

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Bericht der Bundesregierung für die 10. Überprüfungstagung zum Übereinkommen über nukleare Sicherheit im April 2026

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einführung	14
Zusammenfassung	16
6 Vorhandene Kernanlagen	19
Überblick zu den Kernanlagen.....	19
Verfügbarkeit der Kernanlagen.....	22
Forschungsreaktoren	23
Weitere kerntechnische Einrichtungen	26
Überblick über wichtige Sicherheitsthemen einschließlich ausgewählter Ereignisse.....	27
Sicherheitstechnische Empfehlungen der Reaktor- Sicherheitskommission (RSK).....	28
Programme und Maßnahmen für eine kontinuierliche Verbesserung der Sicherheit	28
Forschung zur Sicherheit der Kernanlagen	29
Aktivitäten des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN)	30
Umsetzung der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“	30

	Seite
7	Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug 31
7 (1)	Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug 31
	Das System der atom- und strahlenschutzrechtlichen Regulierung in Deutschland..... 31
	Verfassungsrechtlicher Rahmen..... 31
7 (2i)	Sicherheitsvorschriften und -regelungen 32
	Innerstaatliche Sicherheitsvorschriften und -regelungen 32
7 (2ii)	Genehmigungssystem 42
	Allgemeine Bestimmungen..... 42
	Atomrechtliche Genehmigungsverfahren 43
	Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)..... 44
	Genehmigungsentscheidung 45
7 (2iii)	Behördliche Prüfung und Beurteilung (Aufsicht) 45
7 (2iv)	Durchsetzung von Vorschriften und Bestimmungen 47
	Durchsetzung mittels aufsichtlicher Anordnungen, insbesondere in Eilfällen..... 47
	Durchsetzung mittels Änderung oder Widerruf der Genehmigung..... 47
	Verfolgung von Verstößen gegen atomrechtliche Vorschriften 47
	Erfahrungen..... 48
8	Staatliche Stelle 49
8 (1)	Behörden, Gremien und Organisationen 49
	Zusammensetzung der staatlichen Stelle 49
	Verteilung der Zuständigkeiten der staatlichen Stelle..... 50
	Gemeinsames Verständnis der regulatorischen atomrechtlichen Aufsicht 53
	Zusammenarbeit der Bundes- und Landesbehörden (staatliche Stelle) – Länderausschuss für Atomkernenergie (LAA)..... 53
	Organisation und personelle Ausstattung der Behörden des Bundes und der Länder..... 54
	Kompetenz der Mitarbeitenden der staatlichen Stelle..... 57
	Finanzielle Ressourcen 60
	Managementsysteme 61
	Unterstützung durch Bundesämter, Beratungskommissionen und Sachverständige 62
	Integrated Regulatory Review Service (IRRS) Mission 2019 und Follow-Up 2023 64
8 (2)	Aufgabentrennung bei Überwachung und Nutzung der Atomenergie 64
	Verwirklichung in Deutschland 65
	Berichterstattung der staatlichen Stelle..... 65

		Seite
9	Verantwortung des Genehmigungsinhabers	67
	Gesetzliche und regulatorische Anforderungen	67
	Umsetzung und Maßnahmen der Genehmigungsinhaber	68
	Behördliche Überprüfung	70
10	Vorrang der Sicherheit.....	72
	Gesetzliche und regulatorische Anforderungen	72
	Umsetzung und Maßnahmen des Genehmigungsinhabers.....	73
	Behördliche Überprüfung	74
	Interne Maßnahmen der Behörden zum Vorrang der Sicherheit	76
11	Finanzmittel und Personal	78
11 (1)	Finanzmittel – gesetzliche und regulatorische Anforderungen	78
	Behördliche Überprüfung	79
11 (2)	Personal und Personalqualifikation	80
	Verantwortliches Personal	81
	Sonstiges Personal	81
	Simulatoren	82
	Wissenserhalt	82
	Aufsicht.....	82
12	Menschliche Faktoren.....	84
	Gesetzliche und regulatorische Anforderungen	84
	Berücksichtigung menschlicher und organisatorischer Faktoren in der Auslegung und bei der Änderung von Kernanlagen	86
	Gestaltung des Erfahrungsrückflusses bezüglich menschlicher und organisatorischer Faktoren.....	87
	Selbstbewertung von Management und Organisation der Genehmigungsinhaber	88
	Behördliche Überprüfung	88
13	Qualitätssicherung	90
	Gesetzliche und regulatorische Anforderungen	90
	Elemente des integrierten Managementsystems (IMS).....	91
	Behördliche Überprüfung	92
	Langfristige Gewährleistung der Produktqualität	93

