dieser Anforderungen ist im Rahmen der Produktkontrolle zu erbringen durch

- Bauartprüfung von Behältern und begleitende Fertigungskontrollen,
- Qualifizierung und begleitende Kontrollen von Konditionierungsmaßnahmen bzw.
- Stichprobenprüfung an Abfallprodukten bzw. Abfallgebinden.

Bauartprüfung

Im Rahmen von Bauartprüfungen werden Endlagerbehälter u. a. Stapeldruckprüfungen, Hebeprüfungen, Fallversuchen, thermischen Prüfungen und, soweit zutreffend, Dichtheitsprüfungen unterzogen.

Verfahrensqualifikation

Die Qualifizierung von Konditionierungsmaßnahmen erfolgt entweder kampagnenunabhängig unter Festlegung der relevanten Betriebsbedingungen in einem Handbuch oder kampagnenabhängig auf Grundlage eines Ablaufplans und einer abfallspezifischen Kampagnenanmeldung. Relevante Maßnahmen im Hinblick auf den Nachweis der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen sind insbesondere:

- Identifizierung des Abfalls nach Art und Herkunft,
- Nachweis der Einhaltung der Grundanforderungen an Abfallprodukte sowie weiterer Anforderungen in Abhängigkeit von der zugeordneten Abfallproduktgruppe,
- qualifizierte Bestimmung des radionuklidspezifischen Aktivitätsinventars,
- Bestimmung der Massen von Abfallprodukten und -behältern, der Abfallgebundemasse sowie der Schwerpunktlage,
- Bestimmung von Ortsdosisleistung und Kontamination (vgl. Abbildung F-2).

Abbildung F-2: Wischtest zur Produktkontrolle an einem MOSAIK-Behälter (Bildrechte: GNS)



Durch die Identifizierung des Abfalls und die Bestimmung der Massen werden neben den radiologischen Erfordernissen auch wesentliche Nachweise zur stofflichen Zusammensetzung im Hinblick auf die Einhaltung der Massenbegrenzungen nicht radioaktiver schädlicher Stoffe erbracht.

Das im Ablaufplan beschriebene Verfahren wird getrennt für einzelne Rohabfallkampagnen im Hinblick auf seine Eignung zur Herstellung endlagerfähiger Abfallgebinde beurteilt. Die Freigabe des Verfahrens durch die BGE erfolgt unter Festlegung begleitender Kontrollen im Hinblick auf den Nachweis der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen.

Stichprobenprüfung

Abfallgebinde aus nicht qualifizierten Verfahren werden von der BGE nach ihrer Herstellung auf Einhaltung der Endlagerungsbedingungen kontrolliert. Art und Umfang der Kontrollmaßnahmen richten sich danach, inwieweit aus den vorgelegten Dokumentationen die Einhaltung der Endlagerungsbedingungen hervorgeht.

Fachgerechte Verpackung

Im Entsorgungsübergangsgesetz (EntsorgÜG) [1A-35] wird festgelegt, dass der Bund fachgerecht verpackte Gebinde der Kernkraftwerksbetreiber in die von ihm verantwortete Zwischenlagerung übernimmt.

Die fachgerechte Verpackung für den Übergang in die Zwischenlagerung ist ausgerichtet auf die Erfüllung der Endlagerungsbedingungen Konrad zum Zeitpunkt des Inkrafttretens des Entsorgungsübergangsgesetzes. Wenn ein Gebinde der Kernkraftwerksbetreiber die aktuellen Endlagerungsbedingungen erfüllt, wird im Bescheid darauf hingewiesen, dass die Bedingungen für die Übergabe an die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) ebenfalls erfüllt werden. Sollte die BGE bei ihrer Prüfung eines Gebindes eines Kernkraftwerksbetreibers feststellen, dass es nicht gelingt die aktuellen Endlagerungsbedingungen zu erfüllen, prüft sie, ob die Bedingungen für eine Übergabe an die BGZ erfüllt werden, und erteilt ohne gesonderte Beantragung einen Zwischenbescheid, der die fachgerechte Verpackung bestätigt.

F.4 Artikel 24: Strahlenschutz während des Betriebs

Artikel 24: Strahlenschutz während des Betriebs

- (1) *Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß während der Betriebsdauer einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle*
 - i) *die von der Anlage ausgehende Strahlenbelastung für die Beschäftigten und die Öffentlichkeit so gering wie vernünftigerweise erzielbar gehalten wird, wobei wirtschaftliche und soziale Faktoren berücksichtigt werden;*
 - ii) *niemand unter normalen Umständen einer Strahlendosis ausgesetzt wird, welche die innerstaatlich vorgeschriebenen Grenzwerte, die international anerkannten Strahlenschutznormen gebührend Rechnung tragen, überschreitet;*
 - iii) *Maßnahmen zur Verhinderung ungeplanter und unkontrollierter Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umwelt getroffen werden.*
- (2) *Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß Ableitungen begrenzt werden,*
 - i) *damit die Strahlenbelastung so gering wie vernünftigerweise erzielbar gehalten wird, wobei wirtschaftliche und soziale Faktoren berücksichtigt werden;*
 - ii) *damit niemand unter normalen Umständen einer Strahlendosis ausgesetzt wird, welche die innerstaatlich vorgeschriebenen Grenzwerte, die international anerkannten Strahlenschutznormen gebührend Rechnung tragen, überschreitet.*
- (3) *Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß während der Betriebsdauer einer staatlich beaufsichtigten kerntechnischen Anlage für den Fall, daß es zu einer ungeplanten und unkontrollierten Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt kommt, entsprechende Abhilfemaßnahmen ergriffen werden, um die Freisetzung unter Kontrolle zu bringen und ihre Folgen zu mildern.*

F.4.1 Grundlagen

Mit Inkrafttreten des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) vom 27. Juni 2017 [1A-34] sowie untersetzender Verordnungen wurde die Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom [1F-24] in nationales Recht umgesetzt.

Mit dem Strahlenschutzgesetz wurde auch die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] neu strukturiert. Die Röntgenverordnung und das Strahlenschutzvorsorgegesetz wurden aufgehoben und entsprechende Regelungen in das Strahlenschutzgesetz und die Strahlenschutzverordnung aufgenommen. Die Struktur ist nun in Anlehnung an die Richtlinie 2013/59/Euratom so aufgebaut, dass es eine Trennung der folgenden vier Regelungsbereiche gibt: Geplante Expositionssituationen, Notfallexpositionssituationen, bestehende Expositionssituationen und expositionssituationsübergreifende Vorschriften.

Die Regelungen zu geplanten Expositionssituationen wurden auf Arbeitsplätze mit natürlich vorkommendem radioaktivem Material (NORM) erweitert. Im Hinblick auf den Strahlenschutz wurde die Stellung des Strahlenschutzbeauftragten deutlich gestärkt, der Organgrenzwert der Augenlinse ist für beruflich exponierte Personen auf 20 mSv im Kalenderjahr abgesenkt und die nationalen Organ-

dosisgrenzwerte für innere Organe sind entfallen. Des Weiteren wurden die Freigrenzen der spezifischen Aktivität mit den Werten für die uneingeschränkte Freigabe gleichgesetzt. Als Aktivitätswerte für die Einstufung als hochradioaktive Strahlenquellen wurden die D-Werte der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) übernommen, die ein Maß für das Gefährdungspotenzial der Strahlenquellen darstellen [IAEA 06b]. Der Dosisgrenzwert für die Bevölkerung bezieht sich nun auf die Summe aller Strahlenexpositionen aus genehmigungs- oder anzeigebedürftigen Tätigkeiten nach dem Strahlenschutzgesetz oder dem Atomgesetz (AtG) [1A-3], aus der staatlichen Verwahrung von Kernbrennstoffen, aus der planfeststellungsbedürftigen Errichtung, dem planfeststellungsbedürftigen Betrieb oder der planfeststellungsbedürftigen Stilllegung von Endlagern des Bundes und aus dem Aufsuchen, Gewinnen oder Aufbereiten von radioaktiven Bodenschätzen, wenn dies der Betriebsplanpflicht nach § 51 Bundesberggesetz (BBergG) [1B-15] unterliegt.

Die Strahlenschutz-Grundnormen der IAEO [IAEA 14] sowie die Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) werden berücksichtigt. Dem ALARA-Prinzip wird durch § 8 StrlSchG Rechnung getragen, wonach jede unnötige Exposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden ist sowie bezogen auf die hier einschlägigen Tätigkeiten eine Verpflichtung beinhaltet, Kontaminationen von Mensch und Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.

F.4.2 Strahlenexposition beruflich exponierter Personen

Als beruflich exponierte Personen gelten gemäß § 5 Abs. 7 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] Personen, die aus Tätigkeiten im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv, eine Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse von mehr als 15 mSv oder eine Organ-Äquivalentdosis der Haut von mehr als 50 mSv erhalten können. Beruflich exponierte Personen werden hinsichtlich ihrer Strahlenexposition mittels amtlicher und betrieblicher Dosimeter überwacht. Im Kalenderjahr dürfen sie laut § 78 StrlSchG grundsätzlich maximal 20 mSv effektive Dosis erhalten. Für die einzelnen Organ-Äquivalentdosen sind ebenfalls Grenzwerte festgelegt. Sie sind in Tabelle F-1 zusammengestellt.

Für beruflich exponierte Personen unter 18 Jahren ist ein deutlich niedrigerer Grenzwert der effektiven Dosis von 1 mSv im Kalenderjahr festgelegt. In Einzelfällen kann die Behörde für Auszubildende und Studierende im Alter zwischen 16 und 18 Jahren effektive Dosen bis 6 mSv im Kalenderjahr zulassen, wenn dies zur Erreichung ihrer Ausbildungsziele erforderlich ist.

Für gebärfähige Frauen darf der Grenzwert von 2 mSv pro Monat Organ-Äquivalentdosis der Gebärmutter nicht überschritten werden. Für ein ungeborenes Kind, dessen Mutter nach Bekanntwerden der Schwangerschaft weiter als beruflich exponierte Person tätig sein kann, beträgt der Grenzwert 1 mSv für die Zeit von der Mitteilung über die Schwangerschaft bis zu deren Ende. Arbeitsbedingungen von schwangeren oder stillenden Personen müssen so gestaltet sein, dass eine innere berufliche Exposition ausgeschlossen ist (§ 69 Abs. 1 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8]).

Für den gesamten Zeitraum der Berufstätigkeit ist laut § 77 StrlSchG der Grenzwert auf 400 mSv effektive Dosis festgelegt.

Die vorgenannten Dosisgrenzwerte dürfen nur in besonderen zugelassenen Fällen überschritten werden. Regelungen gibt es für Einsatzkräfte in Notfallexpositionssituationen und anderen Gefahrenlagen, beispielsweise zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit oder bei Maßnahmen zur Vermeidung oder Bekämpfung einer Katastrophe (vgl. die Ausführungen zum Schutz von Einsatzkräften in Kapitel F.5.1 sowie Tabelle F-1), wobei Einsatzkräfte keine beruflich exponierten Personen i.S.d. § 5 Abs. 7 StrlSchG sind, aber einer beruflichen Exposition i.S.d. § 2 Abs. 7 Nr. 5 StrlSchG ausgesetzt sein können. Nach § 5 Absatz 7 Satz 3 StrlSchG ist eine Person, die eine berufliche Exposition ausschließlich in einer Notfallexpositionssituation oder einer anderen Gefahrenlage erhält, keine beruflich exponierte Person.

Daten über berufliche Expositionen werden gemäß § 170 StrlSchG beim Strahlenschutzregister des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) erfasst.

Als Instrument zur Dosisreduzierung sieht § 72 StrlSchV eine Pflicht des Strahlenschutzverantwortlichen vor, zu prüfen, ob die Festlegung von Dosisrichtwerten für das eingesetzte beruflich exponierte Personal ein geeignetes Instrument zur Optimierung darstellt.

Im Rahmen der ärztlichen Überwachung führt ein gemäß § 175 StrlSchV behördlich ermächtigter Arzt für eine beruflich exponierte Person oder für eine Einsatzkraft i.S.d. § 5 Abs. 13 StrlSchG eine Gesundheitsakte, in der neben Angaben zu erhaltenen Körperdosen auch Angaben zu Arbeitsbedingungen, Ergebnisse der ärztlichen Überwachung und Entscheidungen der zuständigen Behörden zur Beschäftigung aufgeführt werden. In der Richtlinie „Ärztliche Überwachung exponierter Personen durch ermächtigte Ärzte nach Strahlenschutzrecht“ [3-19], die zum 1. November 2022 in Kraft getreten ist, werden die Anforderungen an die ärztliche Überwachung von Personen mit beruflicher Exposition konkretisiert. Der Betreiber einer kerntechnischen Anlage ist in seiner Funktion als Strahlenschutzverantwortlicher nach § 8 StrlSchG verpflichtet, jede unnötige Strahlenexposition und Kontamination von Personen und der Umwelt zu vermeiden. Unvermeidbare Strahlenexpositionen und Kontaminationen sind unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls und des Standes von Wissenschaft und Technik so gering wie möglich zu halten, auch wenn diese unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte liegen. Der Strahlenschutzverantwortliche muss dies nach § 72 StrlSchG durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen sicherstellen. Der Strahlenschutzverantwortliche muss gemäß § 45 StrlSchV dafür sorgen, dass eine Strahlenschutzanweisung erlassen wird, die die im Betrieb erforderlichen organisatorischen und technischen Schutzmaßnahmen auführt.

Der Strahlenschutzverantwortliche bestellt Strahlenschutzbeauftragte, die für die Einhaltung der Betreiberpflichten aus der Strahlenschutzgesetzgebung verantwortlich sind, soweit ihnen diese Befugnisse übertragen wurden. Die Aufgaben und der Entscheidungsbereich des einzelnen Strahlenschutzbeauftragten sind gemäß § 70 Abs. 2 StrlSchG schriftlich zu fixieren. Der Strahlenschutzbeauftragte muss über die für seine Aufgabe erforderliche Fachkunde verfügen, die gemäß § 47 StrlSchV von der zuständigen Stelle geprüft und bescheinigt werden muss. Gemäß § 48 StrlSchV sind regelmäßig Wiederholungsschulungen zu absolvieren, deren Intervalle fünf Jahre nicht überschreiten dürfen. Der Strahlenschutzbeauftragte darf gemäß § 70 Abs. 6 StrlSchG in der Ausübung seiner Aufgaben nicht behindert oder aus diesem Grund benachteiligt werden.

Im Zusammenhang mit der Erteilung von Genehmigungen und ihren aufsichtlichen Verpflichtungen prüfen die zuständigen Behörden die Festlegung und Einhaltung von Strahlenschutzmaßnahmen und Expositionsgrenzwerten.

F.4.3 Exposition der Bevölkerung

Grundsätzlich gilt für alle kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen gemäß § 80 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34], dass aus ihrem Betrieb für Einzelpersonen der Bevölkerung eine effektive Dosis von maximal 1 mSv im Kalenderjahr resultieren darf. Darüber hinaus sind Organ-Äquivalentdosen festgelegt. Eine Zusammenstellung grundlegender Grenz- und Referenzwerte für die Exposition aus dem Strahlenschutzgesetz und der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] enthält Tabelle F-1.

Es ist Aufgabe des Strahlenschutzverantwortlichen, auf die Einhaltung der Grenzwerte zu achten. Er unterliegt der Aufsicht durch die zuständige Behörde.

Tabelle F-1: Ausgewählte Dosisgrenzwerte und Referenzwerte aus Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)

§ StrlSchG	§ StrlSchV	Geltungsbereich	Zeitraum	Wert [mSv]
Grenzwerte für die Exposition der Bevölkerung				
80		Effektive Dosis	Kalenderjahr	1
		Organ Äquivalentdosis für die Augenlinse	Kalenderjahr	15
		Organ Äquivalentdosis für Haut	Kalenderjahr	50
Dosisgrenzwerte bei Ableitungen radioaktiver Stoffe				
	99	Effektive Dosis	Kalenderjahr	0,3
Dosisgrenzwerte für beruflich exponierte Personen				
78		<u>Beruflich exponierte Personen (allgemein):</u>		
		Effektive Dosis	Kalenderjahr	20
		Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse	Kalenderjahr	20
		Organ-Äquivalentdosis für Haut, Hände, Unterarme, Füße und Knöchel jeweils	Kalenderjahr	500
		<u>Beruflich exponierte Personen unter 18 Jahren:</u>		
		Effektive Dosis	Kalenderjahr	1
		Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse	Kalenderjahr	15
		Organ-Äquivalentdosis für Haut, Hände, Unterarme, Füße und Knöchel jeweils	Kalenderjahr	50
		<u>Auszubildende und Studierende, 16 bis 18 Jahre, mit Erlaubnis der Behörde:</u>		
		Effektive Dosis	Kalenderjahr	6
		Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse	Kalenderjahr	15
		Organ-Äquivalentdosis für Haut, Hände, Unterarme, Füße und Knöchel jeweils	Kalenderjahr	150
		<u>Gebärfähige Frauen und ungeborene Kinder:</u>		
		Organ-Äquivalentdosis der Gebärmutter für gebärfähige Frauen	Monat	2
		Ungeborenes Kind	ab Mitteilung der Schwangerschaft bis zu deren Ende	1
77		Berufslebensdosis, effektive Dosis	bei beruflich exponierten Personen ermittelte, über alle Kalenderjahre summierte Dosis	400
Referenzwert für den Schutz der Bevölkerung in Notfallexpositionssituationen				
93		Effektive Dosis, wenn die vorgesehenen Schutzmaßnahmen durchgeführt würden	innerhalb eines Jahres über alle Expositionspfade	100

§ StrlSchG	§ StrlSchV	Geltungsbereich	Zeitraum	Wert [mSv]
Referenzwerte für Einsatzkräfte				
114		<u>Notfalleinsätze (allgemein) – Schutz von Einsatzkräften:</u>		
		Werte des § 78 StrlSchG (werden auf die Berufslebensdosis angerechnet)	jeweilige Expositionssituation	(s.o.)
		<u>Einsätze zum Schutz des Lebens oder der Gesundheit:</u>		
		Effektive Dosis (wird auf die Berufslebensdosis angerechnet)	jeweilige Expositionssituation	100
		<u>Einsätze zur Rettung von Leben, zur Vermeidung schwerer strahlenbedingter Gesundheitsschäden oder zur Vermeidung oder Bekämpfung einer Katastrophe (nur Freiwillige):</u>		
		Effektive Dosis (wird auf die Berufslebensdosis angerechnet)	jeweilige Expositionssituation	250
		<u>Ausnahmefälle (nur Freiwillige):</u>		
		Effektive Dosis (wird auf die Berufslebensdosis angerechnet)	jeweilige Expositionssituation	500
Dosisgrenzwerte bei Störfällen (Planungswerte)				
	104	<u>Begrenzung der Exposition der Bevölkerung:</u>		
		Effektive Dosis	Akkumuliert bis zum 70. Lebensjahr der exponierten Person	50
		Schilddrüse		150
		Organ-Äquivalentdosis der Haut, der Hände, der Unterarme, der Füße und Knöchel		500
		Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse, der Keimdrüsen, der Gebärmutter und des Knochenmarks (rot)		50
		Organ-Äquivalentdosis der Knochenoberfläche		300

Handelt es sich um kerntechnische Tätigkeiten, Anlagen oder Einrichtungen, die nach den §§ 6, 7 oder 9 AtG oder mittels eines Planfeststellungsbeschlusses nach § 9b AtG zu genehmigen sind, wie z. B. die Pilot-Konditionierungsanlage (PKA), die Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK), die Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente sowie Endlager, so wird im Rahmen des Genehmigungsverfahrens die Strahlenexposition für eine repräsentative Person in der ungünstigsten Variante gemäß den Vorgaben der Anlage 11 StrlSchV ermittelt, um die Einhaltung der Grenzwerte nachzuweisen.

Für den Betrieb der kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen werden die zulässigen Ableitungen über Luft und Wasser unter Berücksichtigung der Vorbelastung aus anderen kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen und früheren Tätigkeiten seitens der zuständigen Behörde durch Begrenzung der über einen bestimmten Zeitraum abgeleiteten Aktivität oder der Aktivitätskonzentration festgelegt. Der Grenzwert für die effektive Dosis der durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser aus diesen Anlagen oder Einrichtungen jeweils bedingten Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung beträgt jeweils 0,3 mSv im Kalenderjahr.

Dezentrale Brennelemente-Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente erzeugen keine Ableitungen durch radioaktive Abwässer, da gegebenenfalls kontaminierte Abwässer z. B. aus der Behälterwartung, welche maximal zugelassene Aktivitätskonzentrationen überschreiten, zur Entsorgung an Einrichtungen zur Abwasserbehandlung abgegeben werden. Ableitungen mit der Luft durch Freisetzen aus den Lagerbehältern sind nicht zu erwarten, obwohl Abgabewerte beantragt wurden, um z. B. möglichen Kontaminationen der Behälteroberfläche Rechnung zu tragen. Aufgrund der Dichtheitskriterien für Lagerbehälter und der bestehenden Regelungen für die Oberflächenkontamination auf der Behälteraußenseite sind die Ableitungen mit der Luft in der Praxis jedoch zu vernachlässigen. Strahlenexpositionen durch Direktstrahlung von Gamma- und Neutronenstrahlung ergeben sich in unmittelbarer Umgebung der Zwischenlager. Hier sind die genannten Grenzwerte der Strahlenexposition für die Beschäftigten und die allgemeine Bevölkerung zu berücksichtigen.

F.4.4 Maßnahmen zur Verhinderung ungeplanter und unkontrollierter Freisetzung

Zur Vermeidung von Störfällen mit unkontrollierter Freisetzung radioaktiver Stoffe sind die kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen so zu planen und auszulegen, dass die Störfallauswirkungen begrenzt bleiben. Bereits im Genehmigungsverfahren ist nachzuweisen, dass die Anlage gegen bestimmte Störfälle, die sogenannten Auslegungstörfälle, ausgelegt ist. Maßgeblich ist der Stand von Wissenschaft und Technik. Verantwortlich für die Planung ist der Strahlenschutzverantwortliche der Anlage. Art und Umfang der Schutzmaßnahmen werden durch die Genehmigungsbehörde festgelegt.

Die Begrenzung der Exposition der Bevölkerung im Falle eines Störfalls wird auf der Grundlage von Planungswerten in § 104 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] festgelegt. Neben einer maximalen effektiven Dosis von 50 mSv sind auch Organ-Äquivalentdosen als Obergrenzen zu berücksichtigen. Davon unberührt ist die Strahlenexposition so gering wie möglich zu halten.

In den §§ 106 bis 109 StrlSchV werden weitere Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen in Bezug auf Vorkommnisse definiert. Dazu gehören das Vorhalten von geschultem Personal und erforderlichen Hilfsmitteln, die Information und Beratung der für die Sicherheit zuständigen Behörden, die Einhaltung von Meldepflichten und die systematische Untersuchung der Ursachen und Auswirkungen eines Vorkommnisses.

Für die Schachanlage Asse II wird in § 57b Atomgesetz (AtG) [1A-3] geregelt, dass für die Planungs- und Stilllegungsmaßnahmen die Störfallplanungswerte bis zum Inkrafttreten entsprechender allgemeiner Verwaltungsvorschriften durch die Genehmigungsbehörde im Einzelfall festgelegt werden.

Die Anforderungen gegen ungeplanter und unkontrollierter Freisetzung radioaktiver Stoffe bei der Zwischenlagerung von schwach- und mittlerradioaktiven Abfällen (SMA) sowie bei der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle in Behältern werden in zwei Empfehlungen der Entsorgungskommission (ESK) ([3-150], [3-151]) in Form von Leitlinien formuliert, die bei der Bewertung von neu zu errichtenden sowie bestehenden Lagereinrichtungen zugrunde gelegt werden. In diesen Leitlinien wird die hohe Schutzfunktion der jeweiligen Behälter betont, die diese entsprechend ihrer Auslegung erfüllen können.

F.4.5 Begrenzung von Ableitungen radioaktiver Stoffe durch den Betrieb

Grundlagen

Radioaktive Stoffe dürfen nicht unkontrolliert in die Umgebung einer kerntechnischen Einrichtung abgegeben werden. Ihre betrieblichen Ableitungen ins Wasser oder in die Luft müssen überwacht

und nach Art und Aktivität spezifiziert ermittelt werden. Gemäß § 99 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] darf die effektive Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung durch die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Wasser oder mit Luft jeweils 0,3 mSv im Kalenderjahr nicht überschreiten.

Bereits bei der Planung von kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen wird zur Ermittlung der zulässigen Ableitungswerte an den ungünstigsten Einwirkungsstellen die Exposition von Referenzpersonen ermittelt. Das Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Exposition ist in einer Allgemeinen Verwaltungsvorschrift [2-8] niedergelegt.

Emissions- und Immissionsüberwachung im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen

Ableitungen kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen müssen überwacht, nach Aktivität und Art spezifiziert sowie die Daten mindestens jährlich der zuständigen Behörde mitgeteilt werden.

Die für die kerntechnische Einrichtung zuständige Aufsichtsbehörde kann für die Überwachung ergänzende Maßnahmen anordnen oder den Anlagenbetreiber im Einzelfall von der Überwachungspflicht befreien, wenn einer Bewertung durch den Strahlenschutzverantwortlichen zufolge sichergestellt ist, dass die effektive Dosis durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser den Bereich von 10 µSv im Kalenderjahr jeweils nicht überschreiten wird. Davon ausgenommen sind Kernkraftwerke und Anlagen zur Wiederaufarbeitung.

Einrichtungen mit einer Umgangsgenehmigung nach § 12 Abs. 1 Nr. 3 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] weisen beispielsweise geringe oder im Einzelfall keine Emissionen auf. Darunter fallen einzelne Konditionierungseinrichtungen und Zwischenlager für radioaktive Abfälle, in denen keine Reparaturen durchgeführt werden.

Bei kerntechnischen Tätigkeiten, Anlagen und Einrichtungen, die nach den §§ 6, 7 oder 9b Atomgesetz (AtG) [1A-3] genehmigungspflichtig oder planfeststellungsbedürftig sind, z. B. der Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) für bestrahlte Brennelemente, der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) für Spaltprodukte, den Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente, einigen wenigen Konditionierungsanlagen, die kernbrennstoffhaltige Materialien behandeln, sowie Endlagern, kann die zuständige Behörde die Ermittlung von meteorologischen und hydrologischen Ausbreitungsverhältnissen anordnen, sofern dies für die Ermittlung der von einer repräsentativen Person erhaltenen Exposition als erforderlich gesehen wird.

Zu berücksichtigen ist, dass die PKA, in der die Konditionierung der bestrahlten Brennelemente demonstriert werden sollte, derzeit nur zur Reparatur schadhafter Transport- und Lagerbehälter für bestrahlte Brennelemente und für verglaste hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sowie den Umgang und die Handhabung von sonstigen radioaktiven Stoffen genehmigt ist. Gegenwärtig sind hier noch keine Strahlenexpositionen zu berücksichtigen.

Die „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)“ [3-23] enthält Vorgaben zur Harmonisierung der Überwachung und zu deren Durchführung. Verantwortlich für die Überwachung ist der Genehmigungsinhaber in Eigenüberwachung. Vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) werden Kontrollmessungen vorgenommen. Im Einvernehmen mit dem BfS kann die zuständige Behörde oder eine von ihr beauftragte öffentliche Stelle im Einzelfall die Kontrollmessungen durchführen, wenn die Qualität der Messungen gewährleistet ist.

Anhang C der REI enthält ergänzende spezielle Vorschriften für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Endlager für radioaktive Abfälle. Für Brennelemente-Zwischenlager wird dort festgelegt, dass bei Nachweis und ständiger Überwachung der Dichtheit und Integrität der Brennelementbehälter eine Emissionsüberwachung nicht erforderlich ist. Die Immissionsüberwachung der Umgebung von Trockenlagern ist so zu regeln, dass die Überwachung der Dosisbeiträge aus der Direktstrahlung gewährleistet ist.

F.4.6 Freigabe

Übersicht

In kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen, insbesondere während der Stilllegungsphase, sowie während des Betriebs von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Stoffe und bestrahlter Brennelemente fallen radioaktive Reststoffe an, deren massen- oder flächenbezogene Aktivitäten – ggf. nach Dekontamination – gering sind. Diese Reststoffe können aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen werden. Das Kriterium hierzu ist in Kapitel 3 von Teil 2 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) (§§ 31 bis 42 StrlSchV) [1A-8] in Übereinstimmung mit den Bestimmungen gemäß Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom [1F-24] auf den Bereich von 10 μ Sv effektive Dosis pro Jahr für Einzelpersonen der Bevölkerung festgelegt. Freigegebene Materialien sind überwiegend Bauschutt, Schrotte, Betriebsabfälle sowie sonstige feste Stoffe und Flüssigkeiten aus der Instandsetzung oder Stilllegung kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen. Die Freigabe kommt auch für Gebäude sowie Geländebereiche (Bodenflächen) von Anlagen zur Anwendung.

Regelungen zur Freigabe auf gesetzlicher Ebene sind in Deutschland zum ersten Mal im Jahr 2001 erlassen worden. Die Freigabewerte in Deutschland beruhen auf umfangreichen Untersuchungen, auf Empfehlungen der Strahlenschutzkommission (SSK) und Veröffentlichungen der Europäischen Kommission. Im Jahr 2011 wurden die Freigabewerte zur Deponierung und zur Verbrennung aufgrund geänderter abfallrechtlicher Randbedingungen geändert. Die aktuellen Regelungen im Strahlenschutzgesetz 2017 und in der novellierten Strahlenschutzverordnung 2018 führen diese fort und setzen gleichermaßen die Vorgaben der Richtlinie 2013/59/Euratom um. Für die uneingeschränkte Freigabe wurden die Freigabewerte der Richtlinie 2013/59/Euratom eingeführt, während die übrigen Freigabewerte als spezifische Freigabewerte weitergeführt wurden. Für die Freigabe stehen die uneingeschränkte Freigabe gemäß § 35 StrlSchV für alle Arten fester und bestimmter flüssiger Stoffe sowie verschiedene Optionen der spezifischen Freigabe gemäß § 36 StrlSchV zur Verfügung. Die zugehörigen Freigabewerte sind in Anlage 4 Tabelle 1 StrlSchV und die anzuwendenden Randbedingungen in Anlage 8 StrlSchV aufgeführt. Wichtige Optionen der spezifischen Freigabe sind die Freigabe von Bauschutt und Bodenflächen, die Freigabe zur Beseitigung (auf einer Deponie oder in einer thermischen Abfallbehandlungsanlage wie für konventionelle Abfälle sonstiger Herkunft), die Freigabe von Metallschrott zur Rezyklierung und die Freigabe von Gebäuden zum Abriss oder zur Folgenutzung.

Soweit bestimmte Festlegungen der Strahlenschutzverordnung zur Freigabe nicht vorliegen oder keine Freigabewerte in der Strahlenschutzverordnung festgelegt sind, ist gemäß § 37 StrlSchV ein Einzelfallnachweis über die Einhaltung der effektiven Dosis im Bereich von 10 μ Sv/a für Einzelpersonen der Bevölkerung zu führen. Dabei werden für die Ermittlung der abdeckenden Strahlendosis die spezifischen Randbedingungen am Ort der vorgesehenen Verwendung, Verwertung oder Beseitigung zugrunde gelegt.

Ein zielgerichtetes Vermischen oder Verdünnen der Materialien zur Erreichung der Freigabe ist gemäß § 34 StrlSchV verboten.

Im Rahmen der Vierten Änderungsverordnung zur Strahlenschutzverordnung von 2018 wurden 2023 die Regelungen zur Freigabe (§§ 31 bis 42 sowie in Anlagen 4 und 8 StrlSchV) punktuell überarbeitet ohne das Grundkonzept und die bestehenden Regelungen zu verändern. Basierend auf Erfahrungen des Vollzugs wurden Einzelregelungen wie zum behördlichen Einvernehmen in den §§ 39 und 40 StrlSchV präzisiert, Festlegungen z. B. in Anlage 8 zum Bodenaushub durch festgelegte Werte konkretisiert und die Werte der Tabelle 1 überprüft und bei Bedarf korrigiert.

Freigebbare Materialien

Reststoffe, die in den Kontrollbereichen kerntechnischer Anlagen anfallen, werden als kontaminiert oder aktiviert betrachtet und dürfen die Strahlenschutzbereiche zunächst nicht verlassen. Falls diese Reststoffe eine hinreichend niedrige Aktivität aufweisen (ggf. nach einer Dekontamination), können sie der Freigabe zugeführt werden. Dies betrifft insbesondere

- Metalle (Eisen- und Nichteisenmetalle) aus Komponenten, Anlagenteilen, Rohrleitungen, Bewehrung usw.,
- Bauschutt aus dem Abriss von Gebäudestrukturen,
- Isoliermaterialien, Kabel etc.

Die Weiterverwendung oder stoffliche Verwertung von freigegebenen Gegenständen und Materialien unter fortgeführter atom- und strahlenschutzrechtlicher Überwachung ist übliche Praxis. Beispiele hierfür sind:

- Wiederverwendung von Werkzeugen, Drehbänken, Werkzeugschränken, aber auch Abschirmblöcke, Stahlträger o. ä. in konventionellen Bauvorhaben.
- Stoffliche Verwertung von Metallen zur Herstellung von Abfallbehältern für radioaktive Abfälle, aber auch zur uneingeschränkten Verwertung im konventionellen Wertstoffkreislauf (z. B. Stahl, Aluminium, Kupfer).
- Verwertung von Bauschutt im Straßen- oder Deponiebau.
- Verwertung von anderen Materialien (Elektronikschrott, Kabel etc.) in ihrem jeweiligen Wertstoffkreislauf.
- Wiederverwendung von Geräten und Bauteilen aus Kernkraftwerken in anderen kerntechnischen Anlagen.

Mit fortschreitender Stilllegung einer kerntechnischen Anlage wird auch die Freigabe von Gebäuden und zuletzt des Anlagengeländes relevant. Beides ist in Deutschland in verschiedenen Stilllegungsprojekten bereits in größerem Umfang erfolgreich umgesetzt worden (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.5.6).

Freigabeoptionen und Freigabewerte

Bei der uneingeschränkten Freigabe gemäß § 35 StrlSchV können nach der Freigabe die Stoffe aus radiologischen Gründen frei genutzt werden. Mengen und Arten fester Stoffe sind hierbei nicht beschränkt, bei flüssigen Stoffen ist die Anwendung dieser Freigabeoption auf Öle, ölhaltige Flüssigkeiten, organische Lösungs- und Kühlmittel beschränkt, da in derartigen flüssigen Stoffen die spezifische Aktivität nicht auf einfache Weise durch Konzentrationsverfahren erhöht werden kann.

Die in § 36 StrlSchV benannten verschiedenen Freigabeoptionen werden der Nomenklatur der Richtlinie 2013/59/Euratom folgend unter dem Oberbegriff „spezifische Freigabe“ zusammengefasst. Für diese Freigabeoptionen bestehen spezifische Festlegungen entweder bzgl. der Art des freizugebenden Materials oder des einzuhaltenden Entsorgungs- oder Beseitigungspfades.

Zu den Freigabeoptionen sind in Anlage 4 Tabelle 1 StrlSchV hinsichtlich der uneingeschränkten als auch der spezifischen Freigabe Freigabewerte enthalten. Bei den Optionen der spezifischen Freigabe gemäß § 36 StrlSchV handelt es sich um:

- die Freigabe von Bauschutt von mehr als 1.000 Mg im Jahr, der nach der Freigabe für beliebige Zwecke, etwa zur Verfüllung von Baugruben, als Straßenunterbau usw. eingesetzt werden kann,
- die Freigabe von Bodenflächen, die anschließend für alle Zwecke verwendet werden können, also z. B. für den Bau von Wohnhäusern, Industriestandorten usw.,

- die Freigabe von festen Stoffen zur Beseitigung auf einer (konventionellen) Deponie mit Massen von bis zu 100 Mg/a bzw. bis zu 1.000 Mg/a,
- die Freigabe von (festen oder flüssigen) Stoffen zur Beseitigung in einer Verbrennungsanlage mit Massen von bis zu 100 Mg/a bzw. bis zu 1.000 Mg/a,
- die Freigabe von Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen zur Wieder- oder Weiterverwendung (was auch den Abriss einschließt),
- die Freigabe von Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen zum Abriss, wobei vor dem Abriss keine konventionelle Nutzung der Gebäude usw. zulässig ist,
- die Freigabe von Metallschrott zur Rezyklierung durch Einschmelzen in einem konventionellen Schmelzbetrieb, z. B. einer Gießerei, einem Stahlwerk usw.

Tabelle F-2 zeigt Beispiele für diese Freigabewerte für eine Auswahl von Radionukliden, die bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen von Bedeutung sind. Die Freigabewerte sind jeweils als massen- bzw. flächenbezogene Werte (Bq/g bzw. Bq/cm²) angegeben. Dies richtet sich nach der jeweils relevanten Art des messtechnischen Nachweises.

Tabelle F-2: Beispiele für Freigabewerte gemäß Anlage 4 Tabelle 1 StrlSchV [1A-8]

Radionuklid	Freigrenze [Bq]	Freigrenze, uneingeschränkte Freigabe von festen und flüss. Stoffen [Bq/g]	Oberflächenkontamination [Bq/cm ²]	spezifische Freigabe von				Halbwertszeit [a]
				Bauschutt von mehr als 1.000 Mg/a [Bq/g]	Bodenflächen [Bq/g]	Gebäuden zur Wieder- und Weiter- verwendung [Bq/cm ²]	Gebäuden zum Abriss [Bq/cm ²]	
1	2	3	5	6	7	12	13	15
H-3	1·10 ⁹	100	100	60	3	1.000	4.000	12,3
C-14	1·10 ⁷	1	100	10	0,04	1.000	6.000	5,7·10 ³
Cl-36	1·10 ⁶	1	100	0,3	-	30	30	3,0·10 ⁵
Fe-55	1·10 ⁶	1.000	100	200	6	1.000	2·10 ⁴	2,7
Co-60	1·10 ⁵	0,1	1	0,09	0,03	0,4	3	5,3
Ni-63	1·10 ⁸	100	100	300	3	1.000	4·10 ⁴	100,0
Sr-90+	1·10 ⁴	1	1	0,6	0,002	30	30	28,5
Ag-108m+	1·10 ⁶	0,1	1	0,1	0,007	0,5	4	418,0
Ag-110m+	1·10 ⁶	0,1	1	0,08	0,007	0,5	4	249,8
I-129	1·10 ⁵	0,01	1	0,06	-	8	8	1,6·10 ⁷
Cs-137+	1·10 ⁴	0,1	1	0,4	0,06	2	10	30,2
Eu-152	1·10 ⁶	0,1	1	0,2	0,07	0,8	6	13,5
Eu-154	1·10 ⁶	0,1	1	0,2	0,06	0,7	6	8,6
U-238+	1·10 ⁴	1	1	0,4	-	2	10	4,5·10 ⁹
Pu-238	1·10 ⁴	0,1	0,1	0,08	0,06	0,1	3	87,7
Pu-241	1·10 ⁵	10	10	2	4	10	90	14,3
Am-241	1·10 ⁴	0,1	0,1	0,05	0,06	0,1	3	432,8

Tabelle F-2: (Fortsetzung) Beispiele für Freigabewerte gemäß Anlage 4 Tabelle 1 StrlSchV

Radionuklid	spezifische Freigabe von					Halbwertszeit [a]
	festen Stoffen bis zu 100 Mg/a zur Beseitigung auf Deponien [Bq/g]	Stoffen bis zu 100 Mg/a zur Beseitigung in Verbrennungsanlagen [Bq/g]	festen Stoffen bis zu 1.000 Mg/a zur Beseitigung auf Deponien [Bq/g]	Stoffen bis zu 1.000 Mg/a zur Beseitigung in Verbrennungsanlagen [Bq/g]	Metallschrott zur Rezyklierung [Bq/g]	
1	8	9	10	11	14	15
H-3	6·10 ⁴	1·10 ⁵	6·10 ³	1·10 ⁴	1.000	12,3
C-14	4.000	4·10 ³	400	4·10 ²	80	5,7·10 ³
Cl-36	3	3	0,3	0,3	10	3,0·10 ⁵
Fe-55	1·10 ⁴	1·10 ⁴	7.000	1·10 ⁴	1·10 ⁴	2,7
Co-60	6	7	2	2	0,6	5,3
Ni-63	1·10 ⁴	6·10 ⁴	1.000	6.000	1·10 ⁴	100,6
Sr-90+	6	40	0,6	4	9	28,8
Ag-108m+	9	10	1	1	0,8	418,0
Ag-110m+	6	6	2	0,6	0,5	249,8
I-129	0,6	0,6	0,06	0,06	0,4	1,6·10 ⁷
Cs-137+	10	10	8	3	0,6	30,0
Eu-152	10	10	4	4	0,5	13,5
Eu-154	10	10	4	4	0,5	8,6
U-238+	6	10	0,6	5	2	4,5·10 ⁹
Pu-238	1	1	1	1	0,3	87,7
Pu-241+	100	100	40	100	10	14,3
Am-241	1	1	1	1	0,3	432,8

Sobald die Freigabe abgeschlossen ist und die Stoffe aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen sind, stellen sie konventionelle Abfälle dar und unterliegen den Vorschriften des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) [1B-13].

F.4.7 Maßnahmen zur Kontrolle von Freisetzungen und zur Milderung ihrer Folgen

Grundlagen

Beim Eintritt sicherheitstechnisch bedeutsamer radiologischer Ereignisse sind sofort alle notwendigen Maßnahmen einzuleiten, damit die Gefahren für Mensch und Umwelt auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Darüber hinaus gibt es eine Meldepflicht gegenüber der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde und, soweit dies zum Schutz der Bevölkerung vor Lebens- und Gesundheitsgefahren erforderlich ist, auch gegenüber der für die öffentliche Sicherheit und Ordnung zuständigen Behörde sowie gegenüber den für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden. Entsprechende Melde- und Informationspflichten sind in den §§ 105 bis 113 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] geregelt. Dies betrifft insbesondere die Vorhaltung des erforderlichen Personals und der erforderlichen Hilfsmittel zur Eindämmung und Beseitigung von Gefahren, die erforderliche Fachkunde sowie das bei Notfällen unverzügliche Ergreifen aller angemessenen Maßnahmen zur Abwendung von Gefahren für Mensch und Umwelt.

In radiologischen Notfallsituationen informieren die zuständigen Behörden unverzüglich die möglicherweise betroffene Bevölkerung und geben Hinweise zu Verhaltensregeln. Hinsichtlich der in Abhängigkeit vom Gefährdungspotenzial der kerntechnischen Einrichtung oder Anlage zu treffenden Notfallschutzmaßnahmen geben die Ausführungen zu Artikel 25 in Kapitel F.5 einen Überblick.

Die betriebsinterne Vorgehensweise für den Fall, dass es zu einer ungeplanten und unkontrollierten Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt kommt, ist in einem Betriebshandbuch festzulegen (vgl. die Ausführungen zu Artikel 9 in Kapitel G.6). Dieses muss u. a. eine Brandschutzordnung und eine Alarmordnung enthalten. KTA 1201 [KTA 1201] ist hierbei sinngemäß anzuwenden. In der Brandschutzordnung sind die Maßnahmen des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes zu beschreiben. In der Alarmordnung sind Maßnahmen und Verhaltensregeln bei Vorkommnissen, die eine Gefahr für das Personal und die Umgebung der Einrichtung bedeuten können, sowie Angaben zu Alarmübungen und Rettungswegen aufzuführen. Des Weiteren sind im Betriebshandbuch Maßnahmen zu behandeln, die bei Störfällen automatisch eingeleitet bzw. vom Schichtpersonal manuell eingeleitet werden müssen. Ferner sind die Kriterien zu nennen, bei denen davon auszugehen ist, dass wichtige Sicherheitsfunktionen von den auslegungsgemäßen Systemen nicht erfüllt werden und auf anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen zurückgegriffen werden muss.

Integriertes Mess- und Informationssystem

Neben der Emissions- und Immissionsüberwachung am Standort einer kerntechnischen Einrichtung oder Anlage gibt es gemäß § 163 StrlSchG (StrlSchG) [1A-34] zusätzlich das Integrierte Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS), das eine flächendeckende Überwachung der Umweltradioaktivität auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland sicherstellt. Nach den §§ 161 und 162 StrlSchG sind die jeweiligen Aufgaben des Bundes, der Länder sowie das dazugehörige Informationssystem festgelegt. In der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum IMIS (AVV-IMIS) [2-4] wird der Gesamtkomplex der Umweltüberwachung geregelt, wobei in zwei Anhängen, dem Routinemessprogramm und dem Intensivmessprogramm, Messumfang und Messverfahren für den Normalfall und für den Ereignisfall festgelegt sind.

Die Bundesbehörden führen bundeseinheitliche Vergleichsmessungen und Vergleichsanalysen durch und entwickeln Probenahme-, Analyse- und Messverfahren. Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) stellt Radioaktivitätsstandards für Referenzmessungen zur Verfügung.

Das IMIS umfasst ein automatisches Messnetz aus etwa 1.700 ortsfesten Messstationen zur Überwachung der Gamma-Ortsdosisleistung sowie Messnetze zur Bestimmung der Aktivitätskonzentration in Luft, Niederschlag und Gewässern. Darüber hinaus wird die Radioaktivität in Lebensmitteln, Futtermitteln und Trinkwasser, aber auch in Reststoffen und Abwässern ermittelt. Die zentrale Messwerterfassung wird bei der Zentralstelle des Bundes zur Überwachung der Umweltradioaktivität beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) in Neuherberg durchgeführt. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) bewertet die Daten. Bei einem Störfall oder Notfall mit radiologischen Auswirkungen auf das Bundesgebiet veranlasst das Bundesumweltministerium die Auslösung des Intensivbetriebs für das Überwachungssystem nach AVV-IMIS und alarmiert entsprechend die Länder.

F.5 Artikel 25: Notfallvorsorge

Artikel 25: Notfallvorsorge

- a) *Jede Vertragspartei stellt sicher, daß vor Inbetriebnahme und während des Betriebs einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle innerhalb und nötigenfalls auch außerhalb der Anlage geeignete Notfallpläne zur Verfügung stehen. Diese Notfallpläne sollen in ausreichend häufigen Abständen erprobt werden.*
- b) *Jede Vertragspartei trifft in dem Maße, wie sie von einem radiologischen Notfall in einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle in der Nähe ihres Hoheitsgebiets betroffen sein könnte, die geeigneten Maßnahmen zur Vorbereitung und Erprobung von Notfallplänen für ihr Hoheitsgebiet.*

F.5.1 Notfallpläne für kerntechnische Anlagen und Einrichtungen

Allgemeine und besondere Notfallpläne des Bundes und der Länder sowie externe Notfallpläne der Länder

Zur Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom [1F-24] wurde 2017 das Strahlenschutzrecht neu geordnet und modernisiert. Das im Zuge dessen neu erlassene Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] passt den rechtlichen und administrativen Rahmen zur Vorsorge und zur Bewältigung von nuklearen Unfällen und anderen radiologischen Notfällen konzeptionell den Erfahrungen nach dem Reaktorunfall in Fukushima an.

Teil 3 des Strahlenschutzgesetzes enthält Regelungen bzgl. Notfallexpositionssituationen und bildet die Grundlage für das Notfallmanagementsystem des Bundes und der Länder. Als zentrale Neuerung fordert das Strahlenschutzgesetz in den §§ 97 bis 101 abgestimmte Notfallpläne des Bundes und der Länder:

- den allgemeinen Notfallplan des Bundes (§ 98 StrlSchG) [2-9],
- die besonderen Notfallpläne des Bundes (§ 99 StrlSchG) sowie
- die allgemeinen und besonderen Notfallpläne der Länder (§ 100 StrlSchG).

Daneben gibt es für Kernkraftwerke oder andere Anlagen mit besonderem Gefahrenpotenzial weiterhin Sonderschutzpläne, sogenannte externe Notfallpläne der zuständigen Landesbehörden (§ 101 StrlSchG). Diese anlagenspezifischen externen Notfallpläne ergänzen und konkretisieren die in den allgemeinen und besonderen Notfallplänen des Bundes und der Länder enthaltenen Planungen. Sie berücksichtigen dabei insbesondere auch die örtlichen Gegebenheiten sowie die Verfahren und Vorkehrungen der Strahlenschutzverantwortlichen für den anlageninternen Notfallschutz (vgl. Abbildung F-3).

Die Notfallpläne sollen die an der Notfallreaktion beteiligten Organisationen in die Lage versetzen, im Notfall unverzüglich abgestimmte Entscheidungen zu treffen und rechtzeitig angemessene Maßnahmen durchzuführen. Dazu sind in den Notfallplänen insbesondere behördliche Zuständigkeiten und Aufgaben im Notfallmanagementsystem des Bundes und der Länder basierend auf optimierten Schutzstrategien festzulegen. Als gemeinsame Planungsgrundlage gibt der allgemeine Notfallplan des Bundes (ANoPI-Bund) [2-9] verschiedene Referenzszenarien vor. Als übergreifendes Dokument stellt der ANoPI-Bund insbesondere grundlegende Schutzstrategien für unterschiedliche Referenz-

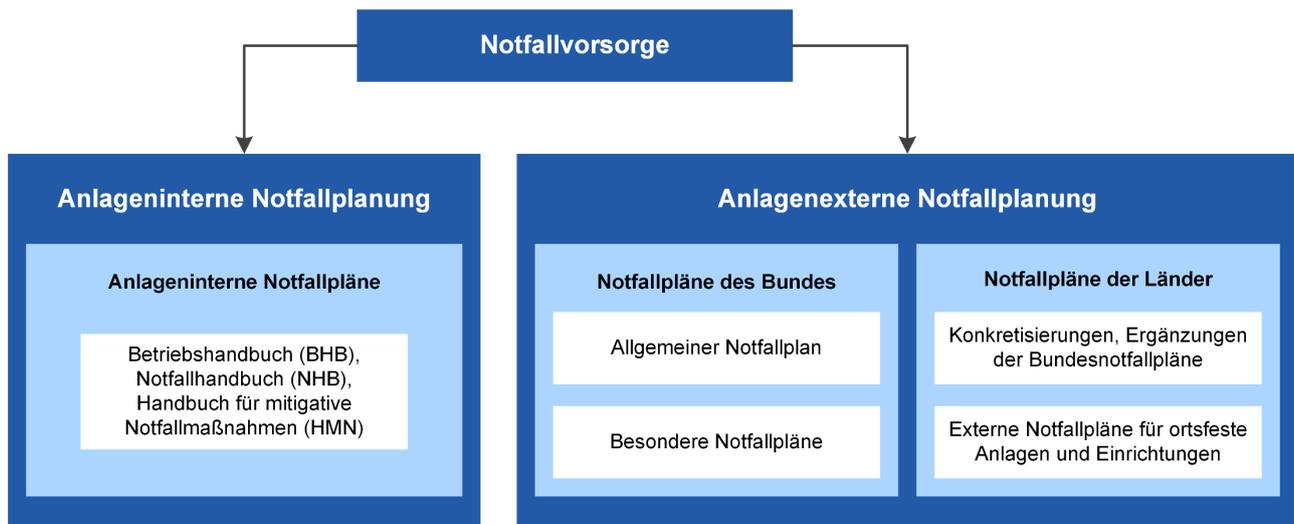
szenarien von radiologischen Notfällen mit unterschiedlich schweren Auswirkungen dar. Diese Referenzszenarien umfassen neben Kernkraftwerksunfällen im In- oder Ausland, auch Notfälle in anderen kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen, Transportunfälle oder den Absturz eines Satelliten mit einer radioaktiven Quelle sowie vorsätzliche Straftaten im Zusammenhang mit radioaktiven Stoffen oder kerntechnischen Anlagen. Die Ausdifferenzierung der Schutzstrategien für einzelne Referenzszenarien oder Gruppen von Referenzszenarien erfolgt, soweit sich dies im Rahmen der Erstellung der Pläne als zweckmäßig erweist. Dies kann sachbereichsabhängig sein. Der ANoPI-Bund ist auf Vorschlag des Bundesumweltministeriums von der Bundesregierung als Allgemeine Verwaltungsvorschrift mit Zustimmung des Bundesrats am 14. November 2023 verabschiedet worden und seit dem 24. November 2023 in Kraft.

Das Notfallmanagementsystem des Bundes und der Länder basiert auf dem im Strahlenschutzgesetz verankerten sogenannten Verzahnungsansatz. Der Verzahnungsansatz sieht vor, dass Behörden und Organisationen, die Aufgaben der Gefahrenabwehr in einem bestimmten Lebens- oder Wirtschaftsbereich wahrnehmen, ihre Zuständigkeiten grundsätzlich auch bei radiologischen Notfällen behalten. So lassen sich etablierte und erprobte Strukturen anderer Fachbereiche zur Bewältigung anderer Krisenlagen und zur Abwehr von Gefahren für die menschliche Gesundheit und die Umwelt auch bei radiologischen Notfällen nutzen. Der Verzahnungsansatz gilt auch für die Planungsphase. Daher werden die besonderen Notfallpläne des Bundes, die die Notfallreaktion bzw. die Schutzstrategien für einzelne Sachbereiche konkretisieren, unter Federführung der für diese Sachbereiche zuständigen Bundesministerien erstellt.

Die allgemeinen und besonderen Notfallpläne der Länder konkretisieren und ergänzen die Notfallpläne des Bundes insbesondere hinsichtlich landesspezifischer Umsetzungen und Zuständigkeiten. Die nach dem jeweiligen Landesrecht für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden stellen die Notfallpläne für die Umgebung von Kernkraftwerken und ortsfesten kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen gemäß § 101 StrlSchG nach Maßgabe ihrer landesrechtlichen Bestimmungen auf. Sie berücksichtigen dabei insbesondere auch die örtlichen Gegebenheiten sowie die Verfahren und Vorkehrungen der Strahlenschutzverantwortlichen für den anlageninternen Notfallschutz.

Bis zum Erlass der Notfallpläne des Bundes nach den §§ 93 bis 95 StrlSchG gelten die gemäß § 97 Abs. 5 i. V. m. Anlage 4 StrlSchG genannten Dokumente vorläufig als Notfallpläne des Bundes. Auch die Festlegungen und Darstellungen in Plänen, Konzepten und Erlassen der Länder, die dem Katastrophenschutz dienen, gelten vorläufig als allgemeine und besondere Notfallpläne der Länder. Im Rahmen der **anlageninternen** Notfallvorsorge trifft der Betreiber technische und organisatorische Vorkehrungen zur Beherrschung eines möglichen Ereignisses oder zur Begrenzung seiner Auswirkungen. Die für Notfälle vorgesehenen Maßnahmen, Abläufe und Zuständigkeiten werden durch den Betreiber in Notfallhandbüchern festgehalten.

Abbildung F-3: Struktur der Notfallvorsorge



Bei überregionalen und regionalen Notfällen ist für die Bewertung der radiologischen Lage für alle Bundes- und Landesbehörden immer nur ein radiologisches Lagebild (RLB) maßgeblich (§ 109 Abs. 2 StrlSchG). Dieses wird bei überregionalen Notfällen vom radiologischen Lagezentrum des Bundes (RLZ) gemäß § 106 StrlSchG erstellt, bei regionalen Notfällen i. d. R. vom Land (§ 108 StrlSchG). Das RLZ wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) als Netzwerk aus Bundesumweltministerium, Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH und dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe eingerichtet (§ 106 StrlSchG). Darüber hinaus wird das RLZ von verschiedenen anderen Behörden und Organisationen bei der Wahrnehmung seiner Aufgaben unterstützt. Weitere Aufgaben des RLZ sind u. a. die ressortübergreifende, nationale und internationale Koordinierung der Schutzmaßnahmen (im Rahmen seiner fachlichen Zuständigkeit) sowie die Information der Öffentlichkeit einschließlich Verhaltensempfehlungen.

Regulatorische Grundlagen

Nach den Schutzvorschriften des Atomgesetzes (AtG) [1A-3] und § 82 Abs. 1, Nr. 3 StrlSchG i. V. m. § 107 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] ist der Strahlenschutzverantwortliche verpflichtet, bei Not- oder Störfällen dafür zu sorgen, dass alle notwendigen Maßnahmen zur Verringerung der Folgen des Notfalls oder Störfalls getroffen werden.

Nach § 12 Abs. 5 AtG i. V. m. §§ 6 bis 10 der Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) [1A-17] und nach § 82 StrlSchG i. V. m. § 108 Abs. 1 StrlSchV gilt für den Strahlenschutzverantwortlichen jeder kerntechnischen Anlage oder Einrichtung, dass er den Eintritt eines Notfalls, Störfalls oder eines sonstigen bedeutsamen Vorkommnisses unverzüglich der zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörde mitzuteilen hat und, falls erforderlich, auch die für die öffentliche Sicherheit zuständige Behörde sowie die im entsprechenden Bundesland für den Katastrophenschutz zuständige Behörde zu informieren hat. Der Strahlenschutzverantwortliche gibt gegenüber der Katastrophenschutzbehörde eine Empfehlung ab, welche Alarmstufe auszulösen ist, der Voralarm oder der Katastrophenalarm. Des Weiteren hat er den Eintritt eines bedeutsamen Vorkommnisses, das zu einem überregionalen oder regionalen Notfall führen kann oder geführt hat, unverzüglich auch dem radiologischen Lagezentrum des Bundes nach § 106 StrlSchG zu melden.

Die Alarmierungskriterien, bei deren Erreichen die Katastrophenschutzbehörden zu alarmieren sind, beruhen auf einer gemeinsamen Empfehlung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) und der Strahlenschutzkommission (SSK) „Kriterien für die Alarmierung der Katastrophenschutzbehörde

durch die Betreiber kerntechnischer Einrichtungen“ [SSK 13], die zuletzt im Februar 2013 ergänzt wurde. Nach § 97 Abs. 5 i. V. m. Anlage 4 Nr. 2 StrlSchG gilt diese Empfehlung als ein vorläufiger Notfallplan des Bundes. Nach § 106 Abs. 3 StrlSchV muss für eine kerntechnische Einrichtung keine spezielle Notfallvorsorge vorgesehen werden, wenn die dort gehandhabten radioaktiven Stoffe bestimmte Aktivitäten nicht überschreiten. Die Schwellenwerte betragen

1. das 10^7 -fache der Freigrenzen der Aktivität nach Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 2 StrlSchV, wenn es sich um offene radioaktive Stoffe handelt,
2. das 10^{10} -fache dieser Freigrenzen, wenn es sich um umschlossene radioaktive Stoffe handelt.

Ein Teil der Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle benötigt damit grundsätzlich keine Notfallschutzplanung. Hierbei handelt es sich in der Regel um einen Umgang mit radioaktiven Stoffen, der einer Genehmigung nach § 12 StrlSchG bedarf.

Auf umfangreiche Maßnahmen der anlagenexternen Notfallplanung, z. B. Erstellung eines externen Notfallplans, kann verzichtet werden, wenn für Auslegungsfälle sowie für Ereignisse mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit die rechnerischen effektiven Dosen in der Umgebung der Anlage deutlich unterhalb der Grenzwerte der Strahlenexposition nach Störfällen gemäß § 104 StrlSchV liegen. Die Entscheidung treffen die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der kerntechnischen Einrichtung in dem betroffenen Land.

Innerhalb der Bundesregierung ist das Bundesumweltministerium verantwortlich für die Bereitstellung übergeordneter Kriterien zur Erstellung von Notfallplänen für die Umgebung kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen.

Zur Beurteilung der Notwendigkeit von Maßnahmen des Katastrophenschutzes bei Unfällen in inländischen und ausländischen kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen hat der Maßnahmenkatalog des Bundesumweltministeriums „Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen“ [4-6] als einer der vorläufigen Notfallpläne des Bundes weiterhin Gültigkeit.

Im Einklang mit der Richtlinie 2013/59/Euratom regelt § 112 StrlSchG die behördlichen Pflichten zur Information der in einem Notfall möglicherweise betroffenen Bevölkerung. Die Information der möglicherweise betroffenen Bevölkerung einschließlich angemessener Verhaltensempfehlungen erfolgt im Notfall unverzüglich durch die Katastrophenschutzbehörden im Rahmen ihres Zuständigkeitsbereiches und darüber hinaus durch das Bundesumweltministerium. Bei lokalen Notfällen erfolgt dies durch die nach Landesrecht zuständigen Behörden. Die Vorgaben werden im ANoPI-Bund und einem auf dessen Grundlage zu erstellenden Kommunikationsplan ergänzt.

Für Notfallexpositionssituationen gilt nach § 93 StrlSchG ein Referenzwert der notfallbedingten verbleibenden effektiven Dosis der Bevölkerung von 100 mSv in einem Jahr. Für den Schutz der Notfalleinsatzkräfte legt § 114 StrlSchG ein gestaffeltes Referenzwertsystem fest (vgl. Tabelle F-1). Die Vorgaben werden im ANoPI-Bund ergänzt.

Zusätzlich legt die Notfall-Dosiswerte-Verordnung (NDWV) [1B-20] (vgl. Tabelle F-3) radiologische Kriterien für die Angemessenheit der Schutzmaßnahmen „Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden“, „Aufforderung zur Einnahme von Jodtabletten“ sowie „Evakuierung“ fest. Diese Kriterien beziehen sich jeweils auf eine Dosis, die betroffene Personen in einem Zeitraum von sieben Tagen nach Eintritt des Notfalls ohne Schutzmaßnahmen erhalten würden.

Tabelle F-3: Radiologische Kriterien für die Schutzmaßnahmen „Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden“, „Aufforderung zur Einnahme von Jodtabletten“ sowie „Evakuierung“ aus der Notfall-Dosiswerte-Verordnung (NDWV)

Maßnahme	Radiologisches Kriterium		
	Organdosis (Schilddrüse)	Effektive Dosis	Integration und Expositionspfade
Aufenthalt in Gebäuden		10 mSv	Äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhalierte Radionuklide bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien.
Einnahme von Jodtabletten	50 mSv Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren sowie Schwangere 250 mSv Personen von 18 bis 45 Jahren		Organ-Folgedosis durch im Zeitraum von 7 Tagen inhaliertes Radiojod bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien.
Evakuierung		100 mSv	Äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch in diesem Zeitraum inhalierte Radionuklide bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien.

Für die unmittelbare Entscheidungsfindung werden den in Tabelle F-3 aufgeführten Maßnahmen und Dosiswerten messbare Größen, die sogenannten „Abgeleiteten Richtwerte“ (*Operational Intervention Levels* (OILs)) zugeordnet. Die SSK hat in ihrer Empfehlung „Abgeleitete Richtwerte für Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei Ereignissen mit Freisetzungen von Radionukliden“ [4-33] detailliert OILs für unterschiedliche Referenzszenarien entwickelt. Die Empfehlung begründet und erläutert die den einzelnen Maßnahmen und Expositionspfaden zugeordneten OILs und trifft Festlegungen für ihre messtechnische Ermittlung. Sie gehört zu den vorläufigen Notfallplänen des Bundes. Die Empfehlung bildet eine Grundlage für die im ANoPI-Bund festgelegten Richtwerte für das Vorliegen einer Gefahr oder die Angemessenheit von Schutzmaßnahmen.

Nach § 94 Abs. 2 StrlSchG ist das Bundesumweltministerium darüber hinaus ermächtigt, mit Zustimmung des Bundesrates vor, während oder nach einem Notfall bereichsbezogene Grenzwerte für notfallbedingte Kontaminationen oder Dosisleistungen als Kriterien für das Vorliegen einer Gefahr durch ionisierende Strahlung festzulegen. Dies gilt für folgende Bereiche:

1. Einzelpersonen der Bevölkerung,
2. das Trinkwasser,
3. Lebensmittel, Futtermittel, Bedarfsgegenstände, kosmetische Mittel und Erzeugnisse im Sinne von § 2 Nummer 1 des Tabakerzeugnisgesetzes,
4. Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe sowie für Medizinprodukte,
5. sonstige Produkte, Gegenstände und Stoffe,
6. Fahrzeuge, Güter oder Gepäck und
7. kontaminierte Gebiete, insbesondere für kontaminierte Grundstücke und Gewässer.

Darüber hinaus ermächtigt der § 95 Abs. 1 StrlSchG die Bundesregierung zur Festlegung von Kontaminationswerten für notfallbedingt kontaminierte oder möglicherweise kontaminierte Abfälle per Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates, bei deren Unterschreitung davon auszugehen ist, dass eine sichere Bewirtschaftung dieser Abfälle ohne spezielle Schutzmaßnahmen möglich ist (Unbedenklichkeitsschwellen). Eine weitere Rechtsverordnung in § 95 Abs. 2 StrlSchG ermächtigt

zudem die Festlegung von speziellen Schutzmaßnahmen und Ausnahmeregelungen für die Bewirtschaftung solcher Abfälle, deren Kontaminationsgrad diese Unbedenklichkeitsschwellen überschreitet.

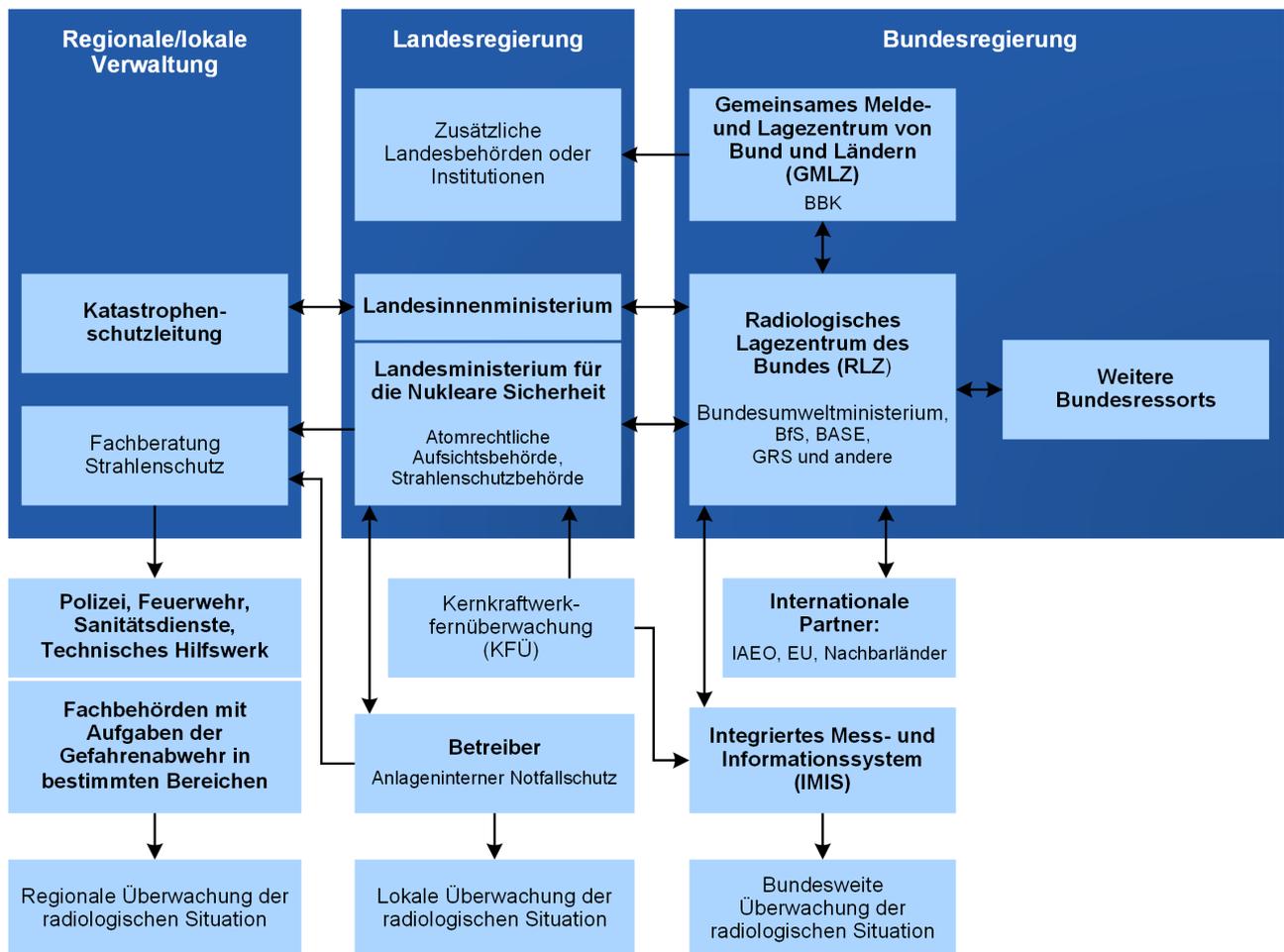
Die radiologischen Kriterien, die nach den §§ 93 bis 95 StrlSchG im Vorfeld oder nach Eintritt eines Notfalls per Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrats festgelegt werden können, können nach § 96 StrlSchG im Notfall per Eilverordnung festgelegt oder geändert werden.

Die bei möglichen Notfällen bei Bedarf zu veranlassenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes sind u. a. in der Empfehlung „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ [3-253] der SSK dargestellt, die ebenfalls als vorläufiger Notfallplan des Bundes gilt.

Organisation

Die Organisation des Notfallschutzes erfolgt durch die Zusammenarbeit von Bundesregierung, Landesregierungen, regionalen Behörden, Polizei, Technischem Hilfswerk, Feuerwehr und Krankenhäusern sowie dem Betreiber der kerntechnischen Anlage oder Einrichtung. Die Maßnahmen des Katastrophenschutzes werden von den Landesbehörden, den regionalen Regierungsebenen und speziell der Katastrophenschutzleitung koordiniert und durchgeführt (vgl. Abbildung F-4). Dies setzt die genaue Kenntnis des Anlagenzustandes sowie eine Bewertung der radiologischen Situation und der Lage in den betroffenen Gebieten voraus.

Abbildung F-4: Organisation der Notfallvorsorge



Aufgaben des Bundes und der Länder

Das Bundesumweltministerium betreibt nach § 106 StrlSchG das Radiologische Lagezentrum des Bundes (RLZ). Das RLZ ist als Netzwerk aufgebaut und ist auf mehrere Standorte verteilt. Insbesondere bei überregionalen Notfällen soll das RLZ die Grundlage für eine bundesweit abgestimmte Notfallreaktion legen. Dazu erstellt das RLZ in einem überregionalen oder, nach vorheriger Absprache mit dem jeweiligen Land, in einem regionalen radiologischen Notfall das radiologische Lagebild (RLB). Das RLB dient der Darstellung und Bewertung der radiologischen Lage, insbesondere hinsichtlich der Angemessenheit von Schutzmaßnahmen. Es ist die für alle zuständigen Behörden des Bundes und der Länder maßgebliche Darstellung der radiologischen Lage und stellt dar, welche der in der seit 31. Dezember 2019 geltenden Notfall-Dosiswerte-Verordnung und den Notfallplänen des Bundes festgelegten radiologischen Kriterien für Schutzmaßnahmen erfüllt sind. Bei einem regionalen Notfall wird das RLB in der Regel durch die zuständige Landesbehörde erstellt. Bei einem lokalen Notfall wird kein RLB erstellt und die lokalen Behörden sind selbst für die Ermittlung und Bewertung der radiologischen Lage zuständig. Darüber hinaus ist das RLZ innerhalb des Notfallmanagementsystems von Bund und Ländern bei überregionalen und regionalen Notfällen unter anderem zuständig für den nationalen und internationalen Informationsaustausch und die Koordinierung der Schutzmaßnahmen, der Maßnahmen zur Information der Bevölkerung, von Hilfeleistungen und der Messungen des Bundes und der Länder und anderer an der Bewältigung des Notfalls beteiligter Organisationen. Bei überregionalen oder regionalen Notfällen kann darüber hinaus eine übergeordnete ressortübergreifende Koordinierung der Notfallreaktion innerhalb der Bundesregierung sowie zwischen Bund und Ländern erforderlich sein. Der ANoPI-Bund trifft entsprechend Vorgaben.

Der Bund überwacht und bewertet mit Hilfe des Integrierten Mess- und Informationssystems zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS) die radiologische Lage in Deutschland sowohl im Routinebetrieb als auch bei Störfällen oder Unfällen (vgl. die Ausführungen zu Artikel 24 in Kapitel F.4). IMIS bedient sich unter anderem auch des Entscheidungshilfe- und Prognoseprogramms RODOS (*Realtime Online Decision Support System*), das in einem radiologischen Notfall die zukünftige Umweltkontamination und die zu erwartenden Dosen der betroffenen Menschen berechnet, basierend auf den Daten des Deutschen Wetterdienstes und auf Angaben zur Zusammensetzung und Menge der freigesetzten radioaktiven Stoffe, die im Notfall vom Betreiber der betroffenen kerntechnischen Anlage im In- und Ausland an das BfS weitergeleitet werden. Im Bedarfsfall werden die Informationen an die entsprechende Notfallschutzbehörde beim Bund und bei den Ländern weitergeleitet und die Mess- und Datenübertragungsfrequenz des IMIS erhöht.

Eine Alarmierung der Länder bei radioaktiven Freisetzungen im Ausland mit möglichen oder signifikanten Auswirkungen in Deutschland erfolgt durch das RLZ (über das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern), das aufgrund bilateraler und internationaler Abkommen im Falle eines Ereignisses informiert wird. Im Rahmen einiger bilateraler Abkommen mit Nachbarstaaten werden die angrenzenden Länder auch direkt alarmiert. Bei erhöhten Messwerten der Umweltradioaktivität werden die Länder zudem durch das IMIS alarmiert.

Es ist Aufgabe der zuständigen Landesbehörde, Art und Umfang des Notfallschutzes unter Berücksichtigung der speziellen Anforderungen der jeweiligen kerntechnischen Anlage oder Einrichtung festzulegen. Kriterien für Art und Umfang der Notfallplanung werden dabei insbesondere vom radioaktiven Inventar und der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Unfalls oder Störfalls bestimmt.

Die Bundesländer bestimmen jeweils die für den Katastrophenschutz zuständige Behörde.

Die für den Katastrophenschutz bei einer kerntechnischen Anlage zuständige Behörde muss einen „Fachberater Strahlenschutz der Katastrophenschutzleitung“ benennen. Dieser sammelt alle in Zusammenhang mit einem Ereignis relevanten radiologischen Informationen, prüft und bewertet diese und berät die Katastrophenschutzleitung hinsichtlich der radiologischen Situation. Grundlage für seine Tätigkeit bildet der Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz ([SSK 04a], [SSK 04b]), der

entsprechend den speziellen Anforderungen einer jeweiligen kerntechnischen Anlage sinngemäß anzuwenden ist.

Bei der Erstellung der externen Notfallpläne ziehen die Katastrophenschutzbehörden neben den Notfallplänen von Bund und Ländern, die Rahmenempfehlungen, die entsprechende Katastrophenschutzgesetzgebung des Landes und die Aufgabenverteilungspläne, die die Zusammenarbeit der verschiedenen Landesbehörden regeln, als Grundlage heran. Die externen Notfallpläne weisen die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten für die Leitung vor Ort, für die Leitung des Krisenteams, für die Kriterien zur Alarmierung sowie für die Festlegung der erforderlichen Katastrophenschutzmaßnahmen zu.

Unter Berücksichtigung des Sicherheitsberichts der Anlage, des internen Notfallplanes und anderer Informationen des Betreibers sowie in Abstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde kann die Katastrophenschutzbehörde entscheiden, dass sich die Erstellung eines externen Notfallplanes entsprechend § 101 StrlSchG erübrigt. In diesem Fall werden mögliche Störfälle durch die Maßnahmen des allgemeinen Katastrophenschutzes, die unabhängig vom Gefährdungspotenzial bestimmter Anlagen zu planen sind, abgedeckt. Der Verzicht auf eine externe Notfallplanung ist seitens der Behörde zu begründen. Wird ein externer nuklearer Notfallplan für eine kerntechnische Einrichtung erstellt, so muss dieser kontinuierlich fortgeschrieben und in regelmäßigen Abständen überprüft werden. An den Standorten der relevanten kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen führen die Behörden Katastrophenschutzübungen in Intervallen von mehreren Jahren durch, um die Funktionsfähigkeit der Notfallpläne zu prüfen und Schwachstellen zu identifizieren (vgl. Abbildung F-5). Die Betreiber nehmen an diesen Übungen teil. Gemäß § 106 StrlSchV hat der Strahlenschutzverantwortliche die Bevölkerung periodisch alle fünf Jahre über die Notfallpläne zu informieren.

Für die Planung der Schutzmaßnahmen des Katastrophenschutzes wird die Umgebung von Anlagen in drei Zonen eingeteilt [3-253]:

- Zentralzone (bis 5 km), in der zum Schutz der Bevölkerung insbesondere die Maßnahmen „Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden“, „Aufforderung zur Einnahme von Jodtabletten“ sowie „Evakuierung“ vorzubereiten sind. Die Evakuierung der gesamten Bevölkerung der Zentralzone sowie die Verteilung von Jodtabletten an diese Personen sollen innerhalb von 6 Stunden nach der Alarmierung der zuständigen Behörden abgeschlossen sein.
- Mittelzone (bis 20 km), in der insbesondere die Maßnahmen „Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden“, „Aufforderung zur Einnahme von Jodtabletten“ sowie „Evakuierung“ vorzubereiten sind. Die Evakuierung der Mittelzone soll innerhalb von 12 Stunden erfolgen können. Innerhalb dieser Zeit soll auch die Verteilung von Jodtabletten an die Personen, für die eine Jodblockade durchgeführt werden soll, abgeschlossen werden können.
- Außenzone (bis 100 km), in der Maßnahmen zur Ermittlung und Überwachung der radiologischen Lage vorbereitet werden. Neben den Messprogrammen sind insbesondere die Maßnahme „Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden“ sowie die Verteilung von Jodtabletten an die Personen, für die eine Jodblockade durchgeführt werden soll, vorzubereiten.

Im gesamten Staatsgebiet sind insbesondere Maßnahmen zur Durchführung von Messprogrammen zur Ermittlung der radiologischen Lage durchzuführen und die Versorgung von Kindern und Jugendlichen unter 18 Jahren sowie Schwangeren mit Jodtabletten vorzubereiten.

Für stillgelegte Kernkraftwerke empfiehlt die Strahlenschutzkommission, diese Planungsgebiete bis zum Erreichen der Kernbrennstofffreiheit aufrechtzuerhalten.

Die Bundesländer sind für die Verteilung von Jodtabletten für die Schilddrüsenblockade zuständig. Je nach Landesplanung werden diese dezentral gelagert und im Notfall an die Bevölkerung abgegeben oder vorverteilt.

Abbildung F-5: GNS-Werkfeuerwehr am Standort Gorleben bei einer Löschübung (Bildrechte: GNS)



Anlageninterner Notfallschutz des Betreibers

Der Betreiber erstellt den anlageninternen Notfallplan im Notfallhandbuch und die Alarmordnung als Teil des Betriebshandbuchs und muss diese auf aktuellem Stand halten. Im Einzelnen sind in der Notfallplanung zu regeln: Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten, Kriterien für die Alarmierung und für anlageninterne Maßnahmen, der Informationsfluss zum Krisenstab und zur Katastrophenschutzbehörde sowie spezielle Festlegungen für das Notfallpersonal in der Anlage.

Der Strahlenschutzverantwortliche muss weiterhin entsprechend § 106 StrlSchV zur Beherrschung von Notfallsituationen geschultes Personal und möglicherweise erforderliche Hilfsmittel bereithalten und die für den Notfallschutz zuständigen Behörden mit den für die Beseitigung eines Störfalls notwendigen Informationen versorgen. Er hat die zuständigen Behörden bei der Planung von Notfallmaßnahmen zu unterstützen sowie über mögliche Risiken eines Einsatzes von Hilfskräften und über erforderliche Schutzmaßnahmen zu unterrichten.

Nach § 54 StrlSchV stimmt der Betreiber speziell für den Fall einer Brandbekämpfung in Zusammenarbeit mit den zuständigen Landesbehörden, der Feuerwehr oder der Grubenwehr (bei Endlagern) notwendige Maßnahmen im Vorfeld ab. Von besonderer Bedeutung ist hierbei, welche Sonderausrüstungen für den Einsatz der Feuerwehr in den einzelnen Anlagenbereichen erforderlich sind.

Anforderungen an die Planung des anlageninternen Notfallschutzes beinhalten die Anforderungen in einer auslegungsüberschreitenden Situation durch u. a. ggf. veränderte Randbedingungen innerhalb der Anlage wie z. B. die Notwendigkeit der Durchführung von Notfallmaßnahmen, improvisierten Systemfahrweisen, hohe Dosisleistungen mit Sperrungen und Unzugänglichkeit von Gebäuden, etc. Sie sind u. a. in den „Rahmenempfehlungen für die Planung von Notfallschutzmaßnahmen durch Betreiber von Kernkraftwerken“ in der überarbeiteten Fassung aus dem Jahr 2014 [3-350] festgelegt. Diese berücksichtigen die Erfahrungen aus dem Unfall in Fukushima sowie den neuesten Stand von Wissenschaft und Technik.

Anlagenbezogene Umsetzung

Die zentralen Brennelemente-Zwischenlager in Ahaus und Gorleben, das Zwischenlager Nord und das Zwischenlager in Jülich überschreiten zwar mit ihrem Aktivitätsinventar die in § 106 StrlSchV angegebenen Grenzen, unterliegen aber keiner speziellen nuklearen Notfallschutzplanung. Interne Notfallpläne existieren dagegen für alle zentralen Brennelemente-Zwischenlager. Da die einzelnen Brennelementbehälter bereits gegen Einwirkungen von außen ausgelegt sind, ist ein sicherheits-

technisch bedeutsames Ereignis mit Freisetzungen, die Notfallschutzmaßnahmen erforderlich machen würden, nicht zu unterstellen. Dies gilt sowohl für den Fall von Auslegungsstörfällen als auch für sehr seltene Ereignisse mit radiologischer Relevanz, wie Flugzeugabsturz und Druckwellen durch Explosionen. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Störfallplanungswerte nach § 104 StrlSchV deutlich unterschritten würden. Der Katastrophenschutz wird im Rahmen der allgemeinen Katastrophenschutzplanung der Landesbehörden durchgeführt.

Für die dezentralen Brennelemente-Zwischenlager an den Kernkraftwerksstandorten gilt prinzipiell das gleiche wie für die zentralen Brennelemente-Zwischenlager. Allerdings sind diese Einrichtungen durch die umfangreiche Notfallschutzplanung der Kernkraftwerke bis zu drei Jahre nach deren Stilllegung bzw. bis zu deren Brennstofffreiheit mit abgedeckt.

Die Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) in Gorleben wird für den Fall ihrer Inbetriebnahme keine speziellen Maßnahmen der anlagenexternen Notfallplanung erfordern. Der Zellentrakt der Anlage ist gegen Einwirkungen von außen, insbesondere auch gegen Flugzeugabsturz, ausgelegt. Im Behältertrakt wird diese Auslegung durch die Typ B-Behälter gewährleistet. Andere Störfälle mit relevanter Freisetzung sind untersucht worden. Sie führen nicht zu Auswirkungen, die eine spezielle Notfallplanung erfordern.

Für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) wurde aufgrund der dort denkbaren sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisse keine spezielle Notfallplanung vorgenommen.

Für die Schachtanlage Asse II wird eine Notfallplanung mit speziellen Maßnahmen verfolgt, um für den Fall eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts langfristig mögliche Strahlenexpositionen zu begrenzen. Hierbei handelt es sich um vorsorgende Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts und Maßnahmen bei einem drohenden auslegungsüberschreitenden Lösungszutritt (Absaufen). Arbeiten zur Herstellung der Notfallbereitschaft wurden und werden an der Schachtanlage Asse II sukzessive umgesetzt. Zuständige Aufsichtsbehörde ist das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE). Das BASE nimmt die entsprechenden, in § 184 StrlSchG festgelegten, Aufgaben für die Schachtanlage Asse II wahr.

Zu den Vorsorgemaßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit gehören die Fassung von Zutrittslösungen oberhalb der Einlagerungskammern, die Verfüllung von Hohlräumen und die Erstellung von Abdichtungsbauwerken im Sohlenniveau und unter den Einlagerungskammern. Im Rahmen der Notfallvorsorge wurden etwa zahlreiche Resthohlräume in der 775-m-Sohle unter den Abfallkammern und Blindschächte mit Sorelbeton verfüllt. Weiterhin sollen nicht mehr benötigte Hohlräume im Grubengebäude (Strecken und Infrastrukturräume) zurückgebaut und verfüllt sowie Hohlräume und Zuwegungen im Umfeld der Einlagerungskammern abgedichtet werden. Die Maßnahmen wirken der fortschreitenden Schädigung des Gebirges entgegen. Zudem wird die mögliche Freisetzung von Radionukliden im Notfall verringert und verzögert, was die Konsequenzen eines auslegungsüberschreitenden Lösungszutritts reduziert. Mit der Abdichtung einer nach Süden führenden Strecke auf der 750-m-Sohle war bereits im Januar 2013 die letzte zugängliche zuflussgefährdete Verbindung zwischen Grubengebäude und Nebengebirge geschlossen worden.

Notfallmaßnahmen, die beim Rückzug aus dem Grubengebäude ergriffen werden müssen, werden vorbereitet. Hierzu zählt u. a., dass Resthohlräume in den Einlagerungskammern im Notfall verfüllt werden. Auch das sogenannte Gegenfluten, also das Einbringen einer gesättigten Magnesiumchloridlösung, sowie das Abdichten der Tagesschächte mit Sorelbeton zählen zu den Maßnahmen, die im Notfall ergriffen werden müssen.

F.5.2 Notfallpläne für den Fall von Störfällen in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen benachbarter Staaten

Die für die Ausarbeitung der Notfallpläne zuständigen Behörden bemühen sich gemäß § 97 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] im Rahmen ihrer Zuständigkeiten um eine entsprechende Abstimmung ihrer Notfallpläne mit anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union und der Europäischen Atomgemeinschaft sowie mit Drittstaaten wie der Schweiz.

Die Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen [3-253] (einer der vorläufigen Notfallpläne nach § 97 i. V. m. Anlage 4 StrlSchG) finden auch Anwendung auf ausländische kerntechnische Anlagen und Einrichtungen, die wegen ihrer grenznahen Lage Planungsmaßnahmen auf deutschem Gebiet erfordern. Sie finden ebenfalls Berücksichtigung in den Referenzszenarien des ANoPI-Bund [2-9], die die Planungsgrundlage für die Notfallreaktion von Bund und Länder darstellen. Zulässige Ableitungen während des Normalbetriebs und im Störfall sind Angelegenheit der Gesetzgebung des jeweiligen Staates. In Deutschland wurden bei der Festlegung der Grenzwerte in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] von Beginn an die internationalen Regelungen berücksichtigt.

Die Vorkehrungen für den Fall von Unfällen in Entsorgungsanlagen im benachbarten Ausland entsprechen denen, die auch für andere kerntechnische Anlagen, beispielsweise Kernkraftwerke, zur Anwendung kommen. Als Hilfestellung für die Festlegung der erforderlichen Maßnahmen nach Strahlenschutzgesetz und entsprechenden Verordnungen wird der Maßnahmenkatalog [4-6] (einer der vorläufigen Notfallpläne nach § 97 i. V. m. Anlage 4 StrlSchG) angewendet, der die erforderlichen Anweisungen zur Folgenabschätzung sowie zur Maßnahmenplanung umfasst.

Auf der Basis bilateraler Übereinkommen werden die Behörden benachbarter Länder in Übungen in grenznahen Anlagen als Beobachter oder als Teilnehmer, einbezogen. Das Radiologische Lagezentrum des Bundes (RLZ) beteiligt sich, ggf. zusammen mit einzelnen Ländern, regelmäßig an Übungen der Europäischen Union (EU), der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) und der *Nuclear Energy Agency* (NEA) der *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) (den *International Nuclear Emergency Exercises*).

Die Bundesrepublik Deutschland hat seit Anfang der 1980er Jahre bilaterale Abkommen mit allen Nachbarstaaten sowie auch weiter entfernten Ländern über gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen abgeschlossen ([1D-1], [1D-2], [1D-3], [1D-4], [1D-5], [1D-8], [1D-9]). Darin werden Zuständigkeiten, Ansprechstellen und Kontaktstellen festgelegt, der grenzüberschreitende Verkehr von Einsatzkräften und Gütern gewährleistet, sowie ein gegenseitiger Haftungsausschluss bei Personen- und Sachschäden sowie ein umfassender Informations- und Erfahrungsaustausch vereinbart. In den Jahren nach der Wiedervereinigung wurden auch Abkommen mit den Ländern Polen [1D-10], Ungarn [1D-6], Litauen [1D-7], Russland [1D-11] sowie der Tschechischen Republik [1D-12] geschlossen.

Darüber hinaus gibt es unterschiedlich ausgestaltete, nicht rechtsverbindliche bilaterale Vereinbarungen zum Daten- und Informationsaustausch mit verschiedenen Nachbarstaaten.

Im Jahr 2013 ist die Bundesrepublik Deutschland dem *Response and Assistance Network* (RANET) der IAEO beigetreten. RANET bietet die Möglichkeit, im Falle eines nuklearen oder radiologischen Ereignisses schnell auf vorhandene Hilfeleistungskapazitäten anderer Staaten zugreifen zu können. Das deutsche Hilfeleistungsangebot umfasst insbesondere die Unterstützung bei der Behandlung von Strahlenunfallpatienten, Dosisermittlung und Dosisabschätzung, Ausbreitungsrechnungen, Ermittlung radiologischer Lagen, Bereitstellung von Messkapazitäten und Fachwissen. Das Angebot umfasst sowohl Unterstützung, die von Deutschland aus geleistet wird, als auch Unterstützung im Unfallland selbst.

Außerdem gibt es mit den Nachbarstaaten Abkommen über Informations- und Erfahrungsaustausch im Zusammenhang mit Sicherheitstechnik oder Strahlenschutz [BASE 23]. Zusätzlich existiert das übergeordnete europäische Regelwerk für radiologische Notfälle.

F.6 Artikel 26: Stilllegung

Artikel 26: Stilllegung

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um die Sicherheit der Stilllegung einer kerntechnischen Anlage zu gewährleisten.

Diese Maßnahmen haben sicherzustellen,

- i) daß qualifiziertes Personal und ausreichende Finanzmittel zur Verfügung stehen;*
- ii) daß die Bestimmungen des Artikels 24 über den Strahlenschutz während des Betriebs, über Ableitungen sowie über ungeplante und unkontrollierte Freisetzungen zur Anwendung kommen;*
- iii) daß die Bestimmungen des Artikels 25 über die Notfallvorsorge zur Anwendung kommen;*
- iv) daß Aufzeichnungen über Informationen, die für eine Stilllegung wichtig sind, aufbewahrt werden.*

F.6.1 Grundlagen

Einführung

Die Bestimmungen, die die Sicherheit während der Stilllegung kerntechnischer Anlagen betreffen, werden im Folgenden im Gesamtzusammenhang dargestellt. Der Begriff „Stilllegung“ wird hierbei im Sinne des Gemeinsamen Übereinkommens (Artikel 2) im weiteren Sinne als Oberbegriff für sämtliche stilllegungsgerichteten Tätigkeiten gebraucht (einschließlich sicherem Einschluss und Abbau sowie allen Maßnahmen, die zur Entlassung der Anlage bzw. des Standortes aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung führen). Das entspricht dem technischen und internationalen Sprachgebrauch. Nach hiesigem Verständnis ist eine kerntechnische Anlage erst dann „in Stilllegung“, wenn eine Stilllegungsgenehmigung erteilt und in Anspruch genommen wurde.

Rechtliche Grundlagen

Rechtsgrundlage für Genehmigungsverfahren zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen in Deutschland sind das Atomgesetz (AtG) [1A-3] sowie die zugehörigen Rechtsverordnungen und allgemeinen Verwaltungsvorschriften. Das Atomgesetz enthält in § 7 Abs. 3 die grundsätzliche Vorschrift für die Genehmigung der Stilllegung. Hiernach bedürfen die Stilllegung einer nach § 7 Abs. 1 AtG genehmigten Anlage oder der Abbau der Anlage oder von Anlagenteilen der Genehmigung. Die Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik wird auch hier als Leitprinzip beibehalten. Auf Grundlage der Änderungen des Atomgesetzes infolge des Gesetzes zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung ist der sichere Einschluss keine Stilllegungsoption mehr für Kernkraftwerke.

Das Genehmigungsverfahren für die Stilllegung kerntechnischer Anlagen richtet sich nach der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) [1A-10]. Sie enthält stilllegungsrelevante Regelungen insbesondere für die Beteiligung Dritter und für die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP).

Der Gesetzgeber hat die Erteilung einer Genehmigung nach § 7 Abs. 1 und 3 AtG unter den Vorbehalt des § 7 Abs. 2 AtG gestellt („Die Genehmigung darf nur erteilt werden, wenn“ die in § 7 Abs. 2 AtG genannten Genehmigungsvoraussetzungen vorliegen). Hierdurch wird die besondere Stellung

betont, die der Gesetzgeber der Errichtung und dem Betrieb, aber auch der Stilllegung und dem Abbau einer solchen kerntechnischen Anlage zumisst. Sonstige Genehmigungen nach Atomgesetz (z. B. § 6 AtG) und Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] (§ 12 StrlSchG) sind dagegen nicht mit einem solchen Genehmigungsvorbehalt ausgestattet („Die Genehmigung ist zu erteilen, wenn“ die jeweils genannten Genehmigungsvoraussetzungen vorliegen).

Neben dem Atomgesetz sind für den Abbau ferner das Strahlenschutzgesetz und die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] maßgeblich, da sie die technischen und betrieblichen Maßnahmen, Verfahren und Vorkehrungen zum Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlung wesentlich bestimmen. Hierbei handelt es sich u. a. um die Definition der Strahlenschutzgrundsätze, die Regelungen zur Beförderung und grenzüberschreitenden Verbringung radioaktiver Stoffe, zur Freigabe, zur Fachkunde des Personals, zur betrieblichen Organisation des Strahlenschutzes, zum Schutz von Personen in Strahlenschutzbereichen einschließlich Begrenzung der Strahlenexposition und der arbeitsmedizinischen Vorsorge, zur physikalischen Strahlenschutzkontrolle, zum Schutz von Bevölkerung und Umwelt, zum Schutz vor sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen sowie zu radioaktiven Abfällen.

Die genehmigten Maßnahmen zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen werden durch aufsichtliche Kontrollen überwacht.

Gefährdungspotenzial kerntechnischer Anlagen in der Stilllegungsphase

Die Stilllegungsphase einer kerntechnischen Anlage ist gekennzeichnet durch eine sukzessive Verringerung des Radionuklidinventars der Anlage, insbesondere durch den Abtransport der Brennelemente und durch Dekontamination und den Abbau von kontaminierten und aktivierten Anlagenteilen sowie durch die abschließende Entfernung noch verbliebener Radionuklide und die Entlassung aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Kontrolle. Darüber hinaus fehlen die Energiepotenziale zur Ausbreitung des Aktivitätsinventars, weil die Anlage im Gegensatz zur Betriebsphase kalt und drucklos ist und weil der Großteil des noch vorhandenen Radionuklidinventars durch Aktivierung in Metall- und Betonstrukturen fest gebunden ist. Hiermit geht grundsätzlich eine Reduktion des Gefährdungspotenzials mit fortschreitendem Abbau einher. Dieser Sachverhalt wird u. a. durch stilllegungsspezifische Ausgestaltung von Regelungen vorwiegend im untergesetzlichen Regelwerk berücksichtigt. Dem soll durch eine dem sinkenden Gefährdungspotenzial angepasste Anwendung des Regelwerks bzw. durch die Rücknahme von Betriebsvorschriften und Auflagen bei Genehmigung und Aufsicht Rechnung getragen werden.

Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen

Für die Stilllegung kerntechnischer Anlagen gilt in entsprechender Weise, was bzgl.

- Artikel 18 (Durchführungsmaßnahmen) (vgl. Kapitel E.1),
- Artikel 19 (Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug) (vgl. Kapitel E.2),
- Artikel 20 (Staatliche Stelle) (vgl. Kapitel E.3),
- Artikel 21 (Verantwortung des Genehmigungsinhabers) (vgl. Kapitel F.1),
- Artikel 22 (Personal und Finanzmittel) (vgl. Kapitel F.2),
- Artikel 23 (Qualitätssicherung) (vgl. Kapitel F.3),
- Artikel 24 (Strahlenschutz während des Betriebs) (vgl. Kapitel F.4) und
- Artikel 25 (Notfallvorsorge) (vgl. Kapitel F.5)

berichtet wurde. Die sich auf die genannten Artikel beziehenden Darstellungen des vorliegenden Berichts betreffen ganz oder teilweise auch die Stilllegung kerntechnischer Anlagen. Grundsätzlich bestehen bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen dieselben übergeordneten Anforderungen an die Sicherheit wie während des Betriebs, während im Detail durchaus wesentliche Unterschiede

vorliegen: Beispielsweise entfällt bei Reaktoren nach der Entfernung aller Brennelemente aus der Anlage die Möglichkeit der Kritikalität, ferner sinken im Allgemeinen die mit Abwasser und Fortluft abgeleiteten Aktivitätsmengen. Über die Anforderungen an die Sicherheit während der Stilllegung und deren Umsetzungen wird in den Ausführungen zu Artikel 4 (vgl. die Ausführungen in Kapitel G.1) berichtet.

Im Hinblick darauf, dass während der Stilllegung einer kerntechnischen Anlage ggf. auch neue Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle errichtet werden müssen, ist ferner Artikel 15 (Bewertung der Anlagensicherheit, vgl. Kapitel H.5) des Gemeinsamen Übereinkommens relevant. Die Anforderungen des Artikels 15 an die Bewertung der Anlagensicherheit und der Auswirkung auf die Umwelt vor Bau und Inbetriebnahme gelten auch für die Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen (vgl. die Ausführungen zu Artikel 15 in Kapitel H.5). In analoger Weise gelten die Anforderungen des Artikels 16 des Gemeinsamen Übereinkommens für den Betrieb von Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle auch bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen (vgl. die Ausführungen zu Artikel 16 in Kapitel H.6).

Als Konsens zwischen dem Bund und den Aufsichtsbehörden der Bundesländer über eine möglichst effektive und harmonisierte Vorgehensweise in Stilllegungsverfahren hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) am 23. November 2021 eine Neufassung des „Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes“ [3-73] (kurz: Stilllegungsleitfaden) zur Berücksichtigung in atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren veröffentlicht. Der Stilllegungsleitfaden verfolgt die Ziele,

- die im Stilllegungsverfahren relevanten Aspekte der Genehmigung und Aufsicht zusammenzustellen,
- ein gemeinsames Verständnis von Bund und Ländern zur zweckmäßigen Durchführung von Stilllegungsverfahren anzustreben, und
- die bestehenden Auffassungen und Vorgehensweisen zu harmonisieren.

Hierzu enthält der Leitfaden insbesondere Vorschläge für eine zweckmäßige Vorgehensweise bei der Stilllegung sowie dem sicheren Einschluss und dem Abbau von kerntechnischen Anlagen nach § 7 AtG im Hinblick auf die Anwendung des untergesetzlichen Regelwerks, für die Planung und Vorbereitung der Stilllegungsmaßnahmen sowie für Genehmigung und Aufsicht.

Er identifiziert die in verschiedenen Dokumenten des gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerkes verteilten stilllegungsrelevanten Vorschriften und beschreibt ihre Anwendung. Er enthält auch Vorschläge für eine zweckmäßige Vorgehensweise bei der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen und dient zur Harmonisierung der Genehmigungsverfahren. So wird beispielsweise verdeutlicht, dass bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen projektorientiert entsprechend dem kontinuierlich sinkenden Gefährdungspotenzial vorzugehen ist und wie hierbei das Regelwerk „sinngemäß“, d. h. im gleichen Sinn wie für Errichtung und Betrieb, angewendet werden kann. Insgesamt fördert der Leitfaden somit die Harmonisierung von Stilllegungsverfahren.

Als technisch orientierte Ergänzung zum Stilllegungsleitfaden hat die Entsorgungskommission (ESK) am 5. November 2020 die „Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen“ [4-4] in aktualisierter Form verabschiedet. In diesen Leitlinien sind technische Anforderungen und Abläufe zusammengefasst, die aus Sicht der ESK zur Gewährleistung der Sicherheit bei der Stilllegung einer kerntechnischen Anlage durch deren Betreiber berücksichtigt werden sollten. Die Anforderungen beziehen sich vor allem auf die Vorbereitung und Durchführung der Stilllegung. Aufgrund ihrer großen Bedeutung für eine spätere Stilllegung richten sich einzelne Anforderungen aber auch an Errichtung und Betrieb einer kerntechnischen Anlage. Die Leitlinien zur Stilllegung besitzen gegenüber Dritten keine rechtliche Verbindlichkeit, sondern bilden die Bewertungsgrundlage der ESK bei der Beratung

konkreter Stilllegungsverfahren. Sie tragen hierdurch zu einem hohen sicherheitstechnischen Niveau bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen bei.

F.6.2 Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal und ausreichenden Finanzmitteln

Die Erfahrung aus verschiedenen Stilllegungsprojekten kerntechnischer Anlagen in Deutschland hat gezeigt, dass die Anlagenkenntnis des Betriebspersonals für die sichere und effiziente Durchführung der Stilllegung sehr wertvoll ist. Das Betriebspersonal wird seitens des Anlagenbetreibers daher auch während der Stilllegungsphase mit einbezogen.

Auf die Maßnahmen zur Sicherstellung der Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal wurde bereits in Kapitel F.2.1 eingegangen. Die Betreiber kerntechnischer Anlagen in Deutschland sind sich bewusst, dass qualifiziertes Personal für mehrere Jahrzehnte in ähnlicher Zahl wie zu Betriebszeiten auch für Stilllegung und Abbau und für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle benötigt wird. Studiengänge, Ausbildungsmöglichkeiten und Qualifizierungsmaßnahmen wurden und werden an diese Situation angepasst.

Die Art und Weise der Sicherstellung der Verfügbarkeit von Finanzmitteln für die Stilllegung einer kerntechnischen Anlage ist bei Anlagen der öffentlichen Hand und bei Anlagen der Energieversorgungsunternehmen unterschiedlich geregelt:

- Die Finanzierung der Stilllegung von Anlagen der öffentlichen Hand erfolgt aus den laufenden öffentlichen Haushaltsmitteln. Bei den meisten Projekten (vgl. Tabelle F-4) übernimmt der Bund die wesentlichen Kosten. Die Finanzierung umfasst alle Aufwendungen, die für Restbetrieb, Entsorgung der Brennelemente, Durchführung der Genehmigungsverfahren, Abbau von Anlagenteilen und Endlagerung der radioaktiven Abfälle (einschließlich der vorbereitenden Schritte) entstehen.
- Die Bereitstellung der Finanzmittel für Anlagen der privatrechtlichen Energieversorgungsunternehmen (EVU) erfolgte in Form von während der Betriebszeit gebildeten Rückstellungen. Grundlage für die Rückstellungsbildung gemäß Handelsrecht war die aus dem Atomgesetz (AtG) [1A-3] abgeleitete öffentlich-rechtliche Entsorgungsverpflichtung. Die Stilllegungsrückstellungen der EVU hatten zum Ziel, dass nach endgültiger Einstellung der Stromproduktion der Kernkraftwerke, wenn keine Erträge aus dem Stromgeschäft mehr entstehen, die finanzielle Deckung der Stilllegung der Kernkraftwerke gesichert ist. Die EVU haben zum 1. Juli 2017, dem gesetzlich festgelegten Einzahlungs-Stichtag, entsprechend ihren Zahlungsverpflichtungen nach dem Entsorgungsfondsgesetz (EntsorgFondsG) [1A-36], die Finanzmittel für die Zwischen- und Endlagerung, welche auf die Entsorgungsschritte der Stilllegung der Kernkraftwerke und der fachgerechten Verpackung radioaktiver Abfälle folgen, an einen öffentlich-rechtlichen Fonds übertragen (vgl. Kapitel E.2.2 sowie Kapitel F.2.2).
- Die Stilllegung wird von den EVU eigenverantwortlich unter Aufsicht der zuständigen Behörden durchgeführt. Der Umfang der Rückstellungen umfasst alle Kosten, die mit dem Abbau der Kraftwerksanlage in Verbindung stehen. Dies sind die Kosten der sogenannten Nachbetriebsphase, in der das Kraftwerk nach endgültiger Einstellung des Leistungsbetriebes in einen abbaufähigen Zustand überführt wird, die Kosten für Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren sowie die Kosten für den Abbau. Die Höhe der zu erwartenden Kosten ergibt sich dabei aus grundlegenden Studien, die – unter Berücksichtigung der technischen Weiterentwicklung und der allgemeinen Kostenentwicklung – von einem unabhängigen Gutachter regelmäßig aktualisiert werden. Informationen zu den Rückstellungen werden von den EVU jährlich an das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) übermittelt (vgl. Kapitel E.2.2 sowie Kapitel F.2.2).
- In analoger Weise gelten obige Ausführungen für die kommerziellen Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs und die Abfallbehandlungsanlagen. Allerdings werden diese Anlagen nicht von

den Neuregelungen des Gesetzes zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung erfasst, so dass die hierfür zu bildenden Rückstellungen auch weiterhin die Zwischen- und Endlagerung der Abfälle umfassen müssen.

Tabelle F-4: Verantwortliche Institutionen für die Stilllegung von Forschungsanlagen, deren Finanzierung durch die öffentliche Hand erfolgt

Einrichtung	Kurzbeschreibung	Finanzierung
Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (KTE GmbH)	<p>Die Einrichtung wurde 2006 gegründet als Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs-GmbH (WAK GmbH) im Zuge der Übernahme der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe durch die bundeseigene EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH (EWN).</p> <p>Gleichzeitig wurde das Aufgabenspektrum der Gesellschaft um den Betrieb und den Rückbau der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) erweitert.</p> <p>Mitte 2009 wurden die kerntechnischen Altanlagen FR-2, KNK II und MZFR sowie die ehemalige Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) und die Konditionierungsbetriebe der Entsorgungsbetriebe des ehemaligen Forschungszentrums Karlsruhe (FZK, inzwischen Karlsruher Institut für Technologie, KIT) inklusive der Zwischenlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) abgespalten und auf die WAK GmbH übertragen. Im Jahr 2017 wurde die WAK GmbH in die Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (KTE) umbenannt. Seitdem führt diese die Stilllegung der Forschungsanlagen und den Entsorgungsbetrieb unter dem Namen der Entsorgungsbetriebe der KTE weiter. Nach der Außerbetriebnahme weiterer nuklearer Forschungseinrichtungen durch KIT erfolgt deren Rückbau durch die KTE.</p>	Bund (überwiegend), Land Baden-Württemberg
JEN Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (JEN)	<p>Zum 30. September 2015 wurde der Nuklearservice des Forschungszentrums Jülich (FZJ) vom FZJ abgespalten und mit der am Standort befindlichen AVR GmbH zur JEN zusammengelegt. Seitdem führt die JEN die Stilllegung der Forschungsanlagen (FRJ-2, AVR, Große Heiße Zellen, Chemiezellen) sowie den Betrieb der Abfallbehandlungs-/ Konditionierungseinrichtungen und Zwischenlager weiter. Nach den Außerbetriebnahmen weiterer nuklearer Forschungseinrichtungen durch FZJ erfolgt deren Rückbau durch die JEN.</p>	Bund (überwiegend), Land Nordrhein-Westfalen
Helmholtz-Zentrum Hereon GmbH	<p>Die Einrichtung wurde 1956 als Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt gegründet. Sie war u. a. für den Betrieb des Nuklearschiffs Otto Hahn verantwortlich. Gegenwärtig liegen die Schwerpunkte in den Bereichen Verkehr- und Energietechnik, Prozess- und Biomedizintechnik, Lebensraum Küste.</p> <p>Aktuelle Aufgaben sind die Stilllegung der Forschungsreaktoren FRG-1 und FRG-2 zusammen mit dem Heißen Labor, die Zwischenlagerung des Schiffsreaktors und die Abwicklung der Entsorgung radioaktiver Abfälle des Nuklearschiffs Otto Hahn.</p>	Bund, Länder Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Hamburg, Bremen

Einrichtung	Kurzbeschreibung	Finanzierung
Helmholtz Zentrum München, Neuherberg	Die Einrichtung wurde 1964 als Gesellschaft für Strahlenforschung gegründet und war für den Bau und Betrieb von Anlagen und Einrichtungen zur Strahlenforschung und für die Durchführung von Forschungen zur Tieflagerung radioaktiver Abfälle verantwortlich. Zu den weiteren Aufgaben gehörte der sichere Einschluss des Forschungsreaktors FRN. Gegenwärtig liegen die Schwerpunkte im Umwelt- und Gesundheitsbereich. Die Gesellschaft für Strahlenforschung ist mit Wirkung vom 1. Januar 2008 in Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH umbenannt worden.	Bund (überwiegend), Freistaat Bayern
Helmholtz-Zentrum Berlin	Das Helmholtz-Zentrum Berlin wurde 2008 aus dem Hahn-Meitner-Institut Berlin und der Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchrotronstrahlung (BESSY) gegründet. Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Strukturforschung, Materialwissenschaften u. a. Eine aktuelle Aufgabe ist die Stilllegung des Berliner Experimentier-Reaktors II (BER II).	Bund (überwiegend), Land Berlin
Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rossendorf e. V. (VKTA), Dresden	Der VKTA wurde 1992 gegründet und betrieb die Stilllegung der kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen des ehemaligen Zentralinstituts für Kernforschung der damaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR). Dabei handelt es sich um den Forschungsreaktor RFR sowie um die AMOR-Anlagen zur Spaltmolybdänproduktion. Der RFR und die Nullleistungsreaktoren RRR und RAKE wurden bereits demontiert und vollständig beseitigt.	Freistaat Sachsen
Technische Universität München (TUM)	Zu den Aufgaben der TUM gehören u. a. der Betrieb des FRM II sowie Arbeiten zur Stilllegung und zum Rückbau nicht mehr benötigter kerntechnischer Einrichtungen.	Freistaat Bayern (überwiegend), Bund
diverse Universitäten	Mehrere Universitäten verfügen über kleinere Forschungsreaktoren, für deren Betrieb/Stilllegung sie verantwortlich sind.	Bund, jeweilige Bundesländer

Aufwendungen für das Personal sind in allen Fällen in vollem Umfang in der Finanzierung enthalten, wobei Personalkosten an den Gesamtkosten einen Anteil von z. T. 50 % und mehr darstellen.

Die Betreiber haben für die Kernkraftwerke in Stilllegung langfristige Personalprogramme aufgestellt, um ihrer Sicherheitsverantwortung gerecht zu werden. Für die besonderen Anforderungen der Stilllegung wurden neue Ausbildungsprogramme entwickelt. Nach der endgültigen Abschaltung und dem Abtransport des Kernbrennstoffs konzentrieren sich die Anforderungen an das Know-how und die Fachkenntnisse mehr auf den Abbau, das Abfallmanagement und den Strahlenschutz, während die Kernkrafttechnik an Bedeutung verliert. Es gibt immer noch Studierende der Fachrichtungen Ingenieurwesen und Strahlenschutz, da diese Fächer auch in anderen Industriezweigen und in der Medizin relevant sind. Zusätzliche Spezialkenntnisse für die Stilllegung und für den Betrieb der verbleibenden sicherheitsrelevanten Systeme wie Lüftung oder Energieversorgung werden vor Ort ausgebildet. Die Aufrechterhaltung einer hohen Sicherheitskultur und die Gewährleistung der Motivation des Personals liegen in der Verantwortung der Betreiber.

Analog zur Betriebsphase ist somit sichergestellt, dass qualifiziertes Personal auch während der Stilllegung im benötigten Umfang zur Verfügung steht. Durch Kurse zur Erlangung und zum Erhalt der Fachkunde, Fort- und Weiterbildungskurse sowie durch Forschung und Lehre an den Universitäten wird der hohe Ausbildungs- und Qualifikationsstand in Deutschland erhalten. In diesem Bereich wurden in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte erzielt, die in Kapitel F.2.1 zusammengestellt sind.

F.6.3 Strahlenschutz bei der Stilllegung

Die Anforderungen bzgl. des Strahlenschutzes einer in Stilllegung befindlichen kerntechnischen Anlage entsprechen in vollem Umfang den für den Betrieb geltenden Anforderungen. Hierüber wird in den Ausführungen in Kapitel F.4 zu Artikel 24 (Strahlenschutz während des Betriebs) des Gemeinsamen Übereinkommens berichtet.

F.6.4 Notfallvorsorge

Die Notfallvorsorge wird für die Stilllegung einer kerntechnischen Anlage im Vergleich zur Notfallvorsorge für den Betrieb in ihrem Umfang an das durch die Anlage gegebene Risikopotenzial angepasst (vgl. die Ausführungen zu Artikel 25 in Kapitel F.5).

F.6.5 Aufbewahrung von Aufzeichnungen

Die Aufbewahrung von Aufzeichnungen über Informationen, die für die Stilllegung wichtig sind, bezieht sich einerseits auf Aufzeichnungen bzgl. Errichtung und Betrieb der kerntechnischen Anlage, auf die in der späteren Stilllegungsphase zurückgegriffen werden muss, andererseits auf Aufzeichnungen, die während der Stilllegungsphase anfallen und die für die langfristige Dokumentation des Ablaufs der Stilllegung relevant sind. Diese beiden Sachverhalte werden im Folgenden getrennt beschrieben.

Aufbewahrung von Aufzeichnungen über Informationen bzgl. Errichtung und Betrieb

Die Aufzeichnung und Dokumentation von Informationen bzgl. Errichtung und Betrieb von Kernkraftwerken ist in der Regel KTA 1404 „Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken“ [KTA 1404] geregelt. Die Notwendigkeit der Verfügbarkeit aller relevanten Dokumentationen ergibt sich aus den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ [3-0.1], wonach die zur Beurteilung der Qualität notwendigen Unterlagen verfügbar sein müssen. Die KTA 1404 präzisiert diese Anforderung:

„Die Dokumentation in Kernkraftwerken umfasst alle Dokumente, die als Nachweise im Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren dienen, sowie alle organisatorischen Regelungen, die Grundlage für den sicheren Betrieb sind.

Zweck und Aufgabe der Dokumentation sind unter anderem:

- a) das Vorliegen oder die Erfüllung rechtlicher Voraussetzungen (z. B. Genehmigungsveraussetzungen nach § 7 Abs. 2 AtG) aufzuzeigen,*
- b) den Soll-Zustand der Anlage und wesentliche Vorgänge bei der Errichtung der Anlage zu beschreiben,*
- c) eine Bewertung des Ist-Zustands der Anlage zu ermöglichen,*
- d) die für einen sicheren Betrieb der Anlage erforderlichen Sachverhalte und Regelungen darzustellen,*
- e) den Erfahrungsrückfluss zu ermöglichen und*
- f) eine Wissensbasis für das Alterungsmanagement zur Verfügung zu stellen.“*

Diese Aufzeichnungen schließen auch die Betriebsdokumentation mit ein. Ferner wird hinsichtlich der Vollständigkeit und Aktualisierung in KTA 1404 gefordert:

„Die Dokumentation muss hinsichtlich der in ihr enthaltenen Informationen vollständig, eindeutig und in sich widerspruchsfrei sein.

Die Dokumentation muss sowohl den Soll- als auch den Ist-Zustand der Anlage, ihrer Teile und der Organisation darstellen.

Dem Antragsteller oder Genehmigungsinhaber obliegt die Erstellung, Führung, Aktualisierung und Archivierung der Dokumentation.“

Hieraus ergibt sich, dass nicht nur der Ist-Zustand der Anlage zu Beginn des Betriebs vollständig dokumentiert sein muss, sondern dass die Dokumentation allen Änderungen anzupassen ist und somit jederzeit den aktuellen Ist-Zustand wiederzugeben hat. Hierdurch ist sichergestellt, dass alle für die Stilllegung relevanten Informationen aus der Betriebsphase zum Beginn der Stilllegungsphase zur Verfügung stehen. Ferner wird in KTA 1404 gefordert, dass die Unterlagen in einer für die langzeitige Aufbewahrung geeigneten Art aufzubewahren sind und dass eine Zweiddokumentation an einem Ort außerhalb des möglichen Einwirkungsbereichs der Anlage vorzuhalten ist. Gemäß Stilllegungsleitfaden [3-73] ist die Führung einer Zweiddokumentation nur bis zum Abtransport der Brennelemente erforderlich. Die vorgesehene Dauer der Aufbewahrung der Unterlagen richtet sich nach der Art der Dokumente und liegt generell zwischen einem und 30 Jahren.

Diese Anforderungen finden sinngemäß auch für andere kerntechnische Anlagen im Geltungsbereich des Gemeinsamen Übereinkommens Anwendung. Im Rahmen der atomrechtlichen Aufsicht überzeugt sich die zuständige Behörde von der Fortschreibung und der ordnungsgemäßen Aufbewahrung.

Aufbewahrung von Aufzeichnungen über Informationen aus der Stilllegungsphase

Informationen aus der Stilllegungsphase, die längerfristig aufzubewahren sind, umfassen analog zur Betriebsphase verschiedene Themenfelder aus den Bereichen Restbetrieb, Überwachung sowie Strahlenschutz, insbesondere:

- Schichtbücher einschließlich Schichtübergabeprotokolle,
- Protokolle der Überwachung und Messung der Aktivitätsableitung,
- Berichte über Störfälle und besondere Vorkommnisse sowie über die beschlossenen Maßnahmen,
- Aufzeichnungen der Messung der Personendosen und Ermittlung der Körperdosen,
- Buchführung über Erzeugung, Erwerb, Abgabe und sonstigen Verbleib von radioaktiven Stoffen,
- Protokolle von Kontaminationsmessungen gemäß § 57 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] bei Überschreitung von Grenzwerten.

Besonders relevant für die Stilllegungsphase sind die Buchführung über Erzeugung, Erwerb, Abgabe und sonstigen Verbleib von radioaktiven Stoffen sowie die Buchführung über freigegebene Stoffe, die in §§ 85 und 86 StrlSchV geregelt werden. Die Aufbewahrungspflicht hierfür beträgt gemäß § 85 Abs. 3 StrlSchV 30 Jahre ab dem Zeitpunkt der Abgabe oder des sonstigen Verbleibs des Materials bzw. gemäß § 86 Abs. 2 StrlSchV ab der Feststellung der Freigabe des Materials. Sie sind auf Verlangen der zuständigen Behörde bei dieser zu hinterlegen.

§ 85 Abs. 3 und § 86 Abs. 2 StrlSchV regeln ferner, dass im Falle der Beendigung der Tätigkeit vor Ablauf der genannten Aufbewahrungsfrist die Unterlagen unverzüglich einer von der zuständigen Behörde bestimmten Stelle zu übergeben sind. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass auch nach Auflösung des Betreibers einer kerntechnischen Anlage die Aufbewahrung der relevanten Dokumentation für den geforderten Zeitraum sichergestellt ist.

Zur Entlassung der Anlage einschließlich des Standortes aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung ist der zuständigen Aufsichtsbehörde gemäß Stilllegungsleitfaden eine Dokumentation zu übergeben. Diese Dokumentation muss u. a. eine Beschreibung des Zustandes des Standortes nach Abschluss der Stilllegungsmaßnahmen enthalten sowie Angaben hinsichtlich Kriterien für die Freigabe und Herausgabe, Messmethoden und Messergebnisse für alle am Standort verbleibenden Strukturen und für die Standortfläche selbst. Diese Dokumentation ist für einen Zeitraum von 30 Jahren aufzubewahren. Nach Beendigung sämtlicher Stilllegungsmaßnahmen sollte der Betreiber laut Stilllegungsleitfaden einen abschließenden Stilllegungsbericht erstellen und zusammen mit der Dokumentation aufbewahren. Der Genehmigungsinhaber kann Erfahrungen und Lehren aus dem Projekt zusammenfassen oder Details zu Methoden und Werkzeugen benennen, um sie für zukünftige Stilllegungsprojekte verfügbar zu machen.

G Sicherheit bei der Behandlung bestrahlter Brennelemente

Entwicklungen seit der siebten Überprüfungskonferenz:

Die im Oktober 2020 verabschiedeten Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndlSiAnfV) [1A-40] und Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndlSiUntV) [1A-41] haben die Sicherheitsanforderungen des Bundesumweltministeriums von 2010 abgelöst und bilden nun den regulatorischen Rahmen für die Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen (vgl. die Ausführungen in Kapitel G.1.2 und G.1.7).

Zur Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur auf sicherheitsrelevante Prozesse in verschiedenen Wirtsgesteinen hat die Entsorgungskommission (ESK) in ihrer Stellungnahme vom 12. Mai 2022 zum 100 Grad Celsius Kriterium in § 24 (4) Standortauswahlgesetz (StandAG) Empfehlungen für den weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens formuliert (vgl. die Ausführungen in Kapitel G.1.2).

Im November 2022 wurde auf Einladung der Bundesrepublik Deutschland eine ARTEMIS-Folgemission durchgeführt, um die Fortschritte in der Umsetzung der bei der ursprünglichen ARTEMIS-Mission 2019 befundenen Empfehlungen und Hinweise zu demonstrieren. Bei der deutschen Folgemission handelt es sich um die erste in diesem Rahmen durchgeführte Überprüfung (vgl. die Ausführungen in Kapitel G.2.3).

Die Anforderung, alle zehn Jahre eine Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) für Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente durchzuführen, ist gesetzlich verankert. Die bisher durchgeführten PSÜ für die Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung haben den Sicherheitsstatus der Anlagen bestätigt (vgl. die Ausführungen in Kapitel G.6.6).

Diese Sektion behandelt die Verpflichtungen gemäß Artikel 4 bis 10 des Gemeinsamen Übereinkommens.

G.1 Artikel 4: Allgemeine Sicherheitsanforderungen

Artikel 4: Allgemeine Sicherheitsanforderungen

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß in allen Stufen der Behandlung abgebrannter Brennelemente der einzelne, die Gesellschaft und die Umwelt angemessen vor radiologischer Gefährdung geschützt sind.

Zu diesem Zweck trifft jede Vertragspartei die geeigneten Maßnahmen,

- i) um sicherzustellen, daß der Kritikalität und der Abführung der während der Behandlung abgebrannter Brennelemente entstehenden Restwärme angemessen Rechnung getragen wird;*
- ii) um sicherzustellen, daß die Erzeugung radioaktiver Abfälle im Zusammenhang mit der Behandlung abgebrannter Brennelemente im Einklang mit der gewählten Brennstoffkreislaufpolitik auf das praktisch mögliche Mindestmaß beschränkt wird;*
- iii) um die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Schritten der Behandlung abgebrannter Brennelemente zu berücksichtigen;*
- iv) um durch die Anwendung geeigneter Schutzmethoden, die von der staatlichen Stelle genehmigt worden sind, auf nationaler Ebene für einen wirksamen Schutz des einzelnen, der Gesellschaft und der Umwelt zu sorgen, und zwar im Rahmen innerstaatlicher Rechtsvorschriften, die international anerkannten Kriterien und Normen gebührend Rechnung tragen;*

- v) *um die biologische, chemische und sonstige Gefährdung, die mit der Behandlung abgebrannter Brennelemente verbunden sein kann, zu berücksichtigen;*
- vi) *um sich zu bemühen, Handlungen zu vermeiden, deren vernünftigerweise vorhersehbare Auswirkungen auf künftige Generationen größer sind als die für die heutige Generation zulässigen;*
- vii) *um zu versuchen, künftigen Generationen keine unangemessenen Belastungen aufzubürden.*

G.1.1 Grundlagen

Den grundlegenden Schutzgedanken bei der Behandlung bestrahlter Brennelemente legen das Atomgesetz (AtG) [1A-3], das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] und die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] fest. Insbesondere ist danach jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden und jede Strahlenexposition oder Kontamination unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten (§ 8 StrlSchG).

Der Planung baulicher oder technischer Schutzmaßnahmen gegen auslegungsbestimmende Störfälle werden Grenzwerte der Strahlendosis für die Umgebung zugrunde gelegt (§ 104 StrlSchV) oder werden sinngemäß angewendet.

Aus dem Schutzgedanken leiten sich für die Behandlung bestrahlter Brennelemente ab:

- grundlegende Schutzziele zu Aktivitätseinschluss, Nachzerfallswärmeleistungsabfuhr, Unterkritikalität, Vermeidung unnötiger Strahlenexposition,
- Anforderungen zu Abschirmung, Auslegung und Qualitätssicherung, sicherem Betrieb, Lagerung und sicherem Abtransport radioaktiver Stoffe.

Zum Schutz gegen die von radioaktiven Stoffen ausgehenden Gefahren und zur Kontrolle ihrer Verwendung knüpft das Atomgesetz Errichtung, Betrieb und Stilllegung von kerntechnischen Anlagen an eine behördliche Genehmigung (vgl. die Ausführungen zu Artikel 19 in Kapitel E.2.3).

Zusätzliche Anforderungen bestehen im Hinblick auf die Haftung bei Schäden [1A-11], auf den Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter ([3-62], [3-76]) sowie auf die Kontrolle spaltbaren Materials aufgrund internationaler Vereinbarungen [1F-14] (vgl. die Ausführungen zu Artikel 24 in Kapitel F.4 bzw. zu Artikel 27 in Kapitel I.1).

G.1.2 Sicherstellung von Unterkritikalität und Restwärmeabfuhr

Es werden Maßnahmen getroffen, die den abgeleiteten grundlegenden Schutzziele von sicherer Einhaltung der Unterkritikalität und sicherer Abfuhr der Nachzerfallswärmeleistung Rechnung tragen. Insbesondere hinsichtlich der trockenen Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren (LWR), Hochtemperaturreaktoren (HTR), Versuchs- und Demonstrations- sowie Forschungsreaktoren werden sie durch die von der Entsorgungskommission (ESK) verabschiedeten „Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern“ [3-150] konkretisiert. Hinsichtlich der Kritikalitätssicherheit bei der nassen Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente kommt die Regel KTA 3602 [KTA 3602] zur Anwendung, hinsichtlich der Abfuhr der Nachzerfallswärmeleistung die Regel KTA 3303 [KTA 3303]. Die seit 2007 vorliegende und zuletzt 2015 aktualisierte DIN-Vorschrift „Kritikalitätssicherheit unter Anrechnung des Brennstoffabbrands bei Transport und Lagerung bestrahlter Leichtwasserreaktor-Brennelemente in Behältern“ [DIN 25712] gilt für den Nachweis der Kritikalitätssicherheit.

Die im Oktober 2020 entsprechend § 26 und § 27 Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] von 2017 verabschiedeten Verordnungen Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndlSiAnfV) [1A-40] und Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndlSiUntV) [1A-41] bilden den regulatorischen Rahmen für die Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen und lösen die Sicherheitsanforderungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) von 2010 ab. Die Endlagersicherheitsanforderungsverordnung enthält Vorgaben zum Nachweis des Ausschlusses sich selbst tragender Kettenreaktionen sowie unzulässiger Beeinflussungen der geologischen Barriere durch Temperaturentwicklung der Abfälle. Detaillierte Informationen diesbezüglich sind außerdem in den im März 2016 von der ESK formulierten „Anforderungen an Endlagergebäude zur Endlagerung Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle“ [4-18] enthalten. Darüber hinaus hat die ESK in einer Empfehlung im Mai 2023 eine „Leitlinie zum sicheren Betrieb eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle“ [4-17] veröffentlicht, in der die Einhaltung der Unterkritikalität und sichere Abfuhr der Nachzerfallswärmeleistung als sicherheitstechnische Randbedingungen aufgezeigt werden.

Im Februar 2019 hat die ESK in der Stellungnahme „Sicherheitskonzeptionelle Anforderungen an das Barrierensystem eines Endlagers für hoch radioaktive Abfälle und deren Umsetzbarkeit“ [4-30] veröffentlicht. Darin werden unterschiedliche Wirtsgesteine und Sicherheitskonzepte miteinander verglichen. In der Stellungnahme „Zum 100 Grad Celsius Kriterium in § 27 (4) des StandAG“ [4-34] hat die ESK Empfehlungen für den weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens gegeben, zur Berücksichtigung des Einflusses der Temperatur auf sicherheitsrelevante Prozesse in verschiedenen Wirtsgesteinen.

G.1.3 Beschränkung der Erzeugung radioaktiver Abfälle

Das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] fordert in § 8 Abs. 1 und 2, bei der Planung und Ausübung von Tätigkeiten jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden und jede Strahlenexposition oder Kontamination auch unterhalb der festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten. Daraus, sowie in Analogie zu § 23 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) [1B-13], leitet sich die Forderung ab, die Erzeugung radioaktiver Abfälle bei der Behandlung bestrahlter Brennelemente auf das praktisch mögliche Mindestmaß zu beschränken. Durch optimierte Brennstoffeinsatzstrategien hat sich der Anfall bestrahlter Brennelemente verringert.

Das Atomgesetz (AtG) [1A-3] beinhaltet mit § 2d AtG das Gebot, den Anfall an radioaktiven Abfällen zu begrenzen. Hinzu kommt, dass in der Bundesrepublik Deutschland die privaten Betreiber kerntechnischer Anlagen aus wirtschaftlichen Gründen bereits selbst die Begrenzung des Abfallaufkommens anstreben.

G.1.4 Berücksichtigung der Abhängigkeiten der Behandlungsschritte

Gemäß § 2c Atomgesetz (AtG) [1A-3] legt die Bundesregierung in einem Nationalen Entsorgungsprogramm dar, wie die nationale Strategie für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle umgesetzt werden soll. In diesem Nationalen Entsorgungsplan sind gemäß § 2d AtG die wechselseitigen Abhängigkeiten der einzelnen Schritte beim Anfall und bei der Entsorgung bestrahlter Brennelemente zu berücksichtigen.

Nach § 9a AtG muss gegenüber der Aufsichtsbehörde nachgewiesen werden, dass für die schadlose Verwertung oder geordnete Beseitigung von bestrahlten Brennelementen ausreichend Vorsorge getroffen ist (Entsorgungsvorsorgenachweis) (vgl. die Ausführungen in Kapitel E.2.5 und A.2).

Die Art der Konditionierung (Verarbeitung und Verpackung) richtet sich nach den Festlegungen und Vorgaben aus den Annahmebedingungen, die in der Genehmigung des vorgesehenen Zwischenlagers bzw. Endlagers festgeschrieben werden. Für die bestrahlten Brennelemente und radioaktiven Abfälle, die zur Einlagerung in das Endlager nach Standortauswahlgesetz bestimmt sind, liegen noch keine Endlagerungsbedingungen vor, da das Endlagerkonzept vom Standort abhängt, der erst nach dem Auswahlverfahren nach Standortauswahlgesetz per Gesetz festgelegt werden soll.

Quantitative Angaben, in denen sich die Berücksichtigung der wechselseitigen Abhängigkeit widerspiegelt, finden sich in den Ausführungen zu Artikel 32 (2) in Sektion D.

G.1.5 Anwendung geeigneter Schutzmethoden

Atomgesetz (AtG) [1A-3], Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] und Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] fordern, um einen wirksamen Schutz zu gewährleisten, Vorsorge gegen mögliche Schäden nach dem Stand von Wissenschaft und Technik zu treffen. Zur Einhaltung des Standes von Wissenschaft und Technik bei der Behandlung bestrahlter Brennelemente werden anerkannte internationale Kriterien und Normen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) ([IAEA 20] und [IAEA 22a]), der Internationalen Strahlenschutzkommission (ICRP) und die Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom [1F-24] einbezogen. Dies wird durch die atomrechtliche Genehmigung gewährleistet, der die jeweilige Anlage unterliegt (vgl. die Ausführungen zu Artikel 19 in Kapitel E.2.3).

Die Einhaltung der Vorgaben der Genehmigung wird durch die atomrechtliche Aufsicht der zuständigen Bundes- und Landesbehörden sichergestellt (vgl. die Ausführungen zu Artikel 19 (2) iv in Kapitel E.2.5).

G.1.6 Berücksichtigung biologischer, chemischer und sonstiger Gefährdungen

Die Vorschriften der sonstigen Rechtsbereiche berücksichtigen die Vorsorge gegen Schäden durch biologische, chemische und andere Gefährdungen (vgl. die Ausführungen zu Artikel 19 in Kapitel E.2). Für die in Deutschland hauptsächlich betroffene Endlagerung werden im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens biologische, chemische und sonstige Gefährdungen durch entsprechende Sicherheitsanalysen berücksichtigt.

Darüber hinaus sind in der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) [1A-10] die Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung bei der Errichtung von Anlagen und die Beachtung anderer Genehmigungserfordernisse (z. B. für nicht radioaktive Emissionen und für Ableitungen in Gewässer) gefordert.

G.1.7 Vermeidung von Auswirkungen auf künftige Generationen

Mit dem Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] werden die einzelnen Verfahrensschritte für die nachfolgende ergebnisoffene Suche und Auswahl eines Standortes für den sicheren Verbleib der hochradioaktiven Abfälle festgelegt mit dem Ziel, ein Endlager einzurichten, das den hohen Anforderungen für den langfristigen Schutz von Mensch und Umwelt vor den Risiken radioaktiver Abfälle gerecht wird. Damit kommen Bund und Länder ihrer Verantwortung für den langfristigen Schutz von Mensch und Umwelt vor den Risiken von radioaktiven Abfällen, auch im Hinblick auf künftige Generationen, nach.

Das Standortauswahlgesetz enthält drei Verordnungsermächtigungen: zwei zum Erlass von Sicherheitsanforderungen und Anforderungen an die Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen für die Endlagerung und eine zur Dokumentation. Im Oktober 2020 wurden die Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndlSiAnfV) [1A-40] und die Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndlSiUntV) [1A-41] verabschiedet. In §§ 3 bis 8 EndlSiAnfV sind bezüglich der Langzeitsicherheit verschiedene zu berücksichtigende Kriterien festgelegt. Dies beinhaltet u. a. die Integrität und Robustheit der technischen und geotechnischen Barrieren sowie einzuhaltende Dosisgrenzwerte für zu erwartende und sogenannte abweichende Entwicklungen während des Bewertungszeitraums von einer Million Jahren.

Mithilfe der noch in der Ausarbeitung befindlichen Verordnung zur Dokumentation soll zukünftig die lückenlose und dauerhafte Verfügbarkeit von Daten und Dokumenten als eine wesentliche Voraussetzung für die Erhaltung der Sicherheit der nuklearen Entsorgung gewährleistet werden. Diese Verordnung wird die in diesem Zusammenhang derzeit noch gültigen Sicherheitsanforderungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) von 2010 ablösen.

G.1.8 Vermeidung unangemessener Belastungen künftiger Generationen

Die „Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk“ [3-13] sowie die „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle“ [BMU 10] berücksichtigen bereits das Prinzip 7 der „*Fundamental Safety Principles*“ der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) [IAEA 06a]. Sie stellen sicher, dass künftigen Generationen keine unangemessenen Belastungen aufgebürdet werden.

Finanzielle Vorsorge für die Stilllegung der Kernkraftwerke sowie für die endlagergerechte Konditionierung der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle wird weiterhin auf Grundlage der gesetzlichen Regelung des Handelsrechts von den Betreibern der Kernkraftwerke getragen. Die Durchführung und Finanzierung der Zwischen- und Endlagerung geht hingegen auf Grundlage des Entsorgungsübergangsgesetzes (EntsorgÜG) [1A-35] in die Verantwortung des Bundes über. Die Entsorgungskosten wurden gemäß Entsorgungsfondsgesetz (EntsorgFondsG) [1A-36] dem Bund von den Betreibern der Kernkraftwerke zum 1. Juli 2017 zur Verfügung gestellt und in einen Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung übertragen. Nach dem Verschluss eines Endlagers sind bis auf geringe Beweissicherungs- und Kontrollmaßnahmen keine Überwachungs- oder Instandhaltungsmaßnahmen notwendig. Daher fallen nach dem Verschluss auch keine unangemessenen Kosten an, die von zukünftigen Generationen zu tragen wären.

G.2 Artikel 5: Vorhandene Anlagen

Artikel 5: Vorhandene Anlagen

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um die Sicherheit jeder Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente, die zu dem Zeitpunkt, zu dem dieses Übereinkommen für die Vertragspartei in Kraft tritt, vorhanden ist, zu überprüfen und um sicherzustellen, daß nötigenfalls alle zumutbaren und praktisch möglichen Verbesserungen zur Erhöhung der Sicherheit dieser Anlage vorgenommen werden.

G.2.1 Erfüllung der Verpflichtungen durch das Gemeinsame Übereinkommen bzgl. vorhandener Anlagen

Die grundsätzlichen Anforderungen an die zu treffenden Vorsorgemaßnahmen sind im Atomgesetz (AtG) [1A-3], im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34], in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] und in sonstigen gesetzlichen Vorschriften sowie in untergesetzlichen Regelungen (vgl. die Ausführungen zu den Artikeln 18 bis 20 in Kapitel E.1 bis E.3) niedergelegt, die allen Anforderungen des Gemeinsamen Übereinkommens entsprechen und zum Teil sogar darüber hinaus gehen. Eine explizite Überprüfung der Anlagen auf Erfüllung der Anforderungen des Gemeinsamen Übereinkommens wird daher als nicht notwendig angesehen.

Die vorhandenen Anlagen unterliegen darüber hinaus während ihrer gesamten Betriebszeit einer permanenten behördlichen Aufsicht. Ergeben sich Änderungen im Stand von Wissenschaft und Technik, kann die Aufsichtsbehörde eine entsprechende Erhöhung der Sicherheit der Anlage nach Maßgabe des § 19 AtG fordern.

Unabhängig davon sehen die „Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern“ [3-150] eine regelmäßig wiederkehrende Überprüfung vor, die gewährleistet, dass die im Gesetz vorgesehenen Schutzziele entsprechend dem herrschenden Stand von Wissenschaft und Technik eingehalten werden. Die Schutzziele erstrecken sich auf den Schutz der Bevölkerung in der Umgebung der Anlage, auf den Schutz der Umwelt, auf den Schutz des Betriebspersonals sowie den Schutz von Sachgütern vor den Wirkungen ionisierender Strahlen.