		Seite
14	Bewertung und Nachprüfung der Sicherheit.....	94
14 (i)	Bewertung der Sicherheit.....	94
	Anforderungen an Sicherheitsbewertungen in Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren.....	94
	Sicherheitsbewertungen im Aufsichtsverfahren.....	96
	Zehnjährliche Sicherheitsüberprüfung (SÜ)	97
	Durchgeführte Sicherheitsbewertungen	98
	Durchgeführte Nachrüstungen und Verbesserungen sowie laufende Aktivitäten.....	99
	Behördliche Überprüfung	99
14 (ii)	Nachprüfung der Sicherheit.....	100
	Regulatorische Anforderungen	100
	Regelmäßige Sicherheitsnachweise des Genehmigungsinhabers.....	100
	Alterungsmanagement	101
	Maßnahmen für interne Überprüfungen der Genehmigungsinhaber	102
	Überprüfungen im Rahmen der staatlichen Aufsicht.....	102
	Umsetzung der „Vienna Declaration on Nuclear Safety	105
15	Strahlenschutz	106
	Überblick zum Regelwerk	106
	Regulatorische Grundlagen.....	106
	Ergebnisse der Umsetzung der Strahlenschutzmaßnahmen durch den Genehmigungsinhaber	114
	Fortschritte und Veränderungen.....	120
16	Notfallvorsorge	121
	Struktur des rechtlichen und administrativen Rahmens für die Notfallvorsorge.....	121
16 (1)	Notfallvorsorge, Notfallpläne	122
	Gesetzliche und regulatorische Anforderungen	122
	Aufgaben und Zuständigkeiten	124
	Alarmierung und Notfallpläne	127
	Lagebeurteilung	129
	Maßnahmen außerhalb der Anlage	131
	Maßnahmen innerhalb der Anlage	136
	Übungen.....	136
	Behördliche Überprüfung	139
16 (2)	Information der Bevölkerung und der Nachbarstaaten	139
	Information der Bevölkerung.....	139

	Seite
	Information der Bevölkerung im Rahmen der Notfallvorsorge 139
	Information der Bevölkerung im Notfall 139
	Information der Nachbarstaaten 140
16 (3)	Notfallvorsorge bei Vertragsparteien ohne Kernanlagen 141
	Fortschritte und Veränderungen seit 2022 141
17	Standortwahl 143
17 (i)	Standortbewertung 143
	Vorgehensweisen und Kriterien bei der Standortwahl 143
	Auslegung gegen zivilisatorische und naturbedingte Einwirkungen von außen 144
	Behördliche Maßnahmen 146
17 (ii)	Bewertung der mutmaßlichen Auswirkungen der Anlage auf die Umgebung 147
	Konventionelle Auswirkungen der Anlage auf die Umgebung 147
	Radiologische Auswirkungen beim Betrieb der Anlage und bei Störfällen 148
	Umsetzung der Anforderungen im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren 148
17 (iii)	Neubewertung der standortspezifischen Gegebenheiten 148
	Maßnahmen zur Neubewertung 148
	Behördliche Bewertungen und Aktivitäten 149
17 (iv)	Konsultationen mit Nachbarstaaten 149
	Internationale Abkommen und europäisches Recht 149
	Bilaterale Abkommen mit Nachbarstaaten 149
	Umsetzung der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“ 150
18	Auslegung und Bau 151
18 (i)	Umsetzung des gestaffelten Sicherheitskonzepts 151
	Überblick 151
	Umsetzung 151
	Verbesserungen in der Anlagentechnik aufgrund deterministischer und probabilistischer Bewertungen seit 2022 154
	Behördliche Überprüfungen und Überwachung 154
18 (ii)	Eignung und Bewährung der eingesetzten Technologien 155
	Gesetzliche und regulatorische Anforderungen für den Einsatz von betriebsbewährten oder ausreichend geprüften Technologien 155