G.2.2 Verlängerte Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen

In Deutschland wird die trockene Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und verglasten hochradioaktiven Abfällen in Behältern bereits seit mehreren Jahrzehnten praktiziert. Die Aufbewahrungsgenehmigungen für Zwischenlager sind auf 40 Jahre ab Einlagerung des ersten Behälters begrenzt. Tabelle D-1 stellt dar, in welchem Jahr die Genehmigung für das jeweilige Zwischenlager endet. Erforderlich ist die Zwischenlagerung bis zur Übergabe an das Endlager für hochradioaktive Abfälle, dessen Standortauswahlprozess mit der Fortentwicklung des Standortauswahlgesetzes (StandAG) [1A-7b] im Jahr 2017 begonnen wurde. Die Auswahl eines Endlagerstandortes für hochradioaktive Abfälle bedarf großer Sorgfalt, die Zeit erfordert, auch damit im gesamten Prozess eine umfassende Öffentlichkeitsbeteiligung erfolgen kann. Es ist davon auszugehen, dass ein Endlager für bestrahlte Brennelemente nicht vor Ablauf der 40 Jahre ab erster Einlagerung zur Verfügung stehen wird. Nach aktuellem Kenntnisstand erfordert der Standortauswahlprozess mehr Zeit als im Standortauswahlgesetz angenommen (vgl. die Ausführung in Kapitel K.5).

Eine Verlängerung der Zwischenlagerung bedarf der Genehmigung. Sie ist gemäß § 6 Abs. 5 Atomgesetz (AtG) [1A-3] nur aus unabwiesbaren Gründen und nach einer vorherigen Befassung des Deutschen Bundestages möglich.

Im Nationalen Entsorgungsprogramm wird des Weiteren vorgesehen, dass mit der ersten Teilgenehmigung für das Endlager für hochradioaktive Abfälle am Standort auch ein Eingangslager für die bestrahlten Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung genehmigt werden soll und damit die Voraussetzung für den Beginn der Räumung der bestehenden Zwischenlager geschaffen wird.

Die Entsorgungskommission (ESK) stellt in ihrem Positionspapier zur verlängerten Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und sonstiger hochradioaktive Abfälle in Abhängigkeit von der Auswahl des Endlagerstandortes von 2023 [4-20] u. a. relevante Aspekte der verlängerten Zwischenlagerung dar. Dazu gehören insbesondere die genaue Kenntnis des Langzeitverhaltens von Behälter, Komponenten und Inventar für die erforderlichen Sicherheitsnachweise bei der Neugenehmigung,

die Sicherstellung der Abtransportierbarkeit nach langer Lagerzeit, der Knowhow-Erhalt und die Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal über die gesamte Zwischenlagerzeit sowie eine langfristige Dokumentation. Zur Beantwortung dieser Fragen stellt das Forschungsprogramm der BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) [BGZ 22] im Zusammenhang mit laufenden internationalen Kooperationen eine sehr gute Basis dar. Dies wurde durch die ESK wie auch durch die Einstufung als „*area of good performance*“ bei der 7. Überprüfungskonferenz zum gemeinsamen Übereinkommen im Jahr 2022 bestätigt.

Anforderungen an die Zwischenlagerung sind in den „Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern“ der ESK von 2023 im deutschen Regelwerk festgelegt [3-150]. Die Leitlinien beziehen sich auf eine befristete Aufbewahrung über den Zeitraum, der im jeweiligen Genehmigungsverfahren beantragt wurde. Die Befristung der Lagergenehmigungen der deutschen Zwischenlager ist nicht durch limitierende Parameter physikalisch-technischer Art begründet.

Darüber hinaus ist die Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) von Zwischenlagern im Atomgesetz festgeschrieben. Nach § 19a Abs. 3 AtG hat, wer eine sonstige kerntechnische Anlage nach § 2 Abs. 3a Nr. 1 AtG betreibt, nach Betriebsbeginn (Einlagerung des ersten Behälters) alle zehn Jahre eine Überprüfung und Bewertung der nuklearen Sicherheit der jeweiligen Anlage durchzuführen und die Sicherheit der Anlage kontinuierlich zu verbessern.

Die Leitlinie zur Durchführung der PSÜ wurden von der ESK aktualisiert und als „ESK-Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle“ im März 2022 veröffentlicht [3-152].

Für die Durchführung der PSÜ ist der Betreiber des Zwischenlagers verantwortlich. Die Ergebnisse und daraus abgeleitete Maßnahmen sind vom Betreiber zu dokumentieren und der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde vorzulegen. Sofern erforderlich, legt die Aufsichtsbehörde notwendige Maßnahmen für den weiteren Betrieb des überprüften Zwischenlagers fest und überwacht deren frist- und sachgerechte Realisierung. Die Genehmigungsbehörde, seit Juli 2016 das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), nimmt Kenntnis von den Ergebnissen der PSÜ der Zwischenlager sowie deren Beurteilung durch die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden und kann hieraus – falls erforderlich – aktualisierte oder zusätzliche Anforderungen für laufende und zukünftige Genehmigungsverfahren ableiten.

Neben den Anforderungen an die PSÜ wurden auch Anforderungen an das technische Alterungsmanagement in den ESK-Leitlinien [3-152] formuliert. Diese haben das Ziel, sicherheitstechnische Schädigungsmechanismen zu identifizieren und zu überwachen sowie mit geeigneten Maßnahmen zu beherrschen. Die Leitlinie bezieht sich dabei auf zugängliche technische Einrichtungen und Komponenten, die für die Einhaltung der Schutzziele relevant sind. Insbesondere soll auch der anlagenübergreifende Erfahrungsaustausch der Fortentwicklung des Alterungsmanagements dienen. Nicht-technische Aspekte wie Wissensmanagement, Datensicherung, Personalplanung und Sicherung notwendiger Ressourcen werden dem Sicherheitsmanagement zugeordnet. Sie werden nicht im Alterungsmanagement adressiert.

Für eine Verlängerung der Zwischenlagerung sind einerseits Erkenntnisse aus den ausgewerteten Betriebserfahrungen und den Inspektionen, wie sie aus der PSÜ vorliegen, zugrunde zu legen und andererseits hinreichend belastbare Daten zu den sicherheitstechnisch relevanten Komponenten und Werkstoffen notwendig. Dazu werden auf Deutschland übertragbare Daten und entsprechende Erkenntnisse aus internationalen Untersuchungsprogrammen herangezogen bzw. zielgerichtet zusätzliche nationale Forschungsarbeiten durchgeführt [BGZ 22]. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) fördert als oberste Aufsichtsbehörde die nationale Forschung in dem Bereich und unterstützt eine Mitwirkung

bzw. Kooperation fachkompetenter Organisationen, die sich in seinem Auftrag bei den internationalen Organisationen wie die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) und die *Nuclear Energy Agency* (NEA) der *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) einbringen und neue Aspekte zur Zwischenlagerung aufgreifen bzw. Erfahrungsaustausch betreiben. Ein Ergebnis daraus ist ein Ansatz zur Identifizierung von sicherheitstechnisch relevanten Wissenslücken für einen verlängerten Zwischenlagerzeitraum. In nationalen Forschungsprogrammen wurden bisher Aspekte wie der Stand der trockenen Zwischenlagerung in Deutschland und im internationalen Vergleich, technisches und nichttechnisches Alterungsmanagement, das Langzeitverhalten der Behälter und eingelagerter Inventare sowie speziell auf die Zwischenlagerung in Deutschland zutreffende Problemstellungen und das Thema Erfahrungsaustausch behandelt.

Das aktuelle Forschungsprogramm der BGZ zur verlängerten Zwischenlagerung hochradioaktiver Abfälle zeigt den dazu notwendigen Forschungsbedarf auf und gibt einen Überblick über die Forschungsstrategie sowie die diesbezüglichen Aktivitäten. Konkrete Vorhaben wurden bereits initiiert, so dass erste Ergebnisse in den nächsten Jahren zu erwarten sind. Das Forschungsprogramm wird laufend fortgeschrieben und aktualisiert und an den sich weiterentwickelnden Stand von Wissenschaft und Technik angepasst. Das Forschungsprogramm bildet die Grundlage dafür, die Sicherheit der Zwischenlagerung auch über den bisher genehmigten Zeitraum nachzuweisen.

Im Zuge des Organisationserlasses des Bundeskanzlers vom 8. Dezember 2021 wurden dem Bundesumweltministerium alle aus dem Geschäftsbereich des Bundeswirtschaftsministeriums verbliebenen Zuständigkeiten für Kernenergie und nukleare Sicherheits- und Entsorgungsforschung (ohne die Zuständigkeit für die Finanzierung von Rückbau und Entsorgung) übertragen. Dies umfasst insbesondere die Zuständigkeit für das Projektförderprogramm zur Sicherheitsforschung für kerntechnische Anlagen 2021-2025. Ein Förderschwerpunkt der Projektförderung des Bundesumweltministeriums zur standortunabhängigen Entsorgungsforschung ist die Erforschung der Auswirkungen verlängerter Zwischenlagerzeiten auf Abfälle und Behälter. Das Bundesumweltministerium fördert damit die Schaffung bzw. kontinuierliche Weiterentwicklung wissenschaftlicher anwendungsorientierter Grundlagen zur Bewertung des Langzeitverhaltens von Behältern und Abfällen unter lagerspezifischen Beanspruchungsbedingungen sowie zur Schutzwirkung der Gebäude über die verlängerten Nutzungsdauern und bei den nachfolgenden Transporten im Vorfeld der Endlagerung. Damit wird zur Erhöhung der Sicherheit während der verlängerten Zwischenlagerung und nachfolgender Transporte sowie zur Erweiterung des Kenntnisstandes zum Zustand der bestrahlten Brennelemente und Behälter im Vorfeld der Endlagerung beigetragen. Im Fokus stehen experimentelle und theoretische Untersuchungen von Alterungseffekten und Schädigungsmechanismen von Behältern, deren Komponenten (z. B. Dichtsysteme) sowie die Bereitstellung entsprechend angepasster Analyse- und Bewertungsmethoden. Auch Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Bereitstellung von Methoden zur kontinuierlichen Zustandsüberwachung werden gefördert. Zusätzlich können Arbeiten zum Umgang mit beschädigten Brennelementen oder Beiträge zur Weiterentwicklung des Alterungsmanagements Gegenstand der Förderung sein.

Seit 2019 veranstaltet die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) alle zwei Jahre einen Fachworkshop Zwischenlagerung für die interessierte Fachöffentlichkeit. In 2023 präsentierte die BGZ ihr aktualisiertes Forschungsprogramm, das sich mit den vielfältigen Herausforderungen bei der notwendigen verlängerten Zwischenlagerung hochradioaktiver Abfälle auseinandersetzt und dem neuen Zeitstrahl, der dem angepassten Zeithorizont für die Endlagersuche Rechnung trägt. Das Forschungsprogramm erfährt national wie auch international eine hohe Wertschätzung und Anerkennung. Das Interesse an dem Fortschritt der einzelnen Untersuchungsprogramme ist groß. Die Ergebnisse hierzu fließen direkt in die neu zu beantragenden Aufbewahrungsgenehmigungen für die Zwischenlager ein, die ursprünglich auf 40 Jahre befristet wurden.

Seit 2017 führt die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH einen jährlichen Workshop zu wissenschaftlich-technischen Fragestellungen bzgl. der Sicherheit der verlängerten

Zwischenlagerung durch. Diese Veranstaltung behandelt sowohl die besonderen nationalen Fragestellungen als auch internationale Forschungen rund um die verlängerte Zwischenlagerung und schließt dabei Forschungsthemen der Betreiber, Gutachter sowie Großforschungseinrichtungen und Hochschulen ein. Die Veranstaltung hat sich national und international als eine der wichtigen Plattformen zum Austausch etabliert.

G.2.3 ARTEMIS-Folgemission 2022 in Deutschland

Die Berichterstattungspflichten, die sich aus Artikel 14 der Richtlinie 2011/70/Euratom ergeben, enthalten u. a. die Verpflichtung für die Mitgliedsstaaten, alle zehn Jahre eine regelmäßige Selbstbewertung ihres nationalen Gesetzes-, Vollzugs- und Organisationsrahmens, ihrer zuständigen Regulierungsbehörde sowie des nationalen Entsorgungsprogramms und dessen Umsetzung vorzusehen und diese durch internationale Experten überprüfen zu lassen. Zur Durchführung dieser Überprüfung bietet die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) den Mitgliedstaaten der Europäische Atomgemeinschaft (Euratom) die Dienste ihres *Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation* (ARTEMIS) an. Eine solche ARTEMIS-Mission wurde von der Bundesrepublik Deutschland im Herbst 2019 durchgeführt.

Um die Fortschritte in der Umsetzung der bei dieser Überprüfungsmission befundenen Empfehlungen und Hinweise zu demonstrieren und in entsprechendem internationalem Rahmen zur Überprüfung zu stellen, wurde auf Einladung der Bundesrepublik Deutschland im November 2022 eine sog. Folgemission durchgeführt. Sie stellt das Analogon zu ähnlichen Folgeüberprüfungen nach drei Jahren (wie etwa bei der IRRS-Mission) dar. Bei der deutschen Folgemission handelt es sich um die erste in diesem Rahmen durchgeführte Überprüfung weltweit.

Der Einladung gefolgt war ein fünfköpfiges Team erfahrener internationaler Experten, die von drei Mitarbeitenden der IAEO unterstützt wurden. Den Diskussionen zugrunde lag eine deutsche Selbstbewertung hinsichtlich der Umsetzung der Befunde der 2019er ARTEMIS-Mission, die vorab von den auf deutscher Seite eingebundenen Behörden und Organisationen erstellt worden war. Hierzu gehörten federführend das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium), daneben das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), die bundeseigenen Gesellschaften Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) und EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH (EWN) sowie als Sachverständigenorganisation des Bundes die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH. Neben den fachlichen Diskussionen zwischen dem Expertenteam und Vertretern der deutschen Seite rundete ein Besuch bei dem in Stilllegung befindlichen Kernkraftwerksstandort in Biblis die Folgemission ab.

Im Rahmen der ursprünglichen ARTEMIS-Mission wurden neben der Identifizierung einer Guten Praxis insgesamt drei Empfehlungen und zwölf Hinweise ausgesprochen. Als Ergebnis der Folgemission wurden zu elf dieser fünfzehn Befunde Umsetzungsfortschritte festgestellt, die einer Erfüllung der Befunde gleichkamen, in zwei Fällen davon unter der Maßgabe, dass bereits eingeleitete Umsetzungen in der beschriebenen Art und Weise weiter erfolgreich fortgesetzt würden. Als weiterhin offen wurden zwei Empfehlungen aus dem Bereich Kostenabschätzungen und -berichterstattung bezüglich der Entsorgung angesehen sowie zwei Hinweise aus dem Bereich der Planung der Endlagerung am Standort des Endlagers nach dem Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] bzw. bezüglich der Demonstration von Abfallminimierungsmaßnahmen im Rahmen des Verzeichnisses radioaktiver Abfälle, mit dem der Bund in regelmäßigen Abständen sein Abfallinventar an den verschiedenen Standorten in Deutschland veröffentlicht.

Eine abschließende Darstellung der Folgemission und ihrer Ergebnisse wurde im November 2022 als Bericht an das Bundesumweltministerium überreicht und auf der Webseite des ARTEMIS-Überprüfungsdienstes veröffentlicht [IAEA 22b].

G.3 Artikel 6: Wahl des Standorts geplanter Anlagen

Artikel 6: Wahl des Standorts geplanter Anlagen

- (1) *Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß für eine geplante Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente Verfahren festgelegt und angewendet werden,*
- i) um die Bewertung aller einschlägigen standortbezogenen Faktoren zu ermöglichen, welche die Sicherheit einer solchen Anlage während ihrer Betriebsdauer beeinträchtigen könnten;*
 - ii) um die Bewertung der mutmaßlichen Auswirkungen einer solchen Anlage auf die Sicherheit des einzelnen, der Gesellschaft und der Umwelt zu ermöglichen;*
 - iii) um der Öffentlichkeit Informationen über die Sicherheit einer solchen Anlage zugänglich zu machen;*
 - iv) um Konsultationen mit Vertragsparteien in der Nachbarschaft einer solchen Anlage aufnehmen zu können, soweit sie durch diese Anlage betroffen sein könnten, und um die Übermittlung allgemeiner Daten über die Anlage an sie auf ihr Verlangen zu ermöglichen, damit diese die mutmaßlichen Auswirkungen der Anlage auf die Sicherheit ihres Hoheitsgebiets beurteilen können.*
- (2) *Zu diesem Zweck trifft jede Vertragspartei die geeigneten Maßnahmen, um durch die Wahl des Standorts nach den allgemeinen Sicherheitsanforderungen des Artikels 4 sicherzustellen, daß diese Anlagen keine unannehmbaren Auswirkungen für andere Vertragsparteien haben.*

G.3.1 Einbeziehung standortbezogener Faktoren auf die Sicherheit während der betrieblichen Lebensdauer

Die Genehmigung von ortsfesten Anlagen zur Bearbeitung oder Verarbeitung bestrahlter Brennelemente erfolgt gemäß § 7 Abs. 1 Atomgesetz (AtG) [1A-3], die Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen außerhalb der staatlichen Verwahrung gemäß § 6 Abs. 1 AtG. Das Atomgesetz versteht unter einer solchen Aufbewahrung auch die Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente. Zur Erlangung einer Genehmigung sind vom Antragsteller Unterlagen beizubringen, aus denen alle für die Bewertung relevanten Daten hervorgehen. Zusammengefasst werden die Daten im sogenannten Sicherheitsbericht, welcher ein zentrales Dokument im Genehmigungsverfahren ist. Art und Umfang der Unterlagen und der darin enthaltenen Informationen sind in der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) [1A-10] geregelt.

Gemäß § 2 AtVfV ist der Antrag für die geplante Errichtung einer neuen Anlage schriftlich bei der Genehmigungsbehörde zu stellen. Dieser Antrag muss auch die Angaben über alle einschlägigen standortbezogenen Faktoren enthalten.

§ 3 AtVfV legt Art und Umfang der Unterlagen fest, welche in den Ausführungen zu Artikel 19 (2) ii in Kapitel E.2.3 näher beschrieben sind. Üblicherweise werden die aufgeführten Angaben zum Standort und zur Anlage im Sicherheitsbericht sowie in ergänzenden Unterlagen zusammengestellt.

Für Anlagen, welche in Anlage 1 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) [1B-14] aufgeführt sind, ist ferner eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchzuführen. Errichtung und Betrieb von Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente sind gemäß den Nummern 11.1 bzw. 11.3 Anlage 1 UVPG u. a. UVP-pflichtig:

„11.1 Errichtung und Betrieb einer ortsfesten Anlage zur Erzeugung oder zur Bearbeitung oder Verarbeitung oder zur Spaltung von Kernbrennstoffen oder zur Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe [...]“,

„11.3 [...] Errichtung und Betrieb einer Anlage oder Einrichtung zur Bearbeitung oder Verarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe oder hochradioaktiver Abfälle oder zu dem ausschließlichen Zweck der für mehr als zehn Jahre geplanten Lagerung bestrahlter Kernbrennstoffe oder radioaktiver Abfälle an einem anderen Ort als dem Ort, an dem diese Stoffe angefallen sind“.

Bei UVP-pflichtigen Vorhaben ist dem Antrag gemäß § 3 Abs. 2 AtVfV ein UVP-Bericht beizufügen, der die Angaben enthält, die nach § 16 Abs. 1 UVPG erforderlich sind (vgl. den Abschnitt zur UVP bei den Ausführungen zu Artikel 19 (2) ii in Kapitel E.2.3). Dazu gehört auch eine Beschreibung über die wichtigsten, vom Antragsteller geprüften technischen Verfahrensalternativen, einschließlich der Angabe der wesentlichen Auswahlgründe, soweit diese Angaben für die Beurteilung der Zulässigkeit des Vorhabens nach § 7 AtG bedeutsam sein können.

Mit diesen umfangreichen Angaben sind die Behörde sowie evtl. zugezogene unabhängige Gutachter im Sinne von Artikel 6 (1) i des Gemeinsamen Übereinkommens in der Lage, die Bewertung aller einschlägigen standortbezogenen Faktoren durchzuführen, welche die Sicherheit einer Anlage zur Behandlung bestrahlter Brennelemente während ihrer betrieblichen Lebensdauer beeinträchtigen könnten.

Speziell für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle in Behältern stellen die Leitlinien der Entsorgungskommission (ESK) [3-150] neben den bereits genannten Rechtsvorschriften weitere Anforderungen an die baulichen Einrichtungen, die hierdurch zu gewährende Abschirmung ionisierender Strahlung, die Wärmeabfuhr aus den Behältern und aus dem Zwischenlagergebäude, die zu gewährleistende Kritikalitätssicherheit und sonstige Bereiche zusammen. Diese Leitlinien werden bei der Genehmigung neuer Einrichtungen zur Zwischenlagerung zugrunde gelegt. Hinsichtlich der verlängerten Zwischenlagerung liegen noch keine regulatorischen Festlegungen vor.

G.3.2 Auswirkungen auf die Sicherheit des Einzelnen, der Gesellschaft und der Umwelt

Ergänzend zu den standortbezogenen Informationen (siehe die Ausführungen zu Artikel 6 (1) i in Kapitel G.3.1) enthalten Sicherheitsbericht und ergänzende Unterlagen Angaben zu folgenden Themen (vgl. die Ausführungen zu Artikel 19 (2) ii in Kapitel E.2.3):

- Ablauf der Errichtung und des Betriebes: Übersicht über das Gesamtvorhaben, Betriebsvorschriften, Qualitätssicherungskonzept, Brandschutz, Dokumentation usw.,
- betrieblicher Strahlenschutz: Strahlenschutzbereiche in der Anlage, Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung hinsichtlich Raum- und Anlagenüberwachung, Personenüberwachung (physikalische Strahlenschutzkontrolle), Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe und Umgebungsüberwachung, Überwachung der aus dem Kontrollbereich auszuschleusenden Reststoffe, Maßnahmen zur Begrenzung der Strahlenexposition des Personals und der Umgebung,
- Abfall- und Reststoffmanagement: Entsorgung freigegebener Reststoffe aus dem Betrieb, Konditionierung, Lagerung und ggf. Abgabe von radioaktiven Betriebsabfällen,
- Strahlenexposition in der Umgebung: Antragswerte für Ableitungen mit der Luft sowie für Ableitungen mit dem Wasser und Begründung hierzu, Berechnung der resultierenden Strahlenexpositionen durch Ableitungen radioaktiver Stoffe und durch Direktstrahlung,

- Störfallbetrachtungen: Darstellung von Schutzziele und möglichen Störfällen, Störfallbetrachtungen für den Betrieb, Strahlenexposition infolge von Störfällen,
- weitere Auswirkungen des Anlagenbetriebs auf die Umwelt: Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen auf Menschen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft sowie Kultur und sonstige Sachgüter.

Daneben sind natürlich auch die bereits aufgeführten Angaben zu Standort und geplanter Anlage in diesem Zusammenhang relevant. Die Leitlinien der Entsorgungskommission (ESK) [3-150] fassen die Anforderungen speziell für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle in Behältern zusammen. Somit sind die zuständige Behörde sowie evtl. zugezogene unabhängige Gutachter im Sinne von Artikel 6 (1) ii des Gemeinsamen Übereinkommens in der Lage, die Bewertung der mutmaßlichen Auswirkungen einer Anlage zur Behandlung bestrahlter Brennelemente auf die Sicherheit des Einzelnen, der Gesellschaft und der Umwelt durchzuführen.

G.3.3 Information der Öffentlichkeit über die Sicherheit der Anlage

Über das Vorhaben zur Errichtung einer Anlage zur Behandlung bestrahlter Brennelemente wird gemäß § 4 Atomrechtliche Verfahrensverordnung (AtVfV) [1A-10] durch Bekanntmachung und öffentliche Auslegung der Unterlagen informiert. Der evtl. durchzuführende Erörterungstermin wird in den §§ 8 bis 13 AtVfV geregelt. Beim Erörterungstermin handelt es sich um die mündliche Diskussion der zuvor ggf. erhobenen Einwendungen gegen das geplante Verfahren zwischen der Behörde und den Einwendern sowie dem Antragsteller. Der Erörterungstermin soll denjenigen, die Einwendungen innerhalb der in § 7 AtVfV bestimmten Frist erhoben haben, die Gelegenheit geben, ihre Einwendungen zu erläutern. Der Erörterungstermin ist nach § 12 Abs. 1 AtVfV nicht öffentlich.

Details über das betreffende Verfahren sind im Abschnitt zur Öffentlichkeitsbeteiligung in den Ausführungen zu Artikel 19 (2) ii in Kapitel E.2.3 beschrieben.

Durch diese Vorgehensweise, insbesondere durch die Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung und des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) [1B-14], ist im Sinne von Artikel 6 (1) iii des Gemeinsamen Übereinkommens gewährleistet, dass der Öffentlichkeit alle notwendigen Informationen über die Sicherheit von geplanten Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente zugänglich sind.

G.3.4 Konsultation der Vertragsparteien in der Nachbarschaft

In § 7a Atomrechtliche Verfahrensverordnung (AtVfV) [1A-10] wird auf die Abschnitte 1 und 3 des Teils 5 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) [1B-14] verwiesen, in dem das Verfahren bei grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen geregelt wird, welches auch für Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente relevant ist. Bei einem Vorhaben, für das eine Umweltverträglichkeitsprüfung verpflichtend durchzuführen ist, benachrichtigt die deutsche Behörde nach § 54 Abs. 1 UVP frühzeitig die von dem anderen Staat benannte Behörde durch Übersendung geeigneter Unterlagen über das Vorhaben.

Die zuständige deutsche Behörde bittet die von dem anderen Staat benannte Behörde um Mitteilung innerhalb einer angemessenen Frist, ob eine Beteiligung gewünscht wird.

Die deutsche Genehmigungsbehörde hat nach § 56 Abs. 2 UVP darauf hinzuwirken, dass das Vorhaben in dem anderen Staat auf geeignete Weise bekannt gemacht wird, dass dabei angegeben wird, bei welcher deutschen Behörde in welcher Form und in welcher Frist Äußerungen übermittelt werden können, und dass dabei darauf hingewiesen wird, dass mit Ablauf der festgelegten Frist alle Äußerungen für das Verfahren über die Zulässigkeit des Vorhabens ausgeschlossen sind, die nicht auf besonderen privatrechtlichen Titeln beruhen.

Die Genehmigungsbehörde gibt den zu beteiligenden Behörden des anderen Staates auf der Grundlage der übersandten Unterlagen mindestens im gleichen Umfang wie den nach § 17 UVPG zu beteiligenden Behörden Gelegenheit, innerhalb angemessener Frist vor der Entscheidung über den Antrag ihre Stellungnahmen abzugeben. Dort ansässige Personen sind im Hinblick auf ihre weitere Beteiligung am Genehmigungsverfahren Inländern gleichgestellt.

Nach § 55 Abs. 1 Satz 3 UVPG können vom Antragsteller eine Übersetzung der beizubringenden Kurzbeschreibung sowie, soweit erforderlich, weitere für die grenzüberschreitende Beteiligung bedeutsame Angaben zum Vorhaben, insbesondere zu grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen, verlangt werden.

Nach § 55 Abs. 5 UVPG sind, soweit erforderlich, Konsultationen zwischen den zuständigen obersten deutschen Bundes- und Landesbehörden und den zuständigen Behörden des anderen Staates über die grenzüberschreitenden Umweltauswirkungen des Vorhabens und über die Maßnahmen zu deren Vermeidung oder Verminderung vorgesehen.

Ferner findet die grenzüberschreitende Behördenbeteiligung gemäß § 8 UVPG Anwendung, sofern ein Schutzgut in einem anderen Staat betroffen sein kann.

Des Weiteren ist jeder Mitgliedstaat der Europäischen Atomgemeinschaft gemäß Artikel 37 Euratom [1F-1] verpflichtet, der Europäischen Kommission über jeden Plan zur Ableitung radioaktiver Stoffe aller Art die allgemeinen Angaben zu übermitteln, aufgrund derer festgestellt werden kann, ob die Durchführung des Plans eine radioaktive Kontamination des Wassers, des Bodens oder des Luftraums eines anderen Mitgliedstaates verursachen kann. Auch hierdurch wird den Anforderungen von Artikel 6 Abs. 2 des Gemeinsamen Übereinkommens Genüge getan. Diese Angaben umfassen in der Regel Ausführungen zum Standort, zur Anlage, zur Ableitung radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre bzw. von flüssigen radioaktiven Stoffen im Normalbetrieb, zur Beseitigung der festen radioaktiven Abfälle, zu nichtgeplanten Ableitungen radioaktiver Stoffe und zur Umgebungsüberwachung.

G.3.5 Maßnahmen zur Vermeidung unannehmbarer Auswirkungen auf andere Vertragsparteien

Auswirkungen des Betriebs von Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente auf die Schutzgüter, wie Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft usw., werden im Rahmen der vom Antragsteller beizubringenden Unterlagen beschrieben, wie in den Ausführungen zu Artikel 6 (1) in Kapitel G.3.2 dargelegt wurde.

Auswirkungen auf andere Vertragsparteien des Gemeinsamen Übereinkommens, welche einer Anlage zur Behandlung bestrahlter Brennelemente benachbart sind, können sich im Normalbetrieb durch die genehmigten Ableitungen mit dem Abwasser und der Fortluft aus der Anlage ergeben, in einem Störfall auch durch die evtl. zusätzliche Freisetzung von Radioaktivität in die Umwelt:

- Im Normalbetrieb ist gemäß § 99 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] die Ableitung radioaktiver Stoffe so begrenzt, dass sich jeweils aus der Ableitung mit Wasser und mit Luft je Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung höchstens die in Tabelle F-1 zu § 99 StrlSchV genannten Dosiswerte ergeben dürfen.
- Bei Störfällen in Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente gelten die Vorschriften von § 104 StrlSchV. Dieser legt für Anlagen, die der standortnahen Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente dienen, fest, dass in der Umgebung der Anlage im ungünstigsten Störfall durch Freisetzung radioaktiver Stoffe höchstens die in Tabelle F-1 zu § 104 StrlSchV genannten Dosiswerte auftreten dürfen. In Störfällen bei sonstigen Anlagen und Einrichtungen und bei Stilllegungen werden Art und Umfang der Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des Einzelfalls, insbesondere unter Berücksichtigung des Gefährdungspotenzials der Anlage und der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Störfalls, durch die Behörde festgelegt.

Im Rahmen der Beteiligung von Behörden in den Nachbarstaaten werden diese auch über die möglichen radiologischen Auswirkungen von Normalbetrieb und evtl. Störfällen informiert. Wenn die genannten Dosisgrenzwerte, die dem einschlägigen Regelwerk der Europäischen Union (EU) sowie allgemein dem internationalen Stand entsprechen, auch von anderen Vertragsstaaten zugrunde gelegt werden, sind die Auswirkungen auch für diese annehmbar.

G.4 Artikel 7: Auslegung und Bau von Anlagen

Artikel 7: Auslegung und Bau von Anlagen

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen,

- i) daß bei der Auslegung und dem Bau einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente geeignete Vorkehrungen zur Begrenzung möglicher radiologischer Auswirkungen auf den einzelnen, die Gesellschaft und die Umwelt, auch aufgrund von Ableitungen oder unkontrollierten Freisetzungen, getroffen werden;*
- ii) daß im Stadium der Auslegung Planungskonzepte und, soweit erforderlich, technische Vorschriften für die Stilllegung einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente berücksichtigt werden;*
- iii) daß sich die bei der Auslegung und dem Bau einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente eingesetzten Techniken auf Erfahrung, Erprobung oder Analyse stützen.*

G.4.1 Allgemeine Schutzziele

Für Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente (vgl. Tabelle L-1 bis Tabelle L-4) gelten die Schutzziele, wie sie in § 1 Nr. 2 Atomgesetz (AtG) [1A-3]:

- Schutz von Leben, Gesundheit und Sachgütern vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung

oder in § 1 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34]:

- Schutz des Menschen und, soweit es um den langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit geht, der Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung

genannt werden. Darüber hinaus sind in § 6 Abs. 2 AtG Genehmigungsvoraussetzungen enthalten, durch deren Einhaltung die Schutzziele gewährleistet werden. Beides deckt die Vorgaben des Gemeinsamen Übereinkommens ab.

In Genehmigungsverfahren wird von der jeweils zuständigen Genehmigungsbehörde darauf geachtet, dass die betreffenden Vorschriften eingehalten werden. Das heißt, dass schon in der Auslegungsphase eine ständige Überprüfung der Einhaltung der Schutzziele stattfindet. Dies bezieht sich sowohl auf den Normalbetrieb als auch auf unkontrollierte Freisetzungen bei Störfällen. Durch die Auslegung der Anlagen und die Festlegung von Obergrenzen für die radioaktiven Ableitungen in der Genehmigung wird sichergestellt, dass im späteren Betrieb die radiologischen Auswirkungen auf den Einzelnen, die Gesellschaft und die Umwelt auf ein unschädliches Maß begrenzt sind.

G.4.2 Vorsorge für Stilllegung

Für die Stilllegung von Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente gelten die gleichen rechtlichen Voraussetzungen bzw. Randbedingungen wie für andere kerntechnische Anlagen. Sie werden für einen bestimmten Betriebszweck genehmigt und sind nach Ablauf der Betriebsgenehmigung zu beseitigen. Auch für die Stilllegung und den Abbau gibt es Regelungen. Nach einem Erlass des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) sind die „Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern“ [3-150] der Entsorgungskommission (ESK) anzuwenden. In diesen Leitlinien findet sich unter Ziffer 2.16 die folgende Vorgabe zur Stilllegung:

„Das Zwischenlager ist so zu konzipieren und auszuführen, dass es unter Einhaltung der Strahlenschutzbestimmungen stillgelegt und entweder einer weiteren Nutzung zugeführt oder beseitigt werden kann. Vor einer weiteren Nutzung oder einem Abriss des Lagergebäudes ist durch Messung nachzuweisen, dass das Gebäude nicht kontaminiert oder ausreichend dekontaminiert und frei von unzulässiger Aktivierung ist. Die bau- und abfallrechtlichen Anforderungen sind zu beachten.“

Das heißt, dass für die Stilllegungsphase der genannten Anlagen Strahlenschutzaspekte zu berücksichtigen sind, wie sie im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] zu finden sind. Es sind jedoch auch Vorschriften u. a. aus dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) [1B-13] und den Landesbauordnungen zu berücksichtigen. Diese gesetzlichen Vorgaben geben alle zusammen den Rahmen, innerhalb dessen die technische Ausführung zu planen ist, die darüber hinaus den jeweiligen Stand der allgemein anerkannten Regeln der Technik zu berücksichtigen hat.

G.4.3 Technische Grundlagen

In Deutschland sind beim Bau von Anlagen sowie bei der Qualitätssicherung vorhandener Anlagen grundsätzlich in den untergesetzlichen Regelwerken niedergelegten Vorgaben zu berücksichtigen, z. B. Anforderungen aus den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Dazu gehören nationale und internationale Normen und Richtlinien des Deutschen Instituts für Normung e. V. (DIN), der *International Organization for Standardization* (ISO) und des Vereins Deutscher Ingenieure e. V. (VDI) sowie die Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) (vgl. auch die Ausführungen zu Artikel 19 (2) in Kapitel E.2.2). Sie haben die Funktion, die generellen Anforderungen an die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden für ihren Anwendungsbereich zu konkretisieren.

Sowohl die Normen als auch der Stand von Wissenschaft und Technik sind Ergebnisse aus Erfahrungsprozessen. So sind in Deutschland die Erfahrungen aus kerntechnischen Forschungseinrichtungen ebenso wie die Erfahrungen aus der industriellen Anwendung in die allgemein anerkannten Regelwerke eingeflossen.

Die Entwicklung von Transport- und Lagerbehältern beruht auf langjähriger Erfahrung in der Entwicklung und Fertigung solcher Behälter, auf Erprobung z. B. durch Fallversuche und auf Analyse durch Rechencodes, die sich auf Versuchsergebnisse stützen. Durch Forschungsprogramme (z. B. Langzeitsicherheitsuntersuchungen) im staatlichen wie im privatwirtschaftlichen Bereich werden Einzelfragen bearbeitet, deren Ergebnisse wiederum in die Aktualisierung vorhandener Regeln und die Festlegung neuer Regeln Eingang finden.

G.5 Artikel 8: Bewertung der Anlagensicherheit

Artikel 8: Bewertung der Anlagensicherheit

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen,

- i) daß vor dem Bau einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente entsprechend der von der Anlage ausgehenden Gefährdung und unter Berücksichtigung ihrer Betriebsdauer eine systematische Sicherheitsbewertung und eine Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt vorgenommen werden;*
- ii) daß vor Inbetriebnahme einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente auf den neuesten Stand gebrachte detaillierte Fassungen der Sicherheitsbewertung und der Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt erstellt werden, sofern dies zur Vervollständigung der unter Ziffer i genannten Bewertungen für notwendig erachtet wird.*

G.5.1 Bewertung der Sicherheit im Genehmigungsverfahren

Die Bewertung der Sicherheit kerntechnischer Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente (zentrale und dezentrale Zwischenlager, Pilot-Konditionierungsanlage in Gorleben) und die Bewertung der Umweltauswirkungen erfolgen vor dem Bau einer solchen Einrichtung im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens (vgl. die Ausführungen zu Artikel 19 (2) i i in Kapitel E.2).

Eine Bewertung der Sicherheit und der Umweltauswirkungen vor der Inbetriebnahme findet im Rahmen der begleitenden atomrechtlichen Aufsicht statt.

Regulatorische Grundlagen

Die Errichtung und der Betrieb kerntechnischer Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente erfordert eine Genehmigung nach dem Atomgesetz (AtG) [1A-3]. Für die baulichen Maßnahmen ist darüber hinaus eine baurechtliche Genehmigung nach der Landesbauordnung des jeweiligen Bundeslandes erforderlich.

Die atomrechtliche Genehmigung ist bei der zuständigen Genehmigungsbehörde zu beantragen. Mit dem Antrag ist darzustellen, inwieweit die kerntechnische Anlage die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden gewährleistet und den Vorgaben des gültigen Regelwerks entspricht. Art und Inhalt der dem Antrag beizufügenden Unterlagen müssen den Vorgaben der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) [1A-10] entsprechen oder diese im Fall von Anlagen zur Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente sinngemäß erfüllen. Die erforderlichen Unterlagen (siehe auch KTA 1404 [KTA 1404]) sind in den Ausführungen zu Artikel 19 (2) ii und iii in Kapitel E.2 detailliert aufgeführt.

Für die seit 1999 beantragten Genehmigungen zur Aufbewahrung bestrahlter Brennelemente wurde als unselbständiger Teil des Genehmigungsverfahrens eine Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) [1B-14] auf Basis europäischer Anforderungen in der Richtlinie 2011/92/EU [1F-12] durchgeführt. In diesen Fällen sind die Unterlagen zu ergänzen um:

- Darstellung möglicher Auswirkungen des Vorhabens auf Menschen, einschließlich der menschlichen Gesundheit, Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft, Kulturgüter und sonstige Sachgüter, sowie die Wechselwirkungen zwischen den vorgenannten Schutzgütern,
- Darstellung von Maßnahmen, mit denen erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt vermieden, vermindert und ausgeglichen werden,

- Übersicht über die vom Antragsteller geprüften technischen Verfahrensalternativen einschließlich der Auswahlgründe, soweit bedeutsam, sowie
- Hinweise auf Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Angaben für die Prüfung der Umweltauswirkungen.

Behördliche Prüfungen

Die zuständigen Behörden sind im Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für die Prüfung der eingereichten Unterlagen und Genehmigungsvoraussetzungen verantwortlich. Dazu können gemäß § 20 AtG Sachverständige zugezogen werden. Die grundsätzlichen Anforderungen an Gutachten sind in der „Rahmenrichtlinie über die Gestaltung von Sachverständigengutachten in atomrechtlichen Verwaltungsverfahren“ [3-34] formuliert. Die Sachverständigen überprüfen im Detail die vom Antragsteller eingereichten Unterlagen und Genehmigungsvoraussetzungen. Anhand der im Gutachten darzulegenden Bewertungsmaßstäbe werden eigene Prüfungen und Berechnungen – vorzugsweise mit anderen Methoden und Programmen als vom Antragsteller – durchgeführt und diese Ergebnisse gutachtlich bewertet. Sofern keine spezifischen Vorschriften für die Sicherheitsbewertung von kerntechnischen Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente vorliegen, werden ggf. einschlägige Regelungen aus dem vorhandenen Regelwerk für die Sicherheitsbewertung von Kernkraftwerken sinngemäß angewandt (z. B. [3-23], [3-33.2], [3-0.1], [3-0.2] und KTA 2101 [KTA 2101.1], [KTA 2101.2], [KTA 2101.3]). Spezifische Anforderungen an Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente können aus internationalen Empfehlungen, z. B. der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) [IAEA 20], abgeleitet werden.

Eine Genehmigungsvoraussetzung ist die Zuverlässigkeit der für den Umgang mit radioaktiven Stoffen verantwortlichen Personen. Die entsprechende Prüfung nach § 12b AtG wird von den zuständigen Behörden zum Schutz gegen unbefugte Handlungen, die zu einer Entwendung oder einer erheblichen Freisetzung radioaktiver Stoffe führen können, gemäß der Atomrechtlichen Zuverlässigkeitsüberprüfungs-Verordnung (AtZüV) [1A-19] durchgeführt.

Anforderungen an Auslegung und Betrieb

Die Anforderungen an Auslegung und Betrieb von kerntechnischen Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente werden exemplarisch anhand der Anforderungen für die trockenen Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente dargestellt:

Für die technische Auslegung und den Betrieb von kerntechnischen Anlagen zur trockenen Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in Behältern sind die Leitlinien der Entsorgungskommission (ESK) von 2023 zugrunde zu legen [3-150].

Zur Vorsorge gegen Schäden nach dem Stand von Wissenschaft und Technik sind folgende radiologische Schutzziele einzuhalten:

- Sicherer Einschluss des radioaktiven Inventars
Die Barrieren bzw. Brennelementbehälter, die den Einschluss gewährleisten, haben unter allen anzunehmenden Umständen (Störfälle, Unfälle, Alterung, Einwirkungen etc.) eine ausreichende Integrität beizubehalten (Überwachung der Dichtfunktion, Erstellung eines Reparaturkonzeptes).
- Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung
Einhaltung der Grenzwerte der effektiven Dosis und der Organdosen für Einzelpersonen der Bevölkerung und für beruflich strahlenexponierte Personen gemäß §§ 80 und 78 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] sowie Einhaltung der Störfallplanungswerte gemäß § 104 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] auch im ungünstigsten Störfall; Vermeidung unnötiger Strahlenexpositionen und Reduzierung der Dosis gemäß § 8 StrlSchG (Eingangs-

und Ausgangskontrolle der Brennelementbehälter, Erstellung eines Strahlenschutzkonzeptes, Einteilung des Zwischenlagers in Strahlenschutzbereiche, Strahlungsüberwachung im Zwischenlager und der Umgebung).

- Sichere Einhaltung der Unterkritikalität
Der Nachweis der Kritikalitätssicherheit bei der Lagerung der Brennelemente ist für die ungünstigsten im bestimmungsgemäßen Betrieb zu erwartenden Bedingungen zu führen (Begrenzung der Anreicherung der Brennelemente, Ausschluss oder Beschränkung der Neutronenmoderation, Einsatz von Neutronenabsorbieren, Einhaltung der entsprechenden Abstände) ([DIN 25403], [DIN 25478], [DIN 25712]).
- Ausreichende Abfuhr der Nachzerfallswärmeleistung
Auch bei kombinierten Einwirkungen auf die Wirksamkeit der Wärmeabfuhr muss gewährleistet sein, dass nur zulässige Temperaturen auftreten. Die Mechanismen der Wärmeabfuhr müssen eigentätig wirksam sein (passiv durch Naturkonvektion).

Aus diesen Schutzzielen lassen sich weitere Anforderungen ableiten, die zu deren Einhaltung unabdingbar sind:

- Abschirmung der ionisierenden Strahlung,
- betriebs- und instandhaltungsgerechte Auslegung, Ausführung und Qualitätssicherung (KTA 1401 [KTA 1401]),
- sicherheitsgerichtete Organisation und Durchführung des Betriebes,
- sichere Handhabung und sicherer Transport der radioaktiven Stoffe (vgl. auch [IAEA 18]),
- Auslegung gegen Störfälle und Vorsehen von Maßnahmen zur Reduzierung der Schadensauswirkungen von auslegungsüberschreitenden Ereignissen (Störfallanalyse). Die Berechnung von Störfallauswirkungen und von Vorbelastungen am Standort wird in [2-1] und [3-33.2] geregelt.

Im Rahmen der Störfallanalyse, einem Teil des Sicherheitsberichts, wird zwischen Einwirkungen von außen und Einwirkungen von innen, deren Ursachen in den Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente selbst liegen, unterschieden. Die Bewertung dieser Einwirkungen wird im Rahmen des Genehmigungsverfahrens von der zuständigen Genehmigungsbehörde vorgenommen. Empfehlungen für den Katastrophenschutz werden in den „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ [3-253] und in den „Radiologischen Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei Ereignissen mit Freisetzungen von Radionukliden“ [3-250] gegeben (vgl. die Ausführungen zu Artikel 25 in Kapitel F.5).

Als Einwirkungen von innen sind bei der trockenen Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in der Regel folgende Ereignisse zu betrachten:

- Mechanische Einwirkungen, wie Absturz eines Brennelementbehälters, Kollision eines Behälters bei der Handhabung und das Herabstürzen einer Last auf den Behälter und
- Brand.

Gemäß den Leitlinien werden folgende naturbedingte und zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen betrachtet (siehe auch [3-76], [3-62]):

- Naturbedingte Einwirkungen von außen, wie Sturm, Regen, Schneefall, Frost, Blitzschlag, Hochwasser, Erdbeben und Erdbeben,
- zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen, wie Einwirkungen schädlicher Stoffe (z. B. giftige oder explosive Gase), Druckwellen aufgrund chemischer Explosionen, von außen übergreifende Brände (z. B. Waldbrand), Bergschäden und Flugzeugabsturz.

Weitere Einwirkungen sind anhand der Gegebenheiten des Standortes zu berücksichtigen. So werden auch Wechselwirkungen mit einer benachbarten Kraftwerksanlage betrachtet, wie z. B. das Umstürzen von Bauwerken, ein Turbinenversagen oder das Versagen von Behältern mit hohem Energiegehalt, soweit Trümmer aus einem solchen Ereignis das Zwischenlager treffen können.

Die sicherheitstechnischen Anforderungen beziehen sich auf eine zeitlich befristete Zwischenlagerung. Für die konkrete Nachweisführung ist jeweils der im Genehmigungsverfahren beantragte Zeitraum heranzuziehen. Dieser Zeitraum beträgt in den bisherigen Zwischenlagerungsgenehmigungen 40 Jahre und wird üblicherweise als Maßstab herangezogen.

Weiterhin ist nach Betriebsbeginn (Einlagerung des ersten Behälters) alle zehn Jahre eine Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) gemäß den „ESK-Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle“ [3-152] durchzuführen (vgl. die Ausführungen in Kapitel G.2.2).

Die zuständige Behörde kann durch nachträgliche Auflagen während der betrieblichen Lebensdauer Anpassungen der Anlagen an den Stand von Wissenschaft und Technik einfordern, soweit es zur Erreichung der Anforderungen an die Sicherheit erforderlich ist (§ 17 Abs. 1 Satz 3 AtG).

G.5.2 Bewertung der Sicherheit im Aufsichtsverfahren vor Inbetriebnahme

Die errichtungsbegleitende Prüfung der Sicherheit kerntechnischer Anlagen vor der Inbetriebnahme erfolgt durch die zuständige atomrechtliche Aufsichtsbehörde, also der zuständigen obersten Landesbehörde des jeweiligen Bundeslandes. Sie stellt fest, ob die in den eingereichten Unterlagen enthaltenen Angaben sowie ggf. ergänzende Genehmigungsaufgaben eingehalten und umgesetzt werden. Die Aufsichtstätigkeiten werden ebenfalls unter Hinzuziehung von Gutachtern durchgeführt.

Sofern sich wesentliche Abweichungen von dem in den Genehmigungsunterlagen festgelegten Stand von Wissenschaft und Technik ergeben, werden gemäß § 7 Abs. 1 oder § 6 Atomgesetz (AtG) [1A-3] im Rahmen einer Änderungsgenehmigung Anpassungen erforderlich. Dabei ist zu prüfen, ob die veränderte Anlage dem Gebot der Schadensvorsorge genügt. Die Prüfung umfasst sämtliche von der Veränderung ausgehenden Auswirkungen auf Sicherheit und Betrieb der Anlage. Die Abweichung vom genehmigten Anlagenbestand oder -betrieb ist wesentlich, wenn sie nicht nur unerhebliche Konsequenzen für das Sicherheitsniveau hat. Änderungsgenehmigungen werden vom Betreiber der jeweiligen kerntechnischen Anlage, ggf. im Rahmen einer Aufforderung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde, bei der zuständigen Genehmigungsbehörde beantragt.

Abbildung G-1: Zwischenlager Ahaus (Bildrechte: BGZ)



Gemäß den Leitlinien der Entsorgungskommission (ESK) [3-150] sind hinsichtlich der Inbetriebnahme von Zwischenlagern (vgl. Abbildung G-1 mit dem Zwischenlager Ahaus als Beispiel für ein Brennelemente-Zwischenlager) Inbetriebsetzungsprüfungen durchzuführen, die in einem Inbetriebsetzungsprogramm festzulegen sind. Dies dient dem Nachweis, dass die Anlagen für den geplanten Betrieb geeignet errichtet wurden und bestimmungsgemäß betrieben werden können und gewährleistet die Einhaltung der Schutzziele. Das Inbetriebsetzungsprogramm wird von der zuständigen Behörde abgenommen.

G.6 Artikel 9: Betrieb von Anlagen

Artikel 9: Betrieb von Anlagen

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen,

- i) daß die Genehmigung für den Betrieb einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente auf geeigneten Bewertungen nach Artikel 8 beruht und von der Durchführung eines Programms zur Inbetriebnahme abhängt, das zeigt, daß die Anlage, wie sie gebaut wurde, den Auslegungs- und Sicherheitsanforderungen entspricht;*
- ii) daß die aus Erprobungen, der Betriebserfahrung und den Bewertungen nach Artikel 8 hervorgehenden betrieblichen Grenzwerte und Bedingungen festgelegt und bei Bedarf überarbeitet werden;*
- iii) daß Betrieb, Wartung, Überwachung, Inspektion und Erprobung einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente in Übereinstimmung mit festgelegten Verfahren erfolgen;*
- iv) daß die ingenieurtechnische und technische Unterstützung in allen sicherheitsbezogenen Bereichen während der Betriebsdauer einer Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente zur Verfügung steht;*
- v) daß für die Sicherheit bedeutsame Ereignisse der staatlichen Stelle rechtzeitig vom Inhaber der Genehmigung gemeldet werden;*
- vi) daß Programme zur Sammlung und Analyse einschlägiger Betriebserfahrungen aufgestellt werden und daß die Ergebnisse daraus gegebenenfalls als Grundlage des Handelns dienen;*
- vii) daß für eine Anlage zur Behandlung abgebrannter Brennelemente Stilllegungspläne ausgearbeitet und bei Bedarf unter Verwendung von Informationen, die während der Betriebsdauer dieser Anlage gesammelt wurden, auf den neuesten Stand gebracht und von der staatlichen Stelle überprüft werden.*

G.6.1 Genehmigung des Betriebs der Anlage

In Deutschland werden bestrahlte Brennelemente zurzeit nur zwischengelagert, da die Genehmigung der Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) in Gorleben auf die Reparatur schadhafter Behälter beschränkt ist und ein Endlager noch nicht verfügbar ist. Deshalb wird im Folgenden nur über Zwischenlager berichtet.

Die Zwischenlager haben eine Genehmigung für eine Betriebszeit von 40 Jahren ab Einlagerungsbeginn. Vor Beginn des Betriebs werden gemäß den „Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern“ [3-150] alle Einrichtungen Inbetriebsetzungsprüfungen unterzogen (vgl. die Ausführungen in Kapitel G.5.2). Die Ergebnisse der Prüfungen werden dokumentiert und bewertet.

Zur sicheren Durchführung der Betriebsvorgänge soll der gesamte Betrieb geeignet strukturiert werden. Insbesondere sind die erforderlichen personellen, organisatorischen und die Sicherheit betreffenden administrativen Voraussetzungen zu schaffen. Für die Betriebsvorgänge sowie für anormale Betriebszustände, für die Beherrschung von Störfällen und die Beseitigung von Störfallfolgen sind eindeutige Anweisungen in einem Betriebshandbuch auszuarbeiten. Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten sind klar festzulegen. Die atomrechtliche Aufsichtsbehörde überwacht die Einhaltung der Voraussetzungen und Anforderungen.

Vor der ersten Einlagerung wird für den gesamten Handhabungs- und Abfertigungsablauf einschließlich der Strahlenschutzmaßnahmen jeweils mit einem Behälter mit jeder zur Einlagerung genehmigten Bauart in jeder Anlage eine Kalterprobung durchgeführt. Hierbei sollen gegebenenfalls noch vorhandene Mängel im Ablauf erkannt und der Umgang mit Abfallbehältern optimiert sowie die vorgesehenen Verfahrensweisen angepasst und endgültig festgelegt werden.

G.6.2 Festlegung und Überarbeitung betrieblicher Dosisrichtwerte

In einem Betriebshandbuch werden alle Betriebsvorgänge sowie die bei Störfällen zu ergreifenden Maßnahmen in klaren Betriebsanweisungen beschrieben. Insbesondere sind alle die Sicherheit berührenden Aspekte zu behandeln und es ist die Vorgehensweise bei der Änderung oder Ergänzung von Anlagenteilen und Verfahren festzulegen. Damit soll sichergestellt werden, dass das Personal bei allen Betriebsvorgängen bzw. im Bedarfsfall bei Störfällen zügig und handlungssicher die erforderlichen Maßnahmen einleiten und durchführen kann und somit die im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] vorgegebenen Grenzwerte sowie die in der Genehmigung festgelegten Werte eingehalten werden. Dieses Vorgehen unterliegt der behördlichen Aufsicht. Sollte sich während der Betriebsdauer der Anlage ein Bedarf für eine Anpassung der Werte ergeben, wird diese auf Antrag des Genehmigungsinhabers von der Genehmigungsbehörde veranlasst.

G.6.3 Übereinstimmung mit festgelegten Verfahren

Bei Zwischenlagern werden die in den sicherheitstechnischen Untersuchungen verwendeten Annahmen und Randbedingungen für die Behältereigenschaften in technischen Annahmebedingungen zusammengestellt. Zur Einhaltung der technischen Annahmebedingungen werden Ausführungsbestimmungen erstellt. Hierzu gehören auch Arbeitsanweisungen und Prüfvorschriften, die bei der Behälterbeladung zu berücksichtigen sind. Die Einhaltung wird durch Sachverständige der zuständigen Aufsichtsbehörde überwacht.

Die Wirksamkeit der Deckeldichtungen ist beim Einbau nachzuweisen. Für die betriebliche Überwachung der Dichtfunktion der Behälter wird im Zwischenlager ein Überwachungssystem eingesetzt, das nach Eintritt einer Fehlfunktion eines der beiden Dichtsysteme des Behälters Meldungen an einer zentralen Stelle auslöst. Das Überwachungssystem erlaubt die Identifizierung des betroffenen Behälters.

Der ordnungsgemäße Zustand der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen des Zwischenlagers wird durch wiederkehrende Prüfungen gewährleistet. Deren Häufigkeit richtet sich nach der sicherheitstechnischen Bedeutung der zu prüfenden Komponenten. Die wiederkehrenden Prüfungen werden in einem Prüfhandbuch festgelegt. Die Ergebnisse der wiederkehrenden Prüfungen werden dokumentiert und stehen für die Langzeitüberwachung zur Verfügung.

Der Betrieb der Anlage wird dahingehend überwacht, dass sicherheitstechnisch bedeutsame Störungen des Betriebs und Störfälle zuverlässig erkannt und die im Betriebshandbuch niedergelegten Gegenmaßnahmen ergriffen werden können.

Bei Ausfällen oder Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten und Systeme werden in Abstimmung mit der zuständigen Behörde unverzüglich Reparaturmaßnahmen eingeleitet.

Darüber hinaus wird bei Komponenten und Bauteilen, bei denen ein Austausch erforderlich werden kann, darauf geachtet, dass diese Arbeiten ohne wesentliche Beeinträchtigung des Betriebs im Zwischenlager und vorzugsweise abgeschirmt vom Strahlungsfeld der Lagerbehälter durchgeführt werden können und dass eine ausreichende Zugänglichkeit gegeben ist.

Jede Ein-, Aus- und Umlagerung von Behältern wird dokumentiert. Dabei wird auch die ständige Einhaltung der der Gebäudeauslegung zugrundeliegenden maximalen radiologischen, thermischen und mechanischen Lasten dokumentiert.

Über den Betrieb eines Zwischenlagers werden regelmäßig schriftliche Betriebsberichte erstellt, die Informationen zu allen wesentlichen Betriebsvorgängen enthalten. Der Bericht soll insgesamt Aufschluss darüber geben, dass die radiologischen, thermischen und statischen Randbedingungen mit den eingelagerten Behältern eingehalten werden.

Zur Beherrschung der Langzeit- und Alterungseffekte während der beantragten Nutzungsdauer des Zwischenlagers wird ein Überwachungskonzept erstellt. Dabei wird grundsätzlich zwischen Komponenten und Bauteilen unterschieden, die für die gesamte Nutzungsdauer der Anlage ausgelegt sind, und denjenigen, die gegebenenfalls ausgetauscht werden müssen. Die aus sicherheitstechnischer Sicht erforderlichen Eigenschaften der Systeme, Komponenten und Bauteile werden während der gesamten Betriebszeit gewährleistet. Insbesondere muss der Zustand der Tragzapfen für die Bewegung der Behälter innerhalb des Lagers jederzeit ermöglichen.

Gegenstand des Überwachungskonzepts ist auch die Verpflichtung zur Berichterstattung zum Zustand des Lagergebäudes und der für die Zwischenlagerung erforderlichen Komponenten in zehnjährigem Turnus (vgl. Kapitel G.6.6).

Durch behördliche Aufsicht wird sichergestellt, dass die Einhaltung der im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren für eine Einrichtung zur Behandlung bestrahlter Brennelemente festgelegten Verfahren zu Betrieb, Wartung, Überwachung, Inspektion und Erprobung gewährleistet ist.

G.6.4 Verfügbarkeit der technischen Unterstützung

Über die Maßnahmen zur Sicherstellung der ingenieurtechnischen Unterstützung während der betrieblichen Lebensdauer der Anlagen durch die Bereitstellung ausreichend kompetenten Personals wird in den Ausführungen zu Artikel 22 i in Kapitel F.2.1 berichtet.

Die für den Abtransport der Brennelementbehälter eingesetzten technischen Einrichtungen werden so lange verfügbar gehalten, bis alle mit Brennelementen beladenen Behälter abtransportiert sind.

Alle Hilfssysteme, z. B. Krananlagen und Überwachungsanlagen, sowie notwendige Gerätschaften für wiederkehrenden Prüfungen werden über die gesamte Betriebsdauer des Lagers vorgehalten und gewartet.

G.6.5 Meldung bedeutsamer Ereignisse

Die Verpflichtung des Inhabers einer Genehmigung nach §§ 6, 7 oder 9 Atomgesetz (AtG) [1A-3] zur Meldung von Unfällen, Störfällen und sonstigen für die kerntechnische Sicherheit bedeutsamen Ereignissen an die Aufsichtsbehörde regelt die Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) [1A-17]. Die Meldekriterien sind hierin weitestgehend anlagentypspezifisch formuliert.

Der Betreiber der kerntechnischen Anlage meldet ein Ereignis an die atomrechtliche Aufsichtsbehörde des Bundeslandes, wenn es entsprechend den Meldekriterien meldepflichtig ist. Der Betreiber trägt die Verantwortung für die fristgemäße, zutreffende und vollständige Meldung des Ereignisses. Die Aufsichtsbehörde ihrerseits meldet das Ereignis nach einer ersten Prüfung des Sachverhaltes dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) und parallel dazu der Störfallmeldestelle des Bundesamtes für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE). Durch das BASE wird die Einstufung des Ereignisses nochmals auf Bundesebene überprüft. Können innerhalb der Frist für die schriftliche Meldung mittels Meldeformular nicht alle erforderlichen Angaben gemacht werden, ist die Meldung als vorläufig zu kennzeichnen. Der Aufsichtsbehörde ist eine vervollständigte Meldung (endgültige Meldung) vorzulegen, sobald die fehlenden Informationen bekannt sind, spätestens jedoch nach zwei Jahren.

Meldepflichtige Ereignisse werden anhand der Meldekriterien auf Grundlage einer ersten Einschätzung der Ereignisursache einer Kategorie zugeordnet. Dieses Vorgehen berücksichtigt insbesondere, dass die Behörde auch vor einer vertieften Prüfung eines Ereignisses vorsorgliche Maßnahmen treffen können muss.

Kategorie S (Sofortmeldung – Meldefrist: unverzüglich)

Der Kategorie S sind solche Ereignisse zuzuordnen, die der Aufsichtsbehörde sofort gemeldet werden müssen, damit diese gegebenenfalls mit kürzester Frist Prüfungen einleiten oder Maßnahmen veranlassen kann. Hierunter fallen auch Ereignisse, die auf akute sicherheitstechnische Mängel hinweisen. Ereignisse der Kategorie S sind sofort telefonisch und schriftlich mittels fernmeldemäßiger Übertragung zu melden. Spätestens fünf Werktagen nach der Kenntnis ist eine Ergänzung und erforderlichenfalls eine Berichtigung der Meldung mittels Meldeformular vorzunehmen.

Kategorie E (Eilmeldung – Meldefrist: innerhalb von 24 Stunden)

Der Kategorie E sind solche Ereignisse zuzuordnen, die zwar keine Sofortmaßnahmen der Aufsichtsbehörde verlangen, deren Ursache aber aus Sicherheitsgründen zeitnah geklärt und gegebenenfalls in angemessener Frist behoben werden muss. In der Regel handelt es sich dabei um sicherheitstechnisch potenziell – aber nicht unmittelbar – signifikante Ereignisse. Ereignisse der Kategorie E sind der Aufsichtsbehörde spätestens 24 Stunden nach Kenntnis telefonisch und schriftlich mittels fernmeldemäßiger Übertragung zu melden. Spätestens fünf Werktagen nach der Kenntnis ist eine Ergänzung und erforderlichenfalls eine Berichtigung der Meldung mittels Meldeformular zu übermitteln.

Kategorie N (Normalmeldung – Meldefrist: innerhalb von fünf Werktagen mittels Meldeformular)

Der Kategorie N sind Ereignisse von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung zuzuordnen. Sie gehen nur wenig über routinemäßige betriebstechnische Ereignisse bei vorschriftsmäßigem Anlagenzustand und -betrieb hinaus. Sie werden ausgewertet, um mögliche Schwachstellen bereits im Vorfeld von größeren Störungen zu erkennen.

Kategorie V (Vor Inbetriebnahme – Meldefrist: innerhalb von zehn Werktagen mittels Meldeformular)

Der Kategorie V sind Ereignisse zuzuordnen, die vor der Inbetriebnahme der Anlage auftreten und über die die Aufsichtsbehörde im Hinblick auf den späteren sicheren Betrieb der Anlage informiert werden muss.

Nach Vorliegen und Auswertung aller Informationen zu einem meldepflichtigen Ereignis legt die Aufsichtsbehörde nach eingehender Erörterung mit dem Betreiber erforderlichenfalls weitere Maßnahmen zur Abhilfe und die zu treffenden Vorkehrungen fest.

Unabhängig vom behördlichen Meldeverfahren nach der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung erfolgt die Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse durch die Betreiber der kerntechnischen Anlagen nach der *International Nuclear Event Scale* (INES)-Bewertungsskala der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO). Die INES-Einstufung wird zusammen mit der

AtSMV-Meldung gemeldet. Der vom Bundesumweltministerium benannte deutsche INES-Officer prüft bei jeder Meldung die Richtigkeit der INES-Einstufung. Die endgültige Entscheidung der Klassifizierung wird durch das Bundesumweltministerium und den INES-Officer getroffen. Im Auftrag des Bundes werden die Aufgaben des INES-Officers zurzeit von einem Mitarbeiter der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH wahrgenommen.

G.6.6 Sammlung und Verwertung von Betriebserfahrungen

Das in der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) [1A-17] festgelegte Melde- und Prüfverfahren stellt eine wesentliche Grundlage für die Auswertung von Betriebserfahrungen dar.

Die meldepflichtigen Ereignisse werden bei der Störfallmeldestelle des Bundesamts für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) erfasst und ausgewertet. Die Ergebnisse veröffentlicht das BASE in Jahresberichten. Bei Ereignissen von besonderer und anlagenübergreifender Bedeutung werden im Auftrag des Bundesumweltministeriums von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH Weiterleitungsnachrichten erstellt. Weiterleitungsnachrichten sollen die Betreiber vergleichbarer Anlagen in die Lage versetzen, die Übertragbarkeit des Ereignisses auf ihre Anlagen zu prüfen und im Bedarfsfall geeignete Verbesserungsmaßnahmen zu veranlassen. Sie enthalten eine Beschreibung des Sachverhalts, die Ergebnisse der Ursachenanalyse, die Bewertung der sicherheitstechnischen Bedeutung, die vom Betreiber ergriffenen oder vorgesehenen Maßnahmen und als wesentliches Element Empfehlungen zu Überprüfungen und gegebenenfalls Ergreifung von Abhilfemaßnahmen in anderen Anlagen.

Auch sonstige sicherheitsrelevante Erkenntnisse aus Inbetriebnahme, bestimmungsgemäßem Betrieb (insbesondere bei Instandhaltung, Inspektion und Reparatur) und wiederkehrenden Prüfungen werden dokumentiert und der Aufsichtsbehörde vorgelegt. Aus der Auswertung der Ereignisse resultierende Konsequenzen werden in die betrieblichen Regelungen übernommen.

Das Überwachungskonzept gewährleistet die Überwachung des Gesamtzustandes der Anlage und wird mindestens nachfolgenden Forderungen gerecht:

- Der Zustand des Lagergebäudes und der für die Zwischenlagerung erforderlichen Komponenten wird durch Begehung und geeignete Messungen überprüft.
- Für das Lagergebäude werden wiederkehrende Setzungsmessungen durchgeführt.
- Der äußere Zustand der Lagerbehälter wird durch Inspektionen überwacht.
- Die Befunde aus wiederkehrenden Prüfungen werden ausgewertet.

Erfahrungen aus dem Betrieb vergleichbarer Anlagen werden bei der eigenen Betriebsführung berücksichtigt. Hierzu werden Verfahrensweisen vorgesehen, die den Erfahrungsaustausch (z. B. auf Basis von Betriebsberichten) zwischen den Betreibern sicherstellen.

Darüber hinaus wertet die GRS im Auftrag des Bundesumweltministeriums allgemein zugängliche internationale Quellen im Hinblick auf Störungen und Störfälle in ausländischen Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs aus. Die Informationen werden in der Datenbank für Vorkommnisse im Brennstoffkreislauf (VIBS) gespeichert. In regelmäßigen Abständen werden neu erfasste Ereignisse anhand von Datenbankauszügen und Kurzbewertungen den Aufsichtsbehörden, Betreibern und Gutachtern übermittelt, die dann prüfen, ob sich daraus Erkenntnisse zur Verbesserung der Sicherheit in deutschen Anlagen gewinnen lassen.

Zum Zwecke des internationalen Erfahrungsaustauschs beteiligt sich Deutschland auch am *Fuel Incident Notification and Analysis System* (FINAS), das von der *Nuclear Energy Agency* (NEA) der

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) für Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufs in Anlehnung an das für Kernkraftwerke verwendete *Incident Reporting System* (IRS) eingerichtet wurde. Im Rahmen von FINAS werden zwischen den beteiligten Ländern Informationen über Störungen und Störfälle mit übergeordneter sicherheitstechnischer Bedeutung ausgetauscht, um daraus ggf. Lehren für die Verbesserung der Anlagensicherheit zu ziehen.

Die Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) ist ein zusätzliches Instrument zur Überprüfung des Sicherheitsstatus der betriebenen Anlage neben den laufenden Aufsichtstätigkeiten der Behörden. Die Anforderung, alle zehn Jahre eine PSÜ für Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente durchzuführen, ergibt sich aus § 19a Abs. 3 Atomgesetz (AtG) [1A-3] und wird durch die „ESK-Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle“ [3-152] konkretisiert.

Die PSÜ zielt darauf ab, die Überwachung des Gesamtzustandes des Zwischenlagers zu gewährleisten. Dies soll über eine zusammenfassende Dokumentation und Beurteilung der im Überprüfungszeitraum aufgetretenen Ereignisse und gewonnenen Erkenntnisse im Hinblick auf das Sicherheitsniveau und die Betriebszuverlässigkeit des Zwischenlagers sowie die Strahlenexposition erreicht werden. Dafür hat der Genehmigungsinhaber eine aktualisierte Sicherheitsbewertung des Ist-Zustandes des Zwischenlagers auf der Basis der erteilten Genehmigungen und der nach Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorge gegen Schäden durch die Aufbewahrung der Kernbrennstoffe vorzunehmen mit Blick auf den sicheren und zuverlässigen Weiterbetrieb des Zwischenlagers, die wirksame und zuverlässige Beherrschung von Störfällen, die Auswirkungen von Alterungsmechanismen auf den Zustand des Zwischenlagers und dessen Einrichtungen sowie auf die Transport- und Lagerbehälter, die sichere Handhabung und den späteren Abtransport der Transport- und Lagerbehälter. Daraus leitet der Genehmigungsinhaber Erkenntnisse und Maßnahmen für den weiteren Betrieb des Zwischenlagers ab.

Inhaltlich erfolgt zuerst eine aktualisierte Anlagenbeschreibung und eine Zusammenstellung der im Überprüfungszeitraum durchgeführten bzw. eingetretenen sicherheitsrelevanten Änderungen

- von regulatorischen Anforderungen,
- in der Betriebsorganisation,
- an technischen Einrichtungen und
- bei den Standortbedingungen.

Diese einleitende Beschreibung bildet die Basis für die darauffolgende Sicherheitsstatusanalyse, welche insbesondere eine Auswertung der sicherheitsrelevanten Betriebserfahrungen im eigenen Zwischenlager sowie in vergleichbaren Zwischenlagern, eine Bewertung der sicherheitstechnischen Nachweise auf Basis der Genehmigung sowie unter aktuellen Randbedingungen und nach Stand von Wissenschaft und Technik umfasst. Ebenso sind das Sicherheitsmanagement und das technische Alterungsmanagement in die Überprüfung und Bewertung mit einzubeziehen. Des Weiteren sind die Themenfelder Langzeitdokumentation und die elektronischen Datenverarbeitungssysteme zu berücksichtigen. Eine detailliertere Aufstellung der inhaltlichen Anforderungen findet sich in den PSÜ-Leitlinien [3-152].

Zum Abschluss einer PSÜ ist der Sicherheitsstatus des Zwischenlagers vom Genehmigungsinhaber einzuschätzen. Dazu sind die Ergebnisse der Einzelanalysen zu einem aussagefähigen Gesamtbild zusammenzuführen. Bewertungsmaßstab ist die Erfüllung der Schutzziele und die daraus abgeleiteten Anforderungen. Sofern erforderlich, sind sicherheitstechnische Verbesserungsmaßnahmen darzustellen und in einem Maßnahmenplan zu erfassen.

Die bisher durchgeführten PSÜ für die Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung haben den Sicherheitsstatus der Anlagen bestätigt.

G.6.7 Ausarbeitung von Stilllegungsplänen

Anlagen für die Behandlung bestrahlter Brennelemente werden so konzipiert und ausgeführt, dass sie unter Einhaltung der Strahlenschutzbestimmungen stillgelegt und entweder einer weiteren Nutzung zugeführt oder beseitigt werden können. Dieser Nachweis wird bei der atomrechtlichen Genehmigung überprüft. Änderungen des genehmigten Zustandes müssen entweder der Aufsichtsbehörde oder bei wesentlichen Änderungen der Genehmigungsbehörde zur Zustimmung eingereicht werden.

G.7 Artikel 10: Endlagerung bestrahlter Brennelemente

Artikel 10: Endlagerung abgebrannter Brennelemente

Hat eine Vertragspartei im Einklang mit ihrem Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug abgebrannte Brennelemente für die Endlagerung bestimmt, so erfolgt die Endlagerung dieser abgebrannten Brennelemente in Übereinstimmung mit den in Kapitel 3 enthaltenen Verpflichtungen hinsichtlich der Endlagerung radioaktiver Abfälle.

Bestrahlte Brennelemente sollen gemeinsam mit hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung endgelagert werden. Über die Standortauswahl für die Endlagerung der bestrahlten Brennelemente und der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung wird in Kapitel H.3.2 berichtet.

H Sicherheit bei der Behandlung radioaktiver Abfälle

Entwicklungen seit der siebten Überprüfungskonferenz:

In den „Leitlinien für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ vom 10. Dezember 2020 [3-351] hat die Entsorgungskommission (ESK) Empfehlungen für die Konditionierung von schwach- und mittlerradioaktiven Abfällen (SMA) formuliert (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.2.1).

Mit der Veröffentlichung des Zwischenberichts Teilgebiete am 28. September 2020 wurde der Schritt 1 der Phase I des Standortauswahlverfahrens abgeschlossen. Das Standortauswahlverfahren befindet sich aktuell in Schritt 2 der Phase I, wobei Standortregionen für die übertägige Erkundung ermittelt werden (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.3.2).

Zur Nachweisführung hinsichtlich der einzuhaltenden Dosiswerte im Standortauswahlverfahren wurde die Berechnungsgrundlage für die Dosisabschätzung bei der Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen [3-352] am 20. Dezember 2022 verabschiedet (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.5.2).

Am 8. Dezember 2021 sind innerhalb der Bundesregierung die vormals im Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz verbliebenen Zuständigkeiten für nukleare Sicherheits- und Entsorgungsforschung auf das Bundesumweltministerium übergegangen (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.3.3).

Auch für Anlagen zur Behandlung radioaktiver Abfälle gilt die Anforderung, alle zehn Jahre eine Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) durchzuführen. Die bisher durchgeführten PSÜ für Anlagen zur Behandlung radioaktiver Abfälle haben den Sicherheitsstatus der Anlagen bestätigt (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.6.7).

Diese Sektion behandelt die Verpflichtungen gemäß Artikel 11 bis 17 des Gemeinsamen Übereinkommens. Für die Sicherheit der Behandlung hochradioaktiver Abfälle (HAA) gelten die Ausführungen in Sektion G.

H.1 Artikel 11: Allgemeine Sicherheitsanforderungen

Artikel 11: Allgemeine Sicherheitsanforderungen

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß in allen Stufen der Behandlung radioaktiver Abfälle der einzelne, die Gesellschaft und die Umwelt angemessen vor radiologischer und sonstiger Gefährdung geschützt sind.

Zu diesem Zweck trifft jede Vertragspartei die geeigneten Maßnahmen,

- i) um sicherzustellen, daß der Kritikalität und der Abführung der während der Behandlung radioaktiver Abfälle entstehenden Restwärme angemessen Rechnung getragen wird;*
- ii) um sicherzustellen, daß die Erzeugung radioaktiver Abfälle auf das praktisch mögliche Mindestmaß beschränkt wird;*
- iii) um die wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Schritten der Behandlung radioaktiver Abfälle zu berücksichtigen;*
- iv) um durch die Anwendung geeigneter Schutzmethoden, die von der staatlichen Stelle genehmigt worden sind, auf nationaler Ebene für einen wirksamen Schutz des einzelnen, der Gesellschaft und der Umwelt zu sorgen, und zwar im Rahmen innerstaatlicher Rechtsvorschriften, die international anerkannten Kriterien und Normen gebührend Rechnung tragen;*

- v) *um die biologische, chemische und sonstige Gefährdung, die mit der Behandlung radioaktiver Abfälle verbunden sein kann, zu berücksichtigen;*
- vi) *um sich zu bemühen, Handlungen zu vermeiden, deren vernünftigerweise vorhersehbare Auswirkungen auf künftige Generationen größer sind als die für die heutige Generation zulässigen;*
- vii) *um zu versuchen, künftigen Generationen keine unangemessenen Belastungen aufzubürden.*

Zu den allgemeinen Sicherheitsanforderungen bei der Behandlung radioaktiver Abfälle (Artikel 11) gelten die Ausführungen zur Artikel 4 in Kapitel G.1. Darüber hinaus geltende Regelungen sind im Folgenden beschrieben.

H.1.1 Sicherstellung von Unterkritikalität und Restwärmeabfuhr

Das kerntechnische Regelwerk fordert, dass in einem Endlager Kritikalität zu vermeiden und Restwärme in geeigneter Form abzuführen ist. Im Rahmen von umfassenden standortspezifischen Sicherheitsanalysen, z. B. für das Endlager Konrad für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, wurden Untersuchungen zur Kritikalitätssicherheit/Einhaltung der Unterkritikalität und zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in Anforderungen an die endzulagernden radioaktiven Abfälle (Endlagerungsbedingungen Konrad [BfS 14a]) umgesetzt und mit dem Planfeststellungsbeschluss für das Endlager Konrad vom 22. Mai 2002 festgeschrieben. Damit ist für die Betriebs- und Nachbetriebsphase dieser Anlage gewährleistet, dass jede Kritikalität vermieden und der Abführung der entstehenden Zerfallswärme Rechnung getragen wird.

H.1.2 Beschränkung der Erzeugung radioaktiver Abfälle

Die Vorbehandlung radioaktiver Reststoffe, die nicht freigegeben werden können, dient der Volumenreduzierung und der Umwandlung der Rohabfälle in handhabbare, endlagergerecht konditionierbare Zwischenprodukte. Alle radioaktiven Abfälle werden bei ihrer Entstehung sortiert und nach Art, Inhalt und Aktivität dokumentiert. Die Atomrechtliche Entsorgungsverordnung (AtEV) [1B-19] und die „Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle“ [3-60] geben hierfür die Sortierkriterien und die Erfordernisse für die Erfassung, Bestimmung der Aktivität und die Dokumentation vor. Die Abfallverursacher können dadurch jederzeit über die Aktivität und den Verbleib aller radioaktiven Abfälle Auskunft geben.

H.2 Artikel 12: Vorhandene Anlagen und frühere Tätigkeiten

Artikel 12: Vorhandene Anlagen und frühere Tätigkeiten

Jede Vertragspartei trifft zur gegebenen Zeit die geeigneten Maßnahmen,

- i) *um die Sicherheit jeder Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle, die zu dem Zeitpunkt, zu dem dieses Übereinkommen für die Vertragspartei in Kraft tritt, vorhanden ist, zu überprüfen und um sicherzustellen, daß nötigenfalls alle zumutbaren und praktisch möglichen Verbesserungen zur Erhöhung der Sicherheit dieser Anlage vorgenommen werden;*
- ii) *um die Folgen früherer Tätigkeiten zu überprüfen und dann zu entscheiden, ob aus Strahlenschutzgründen ein Eingreifen erforderlich ist, wobei zu beachten ist, daß die Verminderung der Beeinträchtigung infolge der Verringerung der Strahlenbelastung so erheblich sein soll, daß sie den Schaden und die Kosten, einschließlich der sozialen Kosten, eines solchen Eingreifens rechtfertigt.*

H.2.1 Sicherheit vorhandener Anlagen

In Deutschland haben alle Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle, die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens des Gemeinsamen Übereinkommens vorhanden waren, grundsätzlich bereits im Rahmen des Genehmigungsverfahrens und des Betriebs eine ausreichende Sicherheit nachgewiesen. Die Errichtung und der Betrieb haben so zu erfolgen, dass die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist. Durch die Erteilung der Genehmigung hat die zuständige Genehmigungsbehörde bestätigt, dass diese Voraussetzung erfüllt ist. Eine Überprüfung der Sicherheit nach Inbetriebnahme einer Anlage erfolgt ebenfalls durch die Behörden im Rahmen der atomrechtlichen Aufsicht.

Die grundsätzlichen Anforderungen an die zu treffenden Vorsorgemaßnahmen sind im Atomgesetz (AtG) [1A-3], im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34], in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] und in sonstigen gesetzlichen und untergesetzlichen Vorschriften niedergelegt. Weiterhin werden die Sicherheitsstandards der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) (allen voran die *IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 5* [IAEA 09b]) beachtet.

Die Schutzziele erstrecken sich auf den Schutz der Bevölkerung in der Umgebung der Anlage, auf den Schutz der Umwelt, auf den Schutz des Betriebspersonals sowie den Schutz von Sachgütern vor den Wirkungen ionisierender Strahlung (vgl. die Ausführungen zu Artikel 11 bzw. 4 in den Kapiteln 0 bzw. G.1). Die Einhaltung dieser Schutzziele hat gleichzeitig die Erfüllung der Anforderungen des Gemeinsamen Übereinkommens zur Folge. Dies wird durch eine atomrechtliche Genehmigung und die entsprechende Aufsicht sichergestellt.

Im Folgenden wird unterschieden zwischen Anlagen zur Behandlung und Lagerung von hochradioaktiven Abfällen (HAA) und Anlagen/Einrichtungen zur Behandlung und Lagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen (SMA) (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.5).

Sicherheit von Anlagen zur Behandlung und Zwischenlagerung von hochradioaktiven Abfällen

Im Brennelemente-Zwischenlager Gorleben (BZG) werden neben bestrahlten Brennelementen auch verglaste hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich (*Colis Standard de Déchets – Vitrifiés*; CSD-V) in Transport- und Lagerbehältern aufbewahrt. Im November 2020 erfolgte der Rücktransport von sechs Transport- und Lagerbehältern aus dem Vereinigten Königreich in das Brennelemente-Zwischenlager Biblis (BZB). Für die Zwischenlagerung der hochradioaktiven Abfälle in Brennelemente-Zwischenlagern gelten die gleichen Sicherheitsbestimmungen wie in den Ausführungen zu Artikel 5 in Kapitel G.2 beschrieben.

Die während des Betriebs der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) angefallenen hochradioaktiven Lösungen (HAWC) wurden von September 2009 bis November 2010 in der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) vollständig verglast. Zusammen mit den im Rahmen der Anlagenspülung angefallenen Lösungen wurden dabei 140 Kokillen produziert. Die Kokillen wurden in fünf Transport- und Lagerbehälter der Bauart CASTOR® HAW 20/28 CG verladen und in das Zwischenlager Nord (ZLN) überführt. Die ehemaligen Lagereinrichtungen und die VEK werden abgebaut; dies ist Bestandteil der Stilllegung der Wiederaufarbeitungsanlage.

Der Einschluss der radioaktiven Stoffe wird durch ein System aus technischen und verfahrenstechnischen Barrieren sichergestellt. Zu den technischen Barrieren gehören beispielsweise die Behälter mit ihren Dichtungssystemen oder die Gebäudeteile, wie Heiße Zellen, aber auch Innenverpackungen, wie beispielsweise die Edelstahlkokille und die Glasmatrix als solche. Zu den verfahrenstechnischen Barrieren gehören spezielle Lüftungsmaßnahmen, wie z. B. gerichtete Strömungen in der Raum- und Zellenabluft infolge von Druckdifferenzen und Rückhalteeinrichtungen.

Die Barrieren sind hinsichtlich ihrer Anzahl und technischen Ausführung jeweils dem Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig) und dem Aktivitätsinventar der zurückzuhaltenden Stoffe angepasst.

Die Wirksamkeit der Barrieren wird durch Einrichtungen zur Erkennung von Leckagen, von Druckabweichungen und von luftgetragener Radioaktivität in den Zellen, Arbeits- und Bedienungsräumen überwacht.

Sicherheit von Anlagen/Einrichtungen zur Behandlung und Zwischenlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen

SMA werden bis zu ihrer Endlagerung am Entstehungsort oder in zentralen Einrichtungen zwischengelagert. Da ein Endlager in Deutschland noch nicht zur Verfügung steht, muss die Konditionierung so erfolgen, dass für den Zeitraum bis zur Ablieferung an das Endlager eine sichere Zwischenlagerung gewährleistet ist. Empfehlungen für die Konditionierung und Zwischenlagerung von SMA unabhängig von der Art der Zwischenlagerung enthalten die entsprechenden „Leitlinien für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ [3-351] und die „Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ [3-151] (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.5.1 zu Artikel 15 i). Weiterhin befassen sich die Stellungnahme der Entsorgungskommission (ESK) „Umsetzung der ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ von 2018 [4-16a] sowie die Empfehlung „Harmonisierung von Meldekriterien für Vorkommnisse mit radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ vom März 2018 [4-32] mit der Sicherheit dieser Anlagen und Einrichtungen.

Zur Konditionierung radioaktiver Abfälle sind unterschiedliche Einrichtungen und Verfahren im Einsatz (vgl. Tabelle L-5). Bei Flüssigabfällen erfolgt die Abtrennung der radioaktiven Bestandteile durch Eindampfen, Ionenaustausch, Filtration oder chemische Fällung. Festabfälle werden, falls erforderlich, verbrannt und/oder kompaktiert, um ihr Volumen zu reduzieren. Danach werden sie in zugelassene Behälter verpackt. Die Sicherheit der Konditionierungseinrichtungen wurde im Genehmigungsverfahren geprüft. Während der Betriebszeit wird die Einhaltung der sicherheitstechnischen Anforderungen durch die behördliche Aufsicht gewährleistet. Dies gilt auch für mobile Konditionierungseinrichtungen (vgl. Tabelle L-6).

Bei der Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen wird der Einschluss radioaktiver Stoffe durch ein System aus technischen Barrieren und ergänzenden Maßnahmen sichergestellt. Dabei können verschiedene Wege beschrieben werden. So kann die Einbindung in die Matrix des Abfallproduktes, der Einschluss in Abfallbehälter oder ggf. die Barrierefunktion von Gebäude und Lüftung mit Rückhalteeinrichtungen dazu beitragen. Der sichere Einschluss insgesamt kann je nach gewähltem Konzept durch eine oder durch das Zusammenwirken mehrerer Barrieren bewirkt werden. Die Einhaltung der vorgegebenen Spezifikationen wird durch Überwachung und Aufsicht sichergestellt.

Im Rahmen der Störfallanalysen werden auch Einwirkungen von außen betrachtet. Auf dieser Grundlage entscheidet die Genehmigungsbehörde, welche Vorsorgemaßnahmen für die Anlage zu treffen sind.

In verschiedenen Einrichtungen werden Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit bei der längeren Zwischenlagerung durchgeführt. Sie umfassen z. B. Anpassungen der Dokumentation der Abfälle, technische Prüfungen der Abfallgebände und ggf. Umpacken der Gebände oder Einstellen in Überbehälter. Die Anforderungen an eine längere Zwischenlagerung sind im Einzelnen in den Ausführungen in Kapitel H.5.1 zu Artikel 15 i beschrieben.

Wie in den Ausführungen in Kapitel D.3.2 zu Artikel 32 (2) iii dargestellt, gibt es in Deutschland je nach Herkunft der radioaktiven Abfälle zwei Arten von Zwischenlagern, die sich weniger in ihrer technischen Ausführung als vielmehr hinsichtlich der Verantwortlichkeiten unterscheiden.

Die eine Gruppe bilden die Zwischenlager der Betreiber kerntechnischer Anlagen, die nach dem Verursacherprinzip für die ordnungsgemäße und sichere Behandlung ihrer radioaktiven Abfälle verantwortlich sind. Mit Übergang der Finanzierungsverantwortung für die Zwischenlagerung von den Betreibern der Kernkraftwerke auf den Fonds betreibt die bundeseigene BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) die Zwischenlager, siehe Kapitel D.3.2. In diesen Zwischenlagern können sowohl fachgerecht verpackte Abfälle als auch noch nicht konditionierte Abfälle gelagert werden. Die fachgerecht verpackten Abfälle werden von den Betreibern an den Bund (BGZ) abgegeben, während die noch nicht konditionierten und produktkontrollierten Abfälle weiterhin im Eigentum und in der Verantwortung der Betreiber verbleiben. Diese Zwischenlager bedürfen einer Genehmigung nach § 12 StrlSchG durch die jeweils zuständige Landesbehörde. Darüber hinaus können radioaktive Abfälle in Räumen des Kraftwerks zwischengelagert werden, die unter die Genehmigung nach § 7 AtG fallen. An den Standorten Isar, Grohnde und Brokdorf wurden Anträge auf Genehmigung zum Umgang mit radioaktiven Stoffen in neu zu errichtenden Transportbereitstellungshallen für radioaktive Abfälle und Reststoffe gestellt. Diese Zwischenlager sind nicht im Entsorgungsübergangsgesetz (EntsorgÜG) [1A-35] aufgeführt.

Im Unterschied dazu sind radioaktive Abfälle aus Forschung, Industrie und Medizin, soweit sie nicht beim Erzeuger gelagert werden, an Landessammelstellen (vgl. Landessammelstelle Berlin in Abbildung H-1) abzuliefern, die gemäß § 9a AtG von den Bundesländern für die auf ihrem Gebiet anfallenden radioaktiven Abfälle einzurichten sind. Mehrere Bundesländer können auch vertraglich regeln, eine Landessammelstelle gemeinsam zu nutzen.

Der Umgang mit den radioaktiven Abfällen in der Landessammelstelle bedarf ebenfalls der Genehmigung nach § 12 StrlSchG durch die hierfür zuständige Landesbehörde. Während des Genehmigungsverfahrens wird überprüft, ob die einschlägigen Sicherheitsanforderungen eingehalten werden. Sofern in der Landessammelstelle über die Zwischenlagerung hinaus auch eine Behandlung der radioaktiven Abfälle erfolgt, sind die Regelungen entsprechend sinngemäß zu übertragen (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.5 zu Artikel 15).

Die Ablieferung der radioaktiven Abfälle ist vom Ablieferer bei der Landessammelstelle schriftlich durch Anmeldung und Begleitliste zu beantragen. Anhand dieser Unterlagen wird geprüft, ob die Voraussetzungen für die Annahme der radioaktiven Abfälle vorliegen. Die Annahmebedingungen der Landessammelstellen sind in den verschiedenen Bundesländern unterschiedlich und in der jeweiligen Benutzungsordnung geregelt. Sie richten sich nach der jeweiligen Genehmigungssituation und nach der Verfügbarkeit von Konditionierungseinrichtungen. Die tatsächliche Annahme der angemeldeten radioaktiven Abfälle erfolgt nach einer Eingangskontrolle bei der Landessammelstelle.

Erfüllen die radioaktiven Abfälle nicht die in der jeweiligen Benutzungsordnung genannten Voraussetzungen der Landessammelstelle, besteht die Möglichkeit, dass diese die Annahme ablehnt und dies der für den Ablieferer zuständigen Aufsichtsbehörde mitteilt. Die Abfälle verbleiben in diesem Fall beim Ablieferer, bis er sie in einen der Benutzungsordnung entsprechenden Zustand überführt hat und die Landessammelstelle zu ihrer Annahme bereit ist. Alternativ ist nach Zustimmung der zuständigen Aufsichtsbehörde eine Anlieferung der radioaktiven Abfälle in Ausnahmefällen nach besonderer Vereinbarung möglich.

Abbildung H-1: Landessammelstelle Berlin (Bildrechte: HZB)



Mit der Ablieferung von radioaktivem Abfall an die Landessammelstelle geht dieser auf der Basis von vertraglichen Regelungen in deren Eigentum über. Dies gilt auch für Rohabfälle. Verantwortlichkeiten des Abfallverursachers bei der Konditionierung werden für diese Abfälle somit vom Betreiber der Landessammelstelle übernommen.

Die Annahmebedingungen werden in der Genehmigung derart festgelegt, dass die Schadensvorsorge nach Stand von Wissenschaft und Technik gewährleistet ist. Sie orientieren sich an den Endlagerungsbedingungen für das Endlager Konrad [BfS 14a]. Zum Informationsaustausch findet ein jährliches Treffen der Betreiber der Landessammelstellen statt.

Die Empfehlungen der ESK für die Zwischenlagerung von SMA [3-151] enthalten auch Anforderungen für die Überwachung der zwischengelagerten Abfälle, u. a. die visuelle Inspektion der äußeren Oberflächen bestimmter Abfallgebinde sowie die separate Zwischenlagerung und wiederkehrende Kontrollen mit Sichtprüfung von Referenzgebinden. Sicherheitsrelevante Befunde und Ereignisse sind der für die Zwischenlagerung zuständigen Aufsichtsbehörde mitzuteilen.

H.2.2 Frühere Tätigkeiten

Aus früheren Tätigkeiten im Sinne dieser Konvention, etwa dem Umgang mit Radium zur Herstellung von Leuchtfarben oder mit Thorium zur Herstellung z. B. von Gasglühstrümpfen u. ä. in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, liegen in Deutschland z. T. kontaminierte Einzelstandorte begrenzten Umfangs vor, die u. a. aus radiologischen Gründen saniert wurden bzw. werden. Eine Katalogisierung und Kategorisierung der Altlasten ist in Deutschland weitgehend erfolgt.

Insbesondere in Sachsen existiert eine Vielzahl von Altstandorten der ehemaligen Uranerzgewinnung und -verarbeitung, die bereits vor dem 21. Dezember 1962 stillgelegt wurden und nicht der Sanierungsverantwortung der Wismut GmbH unterliegen. Nach den mit internationalen Anforderungen in Übereinstimmung stehenden nationalen Vorschriften der Bundesrepublik Deutschland wird das beim früheren Uranerzbergbau angefallene Reststoffaufkommen nicht zum radioaktiven Abfall gerechnet, daher sind diese Aktivitäten – wie bereits in den nationalen Berichten seit der zweiten

Überprüfungskonferenz – in einem gesondert beigefügten Bericht dargestellt, der den Stand der Sanierung im März 2023 beschreibt.

Mit Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzrechts am 31. Dezember 2018 traten die nach Artikel 9 Abs. 2 i. V. m. Anlage II, Kapitel XII, Abschnitt III Nr. 2 und 3 des Einigungsvertrages vom 31. August 1990 [1A-4] fortgeltenden Regelungen der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) außer Kraft. Seit diesem Zeitpunkt gelten bundeseinheitliche Regelungen für radioaktive Altlasten (§§ 136 ff. Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] i. V. m. § 160 ff. Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8]). Die dort formulierten Anforderungen und Kriterien für die Altlastenbewältigung finden auch auf die Stilllegung und Sanierung der Betriebsanlagen und Betriebsstätten des Uranerzbergbaus Anwendung. In Anbetracht der Komplexität der Vorhaben im Bereich der Stilllegung und Sanierung der Betriebsanlagen und Betriebsstätten des Uranerzbergbaus besteht gemäß § 149 StrlSchG für geplante Maßnahmen im Bereich der Wismut GmbH das Erfordernis der Genehmigung durch die zuständige Behörde. Grundsätzlich sind die materiellen Anforderungen, die sich in den Genehmigungsvoraussetzungen wiederfinden, mit den vor dem 31. Dezember 2018 bei den Stilllegungs- und Sanierungsvorhaben im Wismut-Bereich herangezogenen Maßstäben kompatibel. Insofern gibt es weder beim verfahrensmäßigen Ablauf noch bei den materiellen Anforderungen und Herangehensweisen grundsätzliche Änderungen oder konzeptionelle Brüche.

Eine nationale rechtliche Betrachtung der Rückstände aus der Uranerzgewinnung und -aufbereitung entsprechend den Regelungen des Strahlenschutzgesetzes und der Strahlenschutzverordnung läuft den Anforderungen sowie dem Sinn und Zweck des Gemeinsamen Übereinkommens nicht zuwider. Entscheidend für das Erreichen der Ziele des Gemeinsamen Übereinkommens (Artikel 1) und die Effizienz des Überprüfungsprozesses ist eine transparente Ausgestaltung der Maßnahmen. Diese Transparenz sollen die jeweiligen nationalen Berichte gewährleisten. Deutschland hat bei den letzten Überprüfungskonferenzen im Zusammenhang mit dem abgegebenen Bericht umfassend über die Sanierungsarbeiten und die dabei erreichten Fortschritte unterrichtet und beabsichtigt, auch weiterhin so zu verfahren. Der einzige Unterschied zu anderen, von einer verpflichtenden Unterrichtung ausgehenden Auffassungen besteht darin, dass die Darstellung nicht innerhalb des nationalen Berichts, sondern in einem gesondert beigefügten Bericht erfolgt. Durch diese Vorgehensweise werden den Vertragsstaaten, die den Anwendungsbereich des Gemeinsamen Übereinkommens anders als Deutschland auslegen, keine Informationen vorenthalten, die diese zur gegenseitigen Kontrolle des Erreichens im Gemeinsamen Übereinkommen formulierter Sicherheitsziele benötigen.

Gemäß früherem Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) [1A-5] (§ 11 Abs. 8 StrVG) war das BfS für die Ermittlung der aus bergbaulicher Tätigkeit stammenden natürlichen Umweltradioaktivität in den neuen Bundesländern zuständig. Daher führte das BfS im Zeitraum von 1991 bis 1999 das Projekt „Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten (Altlastenkataster)“ durch. Mit diesem Projekt wurden die Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaus, die sich nicht mehr im Besitz der Wismut GmbH befinden, und die Hinterlassenschaften des historischen Bergbaus systematisch erfasst, orientierend untersucht und radiologisch bewertet. Im Einzelnen handelte es sich um folgende Objekte:

- Aufbereitungsanlagen (Anlagen zur Abtrennung und Verarbeitung des nutzbaren Materials durch physikalische, chemische oder metallurgische Verfahren einschließlich der Betriebsgelände und der dazugehörigen Betriebsflächen),
- Industrielle Absetzanlagen (Becken zur Deponierung von Rückständen (Tailings) und zur Stapelung und Reinigung wässriger Prozessmedien aus Aufbereitungsanlagen),
- Halden (Aufschüttungen von beim Bergbau oder der mechanischen Erzaufbereitung angefallenen Bergen (Abraum) oder von Rückständen aus der metallurgischen Verarbeitung (Schlacken)),
- Schürfe (bergmännisch geschaffene Aufschlüsse mit geringer Teufe und geringer Fläche zur Erkundung von Erzvorkommen oder nutzbaren Rohstoffen),
- Stollen (horizontale bergmännische Auffahrungen),

- Schächte (vertikale bergmännische Auffahrungen),
- Restlöcher, Hohlräume (unverfüllte Tagebaurestlöcher oder Hohlräume),
- Anlagen (nicht rekultivierte Betriebsflächen und möglicherweise nicht dekontaminierte Bergbauanlagen wie Erzbunker, Uranerzkistenlager, wassertechnische Anlagen etc.) und Erzverladestellen (nicht auf Betriebsgelände liegende Flächen, auf denen Uranerz umgeladen wurde).

Daneben war die Identifizierung von bergbaulich beeinflussten Flächen in der Umgebung der o. a. Objekte, für die Maßnahmen zur Verminderung oder Beseitigung der Strahlenexposition der Bevölkerung erforderlich sind, von besonderem Interesse. Im Ergebnis des Projektes wurden diejenigen Hinterlassenschaften identifiziert, für die zusätzliche, bergbaubedingte Strahlenexpositionen für die allgemeine Bevölkerung von >1 mSv/a nicht ausgeschlossen werden können und für die daher weitere Untersuchungen und ggf. Sanierungsmaßnahmen oder Nutzungseinschränkungen in Erwägung zu ziehen sind. Zielstellung, Ablauf und Ergebnisse des Projektes sind in [BfS 02] zusammengefasst.

Um die finanziellen Mittel effizient einzusetzen, wurden die Untersuchungen auf sogenannte Verdachtsflächen konzentriert. Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen wurden in der Datenbank A.LAS.KA. und dem „Fachinformationssystem bergbaubedingte Umweltradioaktivität“ (FbU) gespeichert und in verdachtsflächenbezogenen Berichten ausführlich diskutiert. Die Daten und Informationen stehen den für den Vollzug des Strahlenschutzrechtes zuständigen Behörden der Länder Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zur Verfügung.

Parallel zum Projekt „Altlastenkataster“ führte das BfS ein Messprogramm zur Untersuchung der Strahlenexposition durch Radon in der Freiluft durch. Dabei zeigte sich, dass zwar in unmittelbarer Nähe bergbaulicher Anlagen gegenüber dem natürlichen Untergrund deutlich erhöhte Radonkonzentrationen auftreten können, eine großräumige Beeinflussung aber nicht besteht.

Im Jahr 2003 wurde auf der Grundlage eines Verwaltungsabkommens zwischen der Bundesregierung und dem Freistaat Sachsen mit der Sanierung der sächsischen Wismut-Altstandorte begonnen. Mit dem 1. und dem 2. Ergänzenden Verwaltungsabkommen aus den Jahren 2013 und 2019 wurden die Grundlagen für die Fortsetzung der Sanierungstätigkeiten bei den sächsischen Wismut-Altstandorten bis zum Jahr 2035 geschaffen.

H.3 Artikel 13: Wahl des Standorts geplanter Anlagen

Artikel 13: Wahl des Standorts geplanter Anlagen

- (1) *Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß für eine geplante Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle Verfahren festgelegt und angewendet werden,*
- um die Bewertung aller einschlägigen standortbezogenen Faktoren zu ermöglichen, welche die Sicherheit einer solchen Anlage während ihrer Betriebsdauer sowie die Sicherheit eines Endlagers nach dem Verschuß beeinträchtigen könnten;*
 - um die Bewertung der mutmaßlichen Auswirkungen einer solchen Anlage auf die Sicherheit des einzelnen, der Gesellschaft und der Umwelt zu ermöglichen, wobei eine mögliche Veränderung der Standortbedingungen von Endlagern nach dem Verschuß zu berücksichtigen ist;*
 - um der Öffentlichkeit Informationen über die Sicherheit einer solchen Anlage zugänglich zu machen;*
 - um Konsultationen mit Vertragsparteien in der Nachbarschaft einer solchen Anlage aufnehmen zu können, soweit sie durch diese Anlage betroffen sein könnten, und um die Übermittlung allgemeiner Daten über*

die Anlage an sie auf ihr Verlangen zu ermöglichen, damit diese die mutmaßlichen Auswirkungen der Anlage auf die Sicherheit ihres Hoheitsgebiets beurteilen können.

- (2) *Zu diesem Zweck trifft jede Vertragspartei die geeigneten Maßnahmen, um durch die Wahl des Standorts nach den allgemeinen Sicherheitsanforderungen des Artikels 4 sicherzustellen, daß diese Anlagen keine unannehmbaren Auswirkungen für andere Vertragsparteien haben*

Die gemäß Artikel 13 darzustellende Standortplanung bezieht sich auf Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle einschließlich Endlager. Diese werden in den folgenden beiden Abschnitten getrennt behandelt. Da die Informationen, welche zu Artikel 13 Abs. 1 Nummern i bis iv mitzuteilen sind, bereits an anderen Stellen dieses Berichts (vgl. die Ausführungen zu Artikel 6 in Kapitel G.3) ausgeführt sind, erfolgt hier lediglich eine zusammenfassende Stellungnahme und Verweis auf die entsprechenden Abschnitte.

H.3.1 Standortplanung für neue Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle

Für Anlagen zur Behandlung radioaktiver Abfälle, die einer Genehmigung nach dem Atomgesetz (AtG) [1A-3] bedürfen, gelten die Ausführungen zu den getroffenen Maßnahmen analog zu Artikel 6 in Kapitel G.3.

Bei den übrigen Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle muss lediglich der Umgang mit radioaktiven Stoffen – je nach Art der Anlage – nach § 12 StrlSchG (StrlSchG) [1A-34] genehmigt werden. Im Gegensatz zu den Genehmigungsverfahren nach §§ 6 oder 7 AtG wird das Genehmigungsverfahren nach § 12 StrlSchG grundsätzlich nicht nach den Regelungen der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) [1A-10] durchgeführt. Eine Ausnahme bildet der Fall, dass der betreffende Umgang entsprechend der Regelungen im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) [1B-14] der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) bedarf. Zumindest soweit die UVP betroffen ist, finden Regelungen der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung Anwendung. Die Genehmigung erfolgt wie im Folgenden beschrieben und wird von der im jeweiligen Bundesland zuständigen Genehmigungsbehörde durchgeführt.

Genehmigungsvoraussetzungen, welche für die Erteilung einer Umgangsgenehmigung für eine solche Einrichtung erfüllt sein müssen, sind in § 13 Abs. 1 StrlSchG beschrieben. Im Hinblick auf die Standortplanung für diese Einrichtungen sind hiervon insbesondere die folgenden Genehmigungsvoraussetzungen relevant:

- Der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter muss gewährleistet sein.
- Überwiegende öffentliche Interessen, insbesondere im Hinblick auf die Umweltauswirkungen, dürfen dem Umgang nicht entgegenstehen.

Die beizubringenden Unterlagen und Informationen richten sich nach der Art der Anlage und insbesondere danach, ob ein UVP-Verfahren notwendig ist. Gemäß Anlage 1 UVPG sind UVP-pflichtig:

„11.2 Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Sicherstellung oder zur Endlagerung radioaktiver Abfälle;

11.3 [...] Errichtung und Betrieb einer Anlage oder Einrichtung zur Bearbeitung oder Verarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe oder hochradioaktiver Abfälle oder zu dem ausschließlichen Zweck der für mehr als zehn Jahre geplanten Lagerung bestrahlter Kernbrennstoffe oder radioaktiver Abfälle an einem anderen Ort als dem Ort, an dem diese Stoffe angefallen sind;“

Daneben ist für die im Folgenden genannten Anlagen oder Einrichtungen (Anlage 1 UVPG) eine allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls gemäß § 35 UVPG durchzuführen:

„11.4 [...] Errichtung und Betrieb einer Anlage oder Einrichtung zur Lagerung, Bearbeitung oder Verarbeitung radioaktiver Abfälle, deren Aktivitäten die Werte erreichen oder überschreiten, bei deren Unterschreiten es für den beantragten Umgang nach einer aufgrund des Strahlenschutzgesetzes erlassenen Rechtsverordnung keiner Vorbereitung der Schadensbekämpfung bei Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb bedarf;“ (bei diesen Aktivitäten handelt es sich gemäß § 106 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] um das 10⁷-fache der Freigrenzen der Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 2 StrlSchV bei offenen und um das 10¹⁰-fache der Freigrenzen der Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 2 StrlSchV bei umschlossenen radioaktiven Stoffen).

Im Rahmen der allgemeinen Vorprüfung wird eine überschlägige Prüfung des Einzelfalls hinsichtlich evtl. erheblicher nachteiliger Umweltauswirkungen unter Berücksichtigung der in Anlage 3 UVPG genannten Kriterien (u. a. Merkmale des Vorhabens, Standort, mögliche Auswirkungen) durchgeführt. Im Ergebnis dieser Vorprüfung gelangt die zuständige Behörde zu einer Einschätzung, ob eine UVP durchzuführen ist.

Treffen die aufgeführten Fälle auf die geplante Anlage oder Einrichtung zur Behandlung radioaktiver Abfälle zu und ergibt sich für die unter Punkt 11.4 genannten Anlagen oder Einrichtungen die Notwendigkeit einer UVP, so sind Informationen der Art, wie sie bereits in den Ausführungen zu Artikel 6 (1) i und Artikel 6 (1) ii in den Kapiteln G.3.1 und G.3.2 beschrieben wurden, beizubringen. In diesem Fall sind auch eine Öffentlichkeitsbeteiligung (vgl. die Ausführungen zu Artikel 6 (1) iii in Kapitel G.3.3) und eine Beteiligung anderer Behörden sowie ggf. eine grenzüberschreitende Behördenbeteiligung vorgesehen (vgl. die Ausführungen zu Artikel 6 (1) iv in Kapitel G.3.4).

Die „Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ [3-151] fassen die Anforderungen speziell für Zwischenlager zusammen. So werden u. a. die Bevorzugung passiver gegenüber aktiver Sicherheitseinrichtungen, die hohe Bedeutung der Behälter für die Sicherstellung der Schutzfunktionen gegenüber dem Zwischenlagergebäude, das im bestimmungsgemäßen Betrieb meist nur die Funktion der Abschirmung gegenüber der Umgebung und die eines Wetterschutzes für die zwischenlagernden radioaktiven Abfälle und die technischen Einrichtungen des Zwischenlagers hat, Anforderungen an die Strahlungsüberwachung im Gebäude und in der Umgebung, bauliche Anforderungen, Schutzeinrichtungen usw. dargestellt.

Einrichtungen für die Rückholung der Abfälle aus der Schachtanlage Asse II

Ein Zwischenlager ist Voraussetzung für die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II. Ferner ist die Konditionierung der radioaktiven Abfälle für die Zwischenlagerung und spätere Endlagerung in ein noch zu bestimmendes Endlager notwendig.

Der ausgewählte Standort für den Gebäudekomplex bestehend aus Abfallbehandlungsanlage und Zwischenlager soll sich in unmittelbarer Nähe zur Schachtanlage befinden und mit deren Betriebsgelände verbunden werden. Durchgeführte Baugrunduntersuchungen haben die Eignung des Standortes bestätigt. Die derzeitigen Planungen sehen vor, dass Einrichtungen zur Abfallbehandlung und Zwischenlagerung im Jahr 2033 fertig gestellt und aufnahmebereit sind.

H.3.2 Endlagerstandorte und -standortauswahl

Endlager für hochradioaktive Abfälle

Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) ist Vorhabenträgerin zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG

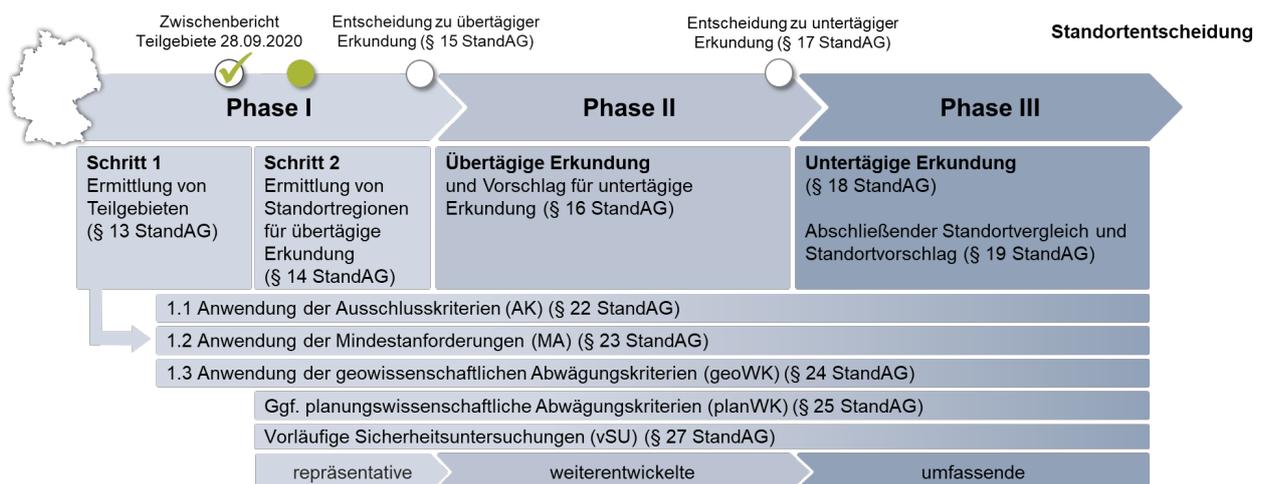
[1A-7b]). Basierend auf einer „weißen Landkarte“ Deutschlands erfolgt die Standortauswahl in einem gestuften Verfahren über drei Phasen (vgl. Abbildung H-2). Die Ergebnisse jeder Phase und die daraus resultierenden Festlegungen durch den Bundesgesetzgeber bestimmen den konkreten Arbeitsumfang der darauffolgenden Phase.

Die **Phase I** des Standortauswahlverfahrens ist in zwei Schritte unterteilt. Im Schritt 1 erfolgte die Ermittlung von Teilgebieten gem. § 13 StandAG, welche günstige geologische Voraussetzungen für die sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle erwarten lassen. Dies geschah durch die Anwendung der in den §§ 22 bis 24 StandAG festgelegten geowissenschaftlichen Kriterien und Mindestanforderungen. Schritt 1 der Phase I wurde mit der Veröffentlichung des Zwischenbericht Teilgebiete am 28. September 2020 abgeschlossen. Dieser Bericht wurde von 2020 bis 2021 in der vom Bundesamt für Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) durchgeführten Fachkonferenz Teilgebiete öffentlich beraten, und die Ergebnisse der Konferenz wurden im September 2021 an die BGE übergeben. Die Ergebnisse der Konferenz sind auf der Informationsplattform nach § 6 StandAG dokumentiert. Damit ist der Schritt 1 in Phase I abgeschlossen. Die weiße Landkarte wurde auf ca. 54 % des Bundesgebietes reduziert.

In dem Schritt 2 der Phase I erfolgt die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung gemäß § 14 StandAG auf Basis der zuvor ermittelten Teilgebiete und den Beratungsergebnissen der Fachkonferenz Teilgebiete. Hierfür werden für jedes Teilgebiet repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen gemäß § 27 StandAG durchgeführt, bevor durch die erneute Anwendung der geowissenschaftlichen und ggf. der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien günstige Standortregionen ermittelt werden. Die Anwendung der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien dient vorrangig der Einengung von großen, potenziell für ein Endlager hinsichtlich der Sicherheit gleichrangig geeigneten Gebieten. Sie können auch für einen Vergleich zwischen Gebieten herangezogen werden, die unter Sicherheitsaspekten als gleichwertig zu betrachten sind (§ 25 Satz 1 und 2 StandAG). Des Weiteren werden für die Standortregionen standortbezogene Erkundungsprogramme für die übertägige Erkundung erarbeitet. Dieser Schritt 2 der Phase I begann unmittelbar nach der Veröffentlichung des Zwischenberichtes Teilgebiete.

Die BGE fasst den Vorschlag für die übertägig zu erkundenden Standortregionen mit Begründung, den Ergebnissen der Fachkonferenz Teilgebiete und den standortbezogenen Erkundungsprogrammen zusammen und übermittelt diesen an das BASE, das den Vorschlag prüft. Der Bundesgesetzgeber trifft unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Beteiligungsverfahrens hierzu die verbindliche Entscheidung. Das BASE legt die Erkundungsprogramme für die Phase II fest.

Abbildung H-2: Schematische Darstellung des Standortauswahlverfahrens und der zwei wesentlichen Meilensteine in Phase I (Bildrechte: BGE)



In **Phase II** des Standortauswahlverfahrens erfolgt die übertägige Erkundung der gesetzlich festgelegten Standortregionen gemäß § 16 StandAG durch die festgelegten standortbezogenen Erkundungsprogramme. Auf Grundlage der Erkundungsergebnisse werden weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt. Für jede Standortregion werden sozioökonomische Potenzialanalysen durchgeführt. Es erfolgt erneut die vergleichende Analyse und Abwägung nach Maßgabe der gesetzlich festgelegten Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen, geowissenschaftlichen Abwägungskriterien sowie der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien. Die BGE erarbeitet standortbezogene Erkundungsprogramme und Prüfkriterien für die untertägige Erkundung und die umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen. Den Vorschlag für die untertägig zu erkundenden Standortregionen mit Begründung übermittelt die BGE dem BASE. Der Bundesgesetzgeber trifft unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Beteiligungsverfahrens hierzu die verbindliche Entscheidung. Das BASE legt die Erkundungsprogramme für die Phase III fest.

Mit der Umsetzung der **Phase III** erfolgt die untertägige Erkundung der zuvor festgelegten Standorte mit einem anschließenden Vergleich. Die zuvor durch das BASE festgelegten Erkundungsprogramme für die untertägige Erkundung sind die Voraussetzung zur Durchführung dieser innerhalb der durch den Bundesgesetzgeber festgelegten Standorte durch die BGE. Die Erkundungsergebnisse fließen in die umfassenden vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ein und die BGE erstellt die Unterlagen für die Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß § 16 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG), bevor eine erneute Anwendung der Kriterien und Anforderungen gemäß §§ 22 bis 24 StandAG erfolgt. Die Anwendung der in der Anlage 12 (zu § 25) StandAG benannten planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien erfolgt nach Maßgabe von § 25 StandAG.

Abschließend schlägt die BGE dem BASE den Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für die Errichtung eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle vor. Das BASE prüft den Vorschlag der BGE einschließlich des zugrundeliegenden Standortvergleiches von mindestens zwei Standorten. Dieses Prüfergebnis wird unter Abwägung sämtlicher privater und öffentlicher Belange sowie der Ergebnisse des Beteiligungsverfahrens durch das BASE bewertet. Es prüft welches der Standorte mit der bestmöglichen Sicherheit ist und übermittelt diesen an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) (§ 19 StandAG). Anschließend legt die Bundesregierung dem Bundesgesetzgeber den Standortvorschlag als Gesetzentwurf vor. Mit der Festlegung des Standortes durch den Bundesgesetzgeber ist das Ziel des Standortauswahlverfahrens erreicht.

Aktuell befindet sich das Standortauswahlverfahren in Schritt 2 der Phase I: Die BGE hat im Oktober 2023 das Vorgehen zur Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung veröffentlicht und damit die maßgeblichen Methodenentwicklungen auf dem Weg zu den Standortregionen vervollständigt. Gegenwärtig erfolgt die Anwendung dieser Methodik und die damit verbundene Ermittlung von Standortregionen sowie die Erarbeitung standortbezogener Erkundungsprogramme für die übertägige Erkundung.

Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmentswicklung – Endlager Konrad

Die Schachtanlage Konrad wurde als Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.5) planfestgestellt und im Jahr 2007 verwaltungsgerichtlich endgültig bestätigt. Das Endlager wird derzeit errichtet (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.3).

Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, die gegebenenfalls nicht in das Endlager Konrad eingelagert werden können

Im Nationalen Entsorgungsprogramm [BMU 15] und in einem diesbezüglichen Diskussionspapier der Entsorgungskommission (ESK) [4-23] sind folgende Abfallarten und grob abgeschätzte Mengen

an radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung angegeben, für die das Endlager Konrad nicht zur Verfügung steht:

- Abfälle aus der Urananreicherung (ca. 100.000 m³), zu berücksichtigen für den Fall, dass eine weitere Verwertung des abgereicherten Urans nicht erfolgt,
- Abfallvolumen aus der Schachanlage Asse II (geschätzt auf 220.000 m³),
- sonstige Abfälle, die aufgrund ihres Nuklidinventars und/oder ihrer chemischen Zusammensetzung oder dem Zeitpunkt ihres Anfalls nicht für eine Einlagerung in das Endlager Konrad geeignet sind.

Gemäß dem Nationalen Entsorgungsprogramm soll eine zusätzliche Endlagerung der o. g. SMA am Standort des Endlagers für HAA geprüft werden. Eine abschließende Entscheidung über den Endlagerstandort für die aus der Schachanlage Asse II zurückzuholenden radioaktiven Abfälle kann – unter Einbeziehung aller technischen, ökonomischen und politischen Aspekte – erst getroffen werden, wenn die Kriterien für die Einlagerung in das Endlager für hochradioaktive Abfälle festgelegt sind und ausreichende Informationen zur Menge, zur Beschaffenheit und zum Zeitpunkt des Anfalls dieser Abfälle vorliegen. Die Realisierung eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle hat aber im Standortauswahlprozess Priorität. Die zusätzliche Endlagerung der radioaktiven Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung am gleichen Standort darf insbesondere nicht zu einer Verringerung des Sicherheitsniveaus für die hochradioaktiven Abfälle oder zu einem Ausschluss von Standorten auf Grund fehlender Flächengröße für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung führen.

H.3.3 Forschungstätigkeiten und internationale Kooperationen im Bereich der Entsorgung

Am 8. Dezember 2021 sind innerhalb der Bundesregierung alle vormals im Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz angesiedelten Zuständigkeiten für nukleare Sicherheits- und Entsorgungsforschung auf das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) übergegangen. Im Rahmen des zugehörigen Projektförderprogramms zur Sicherheitsforschung für kerntechnische Anlagen 2021-2025 fördert das Bundesumweltministerium anwendungsorientierte Grundlagenforschung u. a. auf dem Gebiet der Entsorgungsforschung (Forschung zu verlängerter Zwischenlagerung und Behandlung hochradioaktiver Abfälle, Endlagerforschung und diesbezügliche Forschung zu Querschnittsfragen). Im nachgeordneten Bereich des Bundesumweltministeriums forscht darüber hinaus das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) auf Basis einer eigenen Forschungsstrategie und -agenda.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert unter anderem die Forschung zum Rückbau kerntechnischer Anlagen. Mit dieser Fördermaßnahme sollen der Schutz von Mensch und Umwelt im kerntechnischen Rückbau und in der Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle weiter verbessert sowie die Effizienz der eingesetzten Verfahren und Methoden erhöht werden.

Die durchgeführten Forschungsarbeiten tragen dazu bei, den Stand von Wissenschaft und Technik kontinuierlich fortzuschreiben, wie es u. a. im Atomgesetz (AtG) [1A-3] gefordert wird, um so die hohen Anforderungen an die Sicherheit bei der Behandlung sowie Entsorgung der radioaktiven Abfälle und bestrahlten Brennelemente zu erfüllen. Die Forschungsaktivitäten dienen darüber hinaus dazu, einen substanziellen Beitrag zu Aufbau, Weiterentwicklung und Erhalt der wissenschaftlich-technischen Kompetenz- und Nachwuchsförderung im Bereich der nuklearen Entsorgung zu leisten.

Ein wichtiger wissenschaftlicher Beitrag für die Entsorgungs- und insbesondere Endlagerforschung sowie die internationale Kooperation erfolgt durch die Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerfor-

schung (DAEF). Deren Ziel ist die Weiterentwicklung und Vertiefung der Zusammenarbeit ihrer Mitglieder und Nutzung deren kumulativer Expertise auf dem Gebiet der Endlagerforschung. Die DAEF bietet der Bundesregierung bzw. den Bundes- und Landesbehörden sowie dem Deutschen Bundestag und sonstigen interessierten Institutionen fachliche und wissenschaftliche Beratung an. Der DAEF gehören zurzeit 14 Forschungsinstitutionen und Universitäten an, die maßgeblich mit der Endlagerforschung befasst sind.

Seit mehreren Jahrzehnten sind Forschende aus Deutschland an internationalen Forschungsprojekten zur Entsorgungs- bzw. Endlagerforschung mit dem Ziel beteiligt, Erfahrung und Wissen aufzubauen und zu erweitern sowie die notwendige Expertise bei der Anwendung und dem Einsatz von Techniken und Technologien zu erlangen. Da Deutschland einerseits über kein Untertagelabor verfügt, andererseits die Notwendigkeit besteht, spezifische Untersuchungen und Experimente realitätsnah durchzuführen, ist die Mitarbeit insbesondere in Untertagelaboren (Mont Terri (CH), Grimsel (CH), Äspö (S), Bure (F), Bukov (CZ)) und die Beteiligung an Demonstrationsprojekten von großer Bedeutung und als unabdingbar anzusehen. Durch diese Mitarbeit wird in Deutschland insbesondere der Wissensstand zu den nicht ausreichend abgeschlossen erforschten Wirtsgesteinen Tongestein und Kristallingestein substanziell weiterentwickelt. Darüber hinaus kann mit diesen Forschungsaktivitäten in deutschen Organisationen ein erheblicher Wissensfundus aufgebaut und weiterentwickelt werden, der es erlaubt, fundiert die Vor- und Nachteile von Endlagerkonzepten in allen Wirtsgesteinen zu beurteilen. Die vom Bundesumweltministerium verantworteten und von deutschen Forschungseinrichtungen durchgeführten Forschungsaktivitäten in internationalen Kooperationen erfolgen im Rahmen der Forschungsrahmenprogramme der Europäischen Union (EU), bilateraler Vereinbarungen mit Endlagerorganisationen, über projektfinanzierte Beteiligungen an multilateralen Konsortien sowie über direkte vertragliche Vereinbarung wissenschaftlich-technischer Zusammenarbeit.

Die internationalen Kooperationen erfolgen derzeit überwiegend mit Organisationen aus dem europäischen Ausland und mit den Vereinigten Staaten von Amerika.

Im Kontext von Euratom beteiligen sich mehrere deutsche Forschungsinstitutionen am *European Joint Programme on Radioactive Waste Management* (EURAD), dessen Nachfolge EURAD II derzeit aufgesetzt wird und dann neben der Endlagerung auch Themen der Zwischenlagerung beinhaltet. Darüber hinaus werden die deutschen Interessen hinsichtlich der Entsorgungsforschung auch durch die Beteiligung an der europäischen Technologieplattform *Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste – Technology Platform* (IGD-TP) vertreten. Im Rahmen von Kooperationen der *Nuclear Energy Agency* (NEA) der *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) bringen sich deutsche Institutionen in der *Integration Group for the Safety Case* (IGSC) sowie in der *Working Party on Information, Data and Knowledge Management* (WP-IDKM), der *Working Group on the Characterisation, the Understanding and the Performance of Argillaceous Rocks as Repository Host Formations* (CLAY CLUB), in der *Expert Group on Repositories in Rock Salt Formations* (SALT CLUB) und in der *Expert Group on Repositories in Crystalline Formations* (CRYSTALLINE CLUB) ein.

H.4 Artikel 14: Auslegung und Bau von Anlagen

Artikel 14: Auslegung und Bau von Anlagen

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen,

- i) daß bei der Auslegung und dem Bau einer Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle geeignete Vorkehrungen zur Begrenzung möglicher radiologischer Auswirkungen auf den einzelnen, die Gesellschaft und die Umwelt, auch aufgrund von Ableitungen oder unkontrollierten Freisetzungen, getroffen werden;*
- ii) daß im Stadium der Auslegung Planungskonzepte und, soweit erforderlich, technische Vorschriften für die Stilllegung einer Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle, ausgenommen Endlager, berücksichtigt werden;*
- iii) daß im Stadium der Auslegung technische Vorschriften für den Verschuß eines Endlagers ausgearbeitet werden;*
- iv) daß sich die bei der Auslegung und dem Bau einer Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle eingesetzten Techniken auf Erfahrung, Erprobung oder Analyse stützen.*

H.4.1 Auswirkungen auf Personen und Umwelt

Bei der Planung und Errichtung von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle werden bzgl. der radiologischen Aspekte sowohl die Anforderungen relevanter Gesetze und Verordnungen (z. B. Atomgesetz (AtG) [1A-3], Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] und Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8]) als auch die Inhalte und Empfehlungen des untergesetzlichen Regelwerks berücksichtigt bzw. sinngemäß angewendet (z. B. KTA 1301.1 [KTA 1301.1]).

Durch die Realisierung dieser Anforderungen werden die Voraussetzungen geschaffen, um während des Betriebs der Anlage die Grenzwerte der Strahlenexposition für beruflich exponierte Personen sowie für die Bevölkerung in der Umgebung der Anlage gemäß § 78 bzw. § 80 StrlSchG einzuhalten bzw. zu unterschreiten.

Strahlenschutz des Personals

Die während der Planung und Errichtung von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle zu berücksichtigenden Maßnahmen zur Gewährleistung des radiologischen Arbeitsschutzes des Personals betreffen insbesondere bauliche Maßnahmen zur Anordnung und Auslegung der Räume des Kontrollbereichs der Anlage. Dabei stehen u. a.

- die Anordnung und Zugänglichkeit der Räume,
- die Anordnung und Zugänglichkeit der Abfallgebinde,
- die Auslegung der Wände unter dem Gesichtspunkt der Abschirmung,
- die Dekontaminierbarkeit der Wand- und Bodenoberflächen,
- der Raumbedarf für Strahlenschutzaufgaben sowie
- die Gestaltung des Ein- und Ausgangs des Kontrollbereichs (einschließlich Einrichtungen zur Ausgabe von Arbeits- und Schutzkleidung, zur persönlichen Reinigung des Personals und zur Kontaminationskontrolle vor Verlassen des Kontrollbereichs)

im Vordergrund. Das anlagen- und lüftungstechnische Konzept, das Lagerkonzept, die messtechnischen Maßnahmen zur Strahlenschutzüberwachung innerhalb des Kontrollbereichs der Anlage (Ortsdosisleistung, Luftaktivitätskonzentration, Oberflächenkontamination) und die Überwachung der inneren und äußeren Strahlenexposition des Personals sind weitere Gesichtspunkte, die bereits bei der Planung und Errichtung von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle berücksichtigt und im Genehmigungsverfahren durch die zuständige Behörde geprüft werden.

Strahlenschutz der Bevölkerung bei bestimmungsgemäßigem Betrieb

Der Strahlenschutz der Bevölkerung beim bestimmungsgemäßen Betrieb wird bei der Planung und Errichtung von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle durch deren bauliche und technische Auslegung sichergestellt. Neben der bereits unter dem Gesichtspunkt des radiologischen Arbeitsschutzes des Personals genannten Abschirmungswirkung der Wände des Kontrollbereichs, die auch der Begrenzung der Direktstrahlung auf dem Anlagengelände und in der Umgebung der Anlage im Sinne des § 80 StrlSchG dienen, sind zur Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser technische Ausrüstungen vorzusehen, um den Grenzwert des § 99 Abs. 1 StrlSchV der effektiven Dosis der durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser aus diesen Anlagen oder Einrichtungen jeweils bedingten Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung von 0,3 mSv im Kalenderjahr einzuhalten. Dabei handelt es sich um Rückhaltevorrichtungen für luftgetragene radioaktive Stoffe sowie um Aufbereitungsanlagen für kontaminierte Wässer und Übergabebehälter für Wässer aus dem Kontrollbereich. Außerdem werden die Voraussetzungen für die messtechnische Erfassung der Ableitungen und deren nuklidspezifische Bilanzierung durch entsprechende Mess-, Probenahme- und Analyseverfahren geschaffen.

Strahlenschutz der Bevölkerung bei Störfällen

Bei der Planung von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle (Zwischenlager, Konditionierungseinrichtungen, Endlager) werden gemäß § 104 Abs. 3 und 4 StrlSchV bauliche oder technische Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des potenziellen Schadensausmaßes getroffen, um die Strahlenexposition 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 Störfalles, fest.

Bei der Planung baulicher oder sonstiger technischer Schutzmaßnahmen gegen Störfälle in oder an einem Endlager für radioaktive Abfälle darf gemäß § 104 Abs. 1 und 2 StrlSchV bis zur Stilllegung in der Umgebung der Anlage im ungünstigsten Störfall durch Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung höchstens eine effektive Dosis von 50 mSv zugrunde gelegt werden. Zusätzliche Dosisgrenzwerte bestehen für bestimmte Organe. Weitere Details finden sich in Tabelle F-1. Maßgebend für eine ausreichende Vorsorge gegen Störfälle ist der Stand von Wissenschaft und Technik.

Durch die Maßnahmen zum Strahlenschutz der Bevölkerung wird gleichzeitig der Schutz der Umwelt sichergestellt.

H.4.2 Planungskonzepte für die Stilllegung

Die Berücksichtigung der Stilllegung von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle erfolgt bereits bei deren Planung und Errichtung unter sinngemäßer Anwendung der im gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerk enthaltenen Festlegungen und Empfehlungen für die Stilllegung kerntechnischer Anlagen (vgl. [3-73], [4-4] und [3-150]).

Für die Stilllegung muss daher bereits bei der Planung und Errichtung der Anlage ein entsprechendes Konzept vorliegen. Dieses enthält Vorgaben, die prinzipiell davon abhängen, ob die Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle als Teil einer größeren kerntechnischen Anlage errichtet und somit auch in das Stilllegungsvorhaben dieser Anlage integriert wird oder ob es sich um einen separaten Standort und damit um ein unabhängiges – direkt auf diese Anlage bezogenes – Stilllegungskonzept handelt. Das Stilllegungskonzept enthält außerdem eine Auflistung der wesentlichen für die Realisierung der Stilllegung erforderlichen Unterlagen und Informationen aus Errichtung und Betrieb der Anlage sowie Festlegungen zu deren Archivierung. Das Stilllegungskonzept wird parallel zum Betrieb der Anlage fortentwickelt, sodass zum Zeitpunkt des erstmaligen Antrags auf Stilllegung eine Stilllegungsplanung im Sinne von § 19b Abs. 1 der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV)

[1A-10] vorgelegt werden kann. Begleitend zum Betrieb der Anlage ist das Stilllegungskonzept regelmäßig und insbesondere bei für die Stilllegung relevanten Änderungen an der Anlage anlassbezogen zu prüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren [4-4]. Die Aktualisierung umfasst insbesondere relevante Anlagendaten, Entsorgungswege, das grundsätzliche Vorgehen unter Berücksichtigung relevanter Erfahrungen sowie stilllegungsrelevante Ereignisse.

Die Anforderungen an die vorgesehenen Dekontaminationsverfahren berücksichtigen das Gebot zur Reduzierung der Individual- und Kollektivdosen zur Erreichung eines für die Durchführung von Stilllegungsaktivitäten geeigneten Zustandes sowie die Reduktion des Volumens und die möglichst schadlose Verwertung von Reststoffen, wobei auch die Sekundärabfallmengen zu beachten sind.

Die Anforderungen an die Abbautechniken sind von der technologischen Aufgabe (Werkstoff, Größe des Bauteils, Umgebungsbedingungen, Zugänglichkeit), den Strahlenschutzbedingungen (vorhandene Aktivität, Möglichkeit der Aerosolbildung, Kontaminationsgefahr, Einschluss mobiler Aktivität, Begrenzung der Individual- und Kollektivdosis) und der vorgesehenen Weiterbehandlung als Reststoff zur Wiederverwertung, zur konventionellen Beseitigung oder zur Beseitigung als radioaktiver Abfall abhängig.

H.4.3 Verschluss eines Endlagers

Nach Beendigung der Betriebsphase muss ein Endlager in tiefen geologischen Formationen langfristig sicher gegenüber der Biosphäre verschlossen werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die mit Abfallgebinden befüllten Einlagerungsstrecken oder Strecken mit Bohrlöchern unmittelbar nach der Einlagerung verfüllt sowie je nach Erfordernis mit Dammbauwerken verschlossen und anschließend die Einlagerungsfelder abgeworfen, d. h. nicht mehr genutzt und mit Versatzmaterial verfüllt werden. Auf diese Weise erfolgt während der Betriebsphase eines Endlagers in tiefen geologischen Formationen bereits ein sukzessiver Verschluss während der Betriebsphase. Nach Einlagerung aller Abfallgebinde schließt sich die Stilllegungsphase an, in der alle Maßnahmen und Vorkehrungen über und unter Tage getroffen werden, die für den endgültigen Verschluss des Endlagers erforderlich sind. Der eigentliche Verschluss besteht dann in der Verfüllung sowie dem Verschluss der noch offenen Strecken und Hohlräume unter Tage sowie der Schächte.

Als Genehmigungsvoraussetzung fordert das Atomgesetz (AtG) [1A-3] in § 9b Abs. 4 in Verbindung mit § 7 Abs. 2 Nr. 3, dass „*die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist*“. Für ein neu zu errichtendes Endlager für hochradioaktive Abfälle ist gemäß der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndlSiAnfV) [1A-40] u. a. zu prüfen und darzustellen, dass nach dessen Verschluss für die zu erwartenden Entwicklungen die abgeschätzte zusätzliche effektive Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung höchstens im Bereich von 10 µSv im Kalenderjahr liegt und für abweichende (d. h. weniger wahrscheinliche) Entwicklungen 100 µSv im Kalenderjahr nicht überschritten wird.

Auf Grundlage von Anforderungen, Regelwerken und Gesetzesvorgaben verschiedener Rechtsgebiete ist sicherzustellen, dass schädliche Umwelteinwirkungen vermieden oder auf ein Mindestmaß beschränkt werden. So fordert das Bergrecht, dass es langfristig nicht zu Senkungen an der Tagesoberfläche kommen darf, die unzulässige Auswirkungen auf Schutzgüter haben können. Aus dem Wasserrecht leitet sich die Forderung ab, dass eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften nicht zu besorgen ist.

Im Genehmigungsverfahren für ein Endlager muss ein Verschlusskonzept vorgelegt werden und geht in den Langzeitsicherheitsnachweis ein. Die nach Abschluss des Einlagerungsbetriebs dann zu ergreifenden Maßnahmen werden festgelegt. Die Art und Weise der Ausführung unterliegt der Aufsicht der zuständigen Behörde.

H.4.4 Eingesetzte Techniken

Es gibt keinen Unterschied in den Vorgaben für die anzuwendenden Techniken für die Auslegung und den Bau der Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle und der Anlagen für die Behandlung bestrahlter Brennelemente. Daher gelten die Aussagen zu Artikel 7 iii in Kapitel G.3.4 vollständig auch für Artikel 14 iv.

H.5 Artikel 15: Bewertung der Anlagensicherheit

Artikel 15: Bewertung der Anlagensicherheit

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen,

- i) daß vor dem Bau einer Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle entsprechend der von der Anlage ausgehenden Gefährdung und unter Berücksichtigung ihrer Betriebsdauer eine systematische Sicherheitsbewertung und eine Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt vorgenommen werden;*
- ii) daß außerdem vor dem Bau eines Endlagers für die Zeit nach dem Verschuß eine systematische Sicherheitsbewertung und eine Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt vorgenommen und die Ergebnisse anhand der von der staatlichen Stelle festgelegten Kriterien bewertet werden;*
- iii) daß vor Inbetriebnahme einer Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle auf den neuesten Stand gebrachte detaillierte Fassungen der Sicherheitsbewertung und der Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt erstellt werden, sofern dies zur Vervollständigung der unter Ziffer i genannten Bewertungen für notwendig erachtet wird.*

H.5.1 Bewertung der Anlagensicherheit vor dem Bau von Behandlungseinrichtungen

Die Bewertung der Sicherheit von Anlagen bzw. Einrichtungen zur Behandlung von radioaktiven Abfällen (Zwischenlager für radioaktive Abfälle, Konditionierungseinrichtungen und Endlager) und die Bewertung der Umweltauswirkungen vor dem Bau einer solchen Anlage bzw. Einrichtung erfolgen im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens (vgl. die Ausführungen zu Artikel 19 in Kapitel E.2.3). Eine Bewertung der Sicherheit und der Umweltauswirkungen vor der Inbetriebnahme findet im Rahmen der begleitenden atomrechtlichen Aufsicht statt (vgl. die Ausführungen in Kapitel H.5.3).

Regulatorische Grundlagen

Der Umgang mit radioaktiven Stoffen in Einrichtungen zur Behandlung von radioaktiven Abfällen ist nach § 12 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] genehmigungsbedürftig.

Ein Sonderfall ist die Genehmigung zur Errichtung einer Verglasungsanlage gemäß § 7 Atomgesetz (AtG) [1A-3], da hier neben der Verarbeitung von hochradioaktiven Abfällen auch Kernbrennstoffe bearbeitet bzw. verarbeitet werden sollten. Die wesentlichen Merkmale der Sicherheitsbewertung im Genehmigungsverfahren nach § 7 AtG sind in den Ausführungen zu Artikel 8 dargestellt und gelten für das Genehmigungsverfahren von Anlagen zur Verglasung hochradioaktiver Abfälle entsprechend.