	Seite
	Maßnahmen zur Einführung bewährter Technologien..... 155
	Analysen, Tests und experimentelle Methoden für die Qualifizierung eingesetzter Technik und neuer Technologien..... 156
	Behördliche Überprüfungen und Überwachung 156
18 (iii)	Auslegung für einen zuverlässigen, stabilen und einfach zu handhabenden Betrieb der Anlage..... 157
	Überblick über die regulatorischen Grundlagen 157
	Personalqualifikation 157
	Integritätskonzept..... 157
	Von den Genehmigungsinhabern eingeführte Maßnahmen und technische Verbesserungen 158
	Überwachung und Kontrolle durch die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden 158
	Umsetzung der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“ 158
19	Betrieb..... 159
19 (i)	Erstgenehmigung 159
	Sicherheitsanalyse..... 160
	Inbetriebsetzungsprogramm..... 160
	Begleitende Kontrolle bei der Errichtung 160
	Behördliche Aufsicht 160
19 (ii)	Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebs..... 160
	Gesetzliche und regulatorische Anforderungen 160
	Festlegung von Grenzwerten und Bedingungen 161
	Überprüfung und Überarbeitung von Grenzwerten und Bedingungen 161
	Behördliche Aufsicht 161
19 (iii)	Verfahren für Betrieb, Instandhaltung und Prüfungen 161
	Verfahren für den Betrieb 161
	Behördliche Aufsicht 163
19 (iv)	Vorgehensweisen bei betrieblichen Ereignissen und Störfällen..... 163
	Rechtliche und regulatorische Anforderungen..... 163
	Unterstellte Ereignisse: Störungen, Störfälle und Notfälle 164
	Behördliche Aufsicht 165
19 (v)	Ingenieurtechnische und technische Unterstützung 165
	Interne technische Unterstützung..... 165
	Externe technische Unterstützung..... 165
	Behördliche Aufsicht 165

	Seite
19 (vi) Meldung von sicherheitsrelevanten Ereignissen	166
Rechtliche und regulatorische Anforderungen.....	166
Meldekategorien	166
Ereignisstatistiken	167
INES-Einstufung.....	169
Behördliche Aufsicht	169
19 (vii) Austausch von Betriebserfahrung	169
Auswertung der Betriebserfahrung durch die Genehmigungsinhaber	170
Nationale und internationale Auswertung der Betriebserfahrung im Auftrag des BMUKN	170
Erfahrungsaustausch	171
Internationale Datenbanken	172
Behördliche Aufsicht	172
Behördliche Programme zum Erfahrungsaustausch	173
19 (viii) Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle.....	173
Lagerung bestrahlter Brennelemente	174
Behandlung, Konditionierung und Beseitigung radioaktiver Abfälle	175
Minimierung der Abfallmenge.....	175
Entsorgung	175
Freigabe.....	175
Umsetzung der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“	176
Anhang 1: Kernanlagen sowie Versuchs- und Demonstrationsreaktoren.....	177
Anhang 2: Forschungsreaktoren	181
Anhang 3: Sicherheitstechnische Auslegungsmerkmale, DWR und SWR.....	186

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 6-1	Kernanlagen im Sinne des Übereinkommens zur Stromerzeugung in Deutschland..... 21
Abbildung 6-2	Forschungsreaktoren in Deutschland..... 25
Abbildung 7-1	Nationale Regelwerkspyramide..... 33
Abbildung 8-1	Aufbau der staatlichen Stelle 49
Abbildung 8-2	Struktur Länderausschuss für Atomkernenergie..... 54
Abbildung 8-3	Organisation der Abteilung S im BMUKN 55
Abbildung 8-5	Prinzipielle Organisation einer Abteilung eines Landesministeriums für die Überwachung der Kernanlagen..... 56
Abbildung 15-1	Beispiel für die Ermittlung der Umweltradioaktivität auf Grundlage von Gamma-Ortsdosisleistungsmessungen 114
Abbildung 15-2	Mittlere Jahreskollektivdosen beruflich exponierter Personen der in Betrieb und Nachbetrieb befindlichen Kernanlagen pro Jahr und Anlage..... 115
Abbildung 15-3	Jährliche mittlere Ableitung radioaktiver Stoffe der in Betrieb befindlichen DWR und SWR mit der Fortluft..... 116
Abbildung 15-4	Jährliche mittlere Ableitung radioaktiver Stoffe der in Betrieb befindlichen DWR und SWR mit dem Abwasser..... 117
Abbildung 15-5	Exposition im Jahr 2023 in der Umgebung der in Betrieb befindlichen Kernanlagen durch Ableitungen mit der Fortluft..... 118
Abbildung 15-6	Mittlere Exposition in der Umgebung der in Betrieb befindlichen Kernanlagen durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft 118
Abbildung 15-7	Exposition im Jahr 2023 in der Umgebung der in Betrieb befindlichen Kernanlagen durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser..... 119
Abbildung 16-1	Struktur der Notfallvorsorge für Notfälle im Zusammenhang mit kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen..... 122
Abbildung 16-2	Organisation der Notfallvorsorge 125
Abbildung 16-3	Einsatzgebiete der Mess- und Probenahmedienste 131
Abbildung 19-1	Meldepflichtige Ereignisse aus Kernanlagen zur Stromerzeugung nach Art des Auftretens..... 168
Abbildung 19-2	Meldepflichtige Ereignisse aus Kernanlagen zur Stromerzeugung nach Betriebszuständen und Auswirkungen auf den Betrieb (Leistungsbetrieb, An- und Abfahren)..... 169
Abbildung 19-3	Mittlere Anzahl ungeplanter Reaktorschnellabschaltungen pro Anlage und Jahr 169