Während die Genehmigung nach § 7 AtG eine Bündelung der erforderlichen Genehmigungen zur Errichtung und zum Betrieb der kerntechnischen Anlage und zum Umgang mit Kernbrennstoffen darstellt (vgl. die Ausführungen zu Artikel 8 in Kapitel G.5), regelt der § 12 StrlSchG ausschließlich

den Umgang mit radioaktiven Stoffen. Eine Baugenehmigung muss zusätzlich nach geltendem Bau-recht beantragt werden. Endlager für radioaktive Abfälle sind nach § 9b AtG zu genehmigen.

Die atomrechtliche Genehmigung ist bei der jeweils zuständigen Landesbehörde (im Falle von End-lagern beim Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE)) zu beantragen. Im Antrag ist darzulegen, inwieweit die kerntechnische Anlage bzw. Einrichtung über die erforderlichen Sicherheitseigenschaften verfügt und den Vorgaben des gültigen Regelwerks entspricht. Im Geneh-migungsverfahren sind nach § 16 StrlSchG dem Genehmigungsantrag die in Anlage 2 StrlSchG aufgeführten Unterlagen beizufügen. Die Voraussetzungen für die Genehmigung zum Umgang mit radioaktiven Stoffen regelt § 13 StrlSchG. Sie sind in den Ausführungen zu Artikel 19 in Kapitel E.2.3 detailliert beschrieben.

Behördliche Prüfungen

Genehmigungsvoraussetzung ist unter anderem, dass beim Umgang mit radioaktiven Abfällen die Ausrüstungen vorhanden und die Maßnahmen getroffen sind, die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlich sind, damit die Schutzvorschriften eingehalten werden (§ 13 StrlSchG). Im Rahmen der Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen werden das Regelwerk des Kerntechni-schen Ausschusses (KTA) und des Deutschen Instituts für Normung e. V. (DIN) bzw. des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE) als Prüfmaßstab zugrunde gelegt und sinngemäß übertragen. Im Rahmen der Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen können von der zuständigen Genehmigungsbehörde Sachverständige gemäß § 20 AtG zugezogen werden.

Nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) [1B-14] müssen kerntechnische Einrichtungen zum Zweck der für mehr als zehn Jahre geplanten Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle an einem anderen Ort als dem, an dem sie angefallen sind, sowie gemäß § 7 AtG genehmigungspflichtige kerntechnische Anlagen einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) unterzogen werden. Für Anlagen und Einrichtungen, die eine Lagerung radioaktiver Abfälle für weniger als zehn Jahre vorsehen, ist eine grundsätzliche UVP-Pflicht nicht definiert. Auch für Anlagen und Einrichtun-gen, die nicht UVP-pflichtig sind, gilt jedoch gleichermaßen, dass im Rahmen der Sicherheitsbe-trachtungen im Genehmigungsverfahren alle radiologischen Auswirkungen zu überprüfen sind. Nä-here Angaben zur UVP finden sich in den Ausführungen zu Artikel 13 in Kapitel H.3.1 bzw. Artikel 6 in Kapitel G.3.1.

Außerdem sind für kerntechnische Einrichtungen zur Lagerung, Bearbeitung oder Verarbeitung ra-dioaktiver Abfälle, deren Aktivitätsinventare die in § 11 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] in Verbindung mit Anlage 4 Tabelle 1 StrlSchV festgelegten Werte (vgl. die Ausführungen in Kapi-tel F.5.1) erreichen oder überschreiten, gemäß Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung all-gemeine Vorprüfungen des Einzelfalls vorgesehen. Somit ist für diese Anlagen und Einrichtungen eine UVP durchzuführen, sofern das Vorhaben nach Einschätzung der zuständigen Behörde erheb-liche nachteilige Umweltauswirkungen haben kann.

Gemäß § 12b AtG führen die zuständigen Behörden zum Schutz gegen unbefugte Handlungen, die zu einer Entwendung oder einer erheblichen Freisetzung radioaktiver Stoffe führen können, eine Überprüfung der Zuverlässigkeit der für den Umgang mit radioaktiven Stoffen verantwortlichen Per-sonen gemäß der Atomrechtlichen Zuverlässigkeitsüberprüfungs-Verordnung (AtZüV) [1A-19] durch.

Anforderungen an Auslegung und Betrieb

Die Anforderungen an Auslegung und Betrieb von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radi-oaktiver Abfälle werden exemplarisch anhand der Anforderungen für Zwischenlager dargestellt.

Speziell für die Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle (SMA) hat die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) im Jahr 2002 Sicherheitsanforderungen erarbeitet. Diese wurden zuletzt im Dezember 2021 durch die Entsorgungskommission (ESK) aktualisiert [3-151]. Anhand der darin enthaltenen Kriterien werden die Sicherheit einer Anlage zur Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle sowie ihre Auswirkungen auf die Umwelt bewertet. In Bezug auf Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle sind diese Sicherheitsanforderungen zumindest auf deren Zwischenlagerbereich anzuwenden und sinngemäß auf die Bereiche zur Behandlung zu übertragen.

Einrichtungen für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen sind im Allgemeinen für die Handhabung und Lagerung radioaktiver Stoffe in Abfallgebinden ausgelegt. Die Abfallbehälter übernehmen somit die Aufgabe des sicheren Aktivitätseinschlusses für den gesamten Lagerzeitraum. Eine Konzeption des Lagers für den Umgang mit radioaktiven Abfällen, die Emissionen von radioaktiven Stoffen verursachen können, ist ebenfalls zulässig, erfordert jedoch hinsichtlich der zu unterstellenden Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser zusätzliche technische Aufwendungen.

Gemäß den „Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ [3-151] sind u. a. folgende Anforderungen an die Abfallprodukte und -gebinde einzuhalten:

- Für die Zwischenlagerung müssen die Abfallprodukte und Abfallbehälter über den Zeitraum der Zwischenlagerung bis zu ihrer Endlagerung chemisch/physikalisch ausreichend stabil sein. Durch die Konditionierung von radioaktiven Abfällen für eine Zwischen- bzw. Endlagerung ist sicherzustellen, dass zwischen- bzw. endlagerrelevante Abfallgebinde-Eigenschaften über den Zeitraum der Zwischenlagerung erhalten bleiben.
- Veränderungen der Abfallprodukteigenschaften und der Abfallbehältereigenschaften (z. B. Schrumpfen bei Zementprodukten, Reaktionen zwischen Resten organischer Lösungsmittel mit Beschichtungsmaterialien der Behälterinnenwand, Gasbildung und Korrosion) sind zu minimieren.
- Die Herkunft und Eigenschaften der Rohabfälle sind zu erfassen und zu dokumentieren. Die nach Verfahrensqualifikation erzeugten Abfallprodukte sowie ggf. Zwischenprodukte sind hinsichtlich ihrer Eignung für eine verlängerte Zwischenlagerung zu bewerten. Vorgaben zu den zu dokumentierenden Daten sind in der Anlage Teil B der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) [1B-19] festgelegt. Der Zugriff und die Lesbarkeit der Dokumentation müssen bis zur Einlagerung in ein Endlager oder einer Freigabe nach §§ 31 bis 42 StrlSchV gesichert sein.
- Im Hinblick auf die Strahlenschutzgrundsätze (insbesondere das ALARA-Prinzip) sind Handhabungs- und Überwachungsmaßnahmen mit Personaleinsatz im Zwischenlagerbereich so gering wie möglich zu halten.

Für den Nachweis, dass die Anforderungen an die Zwischenlagerung erbracht sind, können auch die im Rahmen eines qualifizierten Verfahrens zur endlagergerechten Konditionierung der Abfälle erbrachten Nachweise verwendet werden.

Anforderungen an die Abfallbehälter und ggf. zu lagernde Großkomponenten ergeben sich insbesondere aus den Sicherheitsanalysen und sind in den Technischen Annahmebedingungen der Zwischenlager festgelegt. Darüber hinaus sind für den Transport in ein externes Zwischenlager bzw. für den Transport zum Endlager auch die verkehrsrechtlichen Anforderungen nach den jeweils geltenden Gefahrgutvorschriften zu beachten. Die Zulassung für die Zwischenlagerung erfolgt durch die jeweils zuständige Behörde.

Aus den ESK-Leitlinien [3-151] ergeben sich u. a. folgende Anforderungen an die Abfallbehälter:

- Die Ausführung der Abfallbehälter muss geeignet sein, ihre Handhabung auch während und nach der Zwischenlagerung sicherzustellen. Durch eine geeignete Auslegung der Abfallbehälter ist die langfristige Integrität sicherzustellen (z. B. Korrosionsschutz, dickwandige Behälter). Mögliche Beeinträchtigungen der Behälterintegrität durch Einwirkungen aus dem Behälterinneren (Eigenschaften Abfallprodukt) und von außen (z. B. atmosphärische Bedingungen des Zwischenlagers) sind zu berücksichtigen. Sinngemäße Überlegungen gelten für die Zwischenlagerung von Großkomponenten.
- Sofern die Abfallbehälter oder Großkomponenten nicht aufgrund ihrer Auslegung für eine verlängerte Zwischenlagerung zweifelsfrei geeignet sind, sind wiederkehrende Kontrollen durch zerstörungsfreie Prüfungen (z. B. visuelle Inspektionen) durchzuführen. Hierfür ist im Zwischenlager die Zugänglichkeit sicherzustellen (z. B. durch Gassen oder gesonderte Lagerung). Der Umfang der Kontrollen ist jeweils festzulegen.

Störfallanalyse

Die ESK-Leitlinien [3-151] stellen unter anderem Anforderungen an bauliche und technische Einrichtungen, um die Auswirkung von Störfällen zu begrenzen. Die baulichen Anlagen sind entsprechend den Landesbauordnungen der Bundesländer und gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu errichten. Darüber hinaus gilt:

- Hinsichtlich des Schutzes vor sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen in Zwischenlagern sind Maßnahmen bei der Planung baulicher oder sonstiger technischer Schutzvorkehrungen gegen Störfälle zu treffen, durch die die Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung begrenzt werden. Dabei sind die Planungswerte nach § 104 StrlSchV zugrunde zu legen.
- In einer Störfallanalyse ist zu untersuchen, welche Betriebsstörungen und Störfälle bei der Zwischenlagerung von SMA auftreten können. Aus dieser Analyse sind die für die Lagerung auslegungsbestimmenden Störfälle abzuleiten. Menschliches Fehlverhalten ist hierbei zu berücksichtigen. Die folgenden anlageninternen Ereignisse (Einwirkungen von innen) sind in der Regel als auslegungsbestimmende Störfälle zu betrachten:
 - Mechanische Einwirkungen (Absturz oder Beaufschlagung eines Abfallgebindes durch Herabstürzen einer Last),
 - Thermische Einwirkungen,
 - Ausfälle sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen (Stromversorgung, leittechnische Einrichtungen, Hebezeuge, Transportmittel).Außerdem sind in der Regel folgende Einwirkungen von außen in die Analyse der potenziellen Auswirkungen einzubeziehen, wobei standortspezifische Besonderheiten und mögliche Wechselwirkungen mit benachbarten Kernkraftwerken zu berücksichtigen sind:
 - Naturbedingte Einwirkungen von außen, z. B. Sturm, Regen, Schneefall, Frost, Blitzschlag, Hochwasser, Erdbeben und Erdbeben,
 - Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen, wie Einwirkungen schädlicher Stoffe, Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen, von außen übergreifende Brände, Bergschäden, Flugzeugabsturz.

Anpassungen während der Betriebsdauer

Die Geltungsfristen der Genehmigungen für die Zwischenlagerung von SMA wurden von den Landesbehörden unterschiedlich festgelegt; sie reichen von einigen Jahren bis zu unbefristet. Zur Anpassung an den Stand von Wissenschaft und Technik oder zur Behebung von Mängeln hat die zuständige Behörde die Möglichkeit, nachträgliche Auflagen zur Genehmigung zu erlassen.

H.5.2 Bewertung der Anlagensicherheit vor dem Bau eines Endlagers

Sicherheitsbewertung vor dem Bau eines Endlagers für die Zeit nach dem Verschluss

Die gemäß § 9b und § 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz (AtG) [1A-3] nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch ionisierende Strahlung ist auch für die Zeit nach Verschluss des Endlagers nachzuweisen. Da die Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland als wartungsfreie, zeitlich unbefristete und sichere Beseitigung dieser Abfälle definiert ist, wird dem Langzeitsicherheitsnachweis im Genehmigungsverfahren besondere Bedeutung beigemessen.

Eine radiologische Nachweisführung zu Dosiswerten ist durch Modellrechnungen möglich, mit deren Hilfe potenzielle Austragungen von Radionukliden aus dem Endlager durch die Geosphäre in die Biosphäre bis hin zu möglichen Strahlenexpositionen für den Menschen in verschiedenen Rechenmodellen ermittelt und quantifiziert werden können. Die Eingabedaten für diese verschiedenen Rechenmodelle werden aus den Abfalldaten, der Beschreibung des Einlagerungs- und technischen Barrierenkonzeptes und den durch die Standorterkundung ermittelten geowissenschaftlichen Daten des Modellraumes abgeleitet. Die Berechnung der Dosis erfolgt mittels geeigneter radioökologischer Modelle. Im Standortauswahlverfahren wird dabei die „Berechnungsgrundlage für die Dosisabschätzung bei der Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen“ [3-352] verwendet.

Weitere Prüfpflichten für die Langzeitsicherheitsbetrachtung eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle sind in der Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndlSiUntV) [1A-41] enthalten. Diese umfassen unter anderem Anforderungen an den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle, die Robustheit des Barrierensystems und die Sicherstellung der Unterkritikalität. Nach § 1 Abs. 2 Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] umfasst der dabei zugrunde zu legende Betrachtungszeitraum eine Million Jahre.

Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt

Gemäß § 9b AtG bedürfen Endlager für radioaktive Abfälle der Planfeststellung. Ein Planfeststellungsbeschluss darf nur erteilt werden, wenn die in diesem Paragraphen des Gesetzes genannten Genehmigungsvoraussetzungen durch den Antragsteller erfüllt werden (vgl. die Ausführungen zu Artikel 11 i bis iv in Kapitel H.1). Dazu gehört auch die Berücksichtigung von Gemeinwohlinteressen und öffentlich-rechtlichen Vorschriften insbesondere im Hinblick auf die Umweltauswirkungen. Die Ausgestaltung und Durchführung des Planfeststellungsverfahrens gemäß Atomgesetz ist in der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) [1A-10] und im Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) [1B-22] geregelt. Außerdem ist gemäß Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) [1B-14] eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchzuführen. Die Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik als Voraussetzung für die Planfeststellung stellt sicher, dass zu diesem Zeitpunkt die Sicherheitsbewertungen und die Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt auf aktuellem Stand sind.

In den Fällen, in denen der Standort eines Endlagers durch Bundesgesetz festgelegt wird, tritt an die Stelle der Planfeststellung ein Genehmigungsverfahren. Dies betrifft derzeit ausschließlich den gemäß Standortauswahlgesetz auszuwählenden Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Auch in diesem Fall umfasst die Genehmigung die Zulassung aller von ihr berührten öffentlichen Belange.

H.5.3 Bewertung der Anlagensicherheit vor dem Betrieb von Behandlungseinrichtungen

Gemäß § 19 Atomgesetz (AtG) [1A-3] unterliegen der Umgang und Verkehr mit radioaktiven Stoffen der staatlichen Aufsicht. Eine Bewertung der Sicherheit und der Umweltauswirkungen vor der Inbetriebnahme der kerntechnischen Einrichtung findet im Rahmen der baubegleitenden atomrechtlichen Aufsicht statt.

Sofern vom Zeitpunkt der Genehmigung bis zur Inbetriebnahme einer Einrichtung zur Behandlung radioaktiver Abfälle wesentliche Abweichungen von dem in den Genehmigungsunterlagen festgelegten Umgang vorgesehen werden, bedürfen diese einer Genehmigung nach § 12 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] bzw. nach § 7 AtG. Änderungsgenehmigungen werden vom Betreiber der jeweiligen Anlage, ggf. im Rahmen einer Aufforderung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde, bei der zuständigen Genehmigungsbehörde beantragt. Die mit dem Genehmigungsantrag vorzulegenden Unterlagen haben für den Auswirkungsbereich des zu ändernden Teils den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigen. Die Sicherheitsbewertung der Genehmigungsbehörde hat gleichfalls den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zugrunde zu legen. Ggf. ist bei UVP-pflichtigen Vorhaben nach § 3e des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) [1B-14] eine erneute Prüfung der Umweltauswirkungen durchzuführen, wenn z. B. die beantragte Änderung mit erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen verbunden sein kann. In einem solchen Fall ist im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) auch eine erneute Öffentlichkeitsbeteiligung erforderlich.

H.6 Artikel 16: Betrieb von Anlagen

Artikel 16: Betrieb von Anlagen

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen,

- i) daß die Genehmigung für den Betrieb einer Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle auf geeigneten Bewertungen nach Artikel 15 beruht und von der Durchführung eines Programms zur Inbetriebnahme abhängt, das zeigt, daß die Anlage, wie sie gebaut wurde, den Auslegungs- und Sicherheitsanforderungen entspricht;*
- ii) daß die aus Erprobungen, der Betriebserfahrung und den Bewertungen nach Artikel 15 hervorgehenden betrieblichen Grenzwerte und Bedingungen festgelegt und bei Bedarf überarbeitet werden;*
- iii) daß Betrieb, Wartung, Überwachung, Inspektion und Erprobung einer Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle in Übereinstimmung mit festgelegten Verfahren erfolgen. Bei einem Endlager werden die dabei erzielten Ergebnisse dazu verwendet, die Gültigkeit getroffener Annahmen nachzuweisen und zu prüfen und die Bewertungen nach Artikel 15 für die Zeit nach dem Verschluß auf den neuesten Stand zu bringen;*
- iv) daß die ingenieurtechnische und technische Unterstützung in allen sicherheitsbezogenen Bereichen während der Betriebsdauer einer Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle zur Verfügung steht;*
- v) daß Verfahren zur Beschreibung und Trennung radioaktiver Abfälle angewendet werden;*
- vi) daß für die Sicherheit bedeutsame Ereignisse der staatlichen Stelle rechtzeitig vom Inhaber der Genehmigung gemeldet werden;*
- vii) daß Programme zur Sammlung und Analyse einschlägiger Betriebserfahrungen aufgestellt werden und daß die Ergebnisse daraus gegebenenfalls als Grundlage des Handelns dienen;*

- viii) *daß für eine Anlage zur Behandlung radioaktiver Abfälle, ausgenommen Endlager, Stilllegungspläne ausgearbeitet und bei Bedarf unter Verwendung von Informationen, die während der Betriebsdauer dieser Anlage gesammelt wurden, auf den neuesten Stand gebracht und von der staatlichen Stelle überprüft werden;*
- ix) *daß Pläne für den Verschuß eines Endlagers ausgearbeitet und bei Bedarf unter Verwendung von Informationen, die während der Betriebsdauer dieser Anlage gesammelt wurden, auf den neuesten Stand gebracht und von der staatlichen Stelle überprüft werden.*

H.6.1 Genehmigung des Betriebs

Für die Zwischenlagerung von hochradioaktiven Abfällen (HAA) und – gemäß den Sicherheitsanforderungen an die Zwischenlagerung in den ESK-Leitlinien [3-151] – von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen (SMA) (zur Klassifizierung vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.5) gelten die Darstellungen in Kapitel G.6.1 analog.

Die in Kapitel G.6.1 beschriebene Vorgehensweise ist prinzipiell auch für Konditionierungseinrichtungen zutreffend. Es gelten die „Leitlinien für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ [3-351].

Für das Endlager Konrad ist der Betrieb mit dem Planfeststellungsbeschluss gestattet worden. Gemäß den Nebenbestimmungen zum Planfeststellungsbeschluss ist vor der Inbetriebnahme zusätzlich eine Gesamtabnahmeprüfung durchzuführen. Damit wird die Übereinstimmung der errichteten Anlage mit den Festlegungen des Planfeststellungsbeschlusses festgestellt. Die Inbetriebnahme darf erst nach Zustimmung durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde erfolgen.

H.6.2 Festlegung und Überarbeitung betrieblicher Dosisrichtwerte

Im Betriebshandbuch werden alle die Sicherheit berührenden Aspekte behandelt und betriebliche Dosisrichtwerte bzw. Bedingungen festgelegt. Die Festlegung und ggf. Überarbeitung der betrieblichen Dosisrichtwerte zur Planung und Optimierung von Schutzmaßnahmen für Personen erfolgt auf der Basis der entsprechenden Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] und unterliegt der behördlichen Aufsicht. Bei der Genehmigung betrieblicher Ableitungswerte wird – im Rahmen von vernunftorientierten Maßnahmen – dem Gebot der Begrenzung von Strahlenexpositionen Rechnung getragen.

H.6.3 Übereinstimmung mit festgelegten Verfahren

Durch behördliche Aufsicht wird sichergestellt, dass die Einhaltung der im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren für eine Einrichtung zur Behandlung radioaktiver Abfälle (vgl. Tabelle L-5 bis Tabelle L-12) festgelegten Verfahren zu Betrieb, Wartung, Überwachung, Inspektion und Erprobung und die Berücksichtigung der Sicherheitsanforderungen an die Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle (SMA) in den ESK-Leitlinien [3-151] gewährleistet ist.

Bei der Behandlung von radioaktiven Abfällen kommen dabei von der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) qualifizierte Konditionierungsverfahren zum Einsatz, bzw. die bereits konditionierten Abfälle werden von der BGE einer Produktkontrolle zur Gewährleistung der Endlagerfähigkeit unterzogen (vgl. die Ausführung zu Artikel 23 „Qualitätssicherung“ in Kapitel F.3).

Zur Einhaltung der Annahmebedingungen der Zwischenlager werden Ausführungsbestimmungen erstellt. Hierzu gehören auch Arbeitsanweisungen und Prüfvorschriften, die bei der Herstellung und Handhabungen der Abfallgebinde zu berücksichtigen sind. Zur Einhaltung der Anforderungen an

endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen) werden Maßnahmen zur Produktkontrolle sowie Fachnotizen zu deren Erläuterung und Präzisierung bereitgestellt. Diese sollen auch eine zweckmäßige Vorgehensweise bei den Verfahren aufzeigen.

Vor jeder Behandlung oder Einlagerung in ein Zwischen- oder Endlager werden radioaktive Abfälle einer Eingangskontrolle unterzogen. Die Eingangskontrolle dient der Verifikation der Angaben des Anlieferers und der Identifikationskontrolle.

Grundsätzlich werden für den Einlagerungsbetrieb u. a. folgende spezifische Kenndaten kontrolliert:

- Masse, Dosisleistung und Oberflächenkontamination der Abfallgebände,
- Zustand und Kennzeichnung der Abfallgebände,
- Übereinstimmung mit der Gebidenummer auf dem Abfalldatenblatt.

Weiterhin wird folgendes beachtet:

- Die Eingangskontrollen erfolgen nur durch geschultes Personal.
- Bei einer Nichtübereinstimmung der Angaben werden die Abfallgebände ggf. gesondert behandelt.
- Störungen und Feststellungen bei der Eingangskontrolle werden unverzüglich gemeldet.
- Die Einlagerung wird protokolliert.

Bei der Auslagerung werden Ausgangskontrollen durchgeführt. Bei abgehenden Abfallgebänden wird eine eindeutige Identifikation vorgenommen. Auch die Auslagerung wird protokolliert.

Alle Einrichtungen des Lagers, die einer Prüfung oder Instandhaltung bedürfen, werden leicht zugänglich angeordnet oder durch technische Vorrichtungen zugänglich gemacht, wobei aus Strahlenschutzgründen eventuell notwendige zusätzliche Abschirmungen vorgehalten werden. Für die Vorbereitung und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten werden Regelungen in das Betriebshandbuch aufgenommen.

Am Standort des Zwischenlagers, der Behandlungsanlage oder eines Endlagers wird qualifiziertes und ausreichendes Personal eingesetzt, das die Umsetzung aller Sicherheitsvorschriften gewährleistet und regelmäßig geschult wird. In Hinsicht auf das Personal sind dabei folgende Fälle zu unterscheiden:

- Anlagen bzw. Einrichtungen, die einer in Betrieb oder Stilllegung befindlichen kerntechnischen Anlage zuzuordnen sind: Hier wird für die meisten Funktionen auf Personal der kerntechnischen Anlage zurückgegriffen.
- Anlagen bzw. Einrichtungen, die eine dauerhafte Besetzung mit eigenem Personal aufweisen: Diese Lager werden im Hinblick auf den Betrieb als autark angesehen.
- Anlagen bzw. Einrichtungen, die keine dauerhafte Besetzung mit Personal für alle Tätigkeiten erfordern: Die Funktionen beschränken sich auf den Einsatz bei Bedarf bei Behandlungs- und Ein- oder Auslagerungskampagnen oder auf regelmäßige Inspektionen. Der Bedarf ist vorübergehend und wird meist durch Personal gedeckt, das hauptsächlich andere Tätigkeiten ausübt.

Die betriebliche Organisation des Strahlenschutzes wird im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] geregelt und die je nach Stellung erforderliche Fachkunde wird nach den Erfordernissen der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] bzw. gesonderter Bestimmungen nachgewiesen. Die Anforderungen bezüglich der Verantwortlichkeit in Fragen der nuklearen Sicherheit werden durch das Atomgesetz (AtG) [1A-3] und das Strahlenschutzgesetz geregelt. Die Zuständigkeiten und Vertretungsregelungen werden eindeutig im Betriebshandbuch festgehalten.

Auf die Entwicklung und Förderung einer hohen Sicherheitskultur wird geachtet. Dies gilt insbesondere auch für Anlagen und Einrichtungen, in denen Personaltätigkeiten relativ selten erforderlich sind, oder solche, die für verschiedene Aufgaben wechselndes Personal einsetzen. Im Hinblick auf den langfristigen Betrieb der Lager wird davon ausgegangen, dass Wechsel des Personals erforderlich sind. Dabei wird sichergestellt, dass für die Aufrechterhaltung einer hohen Sicherheitskultur die erforderlichen personellen Ressourcen verfügbar sind. Dies wird durch eine langfristige Personalplanung und sorgfältige Planung zum Erfahrungserhalt erreicht.

Je nach Typ der Behandlungs- oder Lageranlage und den gelagerten radioaktiven Abfällen können unterschiedliche Maßnahmen des Notfallschutzes erforderlich sein. Basierend auf den Freisetzungsmöglichkeiten für radioaktive Stoffe aus der Anlage bzw. der Einrichtung ist ein Plan für betriebliche Notfallschutzmaßnahmen ausgearbeitet und gegebenenfalls mit dem Notfallschutzplan benachbarter Anlagen und Einrichtungen sowie mit den zuständigen örtlichen und überörtlichen Behörden abgestimmt. Exemplare des betrieblichen Notfallschutzplans werden stets an einer ständig besetzten Stelle verfügbar gehalten. Weitere Exemplare erhalten gegebenenfalls die benachbarten Anlagen und Einrichtungen, die zuständigen Behörden und Sicherheitsorgane.

H.6.4 Verfügbarkeit der technischen Unterstützung

Über die Maßnahmen zur Sicherstellung der ingenieurtechnischen Unterstützung während der betrieblichen Lebensdauer der Anlagen und Einrichtungen durch die Bereitstellung ausreichend kompetenten Personals wurde bereits in den Ausführungen zu Artikel 22 i in Kapitel F.2.1 berichtet. Die Anforderungen für Zwischenlager ergeben sich aus den Sicherheitsanforderungen an die Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle (SMA) in den ESK-Leitlinien [3-151], wonach das Zwischenlager unabhängig von der Situation am Standort über qualifiziertes und ausreichendes Personal verfügen muss, das die Einhaltung aller Sicherheitsvorschriften gewährleistet und regelmäßig geschult wird.

Für sicherheitstechnisch wesentliche technische Einrichtungen in Konditionierungsanlagen bzw. -einrichtungen, Zwischen- und Endlagern, wie z. B.

- Hebezeuge,
- Meldeeinrichtungen,
- Einrichtungen, die dem Strahlenschutz dienen,
- ggf. Lüftungstechnische Einrichtungen,

werden wiederkehrende Prüfungen durchgeführt. Deren Häufigkeit ist nach der sicherheitstechnischen Bedeutung der zu prüfenden Komponenten festgelegt. Typische Prüfzyklen sind dabei jährlich oder zweijährlich. Die wiederkehrenden Prüfungen werden in einem Prüfhandbuch festgelegt. Die Ergebnisse der wiederkehrenden Prüfungen werden dokumentiert und bewertet.

Die technischen Einrichtungen, die für die Handhabung der Abfallgebinde und deren Abtransport eingesetzt werden, haben so lange verfügbar zu bleiben, bis alle Abfallgebinde abtransportiert sind. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Abtransport der Abfallgebinde, z. B. zum Zweck der Einlagerung in ein Endlager, über einen längeren Zeitraum erfolgen kann. Dazu werden

- die erforderlichen Einrichtungen des Lagers (z. B. Hebezeuge) entweder betriebsbereit oder in einem solchen Zustand erhalten, dass die Betriebsbereitschaft (z. B. durch eine wiederkehrende Prüfung) kurzfristig hergestellt werden kann,
- für den Transport erforderliche Hilfsmittel (z. B. Overpacks, besondere Verladeeinrichtungen) vorgehalten,
- erforderliche Typzulassungen für die Behälterbaureihen dauerhaft erhalten,
- die Abfallgebinde in einem Zustand erhalten, der eine verkehrsrechtliche Zulassung grundsätzlich ermöglicht, bzw.

- diejenigen Mittel bereitgestellt, die für die Erlangung der transportrechtlichen Zulassung erforderlich werden (z. B. Mess- und Prüfeinrichtungen, Dokumentation).

H.6.5 Beschreibung und Trennung radioaktiver Abfälle

Die verfahrenstechnische Behandlung von radioaktiven Abfällen wird in entsprechende Abfallbehandlungskategorien sehr detailliert unterteilt: entweder liegt der radioaktive Abfall als unbehandelter Abfall (Rohabfall) oder als Zwischen- oder Endprodukt vor.

Die Sortierung und Trennung von radioaktiven Abfällen sowie die zugehörige Dokumentation erfolgt zunächst beim Abfallverursacher bzw. Ablieferer bereits bei den Rohabfällen. Falls erforderlich, verfügen die Einrichtungen zur Behandlung von radioaktiven Abfällen oder zur Zwischenlagerung über Einrichtungen und Möglichkeiten zur Sortierung von radioaktiven Abfällen unter Berücksichtigung aller Anforderungen des Strahlenschutzes von Personal und Umwelt.

In der Anlage zur Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) [1B-19] wird im Hinblick auf die vorgesehene Vorbehandlung und Konditionierung eine Trennung des radioaktiven Abfalls gefordert. Dabei werden die folgenden sieben Hauptgruppen unterschieden:

- feste Abfälle anorganisch,
- feste Abfälle organisch,
- flüssige Abfälle anorganisch,
- flüssige Abfälle organisch,
- gasförmige Abfälle,
- Mischabfälle (fest, flüssig, anorganisch, organisch) und
- Strahlungsquellen (umschlossene Quellen).

Diese werden in weitere Untergruppen unterteilt.

In der Anlage Teil A Tabelle 1 AtEV wird eine weiterführende Kategorisierung nach dem Verarbeitungsstand des radioaktiven Abfalls gefordert. Hierbei wird in unbehandelte Abfälle (Rohabfälle), vorbehandelte Abfälle, Abfallprodukte in Innenbehältern, in Endlagerbehältern verpackte Abfallprodukte (Abfallgebinde), produktkontrollierte Abfallprodukte in Innenbehältern und produktkontrollierte Abfallgebinde (endlagerfähiges Abfallgebinde gemäß den Endlagerungsbedingungen Konrad) unterschieden (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.4.1).

Das Abfallkategorisierungssystem ist hinreichend flexibel, um sicherzustellen, dass für jede Abfallart eine eindeutige Zuordnung entsprechend dem Verarbeitungszustand, der Abfallbezeichnung sowie der Abfallbehandlung jederzeit gewährleistet ist.

H.6.6 Meldung bedeutsamer Ereignisse

Die Verpflichtungen des Betreibers hinsichtlich der Meldung besonderer Vorkommnisse an die Aufsichtsbehörde ergeben sich zurzeit aus der sinngemäßen Anwendung der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) [1A-17] bzw. aus den mit der Genehmigung erteilten Auflagen. Die Meldepflichten und das Meldeverfahren sind weitgehend identisch mit der in den Ausführungen zu Artikel 9 v in Kapitel G.6.5 beschriebenen Situation.

H.6.7 Sammlung und Verwertung von Betriebserfahrungen

In Verpflichtung der Behörden zu vorsorglichem Handeln werden die Meldungen bedeutsamer Ereignisse bei der Störfallmeldestelle des Bundesamtes für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) erfasst und ausgewertet (vgl. die Ausführungen zu Artikel 9 vi in Kapitel G.6.5).

Erfahrungen aus dem Betrieb vergleichbarer Anlagen und Einrichtungen werden bei der Betriebsführung berücksichtigt. Dies stellt sicher, dass Erfahrungen insbesondere hinsichtlich

- Materialverhalten bei Verpackungen,
- Beobachtungen zu langsamen Veränderungen des Abfallproduktes,
- Alterungserscheinungen bei Einrichtungen des Lagers sowie
- Verbesserungen oder Mängel der Konditionierungsverfahren

auf ihre Übertragbarkeit untersucht und bewertet werden. Hierbei sind auch internationale Meldesysteme (von der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) und der *Nuclear Energy Agency* (NEA) der *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD)) einbezogen. Auf diese Weise werden auch sehr langsam ablaufende Vorgänge sowie seltene oder nur bei bestimmten Abfällen auftretende Ereignisse bei der Betriebsführung angemessen berücksichtigt. Es werden Verfahrensweisen vorgesehen, die den Erfahrungsaustausch (z. B. auf Basis von Betriebsberichten) zwischen den Betreibern einerseits sowie den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden und ihren zugezogenen Sachverständigen andererseits in angemessenen Abständen sicherstellen.

Zur Erkennung und Beherrschung der Langzeit- und Alterungseffekte während der Nutzungsdauer des Zwischenlagers wird ein Überwachungskonzept im Rahmen des technischen Alterungsmanagements erstellt. Das Überwachungskonzept beinhaltet vor allem die Auswertung der Ergebnisse von vorausgegangenen Inspektionen einschließlich der Erfahrung aus anderen Anlagen und Einrichtungen. Es kann aber auch besondere Untersuchungen umfassen, die als regelmäßig wiederkehrende Prüfungen wegen ihres Aufwandes und aufgrund der zu erwartenden geringen Geschwindigkeit von nachteiligen Veränderungen nicht in Frage kommen.

Die Überwachung der sicherheitsrelevanten Schädigungsmechanismen der technischen Einrichtungen erfolgt dabei über wiederkehrende Prüfungen im Rahmen des technischen Alterungsmanagements. Die relevanten Schädigungsmechanismen wurden dabei im Rahmen des Genehmigungsverfahrens identifiziert und beurteilt. Sollten während des Betriebs des Zwischenlagers zusätzliche relevante Schädigungsmechanismen identifiziert werden, werden diese ebenfalls im Überwachungsprogramm berücksichtigt. Ziel des Überwachungskonzepts ist es dabei, die Ursachen und Folgen dieser Schädigungsmechanismen in Hinblick auf einen sicheren Betrieb des Zwischenlagers und den späteren Abtransport der Gebinde durch geeignete Maßnahmen zu beherrschen.

Die im Rahmen des technischen Alterungsmanagements zu betrachtenden technischen Systeme und Einrichtungen werden dabei unter Berücksichtigung ihrer Schutzzielrelevanz auf die jeweils sicherheitsrelevanten Schädigungsmechanismen hin untersucht, um Häufigkeit und Umfang der Prüf- und Überwachungsmaßnahmen festzulegen.

Die Berichterstattung und Dokumentation zum technischen Alterungsmanagement findet dabei über regelmäßige Berichterstattungen mit der Aufsichtsbehörde statt. Dabei ist für jedes Zwischenlager ein eigener Basisbericht zum technischen Alterungsmanagement zu erstellen, in dem neben der organisatorischen Einbindung auch der auf Basis der zu betrachtenden Schädigungsmechanismen und der sicherheitstechnischen Relevanz festgelegte Betrachtungsumfang der technischen Systeme und Einrichtungen dargestellt wird. Die anschließende Darstellung des Überwachungskonzepts umfasst dabei neben der Nennung der zu betrachtenden Systeme und Komponenten die Kennzeichnung von Prüfvorschrift und -intervall der wiederkehrenden Prüfung.

Im Rahmen der regelmäßigen Statusberichterstattungen werden die gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse aus diesen Prüfungen, sowie ggf. aus weiteren durchgeführten Maßnahmen innerhalb des Betrachtungszeitraum fortlaufend dokumentiert und bewertet.

Die Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) ist ein zusätzliches Instrument zur Überprüfung des Sicherheitsstatus der Anlage in Betrieb neben den laufenden Aufsichtstätigkeiten der Behörden. Für

Anlagen zur Behandlung hochradioaktiver Abfälle gelten die Ausführungen in Kapitel G.6.6. Die Anforderung, alle zehn Jahre eine PSÜ für Anlagen zur Behandlung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle (SMA) durchzuführen, ergibt sich aus § 19a Abs. 3 Atomgesetz (AtG) [1A-3] in Verbindung mit § 9h AtG. Eine Konkretisierung dieser Anforderung stellen die „Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ [3-151] und die „Leitlinien für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ [3-351] dar, welche ihrerseits, für die Durchführung der PSÜ, Bezug auf die die „ESK-Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle“ [3-152] nehmen, die unter Berücksichtigung des abweichenden Gefährdungspotenzials sinngemäß angewandt werden können.

Die Durchführung der PSÜ bei Anlagen zur Behandlung radioaktiver Abfälle erfolgt analog zu den Darstellungen in Kapitel G.6.6.

Abschließend erfolgt eine zusammenfassende Bewertung der Anlage durch den Genehmigungsinhaber unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus allen Einzelanalysen. Bewertungsmaßstab ist die Erfüllung der beiden Schutzziele – sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe und Vermeidung unnötiger Exposition, Begrenzung und Kontrolle der Exposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung – gemäß dem vorliegenden Gefährdungspotenzial und den daraus abgeleiteten Anforderungen. Sofern erforderlich, sind sicherheitstechnische Verbesserungsmaßnahmen darzustellen und in einem Maßnahmenplan zu erfassen.

Die bisher durchgeführten PSÜ für die Anlagen zur Behandlung radioaktiver Abfälle haben den Sicherheitsstatus der Anlagen bestätigt.

Alle betrieblichen Maßnahmen, Kontrollen, Überprüfungen oder Änderungen unterliegen der Aufsicht der zuständigen Behörden.

H.6.8 Ausarbeitung von Stilllegungsplänen

Für die Einrichtungen zur Behandlung und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle gelten hinsichtlich der Ausarbeitung von Stilllegungsplänen die gleichen Anforderungen, wie sie in Kapitel G.6.7 zu Artikel 9 VII beschrieben sind.

H.6.9 Verschluss von Endlagern

Für die Stilllegung eines Endlagers (Verschluss im Sinne des Gemeinsamen Übereinkommens) muss ein Planfeststellungsbeschluss bzw. eine Genehmigung gemäß Atomgesetz (AtG) [1A-3] vorliegen. Ein Endlager in tiefen geologischen Formationen ist bisher in der Bundesrepublik Deutschland nicht stillgelegt worden.

Endlager für hochradioaktive Abfälle

Nach § 19 der Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndlSiAnfV) [1A-40] ist das Endlager so stillzulegen, dass das Endlagersystem den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle während des Bewertungszeitraumes von einer Million Jahre passiv und wartungsfrei gewährleistet.

Die Stilllegung des Endlagers umfasst insbesondere die möglichst vollständige Verfüllung aller untertägigen Hohlräume und ihren Verschluss sowie den Rückbau der die Langzeitsicherheit beeinträchtigenden technischen Einrichtungen.

Zudem sind das Endlager und seine Umgebung im Rahmen eines Monitorings kontinuierlich zu überwachen (§ 20 EndlSiAnfV). Das Monitoring hat insbesondere solche beobachtbaren Parameter

zu überwachen, die frühzeitig auf Abweichungen von den zu erwartenden Entwicklungen des Endlagersystems hindeuten können. Es ist ab seinem Beginn in zehnjährigen Abständen systematisch im Rahmen der alle zehn Jahre stattfindenden Sicherheitsüberprüfung entsprechend dem Stand von Wissenschaft und Technik fortzuschreiben.

Gleichzeitig ist aber auch das Bergrecht anzuwenden. Gemäß § 55 Abs. 1 Bundesberggesetz (BBergG) [1B-15] dürfen Betriebspläne für die Errichtung und Führung eines Betriebs nur zugelassen werden, wenn zunächst die erforderliche Vorsorge zur Wiedernutzbarmachung der Oberfläche in dem nach den Umständen gebotenen Ausmaß getroffen ist.

Damit ist gewährleistet, dass zum Zeitpunkt der Vorlage des Abschlussbetriebsplanes, der von der Genehmigung des Betriebs aus weit in der Zukunft liegen kann, die in der Zwischenzeit gewonnenen Kenntnisse Berücksichtigung finden müssen.

Endlager Konrad

Für das Endlager Konrad sind Planungen zum Verschluss der Grubenbaue und der Schächte im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.3) vorgelegt und genehmigt worden. Wie die nach Abschluss des Einlagerungsbetriebs zur Einhaltung der Schutzziele erforderlichen Maßnahmen konkret durchgeführt bzw. umgesetzt werden, ist dabei nicht abschließend festgelegt. Diese Festlegung muss gegen Ende des Einlagerungsbetriebs nach dem dann gültigen Stand von Wissenschaft und Technik im Rahmen eigener Verfahren erfolgen, die sowohl die atomrechtlichen als auch die berg- und wasserrechtlichen sowie die sonstigen rechtlichen Belange umfassen.

Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

Die Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) ist in Vorbereitung. Hierzu werden alle relevanten Informationen, die während der Zeit der Einlagerung und der darauffolgenden Offenhaltung gewonnen wurden, berücksichtigt. So fließen z. B. geologische, geotechnische, geochemische und bergbautechnische Erkenntnisse in die Stilllegungsplanung ein. Im Hinblick auf den Strahlenschutz hat die Stilllegung die Aufgabe, eine eventuell mögliche Radionuklidfreisetzung nach der Stilllegung auf ein zulässiges Maß zu begrenzen. Es wird gefordert, dass das gesamte Endlager ausreichend sicher gegen die Biosphäre abgeschlossen werden muss (vgl. die Ausführungen zu Artikel 14 iii in Kapitel H.4.3). Zum Nachweis ist eine standortspezifische Langzeitsicherheitsanalyse durchzuführen. Dafür werden Teilsysteme und Ereignisabläufe im Gesamtsystem durch geeignete Modelle auf der Basis möglichst realitätsnaher Annahmen nachgebildet. Neben den aus dem Strahlenschutz abgeleiteten Anforderungen sind bei der Stilllegung weitere Forderungen aus Regelwerken und Gesetzesvorgaben verschiedener Rechtsgebiete zu berücksichtigen.

Gemäß § 9b AtG bedürfen wesentliche Veränderungen am Endlager – also auch Maßnahmen zur Stilllegung des Endlagers – eines Planfeststellungsbeschlusses. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens besteht für das ERAM der einzige Unterschied zu den Ausführungen zu dem Planfeststellungsverfahren nach § 9b AtG (vgl. die Ausführungen zu Artikel 19 in Kapitel E.2) darin, dass für dieses existierende Endlager die Einlagerungsphase beendet ist und die entsprechenden Abläufe nur auf die Anforderungen der sicheren Stilllegung ausgerichtet werden können. Durch die atomrechtliche Planfeststellung wird die Zulässigkeit des Plans zur Stilllegung des ERAM im Hinblick auf alle von ihm berührten öffentlichen Belange festgestellt. Für die notwendigen bergrechtlichen Zulassungen ist die Bergbehörde des Landes Sachsen-Anhalt zuständig (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.3 zum bisherigen Ablauf des Verfahrens).

Das Sicherheitskonzept für die Stilllegung des ERAM sieht vor, die noch offenen Grubenbaue weitgehend mit Salzbeton zu verfüllen. Damit soll die Integrität des Grubengebäudes bzw. der die Grubenbaue umgebenden Salzgesteinsschichten so weit wie möglich gewährleistet und die Grube weitestgehend trocken gehalten werden. Zusätzlich werden für den Fall, dass der bestehende Zutritt

von Lösung im Bereich des Lagers H fortbesteht oder sich erhöht Streckenabdichtungen im näheren Umfeld errichtet. Des Weiteren werden in der Grube die Einlagerungsbereiche Ostfeld, Südfeld und Westfeld, und ihre weitere Umgebung, durch Streckenabdichtungen vom restlichen Grubengebäude hydraulisch isoliert. Das Sicherheitskonzept des ERAM sieht weiterhin die Abdichtung von Bohrungen, eines Wetterrolllochs und der beiden Schächte vor. Die Schachtabdichtungen sollen mit Dichtelementensystemen aus verschiedenen gering durchlässigen Materialien realisiert werden, damit einerseits der Zufluss von Grundwasser aus dem Deckgebirge über die Schächte in die Grube und andererseits der Austritt gelöster Radionuklide aus dem Grubengebäude über die Schächte in das Deckgebirge auf das bestmögliche Maß minimiert werden.

Parallel zum Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung sind umfangreiche Maßnahmen zur bergbaulichen Gefahrenabwehr im Zentralteil der Grube Bartensleben auf der Grundlage bergrechtlicher Zulassungen durchgeführt worden. Durch die Verfüllung von Hohlräumen wurde die Integrität des Grubengebäudes verbessert und damit die Stilllegungsfähigkeit gesichert. Im Rahmen dieser Maßnahmen wurden zwischen 2003 und 2011 insgesamt 27 Abbaue mit etwa 935.000 m³ Salzbeton verfüllt. Die Verfüllung von Grubenbauen mit endgelagerten Abfällen war nicht Bestandteil dieser Maßnahmen.

H.7 Artikel 17: Behördliche Maßnahmen nach dem Verschluss

Artikel 17: Behördliche Maßnahmen nach dem Verschluss

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß nach dem Verschluss eines Endlagers

- i) die von der staatlichen Stelle benötigten Unterlagen über die örtlichen Gegebenheiten, die Auslegung und Bestände der betreffenden Anlage aufbewahrt werden;*
- ii) bei Bedarf aktive oder passive behördliche Kontrollen wie etwa Überwachungen oder Zugangsbeschränkungen durchgeführt werden;*
- iii) gegebenenfalls eingegriffen wird, wenn zu irgendeiner Zeit während einer aktiven behördlichen Kontrolle eine ungeplante Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt erkannt wird.*

H.7.1 Dokumentation

Endlager für hochradioaktive Abfälle

Das Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] legt in § 38 StandAG fest, dass Daten und Dokumente, die für die End- und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle bedeutsam sind oder werden können, vom Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) dauerhaft zu speichern sind. In einer Rechtsverordnung, die der Zustimmung des Bundesrates bedarf, soll Genauerer geregelt werden, wie z. B. Einzelheiten zum Inhalt, Verwendungszweck und Umfang, zur Übermittlung von derzeitigen Inhabern der Daten und Nutzung sowie zur Gewährleistung der dauerhaften Unversehrtheit der Daten.

Gemäß der 2020 in Kraft getretenen Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndLSiAnfV) [1A-40] und Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndLSiUntV) [1A-41] ist eine Dokumentation vorzunehmen. Letztere verlangt die Dokumentation und Interpretation aller geowissenschaftlichen Informationen im Rahmen einer Geosynthese, die für jede vorläufige Sicherheitsuntersuchung zu einem Untersuchungszeitraum zu erstellen ist. Die Endlagersicherheitsanforderungsverordnung sieht in § 14 Abs. 2 Nr. 2 EndLSiAnfV eine umfassende Dokumentation vor, die angelegt wird über

das aufgefahrene Endlagerbergwerk einschließlich seiner Stilllegung, sämtliche eingelagerten Endlagergebinde einschließlich ihrer jeweiligen Beladung und Position im Endlagerbergwerk sowie die zu erwartenden und die abweichenden Entwicklungen des Endlagersystems. Diese Dokumentation muss an mindestens zwei räumlich und organisatorisch voneinander getrennten Stellen möglichst langfristig verfügbar und lesbar gehalten werden.

Für die Speicherung der Daten hat das BASE eine eigene Organisationseinheit geschaffen, die die notwendigen Strukturen einrichten wird, um die Übernahme, Aufbereitung, Aufbewahrung und Bereitstellung von Speicherdaten sicherzustellen. Durch die generationenübergreifende Unversehrtheit, Verständlichkeit und Weitergabe werden nachfolgende Generationen in die Lage versetzt, eigenständig über den Umgang mit dem Endlager zu entscheiden. Eine Verordnung ist derzeit noch in Erarbeitung.

Endlager Konrad und Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

Im Planfeststellungsbeschluss für das Endlager Konrad sind die Regelungen auch für die Nachbetriebsphase getroffen. In einer Nebenbestimmung wurde festgelegt:

„Begleitend zu Errichtung, Betrieb und Stilllegung des Endlagerbergwerkes ist eine Dokumentation zu erstellen, in der die markscheiderischen Daten des Endlagers, die Charakterisierung der eingelagerten Abfälle (Art und Menge, Lagerbereich, Nuklidspektrum, Aktivitäten) sowie die wesentlichen technischen Maßnahmen erfasst werden. Vollständige Dokumentensätze sind vom Endlagerbetreiber an einem geeigneten Ort geschützt aufzubewahren. Zusätzlich hat der Endlagerbetreiber der atomrechtlichen Aufsicht und der zuständigen Bergbehörde jeweils vollständige Dokumentensätze vorzulegen, die räumlich getrennt an geeigneten Orten geschützt aufbewahrt werden. Die Dokumentensätze bei den Aufsichtsbehörden sind, solange Betriebs- und Stilllegungsmaßnahmen durchgeführt werden, im Jahresabstand zu aktualisieren. Für die Nachbetriebsphase sind Form, Umfang und Aufbewahrungsorte (mind. zwei) für die Langzeit-Dokumentation im Abschlussbetriebsplan zu präzisieren und den Aufsichtsbehörden zur Zustimmung vorzulegen.“

Es ist davon auszugehen, dass die im Planfeststellungsbeschluss für das Endlager Konrad benannten Inhalte der Dokumentation in ähnlicher Form auch für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) vorgesehen werden. Das ERAM soll unter Verbleib der Abfälle stillgelegt werden. Das hierfür notwendige Genehmigungsverfahren läuft derzeit.

H.7.2 Kontrolle und Überwachung

Endlager für hochradioaktive Abfälle

Die „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle“ [BMU 10] wurden 2020 durch zwei Verordnungen nach § 26 und § 27 des Standortauswahlgesetzes (StandAG) [1A-7b] abgelöst. Die Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndLSiAnfV) [1A-40] legt die Anforderungen an das Endlager für das Genehmigungsverfahren fest. Sie werden bereits im Standortauswahlverfahren geprüft. Die Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung (EndLSiUntV) [1A-41] beschreibt die Anforderungen an die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, die in jeder Phase des Standortauswahlgesetzes durchzuführen sind.

Gemäß Endlagersicherheitsanforderungsverordnung ist eine Überwachung des Endlagers und seiner Umgebung durch den Betreiber spätestens mit der Erkundung des Endlagerstandortes vorzusehen. Die zu überwachenden Parameter werden aus den Ergebnissen der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen sowie dem zukünftigen Informationsbedürfnis abgeleitet. Die Überwachung ist alle zehn Jahre unter Berücksichtigung der jeweils bestehenden Zugangsmöglichkeiten und der Fortentwicklung der Methoden systematisch fortzuschreiben.

Ergänzt werden diese Anforderungen durch die geplante Verordnung über die Dokumentation der Endlagerung nach § 38 StandAG.

Endlager Konrad und Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

Die behördlichen Kontrollen nach dem Verschluss sind im Planfeststellungsbeschluss für das Endlager Konrad wie folgt geregelt:

„In der Nachbetriebsphase ist kein gesondertes Kontroll- und Überwachungsprogramm vorgesehen. Es sind jedoch die aufgrund einschlägiger fachrechtlicher Bestimmungen routinemäßig durchgeführten Umweltmessungen an Luft, Wasser und Boden für den Bereich des Endlagers auf mögliche Einflüsse und zur Beweissicherung zu sichten und in geeigneter Form zu dokumentieren. Umfang und Form sind im Rahmen des Abschlussbetriebsplanes festzulegen; die Ergebnisse sind der Langzeit-Dokumentation beizufügen.“

Die Vorgehensweisen für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) sind noch nicht festgelegt. Das bis April 2017 mit der Stilllegung des ERAM beauftragte Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat auf Basis umfangreicher Untersuchungsprogramme ein Stilllegungskonzept erarbeitet, welches die weitgehende Verfüllung des Bergwerks, die Abdichtung der Einlagerungsbereiche und den Verschluss der Schächte vorsieht und zu dem ein Genehmigungsverfahren bei der derzeit zuständigen Genehmigungsbehörde des Landes Sachsen-Anhalt anhängig ist. Zu den Planungsunterlagen zur Stilllegung gehörte auch ein Langzeitsicherheitsnachweis. Am 31. Januar 2013 hat die Entsorgungskommission (ESK) im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) die Stellungnahme „Langzeitsicherheitsnachweis für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)“ [4-11a] vorgelegt. Darin kommt sie zu dem Schluss, dass die Betrachtungen zur Langzeitsicherheit vom BfS an den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden sollten. Die Umsetzung zieht ergänzende Nachweise und eine Überarbeitung der Antragsunterlagen nach sich. Derzeit wird erwartet, dass die endgültigen Antragsunterlagen 2026 vorliegen und die Entscheidung über die Stilllegungsgenehmigung 2028 getroffen werden kann.

H.7.3 Ungeplante Freisetzung

Die übliche Überwachung der Absenkungsentwicklung der Tagesoberfläche wird für alle heutigen und zukünftigen untertägigen Endlager in Deutschland entsprechend den bergrechtlichen Regelungen durchgeführt, die routinemäßigen Umweltmessungen an Luft, Wasser und Boden werden auch im Bereich eines Endlagers entsprechend den fachrechtlichen Regelungen durchgeführt und dokumentiert. Sie ermöglichen auch Erkenntnisse über ungeplante Freisetzungen radioaktiver Stoffe und das ggf. zur Gefahrenabwehr nötige Eingreifen der zuständigen Behörden.

Bezüglich eines zukünftigen Endlagers für hochradioaktive Abfälle wurden bzw. werden Regelungen zum Monitoring des Endlagers und dessen Dokumentation in den Verordnungen Endlagersicherheitsanforderungsverordnung, Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung und der geplanten Verordnung zur Dokumentation der Endlagerung nach § 38 Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b] festgelegt. Um zukünftigen Generationen Handlungsfähigkeit für den Fall einer Fehlentwicklung zu ermöglichen, fordert § 26 Abs. 2 Nr. 3 StandAG die Möglichkeit der Rückholung eingelagerter Abfälle während der Betriebsphase des Endlagers sowie Vorkehrungen zur Ermöglichung einer Bergung der Abfälle für einen Zeitraum von 500 Jahren nach seinem geplanten Verschluss.

Für das Endlager Konrad ist in der Nachbetriebsphase kein gesondertes Kontroll- und Überwachungsprogramm vorgesehen. Der Umfang und die Form der routinemäßig durchgeführten Umweltmessungen an Luft, Wasser und Boden für den Bereich des Endlagers sind im Rahmen des Abschlussbetriebsplanes festzulegen und deren Ergebnisse der Langzeitdokumentation beizufügen.

Die Schachtanlage Asse II wird nach gegenwärtigem Planungsstand nach erfolgter Rückholung der radioaktiven Abfälle verschlossen. Nach erfolgreicher Rückholung wäre eine ungeplante Freisetzung aus der Schachtanlage Asse II nicht mehr zu besorgen und insofern wären auch keine diesbezüglichen Maßnahmen im Sinne von Artikel 17 iii vorzusehen.

Abluft und Umgebung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) und der Schachtanlage Asse II werden derzeit durch den Betreiber sowie durch eine unabhängige Messstelle kontinuierlich überwacht. Die dafür notwendigen Messprogramme richten sich nach der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)“ [3-23].

I Grenzüberschreitende Verbringung

Diese Sektion behandelt die Verpflichtungen gemäß Artikel 27 des Gemeinsamen Übereinkommens.

I.1 Artikel 27: Grenzüberschreitende Verbringung

Artikel 27: Grenzüberschreitende Verbringung

- (1) *Jede an einer grenzüberschreitenden Verbringung beteiligte Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß eine solche Verbringung in einer Weise durchgeführt wird, die im Einklang mit diesem Übereinkommen und den einschlägigen verbindlichen internationalen Übereinkünften steht.*
Zu diesem Zweck
 - i) *trifft eine Vertragspartei, die Ursprungsstaat ist, die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß die grenzüberschreitende Verbringung genehmigt ist und nur nach vorheriger Notifikation und Zustimmung des Bestimmungsstaats stattfindet;*
 - ii) *unterliegt eine grenzüberschreitende Verbringung durch Durchführstaaten den internationalen Verpflichtungen, die für die jeweils verwendeten Beförderungsarten maßgeblich sind;*
 - iii) *stimmt eine Vertragspartei, die Bestimmungsstaat ist, einer grenzüberschreitenden Verbringung nur dann zu, wenn sie über die erforderlichen administrativen und technischen Mittel sowie über die zum Vollzug erforderliche Struktur zur Behandlung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle in einer im Einklang mit diesem Übereinkommen stehenden Weise verfügt;*
 - iv) *genehmigt eine Vertragspartei, die Ursprungsstaat ist, eine grenzüberschreitende Verbringung nur dann, wenn sie sich im Einklang mit der Zustimmung des Bestimmungsstaats die Gewißheit verschaffen kann, daß die Anforderungen der Ziffer iii vor der grenzüberschreitenden Verbringung erfüllt sind;*
 - v) *trifft eine Vertragspartei, die Ursprungsstaat ist, für den Fall, daß eine grenzüberschreitende Verbringung nicht in Übereinstimmung mit diesem Artikel zu Ende geführt wird oder werden kann, die geeigneten Maßnahmen, um die Wiedereinfuhr in ihr Hoheitsgebiet zu gestatten, sofern nicht eine andere sichere Regelung getroffen werden kann.*
- (2) *Eine Vertragspartei darf keine Genehmigung für die Beförderung ihrer abgebrannten Brennelemente oder radioaktiven Abfälle an einen südlich von 60 Grad südlicher Breite gelegenen Bestimmungsort zur Lagerung oder Endlagerung erteilen.*
- (3) *Dieses Übereinkommen läßt folgendes unberührt:*
 - i) *die Wahrnehmung der im Völkerrecht vorgesehenen Rechte und Freiheiten der See- und Flußschifffahrt durch Schiffe und des Überflugs durch Luftfahrzeuge aller Staaten;*
 - ii) *das Recht einer Vertragspartei, zu der radioaktive Abfälle zur Aufbereitung ausgeführt worden sind, die radioaktiven Abfälle und andere Erzeugnisse nach der Aufbereitung in den Ursprungsstaat zurückzuführen oder für ihre Rückführung zu sorgen;*

- iii) *das Recht einer Vertragspartei, ihre abgebrannten Brennelemente zur Wiederaufarbeitung auszuführen;*
- iv) *das Recht einer Vertragspartei, zu der abgebrannte Brennelemente zur Wiederaufarbeitung ausgeführt worden sind, radioaktive Abfälle und andere Erzeugnisse, die aus der Wiederaufarbeitung stammen, in den Ursprungsstaat zurückzuführen oder für ihre Rückführung zu sorgen.*

I.1.1 Genehmigungspflicht der grenzüberschreitenden Verbringung

Grenzüberschreitende Verbringungen von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen sind nach der Richtlinie 2006/117/Euratom des Rates vom 20. November 2006 über die Überwachung und Kontrolle der Verbringungen radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente [1F-35] in Deutschland (und allen anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union) genehmigungspflichtig. Nach bestehender gesetzlicher Regelung muss für jeden Verbringungsverfahren dieser Materialien aus Deutschland heraus vom Versender ein Antrag bei der zuständigen Genehmigungsbehörde, dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), gestellt werden. Das BAFA prüft, ob die Voraussetzungen für die Genehmigung der Verbringung(en) gegeben sind und erteilt bei positivem Ergebnis die Genehmigung. Eine Genehmigung für eine gegebene Gesamtmenge kann dabei prinzipiell in mehreren Einzelverbringungen von Teilmengen genutzt werden. Bei Verbringungen bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle aus anderen Staaten der Europäischen Union (EU) nach Deutschland ist die Genehmigungsbehörde im Lieferland zuständig, das BAFA wird jedoch konsultiert. Mit seiner ebenfalls an bestimmte Voraussetzungen geknüpften Zustimmung kann das BAFA Bedingungen erlassen oder die Zustimmung, falls erforderlich, begründet verweigern.

Grenzüberschreitende Verbringungen bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle werden grundsätzlich nur genehmigt, wenn die Einhaltung der in den Ausführungen zu den Artikeln 4 bis 17 (Kapitel G.1 bis Kapitel H.7) und 21 bis 26 (Kapitel F.1 bis Kapitel F.6) geschilderten Sicherheitsvorschriften gewährleistet und die Einhaltung internationaler Übereinkommen überprüft worden ist. Dies gilt gleichermaßen für die Erteilung von Zustimmungen im Konsultationsfall.

Genehmigung von grenzüberschreitenden Verbringungen und Abstimmung mit dem Bestimmungsstaat

Maßgeblich für alle grenzüberschreitenden Verbringungen bestrahlter Brennelemente in die, durch die oder aus der Bundesrepublik Deutschland ist die Atomrechtliche Abfallverbringungsverordnung (AtAV) [1A-18], mit welcher die Richtlinie 2006/117/Euratom in nationales Recht umgesetzt worden ist; zuständige Behörde hierfür ist nach §§ 6 und 7 AtAV das BAFA. Eine Genehmigung wird nur erteilt, wenn keine Bedenken gegen die Zuverlässigkeit des Antragstellers vorliegen und gewährleistet ist, dass nationale und internationale Sicherheitsvorschriften eingehalten sind. Es sind im Wesentlichen die folgenden Regelungen enthalten:

Grenzüberschreitende Verbringungen innerhalb der Europäischen Gemeinschaft

Der Versender bestrahlter Brennelemente stellt bei der zuständigen Behörde seines Landes (in Deutschland das BAFA) einen Antrag auf Verbringung. Hierfür existiert ein einheitlicher Vordruck, welcher in verschiedene Abschnitte gegliedert ist (Anlage zur Atomrechtlichen Abfallverbringungsverordnung). Die Abschnitte B-1 bis B-6 sind auszufüllen bei Verbringungen bestrahlter Brennelemente und die Abschnitte A-1 bis A-6 bei Verbringungen radioaktiver Abfälle. Den Antrag reicht die zuständige Behörde in Kopie zusammen mit der Empfangsbestätigung für den Antrag und der Zustimmung oder Verweigerung der Zustimmung bei der zuständigen Behörde des Bestimmungsmitgliedstaates ein (bei Verbringungen nach Deutschland das BAFA). Eine Zustimmung wird vom BAFA erst dann an die für die Genehmigung zuständige Behörde zurückgesandt, wenn der Empfänger zugestimmt hat und auch die zuständige Aufsichtsbehörde ins Benehmen gesetzt worden ist. Jetzt

kann die Genehmigung der Verbringung durch die zuständige Behörde ausgestellt und dem Antragsteller übergeben werden.

Während eines Verbringungsverganges sind alle Unterlagen mitzuführen einschließlich einer Kopie der Zustimmung, der Beschreibung der Lieferung und Liste der Gebinde und der Empfangsbestätigung für die Lieferung.

Vor dem Beginn der Verbringung(en) sollen die genannten Unterlagen allen beteiligten Behörden übermittelt werden. Damit alle beteiligten Behörden von jeder erfolgten Verbringung Kenntnis erhalten und die gelieferten Mengen erfassen können, erhalten sie regelmäßig Kopien der jeweiligen Beschreibung der Lieferung und Liste der Gebinde sowie der Empfangsbestätigung.

Grenzüberschreitende Verbringungen in oder aus Staaten, welche nicht Mitglied der Europäischen Gemeinschaft sind (Drittländer)

Bei der Verbringung aus Deutschland in ein Drittland erteilt das BAFA dem Besitzer/Versender der bestrahlten Brennelemente oder der radioaktiven Abfälle die Genehmigung nur, wenn die zuständige Behörde des Drittlandes ihm gegenüber bestätigt hat, dass der Empfänger über die zum Umgang erforderliche Genehmigung und die geeigneten Einrichtungen verfügt und nachgewiesen ist, dass entsprechend festgelegte Kriterien für die Ausfuhr in Drittländer erfüllt werden.

Bei der Verbringung aus einem Drittland nach Deutschland ist der Empfänger Antragsteller und erhält die Genehmigung vom BAFA nur, wenn er über die zum Umgang mit diesen bestrahlten Brennelementen oder radioaktiven Abfällen erforderliche Genehmigung und die geeigneten Einrichtungen verfügt oder diesen Umgang entsprechend einer bestehenden Verpflichtung angezeigt hat.

Für bestrahlte Brennelemente muss bei der Verbringung aus Deutschland zusätzlich gewährleistet sein, dass beim Bestimmungsstaat keine Verwendung in einer die internationalen Verpflichtungen der Bundesrepublik Deutschland auf dem Gebiet der Kernenergie oder die innere oder äußere Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland gefährdenden Weise stattfindet.

Die Einhaltung der genannten zusätzlichen Voraussetzungen wird vom BAFA anhand vorzulegender Vertragsdokumente und Erklärungen des Bestimmungsstaates geprüft.

Im Falle von Rücklieferungen z. B. bestrahlter Brennelemente aus Forschungsreaktoren in die Vereinigten Staaten von Amerika kann die Ausfuhr erst nach dortiger Erteilung einer Importlizenz erfolgen. Bei anderen Staaten findet zwischen den beteiligten Regierungen im Rahmen des ohnehin anhängigen Genehmigungsverfahrens nach dem Außenwirtschaftsrecht vor der Lieferung ein Notenwechsel statt.

Verbringung durch Durchfahrstaaten

Bei der Durchfuhr von bestrahlten Brennelementen oder radioaktiven Abfällen durch Deutschland gelten ebenfalls die Bestimmungen der Atomrechtlichen Abfallverbringungsverordnung. Die Überwachung der Durchfuhr bestrahlter Brennelemente auf Einhaltung nationaler und internationaler Bestimmungen geschieht zusätzlich durch das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) bzw. bei der Beförderung auf der Schiene durch das Eisenbahn-Bundesamt (EBA).

Bei der Durchfuhr von radioaktiven Abfällen oder bestrahlten Brennelementen wird das BAFA aufgrund der Bestimmungen der Richtlinie 2006/117/Euratom bzw. der Atomrechtlichen Abfallverbringungsverordnung konsultiert; diese Durchfuhren sind zustimmungspflichtig. Die Zustimmung wird erteilt, wenn keine Tatsachen vorliegen, aus denen sich Bedenken gegen die ordnungsgemäße Verbringung in das Bestimmungsland ergeben.

Einhaltung von Sicherheitsvorschriften durch den Empfänger in Deutschland

Grenzüberschreitende Verbringungen bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle werden von der in Deutschland mit fachkundigem Personal versehenen Genehmigungsbehörde BAFA nur genehmigt bzw. es wird der Genehmigung im Konsultationsfall (Verbringung in das Inland) nur zugestimmt, wenn der Empfänger dieser Materialien in Deutschland die Einhaltung der in den Ausführungen zu den Artikeln 4 bis 17 und 21 bis 26 geschilderten Sicherheitsvorschriften gewährleistet. Dieser muss vor Empfang gemäß den zu Artikel 27 (1) i genannten gesetzlichen Vorschriften bei Einfuhren aus Drittländern einen Antrag auf Genehmigung der Verbringung beim BAFA stellen, der von diesem auf die Einhaltung dieser Vorschriften geprüft wird.

Einhaltung von Sicherheitsvorschriften durch den Empfänger im Bestimmungsstaat

Bei der Lieferung bestrahlter Brennelemente aus Deutschland wird eine Genehmigung nur erteilt, wenn nach den vorliegenden Unterlagen die annehmende Stelle den Anforderungen gemäß Artikel 27 (1) iii genügt, d. h. die internationalen bzw. innereuropäischen Bestimmungen erfüllt sind und daran keine begründeten Zweifel bestehen. Bei der Lieferung radioaktiver Abfälle und bestrahlter Brennelemente aus Deutschland ist den Anforderungen des Artikels 27 (1) iii des Weiteren durch das Konsultationsverfahren nach der Atomrechtlichen Abfallverbringungsverordnung i. V. m. der Richtlinie 2006/117/Euratom Genüge getan (vgl. die Erläuterungen zu Artikel 27 (1) i und ii).

Möglichkeit der Wiedereinfuhr

Die Wiedereinfuhr bestrahlter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle nach Deutschland ist nach der Richtlinie 2006/117/Euratom respektive der Atomrechtlichen Abfallverbringungsverordnung prinzipiell möglich; die Voraussetzungen dazu wurden in den Ausführungen zu Artikel 27 (1) i erläutert.

Nach § 8 Abs. 1 Nr. 3 AtAV wird die Verbringung in einen Mitgliedstaat der EU und nach § 9 Abs. 1 Nr. 4 AtAV die Verbringung in ein Drittland nur genehmigt, wenn sichergestellt ist, dass die radioaktiven Abfälle oder bestrahlten Brennelemente vom Besitzer/Versender zurückgenommen werden, falls die Verbringung nicht zu Ende geführt oder die Bedingungen für die Verbringungen nicht erfüllt werden können.

Nach § 10 Abs. 1 Nr. 3 AtAV wird die Verbringung aus einem Drittland in das Inland nur genehmigt, wenn der Empfänger der radioaktiven Abfälle oder bestrahlten Brennelemente im Inland mit dem in dem Drittland niedergelassenen Besitzer/Versender der radioaktiven Abfälle oder bestrahlten Brennelemente mit Zustimmung der zuständigen Behörde des Drittlandes verbindlich vereinbart hat, dass der Besitzer/Versender die radioaktiven Abfälle zurücknimmt, wenn der Verbringungsverfahren nicht abgeschlossen werden kann.

Nach § 14 Abs. 1 Nr. 2 AtAV schließlich darf das BAFA einer Verbringung aus einem Mitgliedstaat der EU in das Inland u. a. nur dann zustimmen, wenn sichergestellt ist, dass die radioaktiven Abfälle oder bestrahlten Brennelemente vom Besitzer/Versender zurückgenommen werden, falls die Verbringung nicht zu Ende geführt oder die Bedingungen für die Verbringungen nicht erfüllt werden können.

I.1.2 Antarktisvertrag

Deutschland hat den Antarktisvertrag [ANT 78] vom 1. Dezember 1959, in dessen Artikel V das Verbot der Verbringung radioaktiver Abfälle südlich von 60 Grad südlicher Breite enthalten ist, am 22. Dezember 1978 ratifiziert und mit Aufnahme in die nationale Gesetzgebung am 5. Februar 1979 in Kraft gesetzt und sich damit zur Einhaltung dieses Verbots verpflichtet. Darüber hinaus ist eine Verbringung in diese Region gemäß § 5 Atomrechtliche Abfallverbringungsverordnung (AtAV) verboten.

I.1.3 Hoheitsrechtliche Abgrenzungen

See- und Flussschifffahrt

Deutschland hat sich zur Einhaltung der Forderung dieses Artikels dahingehend gesetzlich verpflichtet, dass es im Hinblick auf die Freiheit der Seeschifffahrt dem Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen vom 10. Dezember 1982 beigetreten ist. Die innerstaatliche Inkraftsetzung erfolgte durch das Gesetz zu dem Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen vom 10. Dezember 1982 [UNCLOS 94].

Im Hinblick auf die Freiheit der Flussschifffahrt ist darauf hinzuweisen, dass Deutschland Vertragspartei der Revidierten Rheinschifffahrtsakte („Mannheimer Akte“) vom 17. Oktober 1868 [RHE 69] und des Vertrages vom 27. Oktober 1956 über die Schiffbarmachung der Mosel [MOS 57] ist.

Luftfahrt

Hinsichtlich der Luftfahrt ist die Verpflichtung des Artikels 27 durch den Beitritt der Bundesrepublik Deutschland zur Vereinbarung über den Durchflug im internationalen Linienverkehr [LIN 56] erfüllt. Darin ist festgelegt, dass sich die Mitgliedstaaten gegenseitig die Rechte der sogenannten 1. und 2. Freiheit des Luftverkehrs gewähren, d. h. das Recht des Überflugs und der Landung zu technischen Zwecken. Diese Verpflichtungen sind innerstaatlich im Wege des Zustimmungsgesetzes nach Artikel 59 Abs. 2 Grundgesetz (GG) [GG 49] umgesetzt.

Rückführung von radioaktiven Abfällen nach einer Behandlung

Mit Aufnahme des Gemeinsamen Übereinkommens in die deutsche Gesetzgebung wird das in Artikel 27 angesprochene Recht einer Vertragspartei auf Rückführung von radioaktiven Abfällen nach deren Behandlung nicht beeinträchtigt. Eine Rücknahmeverpflichtung besteht in der deutschen Gesetzgebung nicht, sie wird bei diesen Ausfuhrvorgängen vertraglich vereinbart. Es gilt im Übrigen Artikel 2 der Richtlinie 2006/117/Euratom.

Ausfuhr von Brennelementen zur Wiederaufarbeitung

Dieses Recht blieb bis zum 30. Juni 2005 unberührt. Seit dem 1. Juli 2005 ist die Abgabe von bestrahlten Brennelementen aus der gewerblichen Elektrizitätserzeugung in die Wiederaufarbeitung gemäß § 9a Abs. 1 Atomgesetz (AtG) [1A-3] verboten.

Gemäß § 3 Abs. 6 AtG gilt, dass eine Ausfuhr von bestrahlten Brennelementen aus Forschungsreaktoren nur aus schwerwiegenden Gründen der Nichtverbreitung von Kernbrennstoffen oder aus Gründen einer ausreichenden Versorgung deutscher Forschungsreaktoren mit Brennelementen für medizinische und sonstige Zwecke der Spitzenforschung erfolgen darf. Eine Ausnahme davon bildet die Verbringung solcher Brennelemente mit dem Ziel der Herstellung in Deutschland endlagerfähiger und endzulagernder Abfallgebinde. Eine Ausfuhrgenehmigung darf nicht erteilt werden, wenn die bestrahlten Brennelemente bereits auf Grundlage von § 6 AtG im Inland zwischengelagert sind.

Rückführung von Material aus der Wiederaufarbeitung

Mit Aufnahme des Gemeinsamen Übereinkommens in die deutsche Gesetzgebung wird das in Artikel 27 angesprochene Recht einer Vertragspartei auf Rückführung von radioaktiven Abfällen im Zusammenhang mit der Wiederaufarbeitung von bestrahlten Brennelementen nicht beeinträchtigt. Vielmehr hat die deutsche Bundesregierung in einem Notenwechsel mit Frankreich und mit dem Vereinigten Königreich das Recht dieser beiden Staaten bekräftigt, die bei der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente anfallenden radioaktiven Abfälle und andere Erzeugnisse nach Deutschland zurückführen zu können (vgl. die Ausführungen in Kapitel B.1.3).

J Ausgediente umschlossene Quellen

Diese Sektion behandelt die Verpflichtungen gemäß Artikel 28 des Gemeinsamen Übereinkommens.

J.1 Artikel 28: Ausgediente umschlossene Quellen

Artikel 28: Ausgediente umschlossene Quellen

- (1) *Jede Vertragspartei trifft im Rahmen ihres innerstaatlichen Rechts die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, daß der Besitz, die Wiedernutzbarmachung oder die Endlagerung ausgedienter umschlossener Quellen auf sichere Art und Weise erfolgt.*
- (2) *Eine Vertragspartei erlaubt die Wiedereinfuhr ausgedienter umschlossener Quellen in ihr Hoheitsgebiet, wenn sie im Rahmen ihres innerstaatlichen Rechts zugestimmt hat, daß diese Quellen an einen Hersteller zurückgeführt werden, der zur Entgegennahme und zum Besitz ausgedienter umschlossener Quellen befugt ist.*

J.1.1 Gewährleistung der Sicherheit von ausgedienten umschlossenen Quellen

Etwa 100.000 umschlossene Strahlenquellen werden in Deutschland in Industrie und Gewerbe, Medizin, Forschung und in der Landwirtschaft eingesetzt, wobei es sich gegenwärtig bei ca. 13.000 Strahlenquellen um hochradioaktive Quellen (HRQ) handelt. Die häufigsten Einsatzbereiche für Strahlenquellen in der Industrie liegen im Bereich der Kalibrierung von Messgeräten, bei der Werkstoffprüfung, der Produktbestrahlung und -sterilisation sowie bei Füllstands- und Dichtemessungen. In der Medizin werden Strahlenquellen zumeist in der Strahlentherapie und bei der Blutbestrahlung eingesetzt. Die am häufigsten in Strahlenquellen verwendeten Radionuklide sind Co-60, Cs-137, Ir-192, Se-75, Sr-90 und Am-241. Der Bereich der eingesetzten Aktivitäten reicht von einigen kBq für Prüf- und Kalibrierstrahler bis zu einigen TBq bei umschlossenen Strahlenquellen für Bestrahlungsanlagen. Die Sicherheit von ausgedienten umschlossenen Strahlenquellen wird in Deutschland seit langem durch ein den europäischen und internationalen Normen entsprechendes gesetzliches Regelwerk sowie durch ein umfangreiches Genehmigungs- und Aufsichtssystem gewährleistet.

Die Verbesserung der Kontrolle ausgedienter umschlossener Strahlenquellen stellt die entscheidende Maßnahme bei den Bemühungen zur Vermeidung außergewöhnlicher Expositionen von Mensch, Umwelt und Gütern dar. Deutschland hat diesbezüglich alle Richtlinien der Europäischen Union (EU) umgesetzt. Im Folgenden wird ergänzend insbesondere über die Erfahrungen mit dem Register für hochradioaktive Strahlenquellen beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) und den internationalen Kontext der Überwachung von umschlossenen Strahlenquellen berichtet.

Hochradioaktive Strahlenquellen und das HRQ-Register

Die Regelungen für hochradioaktive Strahlenquellen der einschlägigen EU-Richtlinie (2003/122/Euratom des Rates vom 22. Dezember 2003 zur Kontrolle hoch radioaktiver umschlossener Strahlenquellen und herrenloser Strahlenquellen) in 2005 und zuletzt der EU-Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien

89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom [1F-24] in 2017 bzw. 2018 wurden jeweils in national geltendes Recht – aktuell in Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] und Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] – überführt. § 84 StrlSchV enthält Bestimmungen zu dem beim BfS geführten HRQ-Register, wobei nach § 85 StrlSchV der jeweilige Strahlenschutzverantwortliche dafür zu sorgen hat, dass die Angaben zu HRQ an das Register übermittelt werden.

Die Verantwortlichkeiten der Zugriffsberechtigten für das HRQ-Register lassen sich wie folgt zusammenfassen.

- Genehmigungsinhaber: Anzeige des Erwerbs, des Transfers und des Umgangs mit einer HRQ (einschließlich deren Verlust oder Fund) an das BfS. Der Genehmigungsinhaber übermittelt die Daten entsprechend der Anlage 9 StrlSchV in gesicherter elektronischer Form. Er hat aus Sicherheitsgründen keinen unmittelbaren Zugriff auf das Register. Zugangsberechtigungen und Zugriffsmöglichkeiten sind in § 84 Abs. 3 StrlSchV geregelt.
- Zuständige Behörde des Landes: Verifizierung der vom Genehmigungsinhaber übermittelten Daten, Anzeige von Verlusten oder Funden von HRQ, Berichte und Analysen. Die Behörde kann auf das Register zugreifen.
- Bundesamt für Strahlenschutz: Betrieb und Pflege des Registers, Erstellung von Berichten und Analysen, Kontrolle der Daten auf Plausibilität, Eingabe der eingehenden Daten, Beratung der Benutzer des Registers, Entwicklung von Software und Hardware. Das BfS ist der gesetzlich benannte Betreiber des HRQ-Registers.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Eingabe der Daten aus erteilten Genehmigungen für die grenzüberschreitende Verbringung hochradioaktiver umschlossener Strahlenquellen aus Nicht-EU-Staaten nach Deutschland (Einfuhr).
- Sonstige Behörden: Berichte und Analysen, falls Zugriffe durch Sicherheitsbehörden (Kriminalämter, Polizei usw.) nötig sind. Diese Behörden haben nur Lesezugriff.

Die Sicherheit des Betriebs des HRQ-Registers wird durch administrative und datentechnische Maßnahmen gewährleistet, die im Einvernehmen mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik festgelegt werden.

Das HRQ-Register wird seit Juli 2006 betrieben. Im Bericht der Bundesrepublik zur vierten Überprüfungskonferenz wurde über die Einrichtung und den Betrieb des HRQ-Registers berichtet. Der Betrieb des HRQ-Registers erfüllt die Anforderungen der oben genannten Europäischen Richtlinie. Es wird bzgl. der gesetzlichen Anforderungen, Zugänglichkeit, auch für Genehmigungsinhaber, und Benutzerfreundlichkeit unter Beibehaltung der hohen Sicherheitsstandards weiterentwickelt.

Die Entwicklung der Daten im HRQ-Register zu registrierten Strahlenquellen seit dem Jahr 2006 bis zum Jahr 2023 zeigt Tabelle J-1.

Tabelle J-1: Entwicklung der Daten der im HRQ-Register registrierten Strahlenquellen im Zeitraum 2006 bis 2023

Stand	Genehmigungsinhaber	Registrierte Strahlenquellen (kumuliert) ¹⁾
Ende 2006	321	1.740
Ende 2007	453	7.625
Ende 2008	540	13.800
Ende 2009	580	17.300
Ende 2010	590	20.100
Ende 2011	630	23.500
Ende 2012	646	27.200
Ende 2013	657	31.000
Ende 2014	667	35.000
Ende 2015	684	40.000
Ende 2016	694	42.000
Ende 2017	702	45.000
Ende 2018	712	49.200
Ende 2019	727	53.200
Ende 2020	732	57.300
Ende 2021	735	60.300
Ende 2022	738	63.100
Ende 2023	740	66.700

¹⁾ Die Spalte gibt die Anzahl der seit 2006 bis 2023 im HRQ-Register jemals erfassten Strahlenquellen ohne Abgänge an und nicht die tatsächlich zum jeweiligen Jahresende bestehende Anzahl an Strahlenquellen, die sich zum jeweiligen Datum im Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung befanden.

Bis zum Ende des Jahres 2023 wurden insgesamt 740 Genehmigungsinhaber mit ihren Stammdaten in das Register für hochradioaktive Strahlenquellen aufgenommen.

Im Register für hochradioaktive Strahlenquellen wurden bis Ende 2023 297.000 Meldungen zu 66.700 registrierten Strahlenquellen über deren Erhalt und Abgabe aufgenommen. Mit dem Inkrafttreten des neuen Strahlenschutzrechts und der damit verbundenen Übernahme der D-Werte² als HRQ-Wert waren von diesen 66.700 registrierten Strahlenquellen nur knapp 30 % „hochradioaktive Strahlenquellen“ im Sinn der Strahlenschutzverordnung, da sich ein Großteil dieser Strahlenquellen zum Berichtszeitpunkt nicht mehr im Geltungsbereich der deutschen Strahlenschutzverordnung befand (also z. B. ins Ausland verbracht worden ist) oder auf Grund des radioaktiven Zerfalls (insbesondere Nuklide mit einer geringen Halbwertszeit wie Ir-192 oder Se-75) wieder eine Aktivität unterhalb des HRQ-Grenzwertes aufwies.

Allgemeine Anforderungen an umschlossene Strahlenquellen

Der Umgang mit umschlossenen Strahlenquellen bedarf gemäß § 12 StrlSchG der Genehmigung. Ausgenommen sind Prüfstrahler, deren Aktivität die Freigrenzen der Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 2 oder 3 StrlSchV nicht überschreitet (§ 5 Abs. 1 i. V. m. Anlage 3 Teil B Nr. 1 bzw. 2 StrlSchV),

² Der D-Wert ist der Aktivitätswert, ab dem schwerwiegende deterministische Schäden unter der Annahme bestimmter Freisetzungs- und Expositionsszenarien zu erwarten sind [IAEA 06b].

ebenso die Verwendung von bauartzugelassenen Vorrichtungen, welche umschlossene Strahlenquellen enthalten können (§ 5 Abs. 1 i. V. m. Anlage 3 Teil B Nr. 4 StrlSchV).

Weiter regelt § 94 Abs. 1 StrlSchV, dass radioaktive Stoffe, mit welchen nur aufgrund einer Genehmigung u. a. nach § 12 StrlSchG umgegangen werden darf, nur an Personen abgegeben werden dürfen, die die erforderliche Genehmigung besitzen. Bei der Abgabe umschlossener radioaktiver Stoffe an einen anderen Anwender zur weiteren Verwendung muss dem Erwerber nach § 94 Abs. 2 StrlSchV bescheinigt werden, dass die Umhüllung dicht und kontaminationsfrei ist. Hochradioaktive umschlossene Strahlenquellen dürfen nur abgegeben werden, wenn ihnen zusätzlich eine gemäß § 94 Abs. 3 StrlSchV spezifizierte Dokumentation des Herstellers beigelegt ist. § 94 Abs. 5 und 6 StrlSchV regeln Beförderung und Übergabe an den Empfänger. Zuwiderhandlungen gegen die genannten Regelungen nach § 94 werden durch § 184 StrlSchV als Ordnungswidrigkeiten mit Bußgeld bewehrt. Darüber hinaus sind nach § 328 Abs. 1 Nr. 2 Strafgesetzbuch (StGB) [1B-1] die Aufbewahrung, Beförderung, Bearbeitung, Verarbeitung, sonstige Verwendung sowie Ein- und Ausfuhr ohne die erforderliche Genehmigung oder entgegen einer vollziehbaren Untersagung von solchen sonstigen radioaktiven Stoffen strafbewehrt, die nach Art, Beschaffenheit oder Menge geeignet sind, durch ionisierende Strahlen den Tod oder eine schwere Gesundheitsschädigung eines anderen oder erhebliche Schäden an Tieren oder Pflanzen, Gewässern, Luft oder Boden herbeizuführen.

Gemäß § 85 Abs. 1 StrlSchV sind der Behörde Gewinnung, Erzeugung, Erwerb, Abgabe und der sonstige Verbleib von radioaktiven Stoffen, somit auch von umschlossenen Strahlenquellen, innerhalb eines Monats unter Angabe von Art und Aktivität mitzuteilen, und es ist darüber Buch zu führen. Für den Umgang mit hochradioaktiven umschlossenen Strahlenquellen besteht zusätzlich die Pflicht, das BfS zu informieren, wobei der Umfang der zu übertragenden Informationen eindeutig geregelt ist (siehe unten). Der Mitteilung an die Behörde über den Erwerb der umschlossenen Strahlenquelle ist eine Bescheinigung über die Dichtigkeit umschlossener radioaktiver Stoffe nach § 94 Abs. 2 StrlSchV beizufügen. Bauartzugelassene Vorrichtungen, in die sonstige radioaktive Stoffe eingefügt sind und die nach § 5 Abs. 1 i. V. m. Anlage 3 Teil B Nr. 4 StrlSchV genehmigungsfrei verwendet werden dürfen, sind nach Beendigung der Nutzung gemäß § 25 Abs. 5 StrlSchV unverzüglich an den Zulassungsinhaber (in Deutschland ist dies in der Regel der Hersteller oder Vertreiber) zurückzugeben. Ist dies nicht möglich, hat die Abgabe an die Landessammelstelle oder eine von der zuständigen Behörde bestimmten Stelle zu erfolgen.

Umgang mit ausgedienten umschlossenen Strahlenquellen

Die Lebensdauern der eingesetzten umschlossenen Strahlenquellen sind insbesondere wegen der stark unterschiedlichen Halbwertszeiten der verwendeten Radionuklide sehr unterschiedlich. In den meisten Fällen werden die auf der Basis einer Umgangsgenehmigung betriebenen Vorrichtungen nach Beendigung der Nutzung mitsamt der in ihnen verbleibenden umschlossenen Strahlenquellen vom Betreiber an den Gerätehersteller zurückgegeben. Dieser prüft ggf. eine weitere Verwendung der umschlossenen Strahlenquellen oder gibt sie zurück an den Quellenhersteller, der diese teilweise wiederverwenden kann. Die nicht mehr einsetzbaren umschlossenen Strahlenquellen werden an die Landessammelstellen abgegeben. Dort werden sie bis zur Abgabe an ein Endlager als radioaktiver Abfall zwischengelagert.

Die grundlegenden nationalen Regelungen für die Entsorgung radioaktiver Abfälle sind im Atomgesetz (AtG) [1A-3] enthalten. In § 9a AtG ist geregelt, dass die Bundesländer für die Zwischenlagerung der in ihrem Gebiet angefallenen radioaktiven Abfälle Landessammelstellen einzurichten haben. In § 1 bis 8 der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) [1B-19] sind die Meldepflicht an die Aufsichtsbehörden der Bundesländer, die Art und der Umfang der Meldungen sowie die Behandlung, Verpackung, Zwischenlagerung und die Ablieferung der radioaktiven Abfälle geregelt.

Landessammelstellen nehmen ausgediente umschlossene Strahlenquellen an, die aus einem nach § 12 StrlSchG genehmigten Umgang stammen. Der Bestand in den einzelnen Landessammelstellen

in Deutschland ist sehr unterschiedlich. Beispielsweise sind in der Landessammelstelle Sachsen ca. 800 einzelne umschlossene Strahlenquellen gelagert, die verschiedenen Abfallgebinden zugeladen wurden. Jede einzelne umschlossene Strahlenquelle ist separat hinsichtlich Art, Herkunft, Annahmedatum, ursprünglicher und aktueller Aktivität, Lagerposition usw. dokumentiert. Es handelt sich zumeist um Quellen mit Co-60, Cs-137, Am-241, Kr-85, Pu-239, Cf-252, Sr-90 und einigen weiteren Nukliden. Die bisherigen Anwender der Quellen umfassen ein breites Spektrum von Schulen und Bildungseinrichtungen über Industrie, Medizin und Forschung bis zu Quellen aus Ionisationsrauchmeldern und anderen Geräten. Diese Abgabe unterliegt spezifischen Annahmebedingungen der einzelnen Landessammelstellen (z. B. Aktivitätsbegrenzungen, Abfallart, physikalische Form, Verpackung, Beförderung). Diese können dazu führen, dass eine Abgabe von umschlossenen Strahlenquellen an die Landessammelstelle nicht oder nur mit erheblichem Aufwand möglich ist.

Entsprechend den Anforderungen an endzulagernde Abfallgebinde gibt es keine gesonderten Anforderungen an die Verarbeitung, Verpackung und Kennzeichnung von umschlossenen Strahlenquellen. In den Landessammelstellen werden ausgediente umschlossene Strahlenquellen in der Regel gemeinsam mit anderen radioaktiven Abfällen konditioniert und dokumentiert. Bei der Konditionierung kommen die gleichen vom BfS bzw. der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) qualifizierten Verfahren wie bei den radioaktiven Abfällen zum Einsatz. Ziel ist die Herstellung von zwischen- und endlagerfähigen Abfallgebinden. Die Anforderungen an die endzulagernden Abfallgebinde werden in den Endlagerungsbedingungen Konrad festgeschrieben. Im Rahmen einer Produktkontrolle wird die Einhaltung der in den Endlagerungsbedingungen festgelegten Anforderungen an die Abfallgebinde überprüft. Die Landesammelstellen führen die auf diese Weise hergestellten Abfallgebinde nach erfolgter Produktkontrolle und Bestätigung der Einlagerbarkeit an das Endlager Konrad (nach dessen Inbetriebnahme) ab.

Sichere Entsorgung ausgedienter umschlossener Strahlenquellen

Verantwortung der Hersteller und Lieferanten

Die Hersteller und Lieferanten von Strahlenquellen in Deutschland stellen sicher, dass die Lieferung von umschlossenen Strahlenquellen nur an Nutzer erfolgt, die im jeweiligen Anwendungsland über die notwendigen Genehmigungen verfügen. Um einen kontrollierten und sicheren Umgang mit nicht mehr genutzten beziehungsweise ausgedienten Strahlenquellen während des gesamten Lebenszyklus derer zu gewährleisten, sind Hersteller und Lieferanten von hochradioaktiven Strahlenquellen nach § 95 StrlSchV zu einer Rücknahme verpflichtet, insofern eine Verbringung oder Herstellung dieser innerhalb des Geltungsbereiches der Europäischen Union vollzogen wurde. Die Rückgabe an den Hersteller bzw. Lieferanten beschränkt sich weitestgehend auf die Rücknahme von recyclingfähigen umschlossenen Strahlenquellen aus eigener Herstellung. Die Rücknahme von Strahlenquellen mit relativ kurzer Halbwertszeit z. B. für medizinische Zwecke oder bei der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, bei denen ein regelmäßiger Austausch der Strahlenquellen erforderlich ist, wird bereits seit langem praktiziert. Im zunehmenden Maße wird diese Option der Rückgabe aber auch von Nutzern von umschlossenen Strahlenquellen mit längerer Halbwertszeit genutzt. Dabei spielen neben den Überlegungen, den Abfallanfall zu minimieren, auch genehmigungsseitige, logistische und wirtschaftliche Gründe eine Rolle.

Weiternutzung von Strahlenquellen

Nicht mehr für den ursprünglichen Verwendungszweck genutzte umschlossene Strahlenquellen können für andere Zwecke oder von anderen Nutzern, die über eine entsprechende Umgangsgenehmigung verfügen, weiterverwendet werden, wenn sie den erforderlichen Qualitätsansprüchen genügen. In diesem Fall erfolgt die Abgabe in Deutschland in Übereinstimmung mit § 94 StrlSchV, in andere EU-Staaten in Übereinstimmung mit Verordnung (Euratom) Nr. 1493/93 des Rates vom 8. Juni 1993 über die Verbringung radioaktiver Stoffe zwischen den Mitgliedstaaten [1F-34] und aus

Deutschland in Drittstaaten im Genehmigungs- oder Anmeldeverfahren gemäß §§ 12 und 13 StrlSchV (vgl. u. a. die Ausführungen zu Kapitel I.1).

Ist eine weitere Verwendung der Strahlenquellen vorgesehen, können diese nach der Rückgabe an den Hersteller bzw. Lieferanten recycelt werden. Dieser Prozess zur Wiederverwendung von radioaktiven Stoffen aus umschlossenen Strahlenquellen hat allerdings durch die Abnahme der Aktivitätskonzentration technologische Grenzen. Zugleich erfordert das Recycling aufwändige technologische Prozesse, die auch wirtschaftliche Grenzen mit sich bringen.

Wie viele umschlossene Strahlenquellen recycelt werden können ist von deren Art und Aktivität abhängig. Von den zur Prozesssteuerung und in der Messtechnik eingesetzten umschlossenen Strahlenquellen können gegenwärtig ca. 30 % recycelt werden.

Die Recyclingaktivitäten konzentrieren sich heute auf umschlossene Strahlenquellen mit den Nukliden Co-60, Kr-85, Cs-137, Am-241 sowie Am-241/Be-9.

Ist eine solche Weiterverwendung nicht möglich, besteht die Möglichkeit, die umschlossenen Strahlenquellen entweder an einen Hersteller von umschlossenen Strahlenquellen abzugeben oder, wenn diese zum radioaktiven Abfall erklärt werden, als radioaktiver Abfall in Übereinstimmung mit den nationalen Regelungen abzuliefern. Radioaktive Abfälle aus einem Umgang nach § 12 Abs. 1 Nr. 3 StrlSchG oder aus einem genehmigungsbedürftigen Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung sind in Deutschland gemäß AtEV grundsätzlich an die Landessammelstellen der Bundesländer abzuliefern, es sei denn, die anderweitige Beseitigung oder Verbringung ist von der für den Nutzer zuständigen Behörde genehmigt (vgl. Kapitel E.2.7).

Umschlossene Strahlenquellen im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

Im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) wurden im Zeitraum von 1981 bis 1998 insgesamt 6.621 umschlossene Strahlenquellen endgelagert. Diese endgelagerten umschlossenen Strahlenquellen sind den schwach- und mittelradioaktiven Abfällen (SMA) zuzuordnen. Die wichtigsten Radionuklide sind Co-60, Cs-137, Sr-90, Eu-152, Ra-226, Ag-110m, Pm-147, Ir-192, Am-241 und Th-228.

In der Regel erfolgte die Endlagerung der umschlossenen Strahlenquellen mittels Versturz. Die umschlossenen Strahlenquellen wurden dabei aus wiederverwendbaren Strahlenschutzbehältern in einen darunterliegenden Abbau verstürzt. Außerdem wurden umschlossene Strahlenquellen in Abfallfässern verfestigt und gestapelt endgelagert.

Neutronenquellen waren von der Endlagerung ausgeschlossen.

Für Forschungsarbeiten zur Erarbeitung neuer Technologien der Endlagerung von höheraktiven umschlossenen Strahlenquellen (Co-60 und Cs-137) bzw. festen Abfällen mit kurzlebigen Radionukliden (Co-60 und europiumhaltige Abfälle), wurden Strahlenquellen in den 1980er Jahren und 1990 in sieben Spezialcontainern rückholbar zwischengelagert. Diese Abfälle, mit einer Aktivität von ca. $8,96 \cdot 10^{13}$ Bq (Stand: 31. Dezember 2023), befinden sich in zwei Bohrlöchern im Untertagemessfeld 4. Sohle. Im Rahmen der beantragten Stilllegung des ERAM sollen diese Spezialcontainer der Endlagerung zugeführt werden.

Im Ergebnis der Bewertung von Vorkommnissen mit dem Radionuklid Ra-226 wurde in der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) in den 1960er Jahren auf Grund eines Ministerratsbeschlusses die Anwendung von Ra-226-Strahlern beendet. Durch Mitarbeiter der Staatlichen Zentrale für Strahlenschutz (SZS, ab August 1973: Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz, SAAS) wurden ab Mitte der 1960er Jahre sämtliche Strahlenquellen innerhalb von einigen Jahren bei den Genehmigungsinhabern abgeholt. Diese Strahlenquellen, meist umschlossene Strahlenquellen, wurden zur Außenstelle Lohmen des SZS/SAAS befördert, dort konditioniert und

die konditionierten Ra-226-Abfälle mit einer Aktivität von ca. $3,7 \cdot 10^{11}$ Bq wurden in acht Spezialcontainern in einem Fass zwischengelagert. Im Rahmen der Auflösung der Außenstelle Lohmen wurde dieses Fass zum ERAM überführt und wird dort seit November 1983 unter Tage auf der 4. Sohle rückholbar zwischengelagert. Auch dieses Abfallgebilde mit den konditionierten Ra-226-Abfällen soll im Rahmen der beantragten Stilllegung des ERAM der Endlagerung zugeführt werden.

Regelungen für Fund und Abhandenkommen

§§ 167 und 168 StrlSchV regeln Abhandenkommen, Fund und Erlangung der tatsächlichen Gewalt über radioaktive Stoffe und sind damit ebenso für Strahlenquellen einschlägig. So muss der bisherige Inhaber der tatsächlichen Gewalt über einen radioaktiven Stoff, dessen Aktivität die Freigrenzen der Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 2 und 3 StrlSchV überschreitet, der atom- oder strahlenschutzrechtlichen Aufsichtsbehörde oder der nach Landesrecht zuständigen Polizeibehörde das Abhandenkommen dieses Stoffes unverzüglich mitteilen. Bei Abhandenkommen einer hochradioaktiven umschlossene Strahlenquelle gilt darüber hinaus die unverzügliche Mitteilungspflicht an das HRQ-Register beim BfS in elektronischer Form entsprechend Anlage 9 Nr. 11 StrlSchV (vgl. die Ausführungen zum HRQ-Register in Kapitel J.1.1). Der Fund radioaktiver Stoffe bzw. die Erlangung der tatsächlichen Gewalt über diese Stoffe sind der atom- oder strahlenschutzrechtlichen Aufsichtsbehörde oder der nach Landesrecht zuständigen Polizeibehörde unverzüglich mitzuteilen.

Bei der überwiegenden Zahl der in Deutschland auftretenden Funde handelt es sich um umschlossene Strahlenquellen geringer Aktivität oder um Gegenstände mit natürlich vorkommenden Radionukliden. Abhandenkommen und Funde von radioaktiven Stoffen werden in den Jahresberichten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) [BfS 20] und in Parlamentsberichten regelmäßig protokolliert. Dem Bundesumweltministerium wurden aktuell für das Jahr 2023 insgesamt 105 Funde von radioaktiven Stoffen und drei Verluste von Strahlenquellen übermittelt. Die Veröffentlichung dieser Meldungen hat auch die Aufgabe, die Öffentlichkeit über diesen Themenbereich zu unterrichten und hierfür zu sensibilisieren.

J.1.2 Wiedereinfuhr ausgedienter Strahlenquellen

In Deutschland werden umschlossene Strahlenquellen hergestellt und auch ins Ausland vertrieben. Deshalb sind für die Wiedereinfuhr ausgedienter umschlossener Strahlenquellen nach Deutschland seit langem gesetzliche Regelungen vorhanden. Dem allgemein hohen Gefährdungspotenzial von hochradioaktiven Quellen (HRQ) tragen diese Regelungen Rechnung. Sie dienen dazu, die Anforderungen des „Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources“ [IAEA 04] umzusetzen, der in den dort enthaltenen Paragrafen 23 bis 29 den Im- und Export von umschlossenen Strahlenquellen behandelt und hierbei eine ähnlich intensive Zusammenarbeit der bei der Verbringung, also auch der Wiedereinfuhr, beteiligten Behörden wie bei der Verbringung von radioaktivem Abfall vorsieht. Die Regelungen für die grenzüberschreitende Verbringung in den §§ 12 bis 15 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [1A-8] erstrecken sich daher auch auf HRQ.

Hervorzuheben ist, dass Verbringungen innerhalb der Europäischen Union (EU) keiner Genehmigungspflicht unterliegen und dass darüber hinaus die Genehmigung für Verbringungen in/aus Drittländer(n) unter bestimmten Bedingungen durch eine Anmeldung ersetzt werden kann. Die grenzüberschreitende Verbringung innerhalb der EU wird durch die Verordnung (Euratom) Nr. 1493/93 geregelt. Wesentlich ist bei umschlossenen Strahlenquellen die vorherige Kenntnisnahme der zuständigen Behörde (in Deutschland das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)) aufgrund einer entsprechenden Erklärung des Empfängers. Die erfolgte Verbringung muss ebenfalls der zuständigen Behörde des Empfängermitgliedstaates gemeldet werden.

Soweit sich gesetzlicher Genehmigungs- oder Zustimmungsbedarf für grenzüberschreitende Verbringungen, z. B. bei Wiedereinfuhr einer umschlossenen Strahlenquelle aus einem Nicht-EU-Land, ergibt, ist gemäß § 188 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [1A-34] das BAFA zuständig.

Hochradioaktive umschlossene Strahlenquellen, mit denen nicht mehr umgegangen wird oder umgegangen werden soll, sind gemäß § 94 Abs. 4 StrlSchV nach Beendigung des Gebrauchs an den Hersteller, den Verbringer oder einen anderen Genehmigungsinhaber abzugeben oder als radioaktiver Abfall abzuliefern oder zwischenzulagern. Das Recycling von ausgedienten umschlossenen Strahlenquellen nach deren Rückgabe z. B. beim Hersteller oder einer entsprechend autorisierten Firma, der/die dazu die erforderlichen Genehmigungen besitzt, ist ebenfalls prinzipiell möglich. Ein Verbleib ohne Nutzung beim bisherigen Nutzer ist nicht erlaubt. Die Hersteller bzw. die Verbringer hochradioaktiver umschlossener Strahlenquellen sind, wie oben beschrieben, zur Rücknahme verpflichtet bzw. haben sicherzustellen, dass sie von Dritten zurückgenommen werden können (§ 95 StrlSchV).

Die grenzüberschreitende Verbringung solcher umschlossenen Strahlenquellen ist ab dem 10-fachen der in der Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 4 StrlSchV aufgeführten Aktivitätswerte nach § 12 StrlSchV genehmigungspflichtig. Bei Unterschreiten dieses Wertes kann die Verbringung unter bestimmten Voraussetzungen im Anmeldeverfahren erfolgen. Für eine Verbringung aus einem Staat außerhalb der EU nach Deutschland ist dies möglich, wenn der einführende Verbringer den Nachweis der Anmeldung bei der Zollabfertigung der nach § 188 Abs. 2 Satz 1 StrlSchG zuständigen Behörde oder der von ihr benannten Stelle vorlegt.

Der Verbringer hat ferner Vorsorge zu treffen, dass die zu verbringenden radioaktiven Stoffe nach der Verbringung erstmals nur an Personen abgegeben werden, die eine Genehmigung nach § 12 Abs. 1 Nr. 1 oder 3, jeweils auch in Verbindung mit Abs. 2, StrlSchG oder § 6 Abs. 1, § 7 Abs. 1 Satz 1 oder Abs. 3 Satz 1 oder § 9 Abs. 1 Atomgesetz (AtG) [1A-3] besitzen.

Bei Verbringungen sonstiger radioaktiver Stoffe zwischen den Mitgliedstaaten der EU gelten die Bestimmungen der Verordnung (Euratom) Nr. 1493/93. Bzgl. umschlossener Strahlenquellen gilt hier folgendes:

„(Artikel 4)

- (1) *Der Besitzer umschlossener Strahlenquellen [...], der diese an einen anderen Ort verbringen oder verbringen lassen will, muß von dem Empfänger der radioaktiven Stoffe eine vorherige schriftliche Erklärung einholen, wonach der Empfänger in dem Mitgliedstaat, in den die Verbringung erfolgt, allen geltenden Bestimmungen zur Durchführung von Artikel 3 der Richtlinie 80/836/Euratom* sowie den einschlägigen nationalen Vorschriften für die sichere Lagerung, Verwendung oder Entsorgung dieser Kategorie von Strahlenquellen [...] entsprochen hat.*

**) abgelöst durch die Richtlinie 2013/59/Euratom.*

Für diese Erklärung [ist das im Anhang I der Verordnung (Euratom) Nr. 1493/93 enthaltene] Standarddokument zu verwenden.

- (2) *Der Empfänger sendet die in Absatz 1 genannte Erklärung an die zuständigen Behörden des Mitgliedstaates, in den die Verbringung erfolgt. Die Kenntnisnahme von der Erklärung ist von der zuständigen Behörde mit ihrem Stempel auf dem Dokument zu bestätigen; die Erklärung ist sodann vom Empfänger an den Besitzer zu senden.“*

Es handelt sich hier jedoch nur um eine Absichtserklärung, die keine Kontrolle über tatsächlich erfolgte Verbringungen erlaubt, denn weiterhin ist festgelegt:

„(Artikel 5)

- (1) *Die in Artikel 4 genannte Erklärung kann für mehr als eine Verbringung gelten, wenn*
- *die umschlossenen Strahlenquellen [...], auf die sie sich bezieht, im Wesentlichen dieselben physikalischen und chemischen Eigenschaften aufweisen,*
 - *die umschlossenen Strahlenquellen [...], auf die sie sich bezieht, die in der Erklärung genannten Aktivitätswerte nicht überschreiten und*
 - *die Verbringungen von demselben Besitzer zu demselben Empfänger erfolgen und dieselben zuständigen Behörden eingeschaltet werden.*
- (2) *Die Erklärung hat eine Gültigkeitsdauer von höchstens drei Jahren ab dem Zeitpunkt der Stempelung durch die zuständige Behörde nach Artikel 4 Absatz 2.“*

Ein Meldeverfahren für tatsächlich verbrachte sonstige radioaktive Stoffe wird nachfolgend beschrieben:

„(Artikel 6)

Der Besitzer von umschlossenen Strahlenquellen [und] anderen Strahlenquellen [...], der diese von einem Ort zu einem anderen Ort verbracht hat oder verbringen ließ, übermittelt den zuständigen Behörden des Bestimmungsmitgliedstaats binnen 21 Tagen nach jedem Quartalsende folgende Angaben über die im Quartal erfolgte Lieferung:

- *Name und Anschrift der Empfänger,*
- *Gesamtaktivität je Radionuklid, das an den jeweiligen Empfänger geliefert wurde, sowie Anzahl der Lieferungen,*
- *höchste Einzelmenge eines jeden an den jeweiligen Empfänger gelieferten Radionuklids,*
- *Art des Stoffes: umschlossene Strahlenquelle, andere Strahlenquelle [...].“*

Es ist augenscheinlich, dass durch dieses Meldeverfahren die in jedem Mitgliedstaat der EU zuständigen Behörden (in Deutschland das BAFA) nur vierteljährlich Meldungen für Verbringungen in das Inland erhalten, welche im Übrigen nicht auf Vollständigkeit überprüfbar sind. Meldungen über Verbringungen aus dem Inland in einen anderen Mitgliedstaat der EU sind nicht vorgesehen. Um diese Lücke schließen zu können, ist bei der Europäischen Kommission ein Vorschlag Deutschlands eingebracht worden, wonach u. a. auch eine Benachrichtigung der Behörde des Lieferlandes vorzusehen ist.

J.1.3 Internationale Aspekte

Die deutschen Regelungen tragen der Tatsache Rechnung, dass die Sicherheit von umschlossenen Strahlenquellen eine internationale Dimension aufweist. Hierbei sind insbesondere herrenlose umschlossene Strahlenquellen relevant, zu deren unbeabsichtigter Verbreitung insbesondere der globale Schrotthandel beiträgt. Deutschland begrüßt daher alle Anstrengungen, die darauf gerichtet sind, dieses Gefährdungspotenzial zu reduzieren und insbesondere zur Vermeidung der Verbreitung von umschlossenen Strahlenquellen im globalen Schrotthandel beizutragen.

Zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor der schädigenden Wirkung ionisierender Strahlung wurden – auch vor dem Hintergrund der Unfälle mit gestohlenen bzw. herrenlosen radioaktiven Strahlenquellen – seit den 1990er Jahren auf Ebene der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) einige Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit radioaktiver Strahlenquellen diskutiert und als Ergebnis im September 2000 erstmalig der „Code of Conduct on The Safety and Security of Radioactive Sources (CoC)“ veröffentlicht. Darüber hinaus wurde im Jahr 1995 von der IAEO ein Informationssystem zur Übermittlung von Daten zu weltweit verlorengegangenen umschlossenen Strahlenquellen (*Incident and Trafficking Database, ITDB*) eingeführt, das von Deutschland aktiv

unterstützt wird. Mit der Etablierung des *Disused Sealed Radioactive Sources Network* (DSRSNet) der IAEQ wurde die Zusammenarbeit und Unterstützung beim Umgang mit ausgedienten Strahlenquellen verbessert.

Außerdem wurden zahlreiche internationale Tagungen und andere Foren zum Informationsaustausch internationaler Experten, wie z. B. die *International Conference on Control and Management of Inadvertent Radioactive Material in Scrap Metal* in Tarragona (Spanien) im Februar 2009, durchgeführt, bei denen wichtige internationale Vorgehensweisen abgestimmt und vereinbart wurden. Das Abschlussdokument der genannten Konferenz in Tarragona bringt zum Ausdruck, dass durch ein verbindliches Übereinkommen zwischen den Staaten die Vereinheitlichung der Vorgehensweise gegen die unbeabsichtigte grenzüberschreitende Verbringung radioaktiver Stoffe im Schrott erreicht werden könne.

Der internationale Datenaustausch erleichtert die weltweite Kontrolle und Verfolgung von umschlossenen Strahlenquellen. Innerhalb der Europäischen Union (EU) sind durch die bereits aufgeführten Regelwerke, insbesondere die Verordnung (Euratom) Nr. 1493/93 und die Richtlinie 2013/59/Euratom, wichtige Voraussetzungen hierzu geschaffen worden. Im Unterschied zum IAEQ-CoC, der empfehlende Charakter hat, ist die Richtlinie 2013/59/Euratom für alle Mitgliedstaaten der Europäischen Union verbindlich. Die Vereinbarung eines elektronischen Datenaustauschformats sowie die Berücksichtigung der Erfahrungen der EU-Mitgliedstaaten sind zukünftig relevante Ziele.

Zur Erhöhung der Sicherheit beim Umgang mit umschlossenen Strahlenquellen setzt sich Deutschland auch in verschiedenen Ländern aktiv im Rahmen von bilateralen Projekten ein.

In der Ukraine wurden mit deutscher Unterstützung in den Jahren 2008 bis 2020 insgesamt 16.429 ausgediente Strahlenquellen mit einer Gesamtaktivität von $5,83 \cdot 10^{14}$ Bq aus zahlungsunfähigen Betrieben, Forschungsinstituten, sowie medizinischen und öffentlichen Einrichtungen erfasst und einer unter Strahlenschutz- sowie unter physischen Schutzaspekten sicheren Zwischenlagerung zugeführt. Die Daten zu den Strahlenquellen wurden zudem in ein staatliches Zentralregister aufgenommen. Betrachtet man diese Quellen nach den vorliegenden Nukliden, entfällt mit 7.025 die größte Anzahl auf Ionisationsrauchmelder, die Pu-239 enthalten. Zwei Drittel der oben genannten Gesamtaktivität entfallen auf Co-60-Strahlenquellen, 17 % auf Cs-137-Strahlenquellen, und 15 % auf H-3-Strahlenquellen. Außerdem wurden Modernisierungsmaßnahmen an technischen Einrichtungen zur Handhabung der umschlossenen Strahlenquellen vorgenommen sowie benötigte Transport- und Lagerbehälter bereitgestellt. Es wurde somit ein wesentlicher Beitrag zum Schutz von Bevölkerung und Umwelt hinsichtlich Strahlenexposition geleistet.

Auf der Basis der gewonnenen Erkenntnisse und vorliegender Erfahrungen plant Deutschland weitere bilaterale Unterstützungsprogramme. Deutschland steht nach wie vor in einem engen und vertrauensvollen Kontakt zu ukrainischen Behörden und Entsorgungsunternehmen, sodass stets aktuelle Unterstützungsbedarfe bei den Projektplanungen antizipiert werden. Die genannten Aktivitäten umfassen z. B. mit der Dokumentation der vorhandenen, nicht mehr benötigten umschlossenen Strahlenquellen bzw. die Entwicklung von Konzepten zu deren sicherer zentraler Zwischenlagerung und werden an die Bedarfe angepasst, die durch die Invasion der Russischen Föderation entstanden sind bzw. entstehen.

Neben den Aktivitäten in der Ukraine realisiert Deutschland ähnliche Projekte zur Erfassung, Bergung und sicheren Zwischenlagerung radioaktiver Quellen im Libanon und in der Republik Armenien. In der Republik Armenien wurden im Zeitraum von 2021 bis 2023 ca. 1.000 umschlossene Strahlenquellen, Ionisationsrauchmelder und radioaktive Substanzen erfasst und einer unter Strahlenschutz- sowie unter physischen Schutzaspekten sicheren Zwischenlagerung zugeführt. Im Libanon wurde die zuständige Behörde im Zeitraum 2022 bis 2023 bei vorbereitenden Analysen zur Bergung und sicheren Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle sowie bei der Konzeption der Zwischenlagerung unterstützt.

K Allgemeine Bestrebungen zur Verbesserung der Sicherheit

Diese Sektion fasst die bisher erzielten Fortschritte Deutschlands zur Verbesserung der Sicherheit seit der siebten Überprüfungskonferenz 2022 zusammen und erläutert relevante Fragestellungen, die bei einer Verlängerung der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle zu untersuchen sind. Darüber hinaus behandelt die Sektion die Bestrebungen, die Sicherheit im Umgang und bei der Entsorgung von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen durch die Anwendung und Weiterentwicklung von Sicherheitsmaßstäben zu gewährleisten, sowie die Zeitplanung bei der Standortauswahl gemäß Standortauswahlgesetz (StandAG) [1A-7b].

K.1 Sachstand zu Herausforderungen und geplanten Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit gemäß Rapporteursbericht zur deutschen Präsentation während der siebten Überprüfungskonferenz

Der Rapporteursbericht zur siebten Überprüfungskonferenz 2022 fasst die noch bestehenden Herausforderungen sowie die geplanten Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit zusammen, die im Ergebnis der Präsentation Deutschlands von der Ländergruppe identifiziert wurden. Die im Berichtszeitraum erzielten Fortschritte bei diesen Punkten sind nachfolgend aufgeführt.

K.1.1 Herausforderungen

Herstellung eines genehmigten Zustandes bei der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente im AVR-Behälterlager in Jülich

Der genehmigungsrechtliche Zustand des AVR-Behälterlagers ist gegenüber 2022 weitgehend unverändert. Die ursprüngliche Aufbewahrungsgenehmigung vom 17. Juni 1993 war auf 20 Jahre befristet. Eine weitere Aufbewahrung der AVR-Brennelemente im Zwischenlager Jülich ist für weitere neun Jahre beantragt, das Genehmigungsverfahren konnte aber noch nicht abgeschlossen werden. Die Aufbewahrung erfolgt derzeit auf Basis von Anordnungen der zuständigen Aufsichtsbehörde des Landes Nordrhein-Westfalen. Die am 2. Juli 2014 von der Aufsichtsbehörde des Landes Nordrhein-Westfalen erlassene Anordnung zur Räumung des AVR-Behälterlagers hat weiterhin Bestand.

Zur Entfernung der Kernbrennstoffe (Brennelementkugeln) wurde die Option des Transports nach Ahaus in einem Bericht an den Haushaltsausschuss des Bundestages im September 2022 als „grundsätzlich vorzugswürdig“ bewertet. Das damals zuständige Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat bereits am 21. Juli 2016 dem Betreiber des Zwischenlagers in Ahaus die Genehmigung nach § 6 AtG für die Einlagerung der derzeit in Jülich lagernden 152 Behälter der Bauart CASTOR® THTR/AVR erteilt. Ein Probetransport und die erfolgreiche Kalthandhabung der Transporte sind im Berichtszeitraum bereits erfolgt, so dass eine Transportgenehmigung nach § 4 AtG für die Transporte der Behälter von Jülich nach Ahaus voraussichtlich 2024 erteilt werden kann. Das stellt aktuell die schnellstmögliche Option eines genehmigten Zustands durch Räumung des AVR-Behälterlagers dar.

In Anbetracht der noch verbleibenden offenen Realisierung der Transporte nach Ahaus wird parallel hierzu noch die Option zum Neubau verfolgt. Die Standortauswahl für den Neubau und die Konzeptplanung für das Zwischenlager sind abgeschlossen, der Erwerb der Grundstücke ist eingeleitet. Der

Abschluss der Räumung durch Einlagerung in einen Neubau ist aber aus aktueller Sicht nicht vor 2032 möglich.

Die ursprünglich im Räumungskonzept vorgesehene Option der Verbringung des Kernbrennstoffs in die USA in Abstimmung mit den relevanten Bundes- und Landesministerien wurde seit Oktober 2022 nicht weiter verfolgt. Parallel zu den genannten Optionen wird versucht, eine neue, auf neun Jahre befristete Aufbewahrungsgenehmigung für das bestehende AVR-Behälterlager zu erlangen.

Herstellung eines genehmigten Zustandes bei der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente am Brennelemente-Zwischenlager Brunsbüttel

Der genehmigungsrechtliche Zustand des Brennelemente-Zwischenlagers Brunsbüttel ist gegenüber 2022 weitgehend unverändert. Die derzeit eingelagerten Behälter mit bestrahlten Brennelementen werden auf Anordnung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde des Landes Schleswig-Holstein nach § 19 Abs. 3 AtG dort aufbewahrt. Diese Anordnung wurde am 17. Januar 2020 bis zum Abschluss des Genehmigungsverfahrens für eine Neugenehmigung verlängert.

Die Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG hat am 16. November 2015 einen Antrag auf eine neue Genehmigung zur Aufbewahrung der Kernbrennstoffe nach § 6 AtG in dem bestehenden Brennelemente-Zwischenlager in Brunsbüttel gestellt und mit Schreiben vom 12. Februar 2016 präzisiert (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.1.1). Im Januar 2019 ist der Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) im Genehmigungsverfahren beigetreten. Am 7. Februar 2020 wurde ein Antrag auf Genehmigung nach § 6 AtG für einen befristeten Zeitraum von fünf Jahren zur Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente außerhalb der staatlichen Verwahrung am Standort Brunsbüttel beim Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) gestellt. Dieser Antrag kann eine genehmigungsrechtliche Grundlage für die Aufbewahrung schaffen, sofern eine Genehmigung zur Aufbewahrung bis 2046 erteilt wird. Die Genehmigung würde der Überbrückung des Zeitraums bis zu einer vollständigen Umsetzung der im Antrag von 2015 beschriebenen Maßnahmen dienen.

Die 2015 beantragte Neugenehmigung soll wie die ursprüngliche Genehmigung bis zum 4. Februar 2046 befristet sein und die Zwischenlagerung aller bestrahlten Brennelemente aus dem Betrieb des Kernkraftwerks Brunsbüttel im bestehenden Lagergebäude umfassen. Aufgrund der vorzeitigen Abschaltung des Kernkraftwerks werden nun lediglich bis zu 24 der zur Verfügung stehenden 80 Behälterstellplätze benötigt. Damit reduzieren sich auch die neu beantragte Gesamtwärmeleistung, die Gesamtschwermetallmasse sowie die Gesamtaktivität (vgl. Tabelle L-4).

Für das Genehmigungsverfahren ist vom BASE eine Umweltverträglichkeitsprüfung mit Öffentlichkeitsbeteiligung durchzuführen. Im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung fand im Juni 2017 bereits ein Erörterungstermin unter Federführung des BASE statt. Die hierbei diskutierten Einwendungen werden im weiteren Genehmigungsverfahren berücksichtigt.

Logistikzentrum für das Endlager Konrad (LoK)

Mit dem Entsorgungsübergangsgesetz von 2017 wurde die gesetzliche Grundlage geschaffen, ein zentrales Bereitstellungslager für das Endlager Konrad zu errichten, um dessen Betriebszeit deutlich zu verkürzen und die betreffenden Zwischenlager schneller zu räumen. Die Planungen der BGZ für dieses zentrale Bereitstellungslager, das Logistikzentrum Konrad (LoK), begannen im Jahr 2018. Nach einem umfassenden Suchprozess für einen geeigneten und realisierbaren Standort gab die BGZ – nachdem das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) der Standortempfehlung der BGZ gefolgt ist – am 6. März 2020 bekannt, die weiteren Erkundungen und Planungen für das LoK auf den Standort Würzgassen zu konzentrieren.

Die fortlaufenden Prüfungen des Bundesumweltministeriums zur Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit des LoK erreichten Ende des Jahres 2023 einen wichtigen Haltepunkt. Zu entscheiden war, ob sich mit ausreichender Zuverlässigkeit zu diesem Zeitpunkt prognostizieren ließe, die mit dem LoK verbundenen Ziele zu erreichen. Intensive Prüfungen des Bundesumweltministeriums und der Austausch mit den beteiligten Landesregierungen führten zu dem Ergebnis, dass dies nicht mehr der Fall ist. Verschiedene planerische und rechtliche Hürden schienen zwar grundsätzlich lösbar, jedoch voraussichtlich nicht so rechtzeitig, dass sich das LoK noch rechtzeitig in Betrieb nehmen ließe, um, radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung schneller in das Endlager Konrad einlagern zu können. Da die Planungen und Arbeiten für ein Logistikzentrum am Standort Würgassen bereits fortgeschritten waren, ist nicht zu erwarten, dass es sich an einem anderen Standort, der zudem erst gefunden werden müsste, schneller realisieren ließe. Das Bundesumweltministerium hat daher entschieden, das Projekt LoK einzustellen. Das notwendige Ende des Logistikzentrums bedeutet aber auch, dass das Endlager Konrad nun länger in Betrieb sein wird.

Die BGZ hatte, um etwaigen zeitlichen Risiken bei der Planung des LoK zu begegnen, parallel vorsorglich die temporäre dezentrale Anlieferung des Endlagers Konrad bis zur LoK-Inbetriebnahme geplant. Diese Planungen werden mit Wegfall des LoK nun intensiviert.

Erhöhung der Zahl an produktkontrollierten Abfallgebinden für das Endlager Konrad

Aufgabe der Produktkontrolle ist die Koordination und Durchführung der Arbeiten zur Bestätigung der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen Konrad durch Qualifizierung und Kontrolle von Konditionierungsverfahren, Prüfung und Freigabe von Ablaufplänen und Änderungsanträgen sowie Prüfung und Bestätigung der Endlagerfähigkeit von Abfallprodukten und -gebinden im Rahmen der Produktkontrolle. Um die Antragsverfahren der Produktkontrolle zu beschleunigen und einen höheren Durchsatz zu erzielen, wurden innerhalb der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) der Aufbau von Personalkapazitäten im Bereich Produktkontrolle vorangetrieben.

Eine weitere Basis zur Erzielung eines höheren Durchsatzes der Produktkontrolle stellt die Beschleunigung administrativer Prozesse dar. Hierzu werden interne Abläufe umfangreich überarbeitet und optimiert sowie Zuständigkeiten klarer abgegrenzt. Ziel ist es, Prozessabläufe transparenter, messbarer und durchgängig steuerbarer zu gestalten. Wesentliches Fokusthema der Produktkontrolle ist zudem der Aufbau eines digitalen Antragsmanagementsystems („*Nuclear Waste Logistics*“), das der besseren Planung, Steuerung und Zusammenarbeit aller am Verfahren Beteiligten dienen soll. Das digitale Antragsmanagementsystem ist implementiert und befindet sich in der finalen Entwicklung. Stand 01/2024 wurden bereits mehr als 100 Anträge über das System eingereicht. Die vollständige Digitalisierung der Bestandsdokumentation wird im Jahr 2025 abgeschlossen werden können.

Damit wurden bereits die Voraussetzungen geschaffen, um auf die stetig steigende Anzahl an Antragstellung für die Produktkontrolle adäquat zu reagieren. Eine Bewertung und Freigabe von Abfallgebinden für die Einlagerung im Endlager Konrad durch die Produktkontrolle kann aber derzeit noch nicht erfolgen, da hierfür eine Qualifizierung der Abfallgebinde sowohl hinsichtlich radiologischer als auch stofflicher Aspekte erforderlich ist. Viele Gebinde sind bislang hinsichtlich der radiologischen Aspekte qualifiziert, jedoch hinsichtlich der stofflichen Zusammensetzung lediglich charakterisiert. Aufgrund von noch laufenden Antragsverfahren zur Freigabe von verschiedenen Stofflisteneinträgen ist eine abschließende Bestätigung der Endlagerfähigkeit der Gebinde noch nicht möglich.

K.1.2 Geplante Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit

Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (nächste Schritte)

Mit der Novellierung des Standortauswahlgesetzes (StandAG) [1A-7b] wurde das Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle im Jahr 2017 gestartet. Das Verfahren ist in drei Phasen gegliedert, die durch eine intensive Einbindung und Beteiligung der Öffentlichkeit begleitet werden.

Die Phase I im Standortauswahlverfahren wurde in zwei Schritte weiter unterteilt und der erste Schritt mit der Veröffentlichung des Zwischenberichts Teilgebiete wie vorgesehen im September 2020 abgeschlossen. Die vom Bundesamt für Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) einberufene Fachkonferenz Teilgebiete hat den Zwischenbericht diskutiert und ihre Beratungsergebnisse der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) vorgelegt (vgl. die Ausführungen zum Endlager für hochradioaktive Abfälle in Kapitel H.3.2).

Derzeit werden in Schritt 2 der Phase I Standortregionen für die übertägige Erkundung auf Basis der zuvor ermittelten Teilgebiete und den Beratungsergebnissen aus der Fachkonferenz Teilgebiete ermittelt. Hierfür werden für jedes Teilgebiet repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen gemäß Standortauswahlgesetz durchgeführt, bevor durch die erneute Anwendung der geowissenschaftlichen und nun auch der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien günstige Standortregionen ermittelt werden. Des Weiteren werden für die Standortregionen standortbezogene Erkundungsprogramme für die übertägige Erkundung erarbeitet. Die BGE fasst den Vorschlag für die übertägig zu erkundenden Standortregionen mit Begründung, den Ergebnissen aus der Fachkonferenz Teilgebiete und den standortbezogenen Erkundungsprogrammen zusammen und übermittelt diesen an das BASE.

Das BASE prüft den Vorschlag der BGE und richtet in jeder der möglichen Standortregionen eine Regionalkonferenz ein. Der Bundesgesetzgeber trifft unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Beteiligungsverfahrens hierzu die verbindliche Entscheidung und legt den Arbeitsumfang für die Phase II fest.

Verschluss des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben

Das bis April 2017 mit der Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) beauftragte Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat auf Basis umfangreicher Untersuchungsprogramme ein Stilllegungskonzept erarbeitet, welches den Einschluss der eingelagerten Abfälle über 1 Mio. Jahre gewährleisten soll (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.3).

Die Entsorgungskommission (ESK) hat das Stilllegungskonzept des BfS im Jahr 2013 bewertet und ist zu dem Schluss gekommen, dass der Langzeitsicherheitsnachweis für das ERAM nach dem Stand von Wissenschaft und Technik mit überschaubarem Aufwand machbar ist, und fordert die Vorlage weiterer Unterlagen zum Nachweis. Seit April 2017 ist BGE die Betreiberin des ERAM und führt das Stilllegungsverfahren weiter. Die endgültigen Antragsunterlagen werden nun der Genehmigungsbehörde sukzessive bis 2026 vorgelegt, nachdem in den vergangenen Jahren wesentliche Anforderungen an die Genehmigungsunterlagen mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt wurden.

Im Zuge der späteren Stilllegung des ERAM werden vorhandene Grubenräume verfüllt und Zugangsstrecken zu den Einlagerungskammern, Schächte sowie sicherheitsrelevante Bohrungen und das Wetterrollloch durch Abdichtbauwerke verschlossen. Das Demonstrationsbauwerk zur Untersuchung verschiedener Realisierungskonzepte für die Streckenabdichtungen mit unterschiedlichen

Baustoffen und Baustoffkombinationen wird parallel zur Fertigstellung der Genehmigungsunterlagen errichtet.

Die heutige Zeitplanung sieht die Feststellung des Planes zur Stilllegung in 2028 und den Abschluss aller Stilllegungsmaßnahmen Mitte der 2040er Jahre vor. Aus diesem Grunde werden bauliche Maßnahmen durchgeführt, um die Substanz von Gebäuden und Schächten für den entsprechenden Zeitraum zu erhalten und auf die Stilllegung vorzubereiten. Z. B. muss eine der beiden Schachtförderanlagen erneuert werden, da sonst die Funktionsfähigkeit für die Dauer der Betriebs- und Stilllegungsphase nicht gewährleistet ist. Die Planungsarbeiten hierfür wurden im April 2023 ausgeschrieben.

Inbetriebnahme des Endlagers Konrad

Für das Endlager Konrad liegt seit 2007 ein bestandskräftiger und unanfechtbarer Planfeststellungsbeschluss vor. Für die Arbeiten zur Umrüstung der Schachanlage Konrad zum Endlager ist seit Dezember 2017 die BGE zuständig. Für die Umrüstung müssen ca. 500 Nebenbestimmungen des Planfeststellungsbeschlusses beachtet und schon vorliegende Ausführungsunterlagen überarbeitet werden. Ebenso müssen weitere baurechtliche Änderungszustimmungen erwirkt werden (vgl. die Ausführungen in Kapitel D.3.3).

Die über- und untertägigen Errichtungsmaßnahmen sind weit fortgeschritten. Auf dem Schachtgelände Konrad 1 sind alle neuen Gebäude errichtet und der Unter-Tage-Ausbau ist fast abgeschlossen. Auf dem Schachtgelände Konrad 2 wurden die Grubenwasserübergabestation und die Gebäude des Betriebshofes errichtet. Für die Errichtung der Umladehalle ist im Jahr 2022 die größte Einzelvergabe der BGE erfolgt. Unter Tage wurde im Jahr 2022 der Einbau der Innenschalen wesentlich vorangebracht. Zur späteren Auffahrung des Einlagerungsfeldes 5/2 wurde mit den Erkundungsbohrungen begonnen.

Auf Grundlage eines von der BGE 2017 beauftragten Gutachtens des TÜV Rheinland wurde abgeschätzt, dass mit einer Fertigstellung des Endlagers Konrad nicht vor dem ersten Halbjahr 2027 zu rechnen ist. Der Terminplan zur Fertigstellung des Endlagers Konrad wird immer wieder neu bewertet und es ist absehbar, dass die Fertigstellung im Jahr 2027 nicht mehr zu erreichen ist. Aktuell terminführend bei der Errichtung ist die Herrichtung des Einlagerungsschachtes Konrad 2. In einer Neubewertung der restlichen Bautätigkeit kommt die BGE zu der Einschätzung, dass das Endlager Konrad unter Annahme bestimmter Randbedingungen nicht vor 2029 fertiggestellt werden kann.

Umsetzung der ARTEMIS-Empfehlungen

Während der ARTEMIS-Mission im Herbst 2019 wurden neben der Identifizierung einer Guten Praxis insgesamt drei Empfehlungen und zwölf Hinweise ausgesprochen. Zur Umsetzung dieser Empfehlungen und -Hinweise hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) Vorschläge erarbeitet und mit den an der ARTEMIS-Mission beteiligten Ländern sowie den beteiligten nachgeordneten Behörden und den Betreiberinnen abgestimmt. Diese wurden in einem sog. Nationalen Aktionsplan festgehalten. Nach Beschluss durch den Länderausschuss für Atomkernenergie wurde mit der Umsetzung der Vorschläge begonnen.

Um die Fortschritte in der Umsetzung der bei dieser Überprüfungsmission befundenen Empfehlungen und Hinweise zu demonstrieren und in entsprechendem internationalem Rahmen zur Überprüfung zu stellen, wurde auf Einladung der Bundesrepublik Deutschland im November 2022 eine ARTEMIS-Folgemission durchgeführt. Als Ergebnis dieser Folgemission wurden zu elf der fünfzehn Befunde Umsetzungserfolge festgestellt, die einer Erfüllung der Befunde gleichkamen, in zwei Fällen davon unter der Maßgabe, dass bereits eingeleitete Umsetzungen in der beschriebenen Art und Weise weiter erfolgreich fortgesetzt würden. Als weiterhin offen wurden zwei Empfehlungen aus dem Bereich Kostenabschätzungen und -berichterstattung bezüglich der Entsorgung angesehen sowie

zwei Hinweise aus dem Bereich der Planung der Endlagerung am Standort des Endlagers nach dem Standortauswahlgesetz bzw. bezüglich der Demonstration von Abfallminimierungsmaßnahmen im Rahmen des Verzeichnisses radioaktiver Abfälle, mit dem der Bund in regelmäßigen Abständen sein Abfallinventar an den verschiedenen Standorten in Deutschland veröffentlicht.

K.2 Sachstand zu übergreifenden Fragen gemäß dem Beschluss während der siebten Überprüfungskonferenz

Der zusammenfassende Bericht zur siebten Überprüfungskonferenz enthält in Absatz 51 übergreifende Fragen (*Overarching Issues*), die von den Vertragsparteien in ihren Berichten für die achte Überprüfungskonferenz im März 2025 gezielt angesprochen werden sollen. Im nationalen Bericht Deutschlands werden die vier festgelegten übergreifenden Fragen an entsprechenden Stellen im Bericht adressiert und im Folgenden eine Zuordnung der relevanten Kapitel zu den übergreifenden Fragen vorgenommen:

- Zur Erhaltung von Fachkompetenz und Personalbestand im Zusammenhang mit der Zeitplanung für die Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle wird in Kapitel F.2.1 eingegangen.
- Zur Beteiligung der Öffentlichkeit an den jeweiligen Entsorgungsprogrammen wird in Kapitel E.2.2 unter „Standortauswahlgesetz“, Kapitel E.2.3 unter „Öffentlichkeitsbeteiligung“, Kapitel G.3.3 und Kapitel H.3.2 berichtet.
- Zum Alterungsmanagement bei Entsorgungseinrichtungen und den dort aufbewahrten Abfallgebinden in Anbetracht langer Lagerzeiträume wird in Kapitel G.2.2 berichtet.
- Zur langfristigen Behandlung ausgedienter Strahlenquellen unter Einbeziehung regionaler oder multinationaler Optionen wird in Kapitel J.1.1 unter „Sichere Entsorgung ausgedienter umschlossener Strahlenquellen“ berichtet.

K.3 Fragestellungen zu einer Verlängerung der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle

In Deutschland werden die bestrahlten Brennelemente und hochradioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente bis zu ihrer Abgabe an ein Endlager in Behältern trocken zwischengelagert. Die Aufbewahrungsgenehmigungen für die Zwischenlager sind derzeit auf 40 Jahre begrenzt und laufen zwischen 2034 und 2047 aus. Mit der Suche nach einem Endlager wurde 2017 begonnen; dessen Inbetriebnahme ist aus heutiger Sicht schwer abzuschätzen. Verzögerungen bei der Standortentscheidung und damit auch der Errichtung können eine Verlängerung der erforderlichen weiteren Zwischenlagerdauer nötig machen. Vor diesem Hintergrund wird eine Verlängerung der genehmigten Zwischenlagerung notwendig. Das Atomgesetz (AtG) [1A-3] knüpft in § 6 Abs. 5 Satz 2 eine Verlängerung von Genehmigungen an das Vorliegen unabweisbarer Gründe und fordert die vorherige Befassung des Deutschen Bundestages.

Die für eine verlängerte Zwischenlagerung notwendigen sicherheitstechnischen Nachweise für Behälter und Inventare wie auch für die Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit der Zwischenlager sind auf der Grundlage hinreichend belastbarer Daten und Erkenntnisse zu führen, die von den zuständigen Behörden und deren Sachverständigen zu bewerten sind. Bei der verlängerten Zwischenlagerung ist zudem die Transportfähigkeit der Behälter jederzeit während der gesamten Aufbewahrungsdauer sicherzustellen.

Schwerpunkte der Sicherheitsbewertung für längere Aufbewahrungszeiträume sind das Langzeitverhalten der Behälter, insbesondere von deren sicherheitstechnisch relevanten Komponenten, das Langzeitverhalten der Brennelemente und verglasten Spaltproduktlösungen, sowie die zu unterstellenden Degradationserscheinungen und deren sicherheitstechnische Auswirkungen.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Bundesumweltministerium) als oberste Aufsichtsbehörde hat vorsorglich Forschungsvorhaben initiiert, in denen grundlegende Informationen und Daten zum nationalen und internationalen Erfahrungsstand zusammengetragen werden, um die sicherheitstechnischen Fragen im Zusammenhang mit einer verlängerten Zwischenlagerung von Brennelementen und hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung frühzeitig zu erkennen und entsprechende Konzepte und Strategien für deren zukünftige Zwischenlagerung kompetent beurteilen zu können. Momentan besteht die Erwartung, dass das derzeit etablierte Konzept der trockenen Zwischenlagerung (Lagergebäude und Behälter) auch für deutlich längere Zeiträume als 40 Jahre seine Sicherheitsfunktionen beibehält. Diese Annahme ist durch eine explizite Nachweisführung nach dem dann aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu bestätigen.

Die hierfür notwendigen zusätzlichen Daten können sowohl aus der systematischen Auswertung von Betriebserfahrungen der bislang betriebenen Anlagen während der Zwischenlagerung im Rahmen von Periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) und Alterungsmanagementmaßnahmen als auch aus zusätzlichen Untersuchungsprogrammen generiert werden.

Beim technischen Alterungsmanagement steht das Langzeitverhalten von Behältern und Inventaren im Vordergrund. Es ist nachzuweisen, dass die sicherheitsrelevanten Komponenten auch bei möglichen alterungsbedingten Eigenschaftsänderungen während der gesamten Aufbewahrungsdauer soweit intakt bleiben, dass sie ihre in den Sicherheitsanalysen vorausgesetzten Funktionen erfüllen können. Unter dem Aspekt des nichttechnischen Alterungsmanagements sind zudem die Betriebsorganisation, das Sicherheitsmanagement sowie Wissens- und Qualitätsmanagement zu betrachten. Darüber hinaus sind auch die sich über die Zeit verändernden Rahmenbedingungen, wie die Umstellung auf einen autarken Betrieb der dezentralen Zwischenlager mit fortschreitender Stilllegung der Kernkraftwerke, zu berücksichtigen. Dabei wird der Know-how-Erhalt mittelfristig größere Bedeutung erlangen.

Forschungsbedarf bezüglich der verlängerten Zwischenlagerung wurde bereits früh festgestellt. Dieser umfasst neben den sicherheitstechnischen Nachweisen für Behälter und Inventare auch Untersuchungen zu deren Langzeitverhalten. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt befasst sich mit der Untersuchung sozialwissenschaftlicher und sozio-technischer Aspekte. Die Untersuchung der Fragestellungen erfolgt bereits durch nationale Forschungsprogramme. Weitere Hinweise zu nationalen Forschungsaktivitäten und deren teilweise Umsetzung sind in Kapitel G.2.2 zu finden.

Auf internationaler Ebene wird die Thematik nicht zugänglicher Behälterkomponenten und -inventare insbesondere von amerikanischer Seite (*United States Nuclear Regulatory Commission (US-NRC)*, *Electric Power Research Institute (EPRI)*, *United States Department of Energy (US-DOE)*) durch strategische und gezielte Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten vorangetrieben. Auf europäischer Ebene beteiligt sich die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) an diesen Projekten oder initiiert eigene. Des Weiteren wird die Forschung auf dem Gebiet des Brennstabverhaltens derzeit durch verschiedene Projektgruppen betrieben, z. B. im Rahmen von *Studsvik Cladding Integrity Project IV (SCIP-IV)*, des *European Joint Program* oder seitens der Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) mit ihrem Forschungsvorhaben *Long-Term Experimental Dry Storage Analysis (LEDA)*. Bei der Auswertung internationaler Erkenntnisse und Daten ist die Übertragbarkeit auf die deutschen Zwischenlagersysteme einschließlich der Behälterinventare insbesondere im Hinblick auf die spezifischen Randbedingungen in Deutschland zu prüfen.

K.4 Western European Nuclear Regulators Association – WENRA – Harmonisierte Ansätze in den europäischen kerntechnischen Regelwerken in den Bereichen Zwischenlagerung, Stilllegung, Endlagerung und Abfallverarbeitung

Die *Western European Nuclear Regulators Association* (WENRA) stellt einen freiwilligen Zusammenschluss der für die kerntechnische Aufsicht und Genehmigung zuständigen staatlichen Behörden in Ländern dar, welche Leistungsreaktoren betreiben oder nach Beendigung des Betriebs zurückbauen. Ziel ist die Förderung des internationalen Erfahrungsaustauschs und die Harmonisierung sicherheitsrelevanter gesetzlicher und untergesetzlicher Anforderungen in den jeweiligen nationalen Regelwerken. Der WENRA gehören derzeit 19 Vollmitglieder, drei assoziierte Mitglieder und zehn Beobachter an. Die Mitglieder der WENRA haben sich dabei selbstverpflichtet, von der WENRA aufgestellte Anforderungen in den nationalen Regelwerken umzusetzen.³ Hierzu entwickelt die WENRA in der Form von Sicherheitsreferenzniveaus maßgebende Anforderungen an die nationalen kerntechnischen Regelwerke. Diese basieren ihrerseits weitgehend auf Sicherheitsstandards und -anforderungen der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO). Erreicht werden soll so, dass sich die WENRA-Mitglieder ein einheitlich hohes Sicherheitsniveau definieren und sukzessive in ihre nationalen kerntechnischen Regelwerke überführen.

Mit der Ausgestaltung und Umsetzung ihrer Ziele wurden von der WENRA Arbeitsgruppen betraut, die sich aus Vertretern der nationalen atomrechtlichen Aufsichtsbehörden zusammensetzen. Die hier relevanten entsorgungsseitigen Sicherheitsaspekte werden dabei von der *Working Group on Waste and Decommissioning* (WGWD) bearbeitet. Die Ergebnisse und Veröffentlichungen der Arbeitsgruppen bedürfen der Ratifizierung durch die WENRA und gelten erst durch diese als beschlossen. Sie erlangen damit im Rahmen der eingegangenen Selbstverpflichtung auch Verbindlichkeit für die Mitglieder der WENRA.

Die WGWD befasst sich derzeit mit vier dezidiert ausgewiesenen Themengebieten: mit der Stilllegung kerntechnischer Anlagen sowie mit der Verarbeitung, mit der Zwischenlagerung und mit der Endlagerung der bestrahlten Brennelemente und radioaktiven Abfälle. Für jedes Themengebiet wurden auf Basis von internationalem Regelwerk und dem Stand von Wissenschaft und Technik Sicherheitsreferenzniveaus definiert, welche die Grundlage für die Prüfung der nationalen Regelwerke darstellen. Wird dabei festgestellt, dass einzelne Anforderungen vom nationalen Regelwerk nicht vollständig abgedeckt sind, begleitet und bewertet die WGWD die auf nationaler Ebene vorzunehmenden Regelwerksüberarbeitungen. Der gesamte Prozess von der Erarbeitung der Sicherheitsreferenzniveaus bis zur Umsetzung in den nationalen Regelwerken wird dokumentiert und in Form von fortgeschriebenen Berichten von der WENRA veröffentlicht.

Derzeit liegen folgende WGWD-Berichte vor:

- *“Report Decommissioning Safety Reference Levels”* – Version 2.3 von Januar 2024 [WENRA 24a],
- *„Report Waste and Spent Fuel Storage Safety Reference Levels”* – Version 2.3 von Januar 2024 [WENRA 24b],
- *„Report Radioactive Waste Disposal Facilities Safety Reference Levels”* von Dezember 2014 [WENRA 14],

³ Dieser Selbstverpflichtung, die vormals nur die Vollmitglieder der WENRA umfasste, haben sich im November 2023 die assoziierten Mitglieder aus Japan und Kanada angeschlossen.

- „Report Radioactive Waste Treatment and Conditioning Safety Reference Levels“ von April 2018 [WENRA 18].

Für die Themenbereiche Stilllegung und Zwischenlagerung ist die Harmonisierung der nationalen Regelwerke der bisherigen Vollmitglieder weitgehend abgeschlossen. Allerdings wird Mitgliedern weiterhin die Möglichkeit offengehalten, neu oder weiterentwickeltes Regelwerk der WGWD vorzulegen, um so den Nachweis über noch ausstehende Umsetzungen der WENRA-Anforderungen führen zu können; dies gilt insbesondere auch für die assoziierten Mitglieder, die an diesem Prozess bislang nicht teilgenommen hatten, sowie neue Vollmitglieder wie die Ende 2023 aufgenommene polnische Aufsichtsbehörde. Eine diesbezügliche Aktualisierung der beiden thematischen Berichte erfolgte zuletzt im Januar 2024. Demgegenüber befinden sich die Themenbereiche Endlagerung und Abfallverarbeitung derzeit in der noch initialen Überprüfungsphase nationaler Regelwerke, deren vorläufige Ergebnisse in der jeweils nächsten Fassung der thematischen Berichte veröffentlicht werden sollen.

Die Überprüfung des stilllegungsrelevanten Regelwerks anhand der Sicherheitsreferenzniveaus in der Fassung 2.3 [WENRA 24a] hat relevante Abweichungen für zwei der 62 Sicherheitsreferenzniveaus identifiziert. Es handelt sich dabei um jeweils ein Sicherheitsreferenzniveau in den Anforderungsbereichen „Stilllegungsstrategie und -planung“ und „Sicherheitsaspekte“. Dabei besteht bezüglich der Umsetzung der Anforderungen in der Praxis keine sicherheitsrelevante Abweichung: die Einhaltung der inhaltlichen Anforderungen der Sicherheitsreferenzniveaus ist durch das System der atomrechtlichen Aufsicht jederzeit sichergestellt.

Im Bereich der Zwischenlagerung erfüllt die Bundesrepublik Deutschland alle Sicherheitsanforderungen der WENRA.

Die nationale Selbstbewertung des deutschen Regelwerks zur Endlagerung wurde auf der Basis des entsprechenden Berichts [WENRA 14] erstellt und im Jahr 2017 erstmals der WGWD zur Bewertung vorgelegt. Insgesamt wurde ein hohes Maß an Abdeckung der WENRA-Anforderungen befunden. Gegenwärtig erfolgt der Abgleich mit der 2020 in Kraft getretenen Verordnung über Sicherheitsanforderungen und vorläufige Sicherheitsuntersuchungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle, welcher formal noch nicht beendet ist.

Im Bereich der Abfallverarbeitung wurden die Sicherheitsreferenzniveaus im Jahr 2018 veröffentlicht und dienen als Grundlage der nun laufenden Regelwerksharmonisierung. Deutschland hat die Selbstbewertung seines nationalen Regelwerks hinsichtlich dieser Sicherheitsreferenzniveaus im Jahr 2021 der WGWD zur Prüfung vorgelegt. Der Überprüfungsprozess konnte im Jahr 2022 abgeschlossen werden. Hierbei wurde Deutschland eine vollumfängliche Umsetzung der WENRA-Sicherheitsanforderungen bestätigt. Die Veröffentlichung dieser Ergebnisse im Rahmen der anstehenden Aktualisierung des thematischen Berichts ist für das Jahresende 2024 vorgesehen.

K.5 Zeitplanung bei der Standortauswahl gemäß Standortauswahlgesetz

Mit Inkrafttreten des novellierten Standortauswahlgesetzes (StandAG) [1A-7b] im Frühjahr 2017 wird ein Standortauswahlverfahren geregelt, welches gemäß § 1 Abs. 2 StandAG den Anspruch hat partizipativ, wissenschaftsbasiert, transparent, selbsthinterfragend, lernend und reversibel zu sein. Nach § 1 Abs. 5 StandAG wird die Festlegung des Standortes für hochradioaktive Abfälle für das Jahr 2031 angestrebt.

Der Aspekt der Zeitbedarfe für die einzelnen Projektetappen im Entsorgungspfad der hochradioaktiven Abfälle wurde im Abschlussbericht der Kommission Lagerung hochradioaktiver Abfälle – Endlagerkommission [KOM 16] als schwer abschätzbar dargestellt.

Entsprechend hat die Endlagerkommission die Erwartung geäußert, dass die Vorhabenträgerin nach dem Erlangen ausreichender Trittsicherheit im Verfahren und unter Berücksichtigung komplexer Unsicherheiten eine realistische Zeitplanung vorlegen sollte.

Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) kam 2022 der Erwartung der Endlagerkommission mit der Vorlage einer Rahmenterminplanung für die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung (§ 14 StandAG) sowie ersten Zeitschätzungen für die BGE-seitigen Arbeiten in Phase II und Phase III nach [BGE 22c].

Das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) hat die Zeitplanung der BGE geprüft und eigene Zeitbedarfe für die sich an jede Phase anschließenden Prüfschritte sowie für das Gesetzgebungsverfahren und die Durchführung der Öffentlichkeitsbeteiligung abgeschätzt. Seine Ergebnisse hat BASE in einer Stellungnahme vom 23.02.2023 [BASE 23b] zusammengefasst.

Derzeit führen Bundesumweltministerium und BASE Gespräche zum Zeitplan des Standortauswahlverfahrens sowie zu mögliche Beschleunigungen in den Phasen II und III.

K.5.1 Rahmenterminplan der BGE für die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung

Neben Erkenntnissen der BGE aus dem Schritt 1 der Phase I sind vor allem Erfahrungen aus der Methodenentwicklung für die Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ([BGE 22a], [BGE 22b]) in die Rahmenterminplanungen mit eingeflossen. Die dargestellten Zeiträume gehen bezüglich der Übermittlung des Standortregionenvorschlags für die übertägige Erkundung (Phase I, Schritt 2) an das BASE vom Ende des Jahres 2027 aus. Die Durchführung der letzten repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen wird gemäß der Rahmenterminplanung voraussichtlich Ende des dritten Quartals 2026 abgeschlossen sein. Die erneute Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien soll voraussichtlich Ende des ersten Quartals 2027 abgeschlossen sein. Im Falle einer Anwendung der planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien werden diese zusammen mit der Erarbeitung standortbezogener Erkundungsprogramme voraussichtlich Anfang des zweiten Quartals 2027 abgeschlossen. Eine jährliche Überprüfung des Rahmenterminplans und Übermittlung an das BASE durch die BGE ist vorgesehen.

K.5.2 Abschätzung der BGE-seitigen Zeitbedarfe bei der übertägigen und untertägigen Erkundung

Erst am Ende der Phase I steht fest, wie viele Standortregionen übertägig zu erkunden sind, wie groß diese Regionen sein werden, ob weiterhin alle drei Wirtsgesteinsarten betrachtet werden und welche jeweilige regionale über- und untertägige Situation besteht. Für eine erste Abschätzung des BGE-seitigen Zeitbedarfes für die übertägige Erkundung der Standortregionen und der Ermittlung eines Vorschlags für die untertägige Erkundung müssen daher Annahmen getroffen werden, die sich im weiteren Verlauf der derzeitigen Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung (Schritt 2 der Phase I) als unzutreffend erweisen können.

Für die übertägige Erkundung in Phase II wird ein Zeitaufwand von 10 bis 12 Jahre abgeschätzt. Die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung ist und bleibt ein ergebnisoffener Prozess.

Falls die untertägige Erkundung beschränkt wird auf (abgelenkte) Bohrungen, ergibt sich für Phase III ein geschätzter Zeitraum von fünf bis sechs Jahren. Für die untertägige Erkundung, bei der das Auffahren von Bergwerken vorgesehen ist, ergeben sich hingegen Zeiträume von 13 bis 21 Jahre für das Wirtsgestein Steinsalz, 15 bis 23 Jahre für Tongestein und kristallines Wirtsgestein.

Der geschätzte gesamte Zeitbedarf für die Phase III liegt somit zwischen minimal fünf Jahren (mit Bohrungen) und maximal 23 Jahren (mit Bergwerken). Diese geschätzten Zeiträume müssen im weiteren Verlauf des Standortauswahlverfahrens durch technische Studien genauer definiert werden. Berücksichtigt werden sollte dabei auch ein allgemeiner technischer Fortschritt wie er z. B. durch Beteiligungen an Forschungsprojekten und auch durch kooperieren/lernen von anderen Ländern (wie z. B. Frankreich, Belgien, USA und Skandinavien) realisiert werden kann.

K.5.3 Prüfung der Rahmenterminplanung und Abschätzung des Zeitbedarfs des BASE zum Abschluss der Phasen I bis III

Die Rahmenterminplanung, Planungsprämissen und Zeitschätzungen der BGE beinhalten die Zeitbedarfe der BGE zzgl. eines Platzhalters für Arbeiten anderer Akteure. Die Zeitbedarfe für die Prüfungen und weitere Arbeiten des BASE, die parallel dazu stattfindende Beteiligung der Öffentlichkeit und Festlegungen durch den Gesetzgeber gemäß §§ 15, 17, 19 und 20 des Standortauswahlgesetzes (StandAG) [1A-7b] konkretisiert das BASE in seiner Stellungnahme [BASE 23b].

Das BASE veranschlagt zum Abschluss der Phase I für die fachliche Prüfung, die strategische Umweltprüfung sowie die im Standortauswahlgesetz vorgegebene Öffentlichkeitsbeteiligung einen Zeitraum von fünf bis sechs Jahren. Unsicherheiten ergeben sich auch hier, da der Zeitbedarf von der Anzahl, Lage und Größe der vorgeschlagenen Standortregionen abhängen wird. Auch am Ende der Phase II und III sind jeweils einige Jahre für die sich wiederholenden Prüf- und Beteiligungsaufgaben des BASE vorzusehen.

Zusätzlichen Zeitbedarf erfordert das jeweilige Gesetzgebungsverfahren, das jede Phase des Standortauswahlverfahrens abschließt.

L Anhänge

(a) Auflistung von Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente

Die folgenden Tabellen führen die Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente auf:

- Nasslager für bestrahlte Brennelemente und deren Belegung zum 31. Dezember (Tabelle L-1)
- Zentrale Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sowie AVR-Behälterlager Jülich zum 31. Dezember (Tabelle L-2)
- Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) Gorleben (Tabelle L-3)
- Wesentliche Merkmale der gemäß § 6 Atomgesetz (AtG) [1A-3] genehmigten und beantragten Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und verglaste radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung zum 31. Dezember (Tabelle L-4)

Tabelle L-1: Nasslager für bestrahlte Brennelemente und deren Belegung zum 31. Dezember 2023

Kernkraftwerk	Genehmigte Positionen	Zur Belegung verfügbare Anzahl Positionen ¹⁾	Davon noch frei	Eingelagerte Menge [Mg SM]
Brunsbüttel	0	0	0	0
Krümmel	280	258	258	0
Brokdorf	768	764	285	259
Unterweser	0	0	0	0
Grohnde	768	761	333	233
Emsland	768	761	43	386
Biblis Block A	0	0	0	0
Biblis Block B	0	0	0	0
Obrigheim	0	0	0	0
Philippsburg 1	0	0	0	0
Philippsburg 2	780	780	780	0
Neckarwestheim I ²⁾	14	14	14	0
Neckarwestheim II	786	758	198	301
Gundremmingen B	3.219	3.198	3.198	0
Gundremmingen C	3.219	2.414	154	393
Isar 1	0	0	0	0
Isar 2	792	773	240	285
Grafenrheinfeld	715	695	574	96

¹⁾ Unter Berücksichtigung der sonstigen nicht nutzbaren Positionen.

²⁾ Die aufgeführten 14 Positionen sind für Block 1 in Block 2 nutzbar, davon sind 14 belegt.

Tabelle L-2: Zentrale Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sowie AVR-Behälterlager Jülich zum 31. Dezember 2023

Standort	Behältertypen	Genehmigte Mengen	Bereits eingelagert
Ahaus	CASTOR® V/19, V/19 ab Serie 06 und V/52 auf insgesamt 370 Stellplätzen CASTOR® THTR/AVR auf insgesamt 320 Lagerpositionen (50 Stellplätze) CASTOR® MTR 2	3.960 Mg SM 2x10 ²⁰ Bq	3 CASTOR® V/52 (26 Mg SM); 3 CASTOR® V/19 (28 Mg SM) (6 Stellplätze); 305 CASTOR® THTR/AVR (48 Stellplätze); 18 CASTOR® MTR 2 (7 Stellplätze)
Gorleben	CASTOR® Ia, Ib, Ic, IIa, V/19, V/52, TN 900/1-21 sowie CASTOR® HAW 20/28 CG, bis Serien-Nr. 15, CASTOR® HAW 20/28 CG ab Serien-Nr. 16, TS 28V und TN 85, TS 28V und CASTOR® HAW 28M auf insgesamt 420 Stellplätzen	3.800 Mg SM 2x10 ²⁰ Bq	1 CASTOR® IIa (5 Mg SM); 1 CASTOR® Ic (3 Mg SM); 3 CASTOR® V/19 (29 Mg SM); 74 CASTOR® HAW 20/28 CG mit 2.072 Glaskokillen; 12 TN 85 mit 336 Glaskokillen; 1 TS 28 V mit 28 Glaskokillen; 21 CASTOR® HAW 28M mit 588 Glaskokillen
Rubelow	CASTOR® 440/84, CASTOR® KRB-MOX, CASTOR® HAW 20/28 CG und CASTOR® KNK auf 80 Stellplätzen	585 Mg SM 7,5x10 ¹⁸ Bq	4 CASTOR® 440/84 aus Rheinsberg (28 Mg SM); 58 CASTOR® 440/84 und 3 CASTOR® KRB-MOX aus Greifswald (555 Mg SM); 4 CASTOR® KNK mit Brennstäben aus Karlsruhe und dem Nuklearschiff „Otto Hahn“; 5 CASTOR® HAW 20/28 CG SN 16 mit 140 Glaskokillen aus der VEK
Jülich	CASTOR® THTR/AVR (max. 158 Behälter)	225 kg Kernbrennstoff; 1,29x10 ¹⁷ Bq	ca. 290.000 AVR-BE in 152 CASTOR® THTR/AVR

Tabelle L-3: Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) Gorleben

Standort	Zweck	Kapazität	Status
Gorleben	<u>Auslegung:</u> Konditionierung bestrahlter Brennelemente aus Leistungs- und Forschungsreaktoren sowie das Umladen von HAW-Glaskokillen in endlagerfähige Gebinde. <u>Nach Festlegung vom 11. Juni 2001:</u> Nutzungsbeschränkung auf die Reparatur schadhafter Behälter sowie Umgang mit und Handhabung von sonstigen radioaktiven Stoffen.	35 Mg SM/a bei der Konditionierung	Errichtet, aber nicht in Betrieb. Genehmigt durch 3. Teilerrichtungsgenehmigung vom 18./19. Dezember 2000. Es wurde kein Antrag auf Sofortvollzug gestellt.

Tabelle L-4: Wesentliche Merkmale der gemäß § 6 Atomgesetz (AtG) [1A-3] genehmigten und beantragten Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und verglaste radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung zum 31. Dezember 2023

Brennelemente-Zwischenlager der BGZ, Bundesland	Antragsteller Antragstellung	Masse SM	Aktivität	Wärmeleistung		Stellplätze	Typ Abmessungen (LxBxH) Wand/Decke [m]	Behälter	Eingelagerte Masse (Behälter)
		[Mg]	[Bq]	[MW]	[MW]				
Standort Biblis (BZB), Hessen	RWE Power AG und RWE Rheinbraun AG 23. Dezember 1999	1.400	$8,5 \cdot 10^{19}$	5,3		135	WTI-Konzept 92x38x18 0,85/0,55	CASTOR® V/19	987 Mg SM (102 Behälter)
	Antrag auf Aufbe- wahrung von HAW- Glaskokillen 29. September 2017							CASTOR® HAW28M	(6 Behälter)
Standort Brokdorf (BZF), Schleswig-Holstein	Kernkraftwerk Brok- dorf GmbH & Co. oHG und E.ON Kernkraft GmbH ¹⁾ 20. Dezember 1999	1.000	$5,5 \cdot 10^{19}$	3,75		100	STEAG-Konzept 93x27x23 1,20/1,30	CASTOR® V/19	486 Mg SM (50 Behälter)
	Antrag auf Aufbe- wahrung von HAW- Glaskokillen 29. September 2017							CASTOR® HAW28M (bis zu 7 Stück)	
Kernkraftwerk Bruns- büttel (KKB) ²⁾ , Schleswig-Holstein	Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH 30. November 1999	450	$6 \cdot 10^{19}$	2,0		80	STEAG-Konzept 83x27x23 1,20/1,30	CASTOR® V/52	161 Mg SM (20 Behälter)
	Antrag auf Neuge- nehmigung 16. November 2015	200	$4,0 \cdot 10^{18}$	0,3		24			
Standort Grafenrheini- feld (BZR), Bayern	E.ON Kernkraft GmbH ¹⁾ 23. Februar 2000	800	$5 \cdot 10^{19}$	3,5		88	WTI-Konzept 62x38x18 0,85/0,55	CASTOR® V/19	509 Mg SM (54 Behälter)

Brennelemente-Zwischenlager der BGZ, Bundesland	Antragsteller Antragstellung	Masse SM [Mg]	Aktivität [Bq]	Wärmeleistung [MW]		Stellplätze	Typ Abmessungen (LxBxH) Wand/Decke [m]	Behälter	Eingelagerte Masse (Behälter)
Standort Grohnde (BZD), Niedersachsen	Gemeinschaftskernkraftwerk Grohnde GmbH & Co. oHG, Gemeinschaftskraftwerk Weser GmbH und E.ON Kernkraft GmbH ¹⁾ 20. Dezember 1999	1.000	$5,5 \cdot 10^{19}$	3,75		100	STEAG-Konzept 93x27x23 1,20/1,30	CASTOR® V/19	497 Mg SM (51 Behälter)
Standort Gundremmingen (BZM), Bayern	RWE Power AG, E.ON Kernkraft GmbH und Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH 25. Februar 2000	1.850	$2,4 \cdot 10^{20}$	6,0		192	WTI-Konzept 104x38x18 0,85/0,55	CASTOR® V/52	1.097 Mg SM (127 Behälter)
Standort Isar (BZI), Bayern	E.ON Kernkraft GmbH ¹⁾ und E.ON Bayern AG 23. Februar 2000 Antrag auf Aufbewahrung von HAW- Glaskokillen 29. September 2017	1.500	$1,5 \cdot 10^{20}$	6,0		152	WTI-Konzept 92x38x18 0,85/0,55	CASTOR® V/52 CASTOR® V/19 TN 24 E CASTOR® HAW28M (bis zu 9 Stück)	820 Mg SM (88 Behälter)
Standort Krümmel (BZK), Schleswig-Holstein	Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG 30. November 1999	775	$0,96 \cdot 10^{20}$	3,0		65	STEAG-Konzept 88x27x23 1,20/1,30	CASTOR® V/52	353 Mg SM (42 Behälter)
Standort Lingen (BZL), Niedersachsen	Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH 22. Dezember 1998	1.250	$6,9 \cdot 10^{19}$	4,7		130	STEAG-Konzept 110x27x20 1,20/1,30	CASTOR® V/19	455 Mg SM (47 Behälter)

Brennelemente-Zwischenlager der BGZ, Bundesland	Antragsteller Antragstellung	Masse SM	Aktivität	Wärmeleistung	Stellplätze	Typ Abmessungen (LxBxH) Wand/Decke	Behälter	Eingelagerte Masse (Behälter)
		[Mg]	[Bq]	[MW]				
Standort Neckarwestheim (BZN), Baden-Württemberg	Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar GmbH 20. Dezember 1999	1.600	8,3·10 ¹⁹	3,5	151	2 Tunnelröhren 112 bzw. 82 x 12,8 x 17,3	CASTOR® V/19 TN 24 E CASTOR® 440/84	790 Mg SM (99 Behälter) ³⁾
Standort Philippsburg (BZP), Baden-Württemberg	EnBW Kraftwerke AG 20. Dezember 1999 Antrag auf Aufbewahrung von MAW-Glaskokillen 29. September 2017	1.600	1,5·10 ²⁰	6,0	152	WTI-Konzept 92x37x18 0,70/0,55	CASTOR® V/19 CASTOR® V/52	940 Mg SM (102 Behälter)
Standort Unterweser (BZU), Niedersachsen	E.ON Kernkraft GmbH ¹⁾ 20. Dezember 1999	800	4,4·10 ¹⁹	3,0	80	STEAG-Konzept 80x27x23 1,20/1,30	CASTOR® V/19	368 Mg SM (40 Behälter)

¹⁾ Heute PreussenElektra GmbH.

²⁾ Mit der Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts vom 16. Januar 2015, die Beschwerde des Bundesamtes für Strahlenschutz gegen die Nichtzulassung der Revision im Verfahren um das Standortzwischenlager Brunsbüttel abzulehnen, ist das Urteil des Oberverwaltungsgerichts Schleswig, durch das die Aufbewahrungsgenehmigung für das Zwischenlager Brunsbüttel aufgehoben wird, rechtskräftig.

³⁾ Insgesamt 96 Mg SM (342 BE in 15 Behälter) aus KWO in 2017 eingelagert.

(b) Auflistung von Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle

Die folgenden Tabellen führen die Anlagen und Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle auf:

- Beispiele für stationäre Einrichtungen zur Konditionierung radioaktiver Abfälle für Eigenbedarf und Dritte (Tabelle L-5)
- Beispiele für mobile Einrichtungen zur Konditionierung radioaktiver Abfälle (Tabelle L-6)
- Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Zentrale Zwischenlager (Tabelle L-7)
- Zwischenlager und Transportbereitstellungslager für radioaktive Abfälle aus Betrieb und Stilllegung der KKW (Tabelle L-8)
- Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Zwischenlager in Forschungseinrichtungen (Tabelle L-9)
- Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Zwischenlager der kerntechnischen und sonstigen Industrie (Tabelle L-10)
- Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Landesammelstellen (für Abfälle aus Forschungseinrichtungen vgl. Tabelle L-9) (Tabelle L-11)
- Endlager oder sonstige Lagereinrichtungen für radioaktive Abfälle (Tabelle L-12)

Tabelle L-5: Beispiele für stationäre Einrichtungen zur Konditionierung radioaktiver Abfälle für Eigenbedarf und Dritte

Betreiber, Standort	Bezeichnung der Anlage	Beschreibung der Anlage
GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH, Jülich	PETRA	Trocknung von Abfällen in 200-l-Fässern, 280-l-Fässern oder 400-l-Fässern
	Hochdruck-Hydraulikpresse FAKIR	Hochdruckverpressung von Abfällen mit Hilfe von Blechkartuschen oder 200-l-Fässern zu Presslingen, Abfallvolumenreduzierung bis Faktor 10
	Trocknungsanlage	Trocknung von Fässern bis zur definierten Restfeuchte
	Kompaktierungsanlage	Kompaktierung von 200-l-Fässern und von Knautschtrommeln, Pressdruck ≥ 30 MPa, Kapazität: 5.000 – 10.000 Pressvorgänge/a
	Deko-Zelle	Dekontaminierung von Anlagenteilen (z. B. Sandstrahlen), Zerkleinern von Anlagenteilen (z. B. flexen, sägen), Max. Gewicht 1 Mg/Stück
	Zementieranlage	Verfestigung von Abwässern mit Fixierungsmitteln, Verfestigung von Ionenaustauscherharzen mit Fixierungsmitteln
	Schredderanlage	Zerkleinerung, fest/flüssig Trennung, Homogenisierung, Probenahme
	Hochdruckpresse FAKIR	Hochdruckverpressung von radioaktiven Abfällen in 180-l-Pressfässer und 200-l-Fässer sowie lose Abfälle mit Hilfe von Blechkartuschen
	PETRA und Trockenkammer	Trocknung von radioaktiven festen und flüssigen Abfällen in 200-l-Fässern, 280-l-Fässern, 400-l-Fässern und 580-l-Fässern
	EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH, Lubmin/Rubelow	Hydraulische Scheren
Zerlegekabinen		Zerlegen von Metallen mittels thermischer Verfahren, wie z. B. autogenes Brennschneiden und Plasmaschneiden
Verdampferanlagen		Verarbeitung von radioaktiven Flüssigkeiten bis zu 3 m ³ /h
Innenfasstrocknungsanlage		Verarbeitung von Verdampferkonzentraten bis zu acht 200-l-Fässer gleichzeitig
Kammerfiltrationsanlage		Abtrennung von Feststoffen aus radioaktiven Flüssigkeiten
Kompaktierungsanlage (MAW-Verschrottung)		SMA mit hoher Dosisleistung, Fernhandlungstechnik mit Schleusen- und Arbeitszellen, Manipulatoren, hydraulische Schere, hydraulische Presse

Betreiber, Standort	Bezeichnung der Anlage	Beschreibung der Anlage
Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH – KTE Betriebsstell Entsorgungsbetriebe (EB), Karlsruhe	Kompaktierungsanlage (LAW-Verschrottung)	SMA mit geringer Dosisleistung, Caissontechnik mit Gasschutzanzügen, Verpressen mit Vor- und Hochdruckpresse; max. Durchsatz 1.000 m³/a; Volumenreduzierung um Faktor 6
	Verbrennungsanlage	Verbrennung von alpha- und beta-kontaminierten Fest- und Flüssigabfällen, max. Durchsatz 165 Mg/a, Volumenreduzierung um Faktor (mit anschließendem Hochdruckverpressen der Asche) ca. 100
	Neue LAW-Eindampfung	Eindampfung schwachradioaktiver Abwässer, max. Durchsatz 600 m³/a; Volumenreduzierung um Faktor bis ca. 20
	Zementierungsanlage	Zementierung der Rückstände aus der „Neue LAW-Eindampfung“
	Gerätedekontamination	Zerlegung, Konditionierung und Dekontamination von festen, nicht brennbaren Reststoffen; Durchsatz bis ca. 1.200 Mg/a
	Wirbelschichttrockner	Trocknung von Wäsewässern aus der Verbrennungsanlage
	Verschiedene Trocknungsanlagen	Trocknung von festen schwachradioaktiven Abfällen, derzeit Kapazität für 66 Fässer; Trocknung von mittelradioaktiven Abfällen, Kapazität von 2 Fässern/MOSAIK
	Zerlege-/Deko-Kabine REBEKA	Dekontamination in 2 Stahlkabinen von Teilen bis 25 Mg Gewicht mit mechanischen Mitteln und anschließende Zerlegung
	Wirbelschicht-Granulationstrocknungsanlage	Trocknungsanlage für radioaktive Abwasserkonzentrate
	HPA-Trocknungsanlage	Trocknung flüssiger oder feuchter Abfälle
PETRA	Fass-Trocknung	
Verdampferanlage	Verarbeitung schwachradioaktiver Abwässer, Konzentrate und Schlämme; Gesamtvolumen 825 m³, Anlieferung in Tankwagen	
Verbrennungsanlage JÜV	Verarbeitung schwachradioaktiver Flüssigkeiten und Feststoffe, Jahresdurchsatz maximal 240 Mg fest und 40 Mg flüssig	
Verdampfer	Umlauf-Verdampferanlage	
Zementierung	Zementierung von Verdampferkonzentrat und anderen wässrigen Abfällen aus Lagertanks	
Zerlegeeinrichtungen	Plasmaschneideanlage bis 20 mm, Kalt- und Bandsägen bis 350 mm Ø, hydraulische Schere	
Infasspresse	30-l- bis 40-l-Beutel werden direkt in Abfallfässer verpresst	

Helmholtz-Zentrum
Berlin GmbH,
Berlin

Strahlenschutz, Analytik
und Entsorgung Ros-
sendorf e. V. (VKTA),

Betreiber, Standort	Bezeichnung der Anlage	Beschreibung der Anlage	
Rossendorf	Trocknungsanlage für Fässer	2 Fass-Trocknungsanlage zum Trocknen von Schlämmen, Ionenaustauscherharzen, feuchtem Erdbereich, Trocknungszeit: 10-14 Tage, Volumenreduzierung: max. 60 %	
	Harztrocknungsanlage	Trocknung von max. 240 l verbrauchtem Ionenaustauscherharz, Volumenreduzierung: ca. 50 %	
	Zerlegebox für Aerosolfilter	In der Zerlegebox werden Aerosolfilter soweit zerlegt, dass die Teile in angedocktes 200-l-Fass eingeworfen werden können	
	Ionenaustauscheranlage	Behandlung radioaktiver Abwässer, Anlagendurchsatz 2 m³/h	
	Druckstrahlanlage	Dekontamination von Komponenten mittels Strahlen in Box, handhabbare Komponentenabmessung 600 mm x 600 mm x 200 mm, Masse bis 20 kg	
	Ultraschallreinigungsanlage	Dekontamination von Komponenten bis zur Größe von 800 mm x 500 mm x 200 mm mit max. Masse von 20 kg	
	Siemens AG, Karlstadt a. M.	Zementierung	Befüllen von Konrad-Containern mit Bauschutt und Zementierung von Konrad-Containern, Zementierung von Abfällen in Fässern
	Siempelkamp Nuklear- technik GmbH, Krefeld	CARLA Anlage	Einschmelzen von kontaminierten metallischen Reststoffen
	URENCO Deutschland GmbH, Gronau	Konzentratverfestigungsanlage	Zementierung

Tabelle L-6: Beispiele für mobile Einrichtungen zur Konditionierung radioaktiver Abfälle

Betreiberin	Bezeichnung der Anlage	Beschreibung der Anlage	Genehmigung ¹⁾
GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH	Hochdruck-Hydraulikpresse FAKIR	Verarbeitung von Abfällen mit Hilfe von Blechkartuschen zu Presslingen	Bundesweit gültige Einzelgenehmigung für alle kerntechnischen Einrichtungen nach §§ 7, 9, 9a AtG und § 7 StrlSchV (2001)
	Trocknungsanlage vom Typ FAVO-RIT	Umfüll- und Trocknungsanlage für flüssige Abfälle (VDK, Dekontaminationen, Harze) sowie Trocknung von festen Abfällen nach dem Prinzip der Vakuumtrocknung	Bundesweit gültige Einzelgenehmigung für alle kerntechnischen Einrichtungen nach §§ 7, 9, 9a AtG und § 7 StrlSchV (2001)
	Trocknungsanlage vom Typ PETRA	Trocknungsanlage für feuchte Abfälle verpackt in 200-, 280- oder 400-l-Fässer nach dem Prinzip der Vakuumtrocknung	Bundesweit gültige Einzelgenehmigung für alle kerntechnischen Einrichtungen nach §§ 7, 9, 9a AtG und § 7 StrlSchV (2001)
	Trocknungsanlage vom Typ KETRA	Trocknungsanlage für feuchte feste Abfälle (z. B. Core-Schrotte) verpackt in MOSAIK®-Behälter	Bundesweit gültige Einzelgenehmigung für alle kerntechnischen Einrichtungen nach §§ 7, 9, 9a AtG und § 7 StrlSchV (2001)
	Umfüllanlage vom Typ FAFNIR	Umfüllanlage für Harze (z. B. Pulver- und Kugelharze) nach dem Prinzip der Vakuumabsaugung	Bundesweit gültige Einzelgenehmigung für alle kerntechnischen Einrichtungen nach §§ 7, 9, 9a AtG und § 7 StrlSchV (2001)
	Mobile Pulverharz-Umsaug-Anlage vom Typ PUSA	Umfüllanlage für trockene, rieselfähige Pulverharze (z. B. Ionenaustauscherharz beim SWR) nach dem Prinzip der Vakuumabsaugung	Bundesweit gültige Einzelgenehmigung für alle kerntechnischen Einrichtungen nach §§ 7, 9, 9a AtG und § 7 StrlSchV (2001)
	Nachentwässerungsanlage vom Typ NEWA	Nachentwässerung von umgefüllten radioaktiven Harzen (z. B. Pulver- und Kugelharzen)	Bundesweit gültige Einzelgenehmigung für alle kerntechnischen Einrichtungen nach §§ 7, 9, 9a AtG und § 7 StrlSchV (2001)
	Zerlege- und Verpackungsanlage vom Typ ZVA	Unterwasserzerlegung von Core-Schrotten mit anschließender Hochdruckverpressung in Einsatzkörben	Bundesweit gültige Einzelgenehmigung für alle kerntechnischen Einrichtungen nach §§ 7, 9, 9a AtG und § 7 StrlSchV (2001)
	Unterwasserschere vom Typ UWS	Unterwasserzerlegung von Core-Schrotten	Bundesweit gültige Einzelgenehmigung für alle kerntechnischen Einrichtungen nach §§ 7, 9, 9a AtG und § 7 StrlSchV (2001)

¹⁾ Genehmigungen nach § 7 StrlSchV beziehen sich auf StrlSchV 2001 und gelten nach § 197 StrlSchVG fort.

Tabelle L-7: Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Zentrale Zwischenlager

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Erstgenehmigung	Bemerkungen
Abfall-Zwischenlager Gorleben (AZG), Niedersachsen	Lagerung von radioaktiven Abfällen aus KKW, Medizin, Forschung und Gewerbe	200-I-, 400-I-Fässer, Betonbehälter Typ III, Gussbehälter Typ I-II, Container Typ I-IV mit einer Gesamtkapazität bis 5·10 ¹⁸ Bq	Umgangsgenehmigungen nach § 3 StriSchV ⁽¹⁾ vom 27. Oktober 1983, 13. Oktober 1987 und 13. September 1995	In Betrieb seit Oktober 1984
Abfall-Zwischenlager Ahaus (AZA), Nordrhein-Westfalen	Lagerung von radioaktiven Abfällen aus KKW	Konradgebinde, 20-Fuß-Container und Anlagenteile, Gesamt-Aktivitätsbegrenzung für den Lagerbereich I von 1,0·10 ¹⁷ Bq	Umgangsgenehmigungen nach § 7 StriSchV ⁽²⁾ vom 9. November 2009	In Betrieb seit Juli 2010
Abfall-Zwischenlager Unterweser 1 (AZU 1), Niedersachsen	Lagerung von schwach-radioaktiven Abfällen aus den KKW Unterweser und Stade	200-I- und 400-I-Fässer, Betonbehälter, Stahlblechcontainer, Betoncontainer, Gussbehälter mit einer Gesamtkapazität bis 1,85·10 ¹⁵ Bq	Umgangsgenehmigungen nach § 3 StriSchV ⁽¹⁾ vom 24. Juni 1981, 29. November 1991 und 6. November 1998	In Betrieb seit Herbst 1981
Abfall-Zwischenlager Unterweser 2 (AZU 2), Niedersachsen	Lagerung von radioaktiven Abfällen aus dem KKW Unterweser und anderen KKW der PreussenElektra GmbH, des Abfallzwischenlagers Unterweser 1 und des Brennelement-Zwischenlagers Unterweser	Zwischenlagerung von für das Endlager Konrad konditionierten Abfallgebunden sowie Transportbereitstellung oder Pufferlagerung von Einzelkomponenten oder der Abfällen in 20-Fuß-Containern oder in Transportverpackungen mit einer Gesamtkapazität bis 2·10 ¹⁷ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StriSchV (2001) ⁽²⁾ vom 5. Dezember 2018	In Betrieb seit April 2020
Zwischenlager der EVU Mitterteich, Bayern	Zwischenlagerung von SMA aus bayerischen kerntechnischen Anlagen	40.000 Abfallgebinde (200-I-, 400-I-Fässer oder Gussbehälter)	Umgangsgenehmigungen nach § 3 StriSchV ⁽¹⁾ vom 7. Juli 1982	In Betrieb seit Juli 1987
Zwischenlager Nord (ZLN), Rubenow Mecklenburg-Vorpommern	Zwischenlagerung von Betriebs- und Stilllegungsabfällen und Reststoffen aus der Stilllegung der KKW Greifswald und Rheinsberg mit Zwischenlagerung der abgebauten Großkomponenten; Zwischenlagerung von Reststoffen und Abfällen, die für Dritte konditioniert werden	165.000 m ³	Umgangsgenehmigung nach § 3 StriSchV ⁽¹⁾ vom 20. Februar 1998	In Betrieb seit 1998 (Vorgezogene Nutzung einer Lagerhalle 1996)

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Erstgenehmigung	Bemerkungen
Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (KTE), Karlsruhe Baden-Württemberg	Lagerung von SMA von FZK, KTE, JRC, WAK, Landessammelstelle Baden-Württemberg sowie begrenzt bzw. zur Pufferung auch von Dritten	Umgang (Konditionierung und Zwischenlagerung) mit radioaktiven Reststoffen und kernbrennstoffhaltigen Abfällen bis zu einer Gesamtkapazität von $4,5 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 9 AtG vom 25. November 1983, abgelöst durch die Genehmigung nach § 9 AtG vom 29. Juni 2009	In Betrieb seit Dezember 1964

¹⁾ In der Fassung vom 13. Oktober 1976 bzw. 30. Juni 1989.

²⁾ Genehmigungen nach § 7 StrlSchV beziehen sich auf StrlSchV 2001 und gelten nach § 197 StrlSchG fort.

Tabelle L-8: Zwischenlager und Transportbereitstellungslager für radioaktive Abfälle aus Betrieb und Stilllegung der KKW

Bezeichnung der Anlage und Standort	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
Standort Biblis a) Abfall-Zwischenlager Biblis (AZB) 1 b) AZB 2	a) Maximale Gebindeanzahl von 7.500 Stück mit einer Gesamtaktivität bis $3,07 \cdot 10^{15}$ Bq b) Betonbehälter Typ II (UBA), Gussbehälter Typ II, Konrad-Container Typ II-VI, 20'-Container mit einer Gesamtaktivität bis $2 \cdot 10^{17}$ Bq	a) Genehmigung für die Errichtung, die Er- tüchtigung und den Betrieb des Lagers für radioaktive Reststoffe vom 24. No- vember 1999; Genehmigung zum Wech- sel der Inhaberschaft bzgl. der Um- gangsgenehmigung vom 15. Dezember 2017 b) Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV ¹⁾ vom 5. April 2016	-
Standort Brokdorf Transportbereitstellungs- halle Brokdorf (TBH-KBR)	Umgang mit radioaktiven Stoffen mit einer Gesamtaktivität von max. $2 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV ¹⁾	Antrag vom 8. Dezember 2017, er- gänzt am 24. März 2020
Standort Brunsbüttel a) Transportbereitstel- lungshalle (TBH) I b) TBH II c) Abfall-Zwischenlager Brunsbüttel (AZT)	a) Ausschließlich radioaktive Abfälle und Reststoffe, Bauschutt, kontaminierte o- der aktivierte Anlagenteile, Kernbauteile in Containern, Fässern und Behältern mit einer Gesamtaktivität bis $2,935 \cdot 10^{15}$ Bq; davon darf die Gesamt- aktivität für Kernbauteile $2,80 \cdot 10^{15}$ Bq und für andere sonstige radioaktive Stoffe $1,35 \cdot 10^{14}$ Bq nicht überschreiten b) Ausschließlich radioaktive Abfälle ³⁾ und Reststoffe, Bauschutt, kontaminierte o- der aktivierte Anlagenteile, Kernbauteile in verschlossenen Containern und Be- hältern mit einer Gesamtaktivität bis $2,53 \cdot 10^{15}$ Bq c) Einlagerung von Abfallgebinden, Groß- komponenten und 20'- Containern mit einer Gesamtaktivität bis $1 \cdot 10^{17}$ Bq	a) Umgangsgenehmigungen nach § 3 StrlSchV ²⁾ vom 15. Juni 1982 b) Umgangsgenehmigungen nach § 3 StrlSchV ²⁾ vom 9. Mai 1995 a) und b) mehrfache Verlängerung ab 2001 nach § 7 StrlSchV ¹⁾ , letztmalige Verlänge- rung in 2014 bis zum 31. Dezember 2021 c) Umgangsgenehmigung nach § 12 StrlSchG vom 8. März 2023	a) und b) keine Einlagerungen mehr nach dem 31. Dezember 2021, ausge- nommen sind Wiedereinlagerungen von Gebinden, die bereits vor dem 31. Dezember 2021 eingelagert wurden c) Bau abgeschlossen, Inbetriebnahme in Vorbereitung

Bezeichnung der Anlage und Standort	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
Standort Grafenrheinfeld Abfall-Zwischenlager Grafenrheinfeld (AZR)	Handhabung und Lagerung von konditionierten radioaktiven Abfällen in geschlossenen Abfallbehältern (Konrad-Containern Typ II bis V, Betonbehältern Typ II (UBA) und Guss- bzw. Schmiedestahlbehältern Typ II), befristete Handhabung und Lagerung (maximal 10 Jahre) von radioaktiven Reststoffen in 20'-Containern und teilkonditionierten radioaktiven Abfällen und Reststoffen in Konrad-Containern Typ II bis V, Betonbehältern Typ II (UBA), Guss- bzw. Schmiedestahlbehältern Typ II, 20-Fuß-Containern mit einer Gesamtkapazität bis zu $2 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV ¹⁾ vom 9. März 2018	-
Standort Grohnde Transportbereitstellungshalle Grohnde (TBH-KWG)	Umgang mit radioaktiven Stoffen mit einer Gesamtkapazität von max. $2 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV ¹⁾	Antrag vom 30. November 2017
Standort Gundremmingen Technologie- und Logistikgebäude (TLG)	Umgang mit radioaktiven Stoffen mit einer Gesamtkapazität von max. $3,5 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 12 StrlSchG	Antrag vom 13. Dezember 2021, ergänzt am 15. September 2022
Standort Isar Bereitstellungshalle Isar (KKI-BeHa)	Umgang mit radioaktiven Stoffen mit einer Gesamtkapazität von max. $2 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 12 StrlSchG vom 3. Dezember 2019	-
Standort Krümmel Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle am Zwischenlager (LasmAaZ)	Umgang mit radioaktiven Stoffen mit einer Gesamtkapazität von max. $2 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV ¹⁾	Antrag vom 13. Dezember 2016
Standort Lingen Technologie- und Logistikgebäude Emsland (TLE)	Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen in einem neu zu errichtenden TLE auf dem Betriebsgelände des KKW Emsland mit einer Gesamtkapazität von max. $3 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 12 StrlSchG	Antrag vom 29. August 2019, geändert am 8. Juli 2020

Bezeichnung der Anlage und Standort	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
Standort Neckarwestheim Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim (AZN)	Konrad-Container Typ I bis VI, Konrad-Be- tonbehälter Typ I und II (z. B. UBA), Kon- rad-Gussbehälter Typ II (z. B. MOSAIK) 10' -Container, 20'-Container mit einer Ge- samtaktivität bis zu 2·10 ¹⁷ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV ¹⁾ vom 17. Dezember 2018	-
Standort Philippsburg Abfall-Zwischenlager Phi- lippsburg (AZP)	Konrad-Container Typ I bis VI, Konrad-Be- tonbehälter Typ I und II (z. B. UBA), Kon- rad-Gussbehälter Typ II (z. B. MOSAIK) 10' -Container, 20'-Container mit einer Ge- samtaktivität bis zu 2·10 ¹⁷ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV ¹⁾ vom 17. Dezember 2018	-
Standort Unterweser a) Abfallzwischenlager Unterweser (AZU) 1 b) AZU 2	a) Fässer (200-l, 280-l, 400-l, 570-l), Be- tonbehälter Typ I und II (VBA), Stahl- blechcontainer, Gusscontainer mit ei- ner Gesamtaktivität bis 1,85·10 ¹⁵ Bq b) Behälter nach KONRAD-Endlagerbe- dingungen mit konditionierten radioak- tiven Abfällen, befristete Lagerung (maximal fünf Jahre) von 20'-Contai- nern mit radioaktiven Reststoffen und von Behältern mit radioaktiven Abfällen zur Weiterkonditionierung mit einer Ge- samtaktivität bis zu 2·10 ¹⁷ Bq	a) Umgangsgenehmigung vom 24. Juni 1981, vom 18. Juni 2001 b) Umgangsgenehmigung vom 24. Juni 1981, vom 5. Dezember 2018	-
Standort Obrigheim Abfall-Zwischenlager Ob- righeim (AZO)	Zwischengelagerte Abfallbehälter, die eine Zulassung für das Endlager Konrad besit- zen; Abfallgebinde mit einer Gesamtaktivität bis zu 1·10 ¹⁷ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 12 StrlSchG vom 8. Oktober 2019	-
Standort Stade Abfall-Zwischenlager Stade (AZS)	Umgang mit radioaktiven Stoffen mit einer Gesamtaktivität bis zu 1·10 ¹⁷ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV ¹⁾	-

Bezeichnung der Anlage und Standort	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
Standort Würgassen Abfall-Zwischenlager Würgassen (AZW)	Abfallgebinde zur längerfristigen Zwischenlagerung in Form von Konrad-Stahlblechcontainer Typ II bis VI mit eingestellten 200-l-/400-l- Fässern oder Abfallprodukten/Komponenten und/oder Schüttgut; Konrad-Betoncontainer Typ IV mit eingestellten 200-l-Fässern oder Abfallprodukten/Komponenten jeweils mit oder ohne Hohlräumverfüllung; Abfallgebinde und Versandstücke nach der Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSE) jeweils zur Pufferlagerung für maximal 1 Jahr; maximale Gesamtaktivität bis zu 4,0·10 ¹³ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV ¹⁾ vom 28. Dezember 2005	-

1) Genehmigungen nach § 7 StrlSchV beziehen sich auf StrlSchV (2001) und gelten nach § 197 StrlSchG fort.

2) StrlSchV in der Fassung vom 13. Oktober 1976 bzw. 30. Juni 1989.

Tabelle L-9: Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Zwischenlager in Forschungseinrichtungen

Bezeichnung der Anlage und Standort	Art der gelagerten Abfälle	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
Forschungs- und Messreaktor Braunschweig (FMRB)	Betriebsabfälle des FMRB	Rückbau-Abfälle des FMRB (174 m ³)	§ 7 AtG	Pufferung
Forschungsreaktor Garching	Betriebsabfälle des Forschungsreaktors	FRM: 100 m ³ FRM II: 68 m ³	§ 7 AtG	Ein Abfalllager mit eigenständiger Umgangs- bzw. Betriebsgenehmigung am Standort Garching ist nicht vorhanden. Es besteht die Möglichkeit, radioaktive Abfälle zum Abtransport bereitzustellen.
Forschungszentrum Geesthacht	Betriebsabfälle des Forschungsreaktors	145 m ² , 112 m ² , 226 m ²	§ 3 StrlSchV ¹⁾ , § 7 StrlSchV ²⁾	Stellfläche für konditionierte Abfälle
JEN Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (JEN)	a) SMA b) AVR-Brennelementkugeln, aktive sperrige Abfälle	a) 11.470 Fässer und 780 Konradcontainer b) Genehmigung zur Lagerung der AVR-Brennelemente	a) § 3 StrlSchV ¹⁾ b) §§ 6, 9 AtG	-
VKTA Rossendorf	Betriebs- und Stilllegungsabfälle des Forschungsstandortes	2.770 m ³ (Gesamtlagervolumen Brutto)	§ 3 StrlSchV ¹⁾	Zwischenlager Rossendorf (ZLR)

¹⁾ In der Fassung vom 13. Oktober 1976 bzw. 30. Juni 1989.

²⁾ Genehmigungen nach § 7 StrlSchV beziehen sich auf StrlSchV 2001 und gelten nach § 197 StrlSchG fort.

Tabelle L-10: Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Zwischenlager der kerntechnischen und sonstigen Industrie

Bezeichnung der Anlage und Standort	Art der gelagerten Abfälle	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung
Kerntechnische Industrie			
Advanced Nuclear Fuels GmbH (ANF), Lingen	Betriebsabfälle aus der Brennelementfertigung	950 Stück 200-l-Fässer	§ 7 AtG
Siemens, Karlsruhe	Abfälle aus der Stilllegung, Betriebsabfälle	5.300 m ³ (2.100 m ³ nach § 9 AtG, 3.200 m ³ nach § 3 StrlSchV ¹⁾)	§ 9 AtG, § 3 StrlSchV ¹⁾
Zwischenlager der Orano NCS GmbH (ehemals DAHER NUCLEAR TECHNOLOGIES GmbH), Hanau	Konditionierte SMA aus Betrieb- und Stilllegung von 1.: Siemens 2.: NUKEM, Framatome, GNS u. a.	1.: 1.250 Konrad-Container 2.: 800 m ²	1.: § 7 StrlSchV ²⁾ 2.: § 3 StrlSchV ¹⁾
Ureco, Gronau	Betriebsabfälle aus der Urananreicherung	Zwischenlager: 220 m ² , bis zu 48 Konrad-Container Typ V; Pufferlager 1: 150 Stück 200-l-Fässer; Pufferlager 2: 230 m ² , 84 Stück 200-l-Fässer (doppelt gestapelt); 96 Stellplätze für verlorene Betonabschirmungen (einfach gestapelt)	§ 7 AtG
Sonstige Industrie			
Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH, Leese	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	13.620 Stück 200-l-Fässer	§ 7 StrlSchV ²⁾

¹⁾ In der Fassung vom 13. Oktober 1976 bzw. 30. Juni 1989.

²⁾ Genehmigungen nach § 7 StrlSchV beziehen sich auf StrlSchV 2001 und gelten nach § 197 StrlSchG fort.

Tabelle L-11: Zwischenlager für radioaktive Abfälle – Landesammelstellen (für Abfälle aus Forschungseinrichtungen vgl. Tabelle L-9)

Bezeichnung der Anlage und Standort	Art der gelagerten Abfälle	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
Landessammelstelle Baden-Württemberg, Karlsruhe	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	keine Kapazitätsgrenze angegeben (Kapazität EB: 91.274 m ³)	§ 9 AtG (Inhaber: Entscheidungsbetriebe (EB))	Landessammelstelle in KTE
Landessammelstelle Bayern, Mitterteich	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	10.000 Gebinde	§ 3 StriSchV [*]	verfügbar ca. 2.900 m ³
Landessammelstelle Berlin, Berlin	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	800 m ³	§ 3 StriSchV [*]	im Helmholtz-Zentrum Berlin
Landessammelstelle Hessen, Ebsdorfergrund	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	400 m ³	§ 6 AtG, § 3 StriSchV [*]	-
Landessammelstelle Mecklenburg-Vorpommern, Rubenow	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	20-Container	§ 3 StriSchV [*]	Landessammelstelle im ZLN, Mitnutzung durch Brandenburg
Landessammelstelle Nordrhein-Westfalen, Jülich	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	9.000 Stück 200-l-Fässer	§ 3 StriSchV [*] , § 9 AtG	im Forschungszentrum Jülich
Landessammelstelle Rheinland-Pfalz, Hoppstädten-Weiersbach	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	Aktivitätsbegrenzung von $\alpha + \beta/\gamma$: $1,6 \cdot 10^{13}$ Bq	§ 9 AtG, § 3 StriSchV [*]	verfügbar ca. 600 m ³ , seit 2016 Mitnutzung durch Saarland
Landessammelstelle Saarland, Elm-Derlen	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	50 m ³	§ 3 StriSchV [*]	-
Landessammelstelle Sachsen, Rossendorf/Dresden	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	300 m ³	§ 3 StriSchV [*]	im VKTA, Mitnutzung durch Thüringen und Sachsen-Anhalt

Bezeichnung der Anlage und Standort	Art der gelagerten Abfälle	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
Landessammelstelle der vier norddeutschen Küstentländer, Geesthacht	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	68 m ² Stellfläche	§ 3 StriSchV ^{*)}	Gemeinsame Nutzung durch Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen, das Kontingent Niedersachsens ist bereits seit einigen Jahren ausgeschöpft.
Landessammelstelle Niedersachsens, Jülich	Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie	Angemietete Lagerkapazität: maximal 4.885 Fässer mit Altabfällen, maximal 50 Konrad-Container	§ 7 StriSchV	Für die Landessammelstelle Niedersachsens bereit gestellte Lagerkapazität im Lager Leese der Firma Eckert & Ziegler Nuclearitec GmbH (in der in Tabelle L-10 aufgeführten Lagerkapazität enthalten). (Die Annahme von Rohabfällen für die Landessammelstelle Niedersachsens sowie die Konditionierung dieser Abfälle erfolgt durch die GNS Gesellschaft für Nuclear-Service mbH in ihrer Betriebsstätte auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich.)
Zentrale Sammelstelle der Bundeswehr, Munster	Abfälle aus dem Bereich der Bundeswehr	1.600 m ³	§ 3 StriSchV ^{*)}	-

^{*)}In der Fassung vom 13. Oktober 1976 bzw. 30. Juni 1989.

Tabelle L-12: Endlager oder sonstige Lagereinrichtungen für radioaktive Abfälle

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Eingelagerte Mengen/Aktivität	Genehmigung	Bemerkungen
Schachanlage Asse II Remlingen, Niedersachsen	Einlagerung schwachradioaktiven Abfällen (LAW) und mittelradioaktiver Abfälle (MAW) für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für die Endlagerung radioaktiver Abfälle	Von April 1967 bis Ende 1978 wurden ca. 124.500 LAW-Gebinde, davon ca. 15.000 sogenannte Verlorene Betonabschirmungen mit Abfällen höherer Aktivität, und ca. 1.300 MAW-Gebinde versuchsweise eingelagert. Gesamtaktivität aller eingelagerten radioaktiven Abfälle: $2,2 \cdot 10^{15}$ Bq (Stand 31. Dezember 2019).	Genehmigung nach § 3 StrlSchV in der Fassung vom 15. Oktober 1965, Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV und Faktenerhebung nach § 9 AtG	Geologische Wirtsf ormation: Steinsalz, Rückholung der Abfälle in Planung
Endlager Konrad Salzgitter, Niedersachsen	Endlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung	-	Genehmigung nach § 9b AtG, Planfeststellungsbeschluss vom 22. Mai 2002, Bestandskraft seit 26. März 2007	Geologische Wirtsf ormation: Korallenoolith (Eisenerz) unterhalb einer wasserundurchlässigen Tonformation, Umrüstung seit 2007
Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM), Sachsen-Anhalt	Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle (SMA) mit überwiegend kurzlebigen Radionukliden	Endlagerung von insgesamt ca. 37.000 m ³ SMA, Gesamtaktivität aller eingelagerten radioaktiven Abfälle in der Größenordnung von 10^{14} Bq, Aktivität der Alpha-Strahler in der Größenordnung von 10^{11} Bq.	22. April 1986: Erteilung der Dauerbetriebsgenehmigung; 12. April 2001: Erklärung des unwiderruflichen Verzichts auf die Annahme weiterer radioaktiver Abfälle zur Endlagerung	Geologische Wirtsf ormation: Salzgestein, am 28. September 1998 wurde die Einlagerung eingestellt, Stilllegung ist beantragt.

(c) Übersicht der außer Betrieb befindlichen kerntechnischen Anlagen

Die nachfolgenden Tabellen führen kerntechnische Anlagen in Deutschland in folgenden Kategorien auf:

- Kernkraftwerke im Nachbetrieb oder in Stilllegung (Tabelle L-13)
- Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet (noch ohne Stilllegungsgenehmigung), in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen mit thermischen Leistungen von 1 MW und mehr (Tabelle L-14)
- Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet (noch ohne Stilllegungsgenehmigung), in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen mit thermischen Leistungen von weniger als 1 MW (Tabelle L-15)
- Versuchs- und Demonstrationsreaktoren in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen (Tabelle L-16)
- Kommerzielle Anlagen des Brennstoffkreislaufs, in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen (Tabelle L-17)
- Forschungs-, Versuchs- und Demonstrationsanlagen des Brennstoffkreislaufs, in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen (Tabelle L-18)

Tabelle L-13: Kernkraftwerke im Nachbetrieb oder in Stilllegung

	Anlage, Standort	Betreiber/in	Anlagentyp, elektr. Leistung (brutto)	Erstkritikalität	endgültige Abschaltung	Status	geplanter Endstand
1	KKR, Rheinsberg, Brandenburg	EWN GmbH	DWR (WWER), 70 MW _e	03/1966	06/1990	Abbau	Beseitigung
2	KRB A, Gundremmingen, Bayern	RWE Nuclear GmbH	SWR, 250 MW _e	08/1966	01/1977	Abbau, Umbau	Technologiezentrum
3	KWL Lingen, Niedersachsen	Kernkraftwerk Lingen GmbH	SWR, 252 MW _e	01/1968	01/1977	Abbau	Beseitigung
4	KWO, Obrigheim, Baden-Württemberg	EnBW Kernkraft GmbH – Kernkraftwerk Obrigheim	DWR, 357 MW _e	09/1968	05/2005	Abbau	Beseitigung
5	KWW, Würgassen, Nordrhein-Westfalen	PreussenElektra GmbH	SWR, 670 MW _e	10/1971	08/1994	Abbau	Beseitigung
6	KKS, Stade, Niedersachsen	PreussenElektra GmbH	DWR, 672 MW _e	01/1972	11/2003	Abbau	Beseitigung
7	KGR 1, Lubmin, Mecklenburg-Vorpommern	EWN GmbH	DWR (WWER), 440 MW _e	12/1973	12/1990	Abbau	Teillabbau, Nutzung als Industriestandort
8	KWB-A, Biblis, Hessen	RWE Nuclear GmbH	DWR, 1.225 MW _e	07/1974	08/2011	Abbau	Beseitigung
9	KGR 2, Lubmin, Mecklenburg-Vorpommern	EWN GmbH	DWR (WWER), 440 MW _e	12/1974	02/1990	Abbau	Teillabbau, Nutzung als Industriestandort
10	KWB-B, Biblis, Hessen	RWE Nuclear GmbH	DWR, 1.300 MW _e	03/1976	08/2011	Abbau	Beseitigung
11	GKN I, Neckarwestheim, Baden-Württemberg	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	DWR, 840 MW _e	05/1976	08/2011	Abbau	Beseitigung
12	KKB, Brunsbüttel, Schleswig-Holstein	Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG	SWR, 806 MW _e	06/1976	08/2011	Abbau	Beseitigung

Anlage, Standort	Betreiber/in	Anlagentyp, elektr. Leistung (brutto)	Erstkritikalität	endgültige Abschaltung	Status	geplanter Endstand
13 KGR 3, Lubmin, Mecklenburg-Vorpommern	EWN GmbH	DWR (WWER), 440 MW _e	10/1977	02/1990	Abbau	Teilabbau, Nutzung als Industriestandort
14 KKI 1, Essenbach, Bayern	PreussenElektra GmbH	SWR, 912 MW _e	11/1977	08/2011	Abbau	Beseitigung
15 KKP 1, Philippsburg, Baden-Württemberg	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	SWR, 926 MW _e	03/1979	08/2011	Abbau	Beseitigung
16 KGR 4, Lubmin, Mecklenburg-Vorpommern	EWN GmbH	DWR (WWER), 440 MW _e	07/1979	06/1990	Abbau	Teilabbau, Nutzung als Industriestandort
17 KKU, Esenshamm, Niedersachsen	PreussenElektra GmbH	DWR, 1.410 MW _e	09/1978	08/2011	Abbau	Beseitigung, ggf. Nachnutzung
18 KKG, Grafenrheinfeld, Bayern	PreussenElektra GmbH	DWR, 1.345 MW _e	12/1981	06/2015	Abbau	Beseitigung, ggf. Nachnutzung
19 KKK, Krümmel, Schleswig-Holstein	Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG	SWR, 1.402 MW _e	09/1983	08/2011	Nachbetrieb	Beseitigung
20 KRB II B, Gundremmingen, Bayern	RWE Nuclear GmbH	SWR 1.344 MW _e	03/1984	12/2017	Abbau	Beseitigung
21 KKP 2, Philippsburg, Baden-Württemberg	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	DWR, 1.468 MW _e	12/1984	12/2019	Abbau	Beseitigung
22 KMK, Mülheim-Kärlich, Rheinland-Pfalz	RWE Nuclear GmbH	DWR, 1.302 MW _e	03/1986	09/1988	Abbau	Nachnutzung

	Anlage, Standort	Betreiber/in	Anlagentyp, elektr. Leistung (brutto)	Erstkritikalität	endgültige Abschaltung	Status	geplanter Endstand
23	KGR 5, Lubmin, Mecklenburg-Vorpommern	EWN GmbH	DWR (WVVER), 440 MW _e	03/1989	11/1989	Abbau	Teilabbau, Nutzung als Industriestandort
24	KBR, Brokdorf, Schleswig-Holstein	PreussenElektra GmbH	DWR, 1.480 MW _e	10/1986	12/2021	Nachbetrieb	Beseitigung
25	KRB II C, Gundremmingen, Bayern	RWE Nuclear GmbH	SWR, 1.344 MW _e	10/1984	12/2021	Abbau	Beseitigung
26	KWG, Emmertal, Niedersachsen	PreussenElektra GmbH	DWR, 1.430 MW _e	09/1984	12/2021	Abbau	Beseitigung
27	GKN II, Neckarwestheim, Baden-Württemberg	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	DWR, 1.400 MW _e	12/1988	04/2023	Abbau	Beseitigung
28	KKI 2, Essenbach, Bayern	PreussenElektra GmbH	DWR, 1.485 MW _e	01/1988	04/2023	Abbau ^{*)}	Beseitigung
29	KKE, Lingen, Niedersachsen	RWE Nuclear GmbH	DWR, 1.406 MW _e	04/1988	04/2023	Nachbetrieb	Beseitigung

^{*)} Stilllegungsgenehmigung ab April 2024 in Anspruch genommen

Tabelle L-14: Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet (noch ohne Stilllegungsgenehmigung), in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen mit thermischen Leistungen von 1 MW und mehr

Anlage, Standort	Betreiber/in	Typ, therm. Leistung	Erstkritikalität	endgültige Abschaltung	Status	geplanter Endstand
1 FMRB, Braunschweig, Niedersachsen	Physikalisch-Technische Bundesanstalt	Pool, 1 MW	10/1967	12/1995	bis auf Zwischenlager aus AtG entlassen	-
2 FR-2, Eggenstein-Leopoldshafen, Baden-Württemberg	KTE GmbH	Tank / D ₂ O, 44 MW	03/1961	12/1981	Reaktorkern im Sicheren Ein-schluss	Beseitigung
3 FRG-1, Geesthacht, Schleswig-Holstein	Heimholtz-Zentrum Geesthacht GmbH	Pool, 5 MW	10/1958	06/2010	abgeschaltet, Brennelemente entfernt, Stilllegung beantragt	Beseitigung
4 FRG-2, Geesthacht, Schleswig-Holstein	Heimholtz-Zentrum Geesthacht GmbH	Pool, 15 MW	03/1963	05/1991	abgeschaltet, teilweise abgebaut	Beseitigung
5 FRJ-1 MERLIN, Jülich, Nordrhein-Westfalen	Forschungszentrum Jülich GmbH	Pool, 10 MW	02/1962	03/1985	beseitigt	-
6 FRJ-2 DIDO, Jülich, Nordrhein-Westfalen	JEN (Unternehmen der EWN)	Tank / D ₂ O, DIDO, 23 MW	11/1962	05/2006	Abbau	Beseitigung
7 FRM, Garching, Bayern	Technische Universität München	Pool, 4 MW	10/1957	07/2000	Abbau	Teilabbau, Umwandlung in Nebenanlage des FRM II
8 FRN, Oberschleißheim, Bayern	Heimholtz Zentrum München GmbH	Pool, TRIGA MARK-III, 1 MW	08/1972	12/1982	sicherer Ein-schluss	noch nicht festgelegt
9 RFR, Rossendorf, Sachsen	VKTA Rossendorf	Tank, WWR, 10 MW	12/1957	06/1991	beseitigt	-
10 BER II, Berlin, Berlin	Heimholtz-Zentrum Berlin GmbH	Pool MTR, 10 MW _{th}	12/1973	12/2019	abgeschaltet	Beseitigung

Tabelle L-15: Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet (noch ohne Stilllegungsgenehmigung), in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen mit thermischen Leistungen von weniger als 1 MW

Anlage, Standort	Betreiber/in	Typ, therm. Leistung	Erstkritikalität	endgültige Abschaltung	Status	geplanter Endstand
1 ADIBKA, Jülich, Nordrhein-Westfalen	Forschungszentrum Jülich GmbH	homog. Reaktor, 0,1 kW	03/1967	10/1972	beseitigt	-
2 TKA, AEG Nullenergie-Reaktor, Karlstein a. Main, Bayern	Kraftwerk Union AG	Tank, 0,1 kW	06/1967	01/1973	beseitigt	-
3 AKR-1, Dresden	Technische Universität Dresden	homog. Reaktor, 2 W	07/1978	03/2004	umgebaut und umgewidmet zu AKR-2, Betrieb seit 07/2005	
4 ANEX, Geesthacht, Schleswig-Holstein	Heimholtz-Zentrum Geesthacht GmbH	krit. Anordnung, 0,1 kW	05/1964	02/1975	beseitigt	-
5 BER I, Berlin	Heimholtz-Zentrum Berlin GmbH	homog. Reaktor, 50 kW	07/1958	08/1972	beseitigt	-
6 FRF 1, Frankfurt/M., Hessen (FRF 2 im selben Gebäude wurde nie kritisch)	Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt/M.	homog. Reaktor, 50 kW	01/1958	03/1968	beseitigt	-
7 FRH, Hannover, Niedersachsen	Medizinische Hochschule Hannover	Pool, TRIGA MARK-I, 250 kW	01/1973	12/1996	beseitigt	-
8 HD I, Heidelberg, Baden-Württemberg	Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg	Pool, TRIGA MARK-I, 250 kW	08/1966	03/1977	beseitigt	-
9 HD II, Heidelberg, Baden-Württemberg	Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg	Pool, TRIGA MARK-I, 250 kW	02/1978	11/1999	beseitigt	-
10 KAHTER, Jülich, Nordrhein-Westfalen	Forschungszentrum Jülich GmbH	krit. Anordnung, 0,1 kW	07/1973	02/1984	beseitigt	-
11 KEITER, Jülich, Nordrhein-Westfalen	Forschungszentrum Jülich GmbH	krit. Anordnung, 1 W	06/1971	03/1982	beseitigt	-

Anlage, Standort	Betreiber/in	Typ, therm. Leistung	Erstkritikalität	endgültige Abschaltung	Status	geplanter Endstand
12 PR-10, AEG Prüfreaktor, Karlstein, Bayern	Kraftwerk Union AG	Argonaut, 0,18 kW	01/1961	11/1975	beseitigt	-
13 RAKE, Rossendorf, Sachsen	VKTA Rossendorf	Tank, 0,01 kW	10/1969	11/1991	beseitigt	-
14 RRR, Rossendorf, Sachsen	VKTA Rossendorf	Argonaut, 1 kW	12/1962	09/1991	beseitigt	-
15 SAR, Garching, Bayern	Technische Universität München	Argonaut, 1 kW	06/1959	10/1968	beseitigt	-
16 SNEAK, Eggenstein-Leopoldshafen, Baden-Württemberg	Karlsruher Institut für Technologie	homog. Reaktor, 1 kW	12/1966	11/1985	beseitigt	-
17 STARK, Eggenstein-Leopoldshafen, Baden-Württemberg	Karlsruher Institut für Technologie	Argonaut, 0,01 kW	01/1963	03/1976	beseitigt	-
18 SUR Aachen, Aachen, Nordrhein-Westfalen	RWTH Aachen	homog. Reaktor, < 1 W	09/1965	-	Stilllegung genehmigt	Beseitigung
19 SUR Berlin, Berlin	Technische Universität Berlin	homog. Reaktor, < 1 W	07/1963	10/2007	beseitigt	-
20 SUR Bremen, Bremen	Hochschule Bremen	homog. Reaktor, < 1 W	10/1967	06/1993	beseitigt	-
21 SUR Darmstadt, Darmstadt, Hessen	Technische Hochschule Darmstadt	homog. Reaktor, < 1 W	09/1963	02/1985	beseitigt	-
22 SUR Hamburg, Hamburg	Fachhochschule Hamburg	homog. Reaktor, < 1 W	01/1965	08/1992	beseitigt	-
23 SUR Hannover, Hannover, Niedersachsen	Leibniz Universität Hannover	homog. Reaktor, < 1 W	12/1971	2008	beseitigt	-
24 SUR Karlsruhe, Eggenstein-Leopoldshafen, Baden-Württemberg	Karlsruher Institut für Technologie	homog. Reaktor, < 1 W	03/1966	09/1996	beseitigt	-
25 SUR Kiel, Kiel, Schleswig-Holstein	Fachhochschule Kiel	homog. Reaktor, < 1 W	03/1966	12/1997	beseitigt	-

Anlage, Standort	Betreiber/in	Typ, therm. Leistung	Erstkritikalität	endgültige Abschaltung	Status	geplanter Endstand
26 SUR München, Garching, Bayern	Technische Universität München	homog. Reaktor, < 1 W	02/1962	08/1981	beseitigt	-
27 SUAK, Eggenstein-Leopoldshafen, Ba- den-Württemberg	Karlsruher Institut für Technologie	schnelle unter- krit. Anordnung, < 1 W	11/1964	12/1978	beseitigt	-
28 SUA, Garching, Bayern	Technische Universität München	unterkrit. Anord- nung, < 1 W	06/1959	10/1968	beseitigt	-
29 ZLFR, Zittau, Sachsen	Hochschule Zittau/Görlitz	Tank, WWR-M 10 W	05/1979	03/2005	beseitigt	-

Tabelle L-16: Versuchs- und Demonstrationsreaktoren in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen

Anlage, Standort	Betreiber/in	Typ, elektr. Leistung (brutto)	Erstkritikalität	engültige Abschaltung	Status	geplanter Endstand
1 AVR-Hochtemperaturreaktor, Jülich, Nordrhein-Westfalen	JEN	HTR, 15 MW _e	08/1966	12/1988	Abbau	Beseitigung
2 HDR Heißdampfreaktor Großwelzheim, Karlstain a. Main, Bayern	Karlsruher Institut für Technologie	HDR, 25 MW _e	10/1969	04/1971	beseitigt	-
3 KKN Niederaichbach Niederaichbach, Bayern	Karlsruher Institut für Technologie	HWGCR, 106 MW _e	12/1972	07/1974	beseitigt	-
4 KNK II Kompakte Natriumgekühlte Reaktoranlage, Eggenstein-Leopoldshafen, Baden-Württemberg	KTE GmbH	SNR, 21 MW _e	10/1977	08/1991	Abbau	Beseitigung
5 MZFR Mehrzweckforschungsreaktor, Eggenstein-Leopoldshafen, Baden-Württemberg	KTE GmbH	DWR mit D ₂ O, 57 MW _e	09/1965	05/1984	Abbau	Beseitigung
6 Nuklearschiff Otto Hahn, Geesthacht, Schleswig-Holstein	Heimholtz-Zentrum Geesthacht GmbH	DWR, Schiffsantrieb 38 MW	08/1968	02/1979	Nuklearschiff aus AtG entlassen, RDB eingelagert	Beseitigung (RDB)
7 THTR 300 Thoriumhochtemperaturreaktor, Hamm-Uentrop, Nordrhein-Westfalen	Hochtemperatur-Kernkraft GmbH	HTR, 308 MW _e	09/1983	09/1988	im Sichereren Einschluss	noch nicht festgelegt
8 VAK Versuchsatomkraftwerk Kahl, Karlstain a. Main, Bayern	Versuchsatomkraftwerk Kahl GmbH	SWR, 16 MW _e	11/1960	11/1985	beseitigt	-

Tabelle L-17: Kommerzielle Anlagen des Brennstoffkreislaufs, in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen

Anlage, Standort	Betreiber/in	Betriebsbeginn	endgültige Abschaltung	Status	geplanter Endstand
1 HOBEG Brennelementwerk, Hanau, Hessen	Hobeg GmbH	1973	1988	beseitigt	-
2 NUKEM-A Brennelementwerk, Hanau, Hessen	RD Hanau GmbH (ehemals Nukern GmbH)	1962	1988	beseitigt	-
3 SBH Uran, Siemens Brennelementwerk – Betriebsteil Uran, Hanau, Hessen	Siemens AG	1969	1995	beseitigt	-
4 SBH MOX, Siemens Brennelementwerk – Betriebsteil MOX, Hanau, Hessen	Siemens AG	1968	1991	beseitigt	-
5 SBWK, Siemens Brennelementwerk – Betriebsteil Karlsruhe, Karlsruhe a. Main, Bayern	Siemens AG	1966	1993	konventionelle Weiternutzung	-
6 Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe inkl. Verglasungseinrichtung Karlsruhe, Karlsruhe, Baden-Württemberg	KTE GmbH	1971	1990	Abbau	Beseitigung

Tabelle L-18: Forschungs-, Versuchs- und Demonstrationsanlagen des Brennstoffkreislaufs, in Stilllegung sowie Stilllegung beendet und aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen

Anlage, Standort	Betreiber/in	Betriebsbeginn	endgültige Abschaltung	Status	geplanter Endstand
1 AMOR I-III, Anlage zur Gewinnung von Mo-99, Rossendorf, Sachsen	Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rossendorf (e. V.)	AMOR I: 1981, AMOR II: 1989, AMOR III: -	AMOR I: 1990, AMOR II: 1991, AMOR III: 1991 (Einstellung der Inbetriebnahme)	beseitigt	-
2 JUPITER Testanlage Wiederaufarbeitung, Jülich, Nordrhein-Westfalen	Forschungszentrum Jülich GmbH	1978	1987	beseitigt	-
3 MILLI Laborextraktionsanlage, Karlsruhe, Baden-Württemberg	Karlsruher Institut für Technologie	1970	1991	beseitigt	-
4 PUTE Plutoniumextraktionsanlage, Karlsruhe, Baden-Württemberg	Karlsruher Institut für Technologie	1980	1991	beseitigt	-
5 SPGK, Siemens Power Generation Karlsruhe Anlage, Karlsruhe a. Main, Bayern	Siemens AG / KWU	1968/69	1989	Abbau	Beseitigung

(d) Nationale Gesetze und Regelungen

Struktur und Reihenfolge der nachfolgend aufgeführten Referenzen sind angelehnt an das „Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“. Die im Handbuch aufgelisteten Gesetze und Regelungen sind in der behördlichen Genehmigungs- und Aufsichtstätigkeit generell zu berücksichtigen. Die nachfolgende Auflistung enthält nur die für die Behandlung von bestrahlten Brennelementen und radioaktiven Abfällen direkt oder durch sinngemäße Übertragung relevanten Vorschriften, welche in diesem Bericht zitiert werden. Dies ist der Grund dafür, dass die Nummerierung der Referenzen nicht übereinstimmt und auch Lücken auftreten können. Das vollständige Handbuch wird aktuell unter www.base.bund.de (unter „Gesetze und Regelungen“) bereitgestellt.

- 1 Rechtsvorschriften
 - 1A Nationales Atom- und Strahlenschutzrecht
 - 1B Rechtsvorschriften, die im Bereich der Sicherheit kerntechnischer Anlagen und des Strahlenschutzes anzuwenden sind
 - 1C Rechtsvorschriften für die Beförderung radioaktiver Stoffe und zugehörigen Regelungen
 - 1D Bilaterale Vereinbarungen im Rahmen der Kerntechnik und des Strahlenschutzes
 - 1E Multilaterale Vereinbarungen über nukleare Sicherheit und Strahlenschutz mit nationalen Ausführungsvorschriften
 - 1F Recht der Europäischen Union im Bereich kerntechnischer Sicherheit und Strahlenschutz
- 2 Allgemeine Verwaltungsvorschriften
- 3 Bekanntmachungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und des vormals zuständigen Bundesinnenministeriums
- 4 Relevante Empfehlungen und Stellungnahmen der SSK und der ESK
- 5 Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA)

1 Rechtsvorschriften

1A Nationales Atom- und Strahlenschutzrecht

- [1A-3] 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), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2153) geändert worden ist.
- [1A-4] Fortgeltendes Recht der Deutschen Demokratischen Republik aufgrund von Artikel 9 Abs. 2 in Verbindung mit Anlage II Kapitel XII Abschnitt III Nr. 2 und 3 des Einigungsvertrages vom 31. August 1990 in Verbindung mit Artikel 1 des Gesetzes zum Einigungsvertrag vom 23. September 1990 (BGBl. II 1990, Nr. 35, S. 885 und 1226), soweit dabei radioaktive Stoffe, insbesondere Radonfolgeprodukte, anwesend sind:
- Verordnung über die Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz – AtStrISV – vom 11. Oktober 1984 (GBl. (DDR) I 1984, Nr. 30, S. 341) und Durchführungsbestimmung zur Verordnung über die Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz – AtStrISVDBest – vom 11. Oktober 1984 (GBl. (DDR) I 1984, Nr. 30, S. 348, berichtigt GBl. (DDR) I 1987, Nr. 18, S. 196)
 - Anordnung zur Gewährleistung des Strahlenschutzes bei Halden und industriellen Absetzanlagen und bei Verwendung darin abgelagerter Materialien – StrISAbIAnO – vom 17. November 1980 (GBl. (DDR) I 1980, Nr. 34, S. 347)
- [1A-5] Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz – StrVG) vom 19. Dezember 1986 (BGBl. I S. 2610), zuletzt geändert durch Artikel 91 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474).
Gemäß Artikel 4 des Gesetzes zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966) wird das Strahlenschutzvorsorgegesetz zum 1. Oktober 2017 aufgehoben.
- [1A-7a] Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle und zur Änderung anderer Gesetze (Standortauswahlgesetz – StandAG) vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2553), zuletzt geändert durch Artikel 309 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474), ersetzt durch das StandAG vom 5. Mai 2017 ((BGBl. I S. 1074).
- [1A-7b] Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz - StandAG) vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074) zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. I 2023, Nr. 88).
- [1A-8] Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrISchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036; 2021 I S. 5261), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 17. April 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 132) geändert worden ist.
- [1A-10] Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensverordnung – AtVfV) vom 3. Februar 1995 (BGBl. I S. 180), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 5 des Gesetzes vom 4. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 344) geändert worden ist.
- [1A-11] Verordnung über die Deckungsvorsorge nach dem Atomgesetz (Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung – AtDeckV) vom 21. Januar 2022 (BGBl. I S. 118).
- [1A-13] Verordnung über Vorausleistungen für die Einrichtung von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle (Endlagervorausleistungsverordnung – Endlager-VfV) vom 28. April 1982 (BGBl. I S. 562), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 7. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2760).

- [1A-17] Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldungen von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung – AtSMV) vom 14. Oktober 1992 (BGBl. I S. 1766), zuletzt geändert durch Artikel 18 der Verordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034).
- [1A-18] Verordnung über die Verbringung radioaktiver Abfälle oder bestrahlter Brennelemente (Atomrechtliche Abfallverbringungsverordnung – AtAV) vom 30. April 2009 (BGBl. I S. 1000), zuletzt geändert durch Artikel 241 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).
Hinweis: Umsetzung der Richtlinie 2006/117/Euratom vom 20. November 2006 (ABl. 2006, L 337).
- [1A-19] Verordnung für die Überprüfung der Zuverlässigkeit zum Schutz gegen Entwendung oder Freisetzung radioaktiver Stoffe nach dem Atomgesetz (Atomrechtliche Zuverlässigkeitsüberprüfungs-Verordnung – AtZüV) vom 1. Juli 1999 (BGBl. I S. 1525), zuletzt geändert durch Artikel 82 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436).
- [1A-34] Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 15) geändert worden ist.
- [1A-35] Gesetz zur Regelung des Übergangs der Finanzierungs- und Handlungspflichten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken (Entsorgungsübergangsgesetz – EntsorgÜG) vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114, 120), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 25. Juni 2021 (BGBl. I S. 2137).
- [1A-36] Gesetz zur Errichtung eines Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung (Entsorgungsfondsgesetz – EntsorgFondsG) vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 25. Juni 2021 (BGBl. I S. 2137).
- [1A-37] Gesetz zur Transparenz über die Kosten der Stilllegung und des Rückbaus der Kernkraftwerke sowie der Verpackung radioaktiver Abfälle (Transparenzgesetz – TransparenzG) vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114, 125), zuletzt geändert durch Artikel 246 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).
- [1A-38] Gesetz zur Nachhaftung für Abbau- und Entsorgungskosten im Kernenergiebereich (Nachhaftungsgesetz – NachhG) vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114, 127), zuletzt geändert nach Maßgabe des Artikel 5 Absatz 2 durch Artikel 4 Absatz 3 des Gesetzes vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074).
- [1A-40] Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Endlagersicherheitsanforderungsverordnung - EndlSiAnfV) vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094).
- [1A-41] Verordnung über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle (Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung - EndlSiUntV) vom 6. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2094, 2103).
- [1A-42] Siebzehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3528).
- [1A-43] Achtzehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3530).
- [1A-44] Neunzehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 04. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2153).

1B Rechtsvorschriften, die im Bereich der Sicherheit kerntechnischer Anlagen und des Strahlenschutzes anzuwenden sind

- [1B-1] Strafgesetzbuch – StGB – vom 13. November 1998 (BGBl. I S. 3322), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. I 2023, Nr. 203).
- [1B-2] Raumordnungsgesetz – ROG – vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. I 2023, Nr. 88).
Hinweis: Umsetzung von u. a. der Richtlinie 2001/42/EG vom 27. Juni 2001 (ABl. 2001, L 197).
- [1B-3] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. I 2023, Nr. 202).

- [1B-5] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 409).
- [1B-6] Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 8. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2240).
- [1B-13] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 2. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 56).
- [1B-14] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz – UVPG) vom 18. März 2021 (BGBl. I S. 540), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 409).
Hinweis: Umsetzung der Richtlinie 2011/92/EU vom 13. Dezember 2011 (ABl. 2012, L 26) und der Richtlinie 2001/42/EG vom 27. Juni 2001 (ABl. 2001, L 197).
- [1B-15] Bundesberggesetz – BBergG – vom 13. August 1980 (BGBl. I S. 1310), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) geändert worden ist.
- [1B-18] Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 394).
Hinweis: Umsetzung der Richtlinie 92/43/EWG vom 21. Mai 1992 (ABl. 1992, L 206), zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/17/EU (ABl. 2013, L 158), der Richtlinie 2001/42/EG vom 27. Juni 2001 (ABl. 2001, L 197), der Richtlinie 2009/147/EG vom 30. November 2009 (ABl. 2010, L 20), zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/17/EU (ABl. 2013, L 158) und der Richtlinie 2011/92/EU vom 13. Dezember 2011 (ABl. 2012, L 26), zuletzt geändert durch Richtlinie 2014/52/EU (ABl. 2014, L 124).
- [1B-19] Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung – AtEV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2172; 2021 I, Nr. 86, S. 5261).
Hinweis: Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom vom 5. Dezember 2013 (ABl. 2014, L 13).
- [1B-20] 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).
Hinweis: Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom vom 5. Dezember 2013 (ABl. 2014, L 13).
- [1B-21] Verordnung über die Umsetzung der Auskunftspflicht und die Ausgestaltung der Informationen nach dem Transparenzgesetz (Rückbaurückstellungs-Transparenzverordnung – RückBRTransparenzV) vom 9. Juli 2018 (BGBl. I S. 1090).
- [1B-22] Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Dezember 2023 (BGBl. 2023, Nr. 344).

1C Rechtsvorschriften für die Beförderung radioaktiver Stoffe und zugehörige Regelungen

Nicht zitiert.

1D Bilaterale Vereinbarungen im Rahmen der Kerntechnik und des Strahlenschutzes

- [1D-1] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Bundesrepublik Österreich über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen und Unglücksfällen vom 23. Dezember 1988; Gesetz dazu vom 20. März 1992 (BGBl. II 1992, S. 206); in Kraft seit 1. Oktober 1992 (BGBl. II 1992, S. 593).
- [1D-2] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich Belgien über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen vom 6. November 1980; Gesetz dazu vom 30. November 1982 (BGBl. II 1982, S. 1006); in Kraft seit 1. Mai 1984 (BGBl. II 1984, S. 327).

- [1D-3] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Schweizerischen Eidgenossenschaft über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen vom 28. November 1984; Gesetz dazu vom 22. Januar 1987 (BGBl. II 1987, S. 74); in Kraft seit 1. Dezember 1988 (BGBl. II 1988, S. 967).
- [1D-4] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich Dänemark über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen vom 16. Mai 1985; Gesetz dazu vom 17. März 1988 (BGBl. II 1988, S. 286); in Kraft seit 1. August 1988 (BGBl. II 1988, S. 619).
- [1D-5] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Französischen Republik über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen vom 3. Februar 1977; Gesetz dazu vom 14. Januar 1980 (BGBl. II 1980, S. 33); in Kraft seit 1. Dezember 1980 (BGBl. II 1980, S. 1438).
- [1D-6] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Regierung der Republik Ungarn über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen und Unglücksfällen vom 9. Juni 1997; Gesetz dazu vom 7. Juli 1998 (BGBl. II 1998, S. 1189); in Kraft seit 11. September 1998 (BGBl. II 1999, S. 125).
- [1D-7] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Republik Litauen über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen vom 15. März 1994; Gesetz dazu vom 12. Januar 1996 (BGBl. II 1996, S. 27); in Kraft seit 1. September 1996 (BGBl. II 1996, S. 1476).
- [1D-8] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Großherzogtum Luxemburg über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen vom 2. März 1978; Gesetz dazu vom 7. Juli 1981 (BGBl. II 1981, S. 445); in Kraft seit 1. Dezember 1981 (BGBl. II 1981, S. 1067).
- [1D-9] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich der Niederlande über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen einschließlich schweren Unglücksfällen vom 7. Juni 1988; Gesetz dazu vom 20. März 1992 (BGBl. II 1992, S. 198); in Kraft seit 1. März 1997 (BGBl. II 1997, S. 753 und S. 1392).
- [1D-10] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Republik Polen über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen vom 10. April 1997; Gesetz dazu vom 7. Juli 1998 (BGBl. II 1998, S. 1178); in Kraft seit 1. März 1999 (BGBl. II 1999, S. 15).
- [1D-11] Abkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Russischen Föderation über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen oder schweren Unglücksfällen vom 16. Dezember 1992; Gesetz dazu vom 19. Oktober 1994 (BGBl. II 1994, S. 3542); in Kraft seit 11. Juli 1995 (BGBl. II 1997, S. 728).
- [1D-12] Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Tschechischen Republik über die gegenseitige Hilfeleistung bei Katastrophen und schweren Unglücksfällen vom 19. September 2000; Gesetz hierzu vom 16. August 2002 (BGBl. II 2002, Nr. 31); in Kraft seit dem 1. Januar 2003 (BGBl. II 2003, Nr. 2).

1E Multilaterale Vereinbarungen über nukleare Sicherheit und Strahlenschutz mit nationalen Ausführungsvorschriften

- [1E-1] Gemeinsames Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung bestrahlter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle – Übereinkommen über nukleare Entsorgung (*Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management*, INFCIRC/546) vom 5. September 1997, in Kraft seit 18. Juni 2001; 90 Vertragsparteien (11/23), Depositar: IAEA
Gesetz hierzu mit amtlicher Übersetzung vom 13. August 1998 (BGBl. II 1998, Nr. 31, S. 1752); in Kraft für Deutschland seit 18. Juni 2001 (BGBl. II 2001, Nr. 36, S. 1283).

- [1E-1-1] Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen – Espoo-Konvention (*Convention on the Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context* – EIA) vom 25. Februar 1991, in Kraft seit 10. September 1997
45 Vertragsparteien (01/24), Depositär: UN
1. Änderung der Espoo-Konvention vom 27. Februar 2001, in Kraft seit 26. August 2014
38 Vertragsparteien (01/24), Depositär: UN
2. Änderung der Espoo-Konvention vom 4. Juni 2004, in Kraft seit 23. Oktober 2017
36 Vertragsparteien (01/24), Depositär: UN
Gesetz zur Espoo-Konvention und der 1. Änderung mit amtlicher Übersetzung (Espoo-Vertragsgesetz) vom 7. Juni 2002 (BGBl. II 2002, Nr. 22, S. 1406)
Espoo-Konvention in Kraft für Deutschland seit 6. November 2002
1. Änderung der Espoo-Konvention in Kraft für Deutschland seit 26. August 2014 (BGBl. II 2014, Nr. 24, S. 758)
Gesetz zur 2. Änderung mit amtlicher Übersetzung (Zweites Espoo-Vertragsgesetz) vom 17. März 2006 (BGBl. II 2006, Nr. 7, S. 224).
- [1E-3-1] Übereinkommen über die Verhütung von Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen – London Dumping Convention LDC (*Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and other Matter*, INFCIRC/205) vom 29. Dezember 1972, in Kraft seit 30. August 1975, mit seither 5 Änderungen
87 Vertragsparteien (01/24)
Gesetz hierzu vom 11. Februar 1977 (BGBl. II 1977, Nr. 8, S. 165), zuletzt geändert durch Gesetz vom 25. August 1998 (BGBl. I, Nr. 57, S. 2455)
in Kraft für Deutschland seit 8. Dezember 1977 (BGBl. II 1979, Nr. 13, S. 273)
Protokoll LCProt1996 (IMO) vom 7. November 1996 zu diesem Übereinkommen (ersetzt die ursprüngliche Konvention), in Kraft seit 24. März 2006, mit seither 3 Änderungen, zuletzt vom 18. Oktober 2013
53 Vertragsparteien (01/24) Depositäre: Mexiko, Russische Föderation, UK, USA
Gesetz dazu vom 9. Juli 1998 (BGBl. II 1998, Nr. 25, S. 1345), zuletzt geändert durch Verordnung vom 24. August 2010 (BGBl. II 2010, Nr. 24, S. 1006)
Protokoll LCProt1996 in Kraft für Deutschland seit 24. März 2006 (BGBl. II 2010, Nr. 35, S. 1429)
Gesetz zu der Entschließung LP.(4)8 vom 18. Oktober 2013 über die Änderung des Londoner Protokolls mit amtlicher Übersetzung vom 4. Dezember 2018 (BGBl. II 2018, Nr. 24, S. 691).
Hinweis: Keine Einbringung von Materialien mit Radioaktivitätswerten oberhalb de-minimis-Konzentrationen.
- [1E-5-1] Übereinkommen über die Haftung gegenüber Dritten auf dem Gebiet der Kernenergie – Pariser Übereinkommen (*Convention on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy – Paris Convention*) vom 29. Juli 1960, ergänzt durch das Protokoll vom 28. Januar 1964 in Kraft seit 1. April 1968,
ergänzt durch das Protokoll vom 16. November 1982, das Protokoll vom 12. Februar 1982, in Kraft seit 7. April 1988
und ergänzt durch das Protokoll vom 12. Februar 2004, in Kraft seit 1. Januar 2022
16 Vertragsparteien (01/24), Depositär: OECD
Gesetz dazu vom 8. Juli 1975 (BGBl. II 1975, Nr. 42, S. 957), zuletzt geändert durch Artikel 30 des Gesetzes vom 9. September 2001 (BGBl. I S. 2331)
in Kraft für Deutschland seit 30. September 1975 (BGBl. II 1976, Nr. 12, S. 308),
Gesetz dazu vom 21. Mai 1985 (BGBl. II 1985, Nr. 19, S. 690)
in Kraft für Deutschland seit 7. Oktober 1988 (BGBl. II 1989, Nr. 6, S. 144)
Gesetz zum
Hinweis: Die Bestimmungen des Pariser Atomhaftungs-Übereinkommens gelten in Verbindung mit §§ 25 ff. des Atomgesetzes in der Bundesrepublik Deutschland unmittelbar, d. h. die Haftung für nukleare Schäden bestimmt sich nach den Bestimmungen des Übereinkommens in Verbindung mit dem Atomgesetz.

- [1E-5-2] Zusatzübereinkommen zum Pariser Übereinkommen vom 29. Juli 1960 – Brüsseler Zusatzübereinkommen, (*Convention Supplementary to the Paris Convention of 29 July 1960 on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy – Brussels Supplementary Convention*) vom 31. Januar 1963, ergänzt durch das Protokoll vom 28. Januar 1964, in Kraft seit 4. Dezember 1974,
ergänzt durch das Protokoll vom 16. November 1982, in Kraft seit 1. August 1991
und ergänzt durch das Protokoll von 2004, in Kraft seit 1. Januar 2022
13 Vertragsparteien (1/22), Depositar: OECD
Gesetz dazu vom 8. Juli 1975 (BGBl. II 1975, Nr. 42, S. 957), zuletzt geändert durch Artikel 30 des Gesetzes vom 9. September 2001 (BGBl. I S. 2331)
in Kraft für Deutschland seit 1. Januar 1976 (BGBl. II 1976, Nr. 12, S. 308)
Gesetz dazu vom 21. Mai 1985 (BGBl. II 1985, Nr. 19, S. 690)
in Kraft für Deutschland seit 1. August 1991 (BGBl. II 1995, Nr. 24, S. 657)
Gesetz zum Protokoll 2004 mit amtlicher Übersetzung vom 29. August 2008 (BGBl. II 2008, Nr. 24, S. 902).
Hinweis: Im Brüsseler Zusatzübereinkommen verpflichten sich die Vertragsparteien, bei Schäden, die über den Haftungsbetrag des haftpflichtigen Inhabers der Kernanlage hinausgehen, weitere Entschädigungsbeträge aus öffentlichen Mitteln bereitzustellen. Dieses Übereinkommen gilt in der Bundesrepublik Deutschland nicht unmittelbar, sondern schafft nur völkerrechtliche Verpflichtungen zwischen den Vertragsstaaten.
- [1E-5-4] Gemeinsames Protokoll über die Anwendung des Wiener Übereinkommens und des Pariser Übereinkommens – Gemeinsames Protokoll (*Joint Protocol Relating to the Application of the Vienna Convention and the Paris Convention – Joint Protocol*, INFCIRC/402) vom 21. September 1988, in Kraft seit 27. April 1992
34 Vertragsparteien (01/24), Depositar: IAEA
Gesetz hierzu vom 5. März 2001 (BGBl. II 2001, Nr. 7, S. 202)
in Kraft für Deutschland seit 13. September 2001 (BGBl. II 2001, Nr. 24, S. 786)

1F Recht der Europäischen Union im Bereich kerntechnischer Sicherheit und Strahlenschutz

Verträge, Allgemeines

- [1F-1] Vertrag vom 25. März 1957 zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft Euratom (BGBl. II 1957, S. 1014, berichtigt S. 1678; berichtigt BGBl. II 1999, S. 1024), Konsolidierte Fassung 2016.
Der Vertrag trat in seiner ursprünglichen Fassung am 1. Januar 1958 in Kraft (BGBl. II 1958 S. 1), die Neufassung trat am 1. November 1993 in Kraft (BGBl. II 1993, S. 1947), Berichtigung der Übersetzung des Euratom-Vertrages vom 13. Oktober 1999 (BGBl. II 1999, Nr. 31).
- [1F-5] Richtlinie 2009/71/Euratom des Rates vom 25. Juni 2009 über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen (ABl. 2009 L 172).
- [1F-6] Richtlinie des Rates 2014/87/Euratom vom 8. Juli 2014 zur Änderung der Richtlinie 2009/71/Euratom über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen (ABl. 2014, L 219)
- [1F-12] Richtlinie 2011/92/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten vom 13. Dezember 2011 (ABl. 2012, L 26), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2014/52/EU vom 16. April 2014 (ABl. 2014, L 124), konsolidierte Fassung 15. Mai 2014.
Hinweis: Umsetzung vgl. UVP-Gesetz.
- [1F-14] Verordnung (Euratom) 302/2005 der Kommission vom 8. Februar 2005 über die Anwendung der Euratom-Sicherungsmaßnahmen (ABl. 2005, L 54), zuletzt geändert durch die Verordnung (EU) 519/2013 der Kommission vom 21. Februar 2013 (ABl. 2013, L 158), letzte konsolidierte Fassung 1. Juli 2013.

Strahlenschutz

- [1F-24] Richtlinie 2013/59/Euratom des Rates vom 5. Dezember 2013 zur Festlegung grundlegender Sicherheitsnormen für den Schutz vor den Gefahren einer Exposition gegenüber ionisierender Strahlung und zur Aufhebung der Richtlinien 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom und 2003/122/Euratom (ABl. 2014, L 13), zuletzt berichtigt am 11. Juni 2019 (ABl. 2019, L 152), letzte konsolidierte Fassung 17. Januar 2014.

Radiologische Notfälle

Nicht zitiert.

Abfälle, Gefahrgut

- [1F-34] Verordnung (Euratom) Nr. 1493/93 des Rates vom 8. Juni 1993 über die Verbringung radioaktiver Stoffe zwischen den Mitgliedstaaten (ABl. 1993, L 148).
- Mitteilung der Kommission vom 10. Dezember 1993 zu der Verordnung (Euratom) Nr. 1493/93 (ABl. EG 1993, C 335).
- [1F-35] Richtlinie 2006/117/Euratom des Rates vom 20. November 2006 über die Überwachung und Kontrolle der Verbringung radioaktiver Abfälle und bestrahlter Brennelemente (ABl. 2006, L 337).
- Entscheidung 2008/312/Euratom der Kommission vom 5. März 2008 zur Empfehlung des in der Richtlinie 2006/117/Euratom des Rates genannten einheitlichen Begleitscheins für die Überwachung und Kontrolle der Verbringung radioaktiver Abfälle und bestrahlter Brennelemente (ABl. 2008, L 107), berichtigt am 23. Dezember 2011 (ABl. 2011, L 343)
 - Empfehlung 2008/956/Euratom der Kommission vom 4. Dezember 2008 über Kriterien für die Ausfuhr radioaktiver Abfälle und bestrahlter Brennelemente in Drittländer (ABl. 2008, L 338)
 - Empfehlung 2009/527/Euratom der Kommission vom 7. Juli 2009 für ein sicheres und effizientes System zur Übermittlung von Unterlagen und Informationen im Zusammenhang mit der Richtlinie 2006/117/Euratom des Rates (ABl. 2009, L 177)
- [1F-36] Richtlinie 2011/70/Euratom des Rates vom 19. Juli 2011 über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (ABl. 2011, L 199).

2 Allgemeine Verwaltungsvorschriften

- [2-1] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung (Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen) vom 28. August 2012 (BAnz AT 05.09.2012 B1).
- [2-2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Strahlenpass nach § 174 der Strahlenschutzverordnung (AVV Strahlenpass) vom 16. Juni 2020 (BAnz AT 23.06.2020 B6)
- [2-3] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPVwV) vom 18. September 1995 (GMBl. 1995, Nr. 32, S. 671).
- [2-4] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS) vom 13. Dezember 2006 (BAnz. 2006, Nr. 244a).
- [2-5] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Überwachung von Lebensmitteln nach der Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 des Rates vom 22. Dezember 1987 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation (AVV-Strahlenschutzvorsorge-Lebensmittelüberwachung – AVV-StrahLe) vom 28. Juni 2000 (GMBl. 2000, Nr. 25, S. 490).

- [2-6] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Überwachung der Höchstwerte für Futtermittel nach der Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 des Rates vom 22. Dezember 1987 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Nahrungsmitteln und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder einer anderen radiologischen Notstandssituation (Futtermittel-Strahlenschutzvorsorge-Verwaltungsvorschrift – FMStrVVwV) vom 22. Juni 2000 (BAnz. 2000, Nr. 122).
- [2-7] Allgemeine Verwaltungsvorschrift für die Durchführung des Schnellwarnsystems für Lebensmittel, Lebensmittelbedarfsgegenstände und Futtermittel (AVV Schnellwarnsystem – AVV SWS) vom 8. September 2016 (GMBI. 2016, Nr. 39, S. 770).
- [2-8] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch genehmigungs- oder anzeigebedürftige Tätigkeiten (AVV Tätigkeiten) vom 8. Juni 2020 (BAnz AT 16.06.2020 B3)
- [2-9] Allgemeine Verwaltungsvorschrift für einen Allgemeinen Notfallplan des Bundes nach § 98 des Strahlenschutzgesetzes (AVV ANoPI-Bund) vom 14. November 2023 (Banz AT 23.11.2023 B1)

3 Bekanntmachungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz und des vormals zuständigen Bundesinnenministeriums

- [3-0.1] Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Februar 2022 (BAnz AT 15.03.2022 B3).
- [3-0.2] Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 29. November 2013 (BAnz AT 10.12.2013 B4), geändert am 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B3).
- [3-2] Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal vom 24. Mai 2012 (GMBI. 2012, Nr. 34, S. 611).
Anpassung Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal in Kernkraftwerken ohne Berechtigung zum Leistungsbetrieb, RdSchr. d. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 21. Mai 2013 (AktENZEICHEN RS I 6 – 13831-1/1 und 13831-1/2) mit Anlage 1.
- [3-13] Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk vom 20. April 1983 (GMBI. 1983, Nr. 13, S. 220), in Überarbeitung.
- [3-19] Richtlinie zum Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und zur Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) „Ärztliche Überwachung exponierter Personen durch ermächtigte Ärzte nach Strahlenschutzrecht“ vom 03.08.2022 – S II 4 – 1556/001-2020.0001 (GMBI. 2022, Nr. 33, S. 748).
- [3-21] Richtlinie für den Fachkundenachweis von verantwortlichen Personen in Anlagen zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen (Zwischenlager) vom 11. September 2019 – S I 6 – 13831-7/4 (GMBI. 2019, Nr. 33, S. 689).
- [3-23] Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 23. September 2023 (GMBI. 2024, Nr. 6-9, S. 101).
- [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).
- [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.
- [3-34] Rahmenrichtlinie über die Gestaltung von Sachverständigengutachten in atomrechtlichen Verwaltungsverfahren vom 15. Dezember 1983 (GMBI. 1984, Nr. 2, S. 21).
- [3-40] Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde (Fachkunde-Richtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung) vom 21. Juni 2004 (GMBI. 2004, Nr. 40/41, S. 779), Änderung vom 19. April 2006 (GMBI. 2006, Nr. 38, S. 735).
- [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).
- [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.
Hinweis: Hiermit wird die Richtlinie über Anforderungen an Inkorporationsmeßstellen vom 30. September 1996 (GMBI. 1996, Nr. 46, S. 996) aufgehoben und ersetzt.
- [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).
- [3-60] Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle vom 19. November 2008 (BAnz. 2008, Nr. 197).
- [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).
- [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).
- [3-76] Richtlinie zur Sicherung von Zwischenlagern gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD) (SEWD-Richtlinie Zwischenlager), Bekanntmachung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 4. Februar 2013, RS I 6 – 13151 – 6/22 VS-NfD (GMBI. 2013, Nr. 17, S. 379).
- [3-150] Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern, Empfehlung der Entsorgungskommission, aktualisierte Fassung vom 07.09.2023.
- [3-151] Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Empfehlung der Entsorgungskommission vom 09.12.2021 (BAnz AT 19.08.2022 B4).
- [3-152] ESK-Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle, Empfehlung der Entsorgungskommission vom 03.03.2022.
- [3-250] Radiologische Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei Ereignissen mit Freisetzungen von Radionukliden, Empfehlung der Strahlenschutzkommission vom 13/14.02.2014 (BAnz AT 18.11.2014 B5), mit der Anlage „Verwendung von Jodtabletten zur Jodblockade der Schilddrüse bei einem kerntechnischen Unfall“, Empfehlung der Strahlenschutzkommission vom 24./25. Februar 2011.
- [3-253] Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen, Empfehlung der Strahlenschutzkommission vom 19./20. Februar 2015 (BAnz AT 04.01.2016 B4).
- [3-255] Langfristige Sicherung der Kompetenz auf dem Gebiet der Strahlenforschung und -anwendung in Deutschland – Wichtigste wissenschaftliche Disziplinen und Hauptakteure in der Forschung vom 9. Juni 2021 (BAnz AT 05. Mai 2022 B5)
- [3-256] Exposition durch Radon im Zusammenhang mit radioaktiven Altlasten vom 28./ 29. März 2022.
- [3-257] Schutzstrategien bei Nuklearwaffeneinsatz - Schutzwirkungen von Iodblockade und partikelfiltrierenden Halbmasken vom 29. März 2022.
- [3-258] Strahlennotfallmedizin Handbuch für die medizinische Versorgung und Ausbildung vom 28. August 2022.
- [3-259] Grundlagen zur Begründung von Grenzwerten der Strahlenexposition für die Bevölkerung vom 8. Mai 2023.
- [3-260] Langfristige Sicherung und Ausbau der Kompetenz auf dem Gebiet der Strahlenforschung und -anwendung in Deutschland – Maßnahmenkatalog Kompetenzerhalt vom 11./12. September 2023.

- [3-261] Medizinisches Management von Strahlennotfällen – Voraussetzungen und Organisation vom 11./12. September 2023.
- [3-262] Schutzstrategien bei Nuklearwaffeneinsatz - Verwendung von Atemschutzmasken zum Schutz der Bevölkerung bei Explosion nuklearer Waffen (revidierte Fassung) vom 12. September 2023.
- [3-263] Risikoabschätzung für Hautkrebs durch ionisierende Strahlung vom 7./8. Dezember 2023.
- [3-264] Empfohlene Forschungsbereiche, -felder und -themen für eine in die Zukunft gerichtete anwendungsorientierte Grundlagenforschung im Strahlenschutz vom 7./8. Dezember 2023.
- [3-350] Rahmenempfehlungen für die Planung von Notfallschutzmaßnahmen durch Betreiber von Kernkraftwerken, Empfehlung der Strahlenschutzkommission und der Reaktor-Sicherheitskommission, verabschiedet in der 242. Sitzung der SSK am 1./2. Juli 2010 und in der 429. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission am 14. Oktober 2010, ersetzt durch Fassung von 2014 (BANz AT 13.05.2015 B5).
- [3-351] ESK-Leitlinien für die Konditionierung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (Konditionierungsleitlinien), Empfehlung der Entsorgungskommission vom 10. Dezember 2020 mit Bekanntmachung vom 31. August 2021 (BANz AT 29.09.2021 B4).
- [3-352] Berechnungsgrundlage für die Dosisabschätzung bei der Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen vom 20. Dezember 2022 (BANz AT 30.12.2022 B15).

4 Empfehlungen der SSK und ESK

Die einzelnen Empfehlungen und Stellungnahmen der SSK und ESK können unter www.ssk.de bzw. www.entsorgungskommission.de unter „Beratungsergebnisse“ heruntergeladen werden.

- [4-4] Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Empfehlung der Entsorgungskommission vom 05.11.2020.
- [4-6] Übersicht über Maßnahmen zur Verringerung der Strahlenexposition nach Ereignissen mit nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Maßnahmenkatalog):
Teil 1: Auswahl von Maßnahmen
Teil 2: Hintergrundinformationen, Theorie und Anwendungsbeispiele
Teil 3: Behandlung und Entsorgung kontaminierter landwirtschaftlicher Produkte verabschiedet in der 200. Sitzung der SSK am 30.06./01.07.2005.
Überarbeitung des Maßnahmenkatalogs 1 und 2 sowie Integrierung des Teils 3 verabschiedet in der 220. Sitzung der SSK am 05./06.12.2007, veröffentlicht in der Reihe „Berichte der Strahlenschutzkommission“, Heft 60 (2010).
- [4-11] ESK-Stresstest für Anlagen und Einrichtungen der Ver- und Entsorgung in Deutschland:
Teil 1: Anlagen der Brennstoffversorgung, Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle, Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente, Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 14.03.2013;
Teil 2: Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle, stationäre Einrichtungen zur Konditionierung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle, Endlager für radioaktive Abfälle, Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 18.10.2013 (revidierte Fassung).
- [4-11a] Langzeitsicherheitsnachweis für das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM), Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 31.01.2013.
- [4-13] Stand der Vorbereitungen hinsichtlich der Bereitstellung radioaktiver Abfallgebinde für das Endlager Konrad, Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 02.07.2014.
- [4-14] Rückführung verglaster Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im europäischen Ausland – Aufbewahrung der verglasten Abfälle in Standortzwischenlagern aufgrund der Änderung des Atomgesetzes am 01.01.2014 (§ 9a Absatz 2a AtG), Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 30.10.2014.
- [4-16] Umsetzung der ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 07.05.2015.

- [4-16a] Umsetzung der ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 07.09.2018.
- [4-17] Leitlinie zum sicheren Betrieb eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle, Empfehlung der Entsorgungskommission vom 10.05.2023.
- [4-18] Anforderungen an Endlagergebäude zur Endlagerung Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle, Empfehlung der Entsorgungskommission, redaktionell überarbeitete Fassung vom 20.01.2017.
- [4-19] Endlagerforschung in Deutschland: Anmerkungen zu Forschungsinhalten und Forschungssteuerung, Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 12.05.2016.
- [4-20] Verlängerte Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und sonstiger hochradioaktiver Abfälle in Abhängigkeit von der Auswahl des Endlagerstandorts. Positionspapier der Entsorgungskommission (ESK) vom 23.03.2023.
- [4-22] Leitlinie zum Schutz von Endlagern gegen Hochwasser, Empfehlung der Entsorgungskommission vom 06.12.2018.
- [4-23] Diskussionspapier zur Endlagerung von Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen, abgereichertem Uran aus der Urananreicherung, aus der Schachtanlage Asse II rückzuziehenden Abfällen und sonstigen Abfällen, die nicht in das Endlager Konrad eingelagert werden können, an einem Endlagerstandort, Diskussionspapier der Entsorgungskommission vom 12.05.2016.
- [4-30] Sicherheitskonzeptionelle Anforderungen an das Barrierensystem eines Endlagers für hoch radioaktive Abfälle und deren Umsetzbarkeit, Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 21. Februar 2019.
- [4-31] Sicherheitstechnische und logistische Anforderungen an ein Bereitstellungslager für das Endlager Konrad, Stellungnahme der Entsorgungskommission vom 26. Juli 2018.
- [4-32] Harmonisierung von Meldekriterien für Vorkommnisse mit radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Empfehlung der Entsorgungskommission vom 01.03.2018.
- [4-33] Abgeleitete Richtwerte für Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei Ereignissen mit Freisetzungen von Radionukliden, Empfehlung der Strahlenschutzkommission vom 24./25. Oktober 2019.
- [4-34] Zum 100 Grad Celsius Kriterium in § 27 (4) des Standortauswahlgesetzes. Stellungnahme der Entsorgungskommission (ESK) vom 12.05.2022.

5 Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA)

Nachfolgend sind die zitierten Regeln des Kerntechnischen Ausschusses [KTA 24] aufgeführt. Eine vollständige Übersicht aller KTA-Regeln (Stand 1. Februar 2023) kann unter www.kta-gs.de eingesehen bzw. heruntergeladen werden.

- [KTA 1201] KTA 1201 - Anforderungen an das Betriebshandbuch, November 2015
- [KTA 1301.1] KTA 1301.1 - Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken; Teil 1: Auslegung, November 2022
- [KTA 1401] KTA 1401 - Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung, November 2017
- [KTA 1402] KTA 1402 - Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken, November 2017
- [KTA 1404] KTA 1404 - Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken, Dezember 2023
- [KTA 2101.1] KTA 2101.1 - Brandschutz in Kernkraftwerken; Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes, November 2015
- [KTA 2101.2] KTA 2101.2 - Brandschutz in Kernkraftwerken; Teil 2: Brandschutz an baulichen Anlagen, November 2015
- [KTA 2101.3] KTA 2101.3 - Brandschutz in Kernkraftwerken; Teil 3: Brandschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen, November 2015
- [KTA 3303] KTA 3303 - Wärmeabfuhrsysteme für Brennelementlagerbecken von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren, November 2015

[KTA 3602] KTA 3602 - Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren, November 2003

(e) Weitere zitierte Unterlagen

- [ABE 00] J. Abele, Kernkraft in der DDR – Zwischen nationaler Industriepolitik und sozialistischer Zusammenarbeit 1963-1990, Berichte und Studien Nr. 26, Herausgegeben vom Hannah-Arendt-Institut für Totalitarismusforschung e. V. an der Technischen Universität Dresden, 2000.
- [ANT 78] Antarktisvertrag BGBl. 1978 II S. 1517; UNTS Vol. 402 S. 71.
- [BASE 23] Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz.
- [BASE 23b] Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), Ein Endlager für hochradioaktive Abfälle – generationenübergreifende Sicherheit, Stellungnahme zur ersten zeitlichen Betrachtung des Standortauswahlverfahrens der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, GZ: PB - BASE - BASE23100/01#0001, Berlin 23. Februar 2023.
- [BASE 24] Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2022, Base-N-01/23, Salzgitter, August 2023
urn:nbn:de:0221-2023071338507
- [BfS 02] Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Erfassung und Bewertung bergbaulicher Umweltradioaktivität, Ergebnisse des Projektes Altlastenkataster, Salzgitter, 2002.
- [BfS 14] Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Kriterienbericht Zwischenlager – Kriterien zur Bewertung potenzieller Standorte für ein übertägiges Zwischenlager für die rückgeholten radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II, Salzgitter, 10. Januar 2014.
- [BfS 14a] Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle, Endlagerungsbedingungen – Endlager Konrad, Stand: Dezember 2014, Salzgitter, SE-IB-29/08-REV-2, 2014.
- [BfS 16a] Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Parameterstudie zur Simulation von Ableitungen und Freisetzungen eines übertägigen Zwischenlagers für die rückgeholten Abfälle aus der Schachanlage Asse II, Salzgitter, 08.04.2016.
- [BfS 20] Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Jahresbericht 2020 (Gesamtbericht).
- [BGE 20] Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), Plan zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II – Rückholplan, 19. Februar 2020, URL: www.bge.de/de/asse/wesentliche-unterlagen/rueckholungsplanung
- [BGE 22a] Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), Konzept zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung. Peine, 2022.
- [BGE 22b] Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), Methodenbeschreibung zur Durchführung der repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen gemäß Endlagersicherheitsuntersuchungsverordnung. Peine, 2022.
- [BGE 22c] Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE), Zeitliche Betrachtung des Standortauswahlverfahrens aus Sicht der BGE. Peine, 2022.
- [BGZ 22] BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH, Zwischenlagerung weitergedacht – Das Forschungsprogramm der BGZ, April 2022.
- [BMU 10] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle, 30. September 2010.
- [BMU 15] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (Nationales Entsorgungsprogramm), August 2015.
- [BUN 20] Deutscher Bundestag, Konzept zur Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung für die nukleare Sicherheit, vom 26. August 2020, Drucksache 19/22253 vom 1. September 2020

- [BUN 79] Deutscher Bundestag, Bericht der Bundesregierung zur Entsorgung der Kernkraftwerke und anderer kerntechnischer Einrichtungen, Drucksache 11/1632 vom 28. September 1979.
- [DDR 59] Anordnung über die Errichtung der Zentrale für radioaktive Rückstände und Abfälle vom 1. April 1959, Gesetzblatt der Deutschen Demokratischen Republik, Jahrgang 1959, Teil II, Nr. 9, S. 125-126, Ausgabetag: 27. April 1959.
- [DIN 25403] Kritikalitätssicherheit bei der Verarbeitung und Handhabung von Kernbrennstoffen – Teil 1: Grundsätze, DIN 25403-1, Dezember 2013.
- [DIN 25478] Einsatz von Berechnungssystemen beim Nachweis der Kritikalitätssicherheit; Beiblatt 1: Erläuterungen, September 2012.
- [DIN 25712] Kritikalitätssicherheit unter Anrechnung des Brennstoffabbrands bei Transport und Lagerung bestrahlter Leichtwasserreaktor-Brennelemente in Behältern, April 2015.
- [GG 49] Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 19. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2478) geändert worden ist.
Hinweise:
- geändert bezüglich Kernenergie durch Gesetz vom 23. Dezember 1959, betreffend Artikel 74 Nr. 11a und 87c (BGBl. I S. 813), erneut geändert bezüglich Kernenergie durch Gesetz vom 28. August 2006 betreffend Artikel 73, 74 und 87c (BGBl. I S. 2034).
 - Verlagerung des Gebietes Kernenergie in die ausschließliche Gesetzgebungskompetenz des Bundes.
- [IAEA 04] Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources, IAEA/CODEOC/2004, Wien, 2004.
- [IAEA 06a] Fundamental Safety Principles – Safety Fundamentals, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, Wien, November 2006.
- [IAEA 06b] Dangerous quantities of radioactive material (D-values), EPR-D-VALUES 2006, August 2006.
- [IAEA 09a] Classification of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-1, Wien, November 2009.
- [IAEA 09b] Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 5, Wien, Mai 2009.
- [IAEA 14] Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, Wien Juli 2014.
- [IAEA 18] Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2018 Edition, IAEA Safety Standards Series No. SSR-6 (Rev.1), Wien, Juni 2018.
- [IAEA 20] Storage of Spent Nuclear Fuel, IAEA Safety Standards Series No. SSG-15 (Rev. 1), Wien, Dezember 2020.
- [IAEA 22a] Core Management and Fuel Handling for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. SSG-73, Wien, September 2022.
- [IAEA 22b] Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation (ARTEMIS), Follow-Up Mission to Germany, Köln, 6. bis 12. November 2022, URL: https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/review-missions/final_report_artemis_fu_germany.pdf
- [IAEA 22c] Report of the integrated regulatory review service (IRRS), Follow-Up Mission to Germany, Bonn, 10. bis 16. Oktober 2023, URL: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/irrs_follow-up_mission_final_report_bf.pdf
- [ICRP 07] ICRP Publication 103 (Annals of the ICRP Vol. 37 No. 2-4, 2007), The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.
- [KTA 22] Kerntechnischer Ausschuss, KTA-Jahresbericht 2022, 1. Januar 2022 bis 31. Dezember 2022. ISSN 0942-5969. Salzgitter, Februar 2023.
- [KTA 24] KTA Website, Stand Januar 2024, URL: www.kta-gs.de
- [KOM 16] Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe – Abschlussbericht: Ein faires und transparentes Verfahren für die Auswahl eines nationalen Endlagerstandortes, 5. Juli 2016.

- [LIE 00] P. Liewers, J. Abele, G. Barkleit, Zur Geschichte der Kernenergie in der DDR, Verlag Peter Lang GmbH, 2000.
- [LIN 56] Vereinbarung über den Durchflug im internationalen Linienverkehr (BGBl. 1956 II S. 442).
- [MOS 57] Vertrag vom 27. Oktober 1956 über die Schiffbarmachung der Mosel (BGBl. 1956 II S. 1837, 1957 II S. 2).
- [RHE 69] Revidierte Rheinschifffahrtsakte vom 17. Oktober 1868 in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. März 1969 (BGBl. 1969 II S. 597).
- [SSK 04a] „Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Notfällen“, Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Heft 37 (2004).
- [SSK 04b] „Erläuterungsbericht zum Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Notfällen“, Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Heft 38 (2004).
- [SSK 13] „Kriterien für die Alarmierung der Katastrophenschutzbehörde durch die Betreiber kerntechnischer Einrichtungen“, Gemeinsame Empfehlung der Reaktor-Sicherheitskommission und der Strahlenschutzkommission; Verabschiedet in der 366. Sitzung der RSK am 16. Oktober 2003 und in der 186. Sitzung der SSK am 11./12. September 2003; Ergänzung verabschiedet in der 453. Sitzung der RSK am 13. Dezember 2012 und der 260. Sitzung der SSK am 28. Februar 2013.
- [SZS 65] „Richtlinie für die Erfassung radioaktiver Abfälle“, Mitteilungen der Staatlichen Zentrale für Strahlenschutz, 2. Jahrgang (1965) Nr. 3, 7 S.
- [UNCLOS 94] Gesetz zu dem Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen vom 10. Dezember 1982 (BGBl. 1994 II S. 1798).
- [WENRA 14] WENRA Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD): Report Radioactive Waste Disposal Facilities Safety Reference Levels, 22 December 2014.
- [WENRA 18] WENRA Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD): Report Radioactive Waste Treatment and Conditioning Safety Reference Levels, April 2018.
- [WENRA 24a] WENRA Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD): Report Decommissioning Safety Reference Levels – Version 2.3, January 2024.
- [WENRA 24b] WENRA Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD): Report Waste and Spent Fuel Storage Safety Reference Levels – Version 2.3, January 2024.

Zusätzlicher Bericht zu den Sanierungstätigkeiten der Wismut GmbH

WISMUT-Anhang

zum

Bericht der Bundesregierung für die achte Überprüfungskonferenz zum Gemeinsamen Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung bestrahlter Brennelemente und die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle (Joint Convention), August 2024

1. Das WISMUT-Sanierungsprojekt: Ausgangspunkt und Umfang

Seit über 30 Jahren saniert das Bundesunternehmen Wismut GmbH die Hinterlassenschaften der Urangewinnung der ehemaligen Sowjetisch-Deutschen Aktiengesellschaft (SDAG) Wismut. Diese hatte – unter Berücksichtigung der Aktivitäten ihres Vorgängers SAG Wismut – im Osten Deutschlands von 1946 bis Ende 1990 insgesamt ca. 220.000 t Uran gewonnen. Damit war die DDR in diesem Zeitraum weltweit viertgrößter Uranproduzent. Zu den Hinterlassenschaften der SDAG Wismut gehörten 32 km² Betriebsflächen, fünf Uranbergwerke mit insgesamt ca. 1.500 km offenen Grubenbauen, ein Tagebaurestloch mit einem offenen Volumen von 84 Mio. m³, 48 Halden mit einem Volumen an schwachradioaktiven Gesteinen von ca. 311 Mio. m³, vier Absetzbecken, in denen insgesamt 160 Mio. m³ radioaktiver Schlämme lagerten sowie zwei Aufbereitungsfabriken für Uranerz.

Die Standorte der WISMUT-Sanierung reichen von Königstein im Osten des Freistaates Sachsens über Dresden-Gittersee, Schlema-Alberoda und Pöhla bis nach Crossen im Westen des Freistaates. Im Freistaat Thüringen gehören die Standorte Ronneburg und Seelingstädt dazu. Einzelheiten zur Situation nach Einstellung der Urangewinnung in Sachsen und Thüringen, zur Dimension des WISMUT-Projektes, zu strahlenschutzrechtlichen Grundsätzen des Projektes und zu den Sanierungstechnologien wurden bereits in den Berichten der vorhergehenden Überprüfungskonferenzen umfassend dargestellt.

Mit dem Sanierungsprogramm (SP) 2020 wurden die verbleibenden Sanierungsaufgaben einschließlich Langzeitaufgaben im Zeithorizont 2020 bis 2050 auf Basis des im Jahre 2020 erreichten Standes inhaltlich und finanziell neu bewertet.

2. Stand der Sanierung

Die Sanierung der Hinterlassenschaften des Uranerzbergbaus an den WISMUT-Standorten konnte im Berichtszeitraum erfolgreich fortgesetzt werden. Für das Gesamtprojekt sind auf Basis des SP 2020 durch die Bundesrepublik Deutschland finanzielle Mittel in Höhe von etwa 8,9 Mrd. Euro bereitzustellen. Davon werden bis Ende 2023 rund 7,1 Mrd. Euro an Zuwendungen in Anspruch genommen.

Untertägige Sanierung

Die untertägigen Sanierungsarbeiten sind nahezu abgeschlossen. Mit Abschluss der Verwahrung von Schacht 208 in Schlema-Alberoda wird in 2023 die letzte planmäßige Verwahrung einer Tageöffnung abgeschlossen werden. Im Mittelpunkt der noch erforderlichen Arbeiten stehen die Schaffung und Erhaltung von Wetterwegen sowie die Nachverwahrung von Schächten.

Haldensanierung

Die Halden an den Standorten Dresden-Gittersee und Pöhla sind vollständig saniert. In Schlema-Alberoda sind alle nicht mehr bewirtschafteten Halden saniert. Am Standort Ronneburg ist die Umlagerung der Halden in das Tagebaurestloch Lichtenberg abgeschlossen. Der entstandene Verfüllkörper ist vollständig abgedeckt und rekultiviert. Der Wasser- und Wegebau ist ebenfalls abgeschlossen.

Die Profilierung und Abdeckung der Halde 371 am Standort Schlema-Alberoda und der Halde Schlüsselgrund am Standort Königstein wurden fortgesetzt. Im Rahmen der Bewirtschaftung beider Halden werden Rückstände aus der Behandlung schadstoffbelasteter Gruben-, Halden- und Sickerwässer noch für mehrere Jahrzehnte eingelagert. Die für die Einlagerung beanspruchten Flächen (ca. 5 % der Gesamtfläche der Halde 371; ca. 20 % der Gesamtfläche der Halde Schlüsselgrund) werden erst nach Einstellung der Wasserbehandlung an den Standorten final abgedeckt. Nach heutiger Kenntnis ist dies nicht vor 2050 zu erwarten.

Rückbau von Anlagen, Flächensanierung und Sanierung der industriellen Absetzanlagen

Im Berichtszeitraum wurden die Arbeiten zur Flächensanierung kontinuierlich fortgesetzt. Der weitere Rückbau von Anlagen erfolgte in geringem Umfang. Schwerpunkt der Arbeiten war erneut die Sanierung der industriellen Absetzanlagen (IAA). Fakten zum Fortschritt der Sanierung im Berichtszeitraum sind in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Vergleich ausgewählter Kennziffern zum Stand der Sanierung

Sanierungsgegenstand	Ende 03/2020		Ende 03/2023	
	absolut	relativ ¹⁾	absolut	relativ ¹⁾
Abgeworfene Grubenbaue	1.468 km	100 %	1.468 km	100 %
Verwahrte Schächte/Tagesöffnungen	1,4 Mio. m ³	100 %	1,4 Mio. m ³	100 %
Verfüllte Grubenbaue	245.000 m ³	99 %	247.000 m ³	100 %
Materialumlagerung auf IAA	25,1 Mio. m ³	73 %	30,4 Mio. m ³	86 %
Endabdeckung IAA	6,5 Mio. m ³	61 %	8,6 Mio. m ³	73 %
Material aus Rückbau von Anlagen	1,3 Mio. m ³	94 %	1,3 Mio. m ³	94 %
Sanierte Betriebsflächen	1.195 ha	88 %	1.204 ha	89 %

¹⁾ bezogen auf die Gesamtaufgabe WISMUT-Sanierung.

Flutung der Gruben und Wasserbehandlung

Die Flutung der Grube Pöhla wurde bereits 1995 abgeschlossen, die Zulassung des Dauerbetriebs der umgebauten WBA Pöhla liegt seit 2022 vor.

In Dresden-Gittersee endete die Flutung mit Inbetriebnahme des „WISMUT-Stollens“ im Jahr 2014. In diesem Kontext konnte auch die dortige Grubenwasserbehandlungsanlage außer Betrieb genommen und rückgebaut werden.

In Ronneburg und Schlema-Alberoda ist das Grubenwassermanagement auf die langzeitliche Bewirtschaftung eines tagesnahen Arbeitsspeichers des jeweiligen Flutungswasserkörpers gerichtet, auch mit Blick auf die Optimierung des Betriebs der jeweiligen Wasserbehandlungsanlage. In Ronneburg arbeitet die Wasserbehandlungsanlage mit erhöhter Kapazität (850 m³/h) seit September 2011 störungsfrei. In Schlema-Alberoda erfordern die hohe Gesamtmenge des zu behandelnden

Wassers (in Nassjahren bis ca. 1.000 m³/h) und die hohe Schadstoffkonzentration in den Rückständen der Wasserbehandlung beträchtliche technische und wirtschaftliche Aufwendungen.

Die Grube Königstein, in der Uran mit Hilfe der chemischen Untertagelaugung gewonnen wurde, ist zu etwa zwei Dritteln (Teilbereich I) geflutet. Der ursprünglich beantragte Einstau bis zum natürlichen Endstand bei ca. 190 m NN ist behördenseitig bislang nicht genehmigt. Geplant ist nunmehr, den Teilbereich II der Grube schrittweise mit entsprechenden Haltephasen zu fluten, unterstützt durch die Injektion einer reaktiven Lösung in die teilgeflutete Grube. Ein diesbezüglich erster Schritt, der den Einstau um weitere 10 m auf 150 m NN vorsieht, wurde 2022 behördlich zugelassen und wird gegenwärtig umgesetzt.

In den Wasserbehandlungsanlagen der Standorte Seelingstädt und Crossen werden die Sicker- und Porenwässer aus den dortigen industriellen Absetzanlagen behandelt. Am Standort Crossen wurde 2021 eine neue Wasserbehandlungsanlage in Betrieb genommen, welche die überdimensionierte Altanlage ersetzt.

3. Darstellung ausgewählter Sanierungsergebnisse

In den zurückliegenden Berichten wurden bereits beispielhaft die Fortschritte bei der Sanierung zur Verbesserung der Umweltsituation sowie Nachnutzungen von Sanierungsobjekten dargestellt. Schwerpunkte der Sanierungstätigkeit im Berichtszeitraum waren die Sanierung der industriellen Absetzanlagen Culmitzsch und Helmsdorf (s. Abb. 1), die Verwahrung von Schacht 208 in Aue-Bad Schlema als letztem Tagesschacht der Wismut (s. Abb. 2) sowie der Um- bzw. Neubau der Wasserbehandlungsanlagen in Königstein und Helmsdorf (s. Abb. 3). Nach dem Entfall der Prozessstufe zur Uranentsorgung in Königstein erfolgte im Juni 2021 der letzte Transport von Urankonzentrat der WISMUT (s. Abb. 4).

Abb. 1: Der letzte Drainagedocht wurde 2021 im Becken A der industriellen Absetzanlage Culmitzsch eingebracht (Bildrechte: Wismut GmbH)



Abb. 2: Mit dem Schacht 208 wurde 2023 der letzte Tagesschacht verwahrt (Bildrechte: Wismut GmbH)



Abb. 3: Die neu errichtete Wasserbehandlungsanlage in Helmsdorf reinigt in Zukunft alle anfallenden kontaminierten Wässer der Absetzanlage (Bildrechte: Wismut GmbH)



Abb. 4: Letzter Transport von Urankonzentrat vom Standort Königstein der Wismut GmbH, Juni 2021 (Bildrechte: Wismut GmbH)



4. Langzeitaufgaben und Ausblick

Die Langzeitaufgaben der WISMUT und ihre zeitliche Staffelung wurden bereits in den Berichten zur dritten, vierten und fünften Überprüfungsconferenz ausführlich dargestellt. Zu den zum Teil schon in Angriff genommenen Aufgaben gehören:

- Kontrolle, Reparatur, Wartung und Instandhaltung von Abdeckungen,
- Behandlung von Flutungs- und Sickerwässern,
- Sicherung von tagesnahen Grubenbauen,
- Beseitigung von Bergschäden,
- Langzeit-Umweltmonitoring und
- Erhalt und Pflege der Sanierungsdokumentation.

Für die Bewahrung des Know-hows der WISMUT-Sanierung und die effiziente Fortführung des Daten- und Informationsmanagements (u. a. im Rahmen des Langzeitmonitorings und für die langzeitliche Wahrnehmung der institutionellen Kontrolle) wurden die Arbeiten der Abteilung Informationsmanagement fortgeführt.

Mit der Neubewertung des Sanierungsprogramms im Jahr 2020 wurden die erforderlichen Zeiträume und die notwendigen finanziellen Mittel für die abschließende Bearbeitung des Sanierungsauftrages der WISMUT präzisiert. Der Abschluss der Kernsanierungsarbeiten soll nach aktuellem Kenntnisstand im Jahr 2028 erfolgen.