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 6-1	Mittlere Verfügbarkeiten der deutschen Kernanlagen..... 23
Tabelle 7-1	Rechtsverordnungen zu Schutz- und Vorsorgemaßnahmen bei Kernanlagen..... 36
Tabelle 8-1	Zuordnung der regulatorischen Funktionen zu den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden von Bund und Ländern 51
Tabelle 8-2	Zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder mit Kernanlagen im Sinne des Übereinkommens 53
Tabelle 15-1	Grenz- und Referenzwerte für Körperdosen nach StrlSchG und StrlSchV 107
Tabelle 16-1	Dosiswerte für frühe Schutzmaßnahmen 133
Tabelle 16-2	Planungsradien für frühe Schutzmaßnahmen in der Umgebung von Kernanlagen 134
Tabelle 19-1	Anzahl meldepflichtiger Ereignisse pro Jahr aus Kernanlagen zur Stromerzeugung nach Meldekategorien 167
Tabelle 19-2	Standortzwischenlager (SZL) für bestrahlte Brennelemente 174

Abkürzungsverzeichnis

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
AtG	Atomgesetz
AtGÄndG	Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes
AtSKostV	Kostenverordnung zum Atomgesetz und zum Strahlenschutzgesetz
AtSMV	Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
ATWS	Anticipated Transient Without Scram
AVT	All Volatile Treatment
AVR	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor Jülich
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (früher BfE)
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BE	Brennelement(e)
BfE	Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (heute BASE)
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
BGZ	Bundesgesellschaft für Zwischenlagerung mbH
BHB	Betriebshandbuch
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung (bis Mai 2025)
BMFTR	Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (seit Mai 2025)
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Juni 1986 bis Dezember 2013 und März 2018 bis Dezember 2021)
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Dezember 2013 bis März 2018)
BMUKN	Bundesministerium für Umwelt, Klimachutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (seit Mai 2025)
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Dezember 2021 bis Mai 2025)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (heute BMWK)
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (früher BMWi)
CBSS	Council of the Baltic Sea States
CNS	Convention on Nuclear Safety (Übereinkommen über nukleare Sicherheit)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DWR	Druckwasserreaktor
EGOE	Expert Group on Operating Experience der OECD/NEA
ELAN	Elektronische Lagedarstellung für den Notfallschutz

EN	Europäische Norm
EnBW	Energie Baden-Württemberg AG
EnKK	EnBW Kernkraftwerk GmbH
ENSREG	European Nuclear Safety Regulator Group
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
ESK	Entsorgungskommission
EU	Europäische Union
Euratom	Europäische Atomgemeinschaft
EURDEP	EUropean Radiological Data Exchange Platform
EVA	Einwirkungen von außen
EVI	Einwirkungen von innen
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FLAB	Flugzeugabsturz
GEA	Ganzheitliche Ereignisanalyse
gGmbH	Gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GfS	Gesellschaft für Simulatorschulung mbH
GG	Grundgesetz
GKN	Kernkraftwerk Neckarwestheim
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH
GVA	Gemeinsam Verursachte Ausfälle
HGF	Helmholtz-Gemeinschaft
HMN	Handbuch für mitigative Notfallmaßnahmen
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation (International Atomic Energy Agency)
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IfSG	Infektionsschutzgesetz
IMIS	Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität
IMS	Integriertes Managementsystem
INES	International Nuclear and Radiological Event Scale
INEX	International Nuclear Emergency Exercises
INFCIRC	Information Circular
IRMIS	International Radiation Monitoring Information System
IRRS	Integrated Regulatory Review Service
IRS	Incident Reporting System
ISO	International Organization for Standardization
Joint Convention	Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf
KFÜ	Kernkraftwerks-Fernüberwachungssystem
KHG	Kerntechnische Hilfsdienst GmbH

KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel
KKG	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld
KKE	Kernkraftwerk Emsland
KKI	Kernkraftwerk Isar
KKK	Kernkraftwerk Krümmel
KKP	Kernkraftwerk Philippsburg
KKU	Kernkraftwerk Unterweser
KOMFORT	Katalog zur Erfassung organisationaler und menschlicher Faktoren bei Inspektionen vor Ort
KRB	Kernkraftwerk Gundremmingen
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
KWB	Kernkraftwerk Biblis
KWG	Kernkraftwerk Grohnde
KWU	Kraftwerk Union AG
LAA	Länderausschuss für Atomkernenergie
MoWaS	Modulares Warnsystem
MOX	Mischoxid
MSK-Skala	Medwedew-Sponheuer-Kárník-Skala
MTO	Mensch, Technik und Organisation
NCFSI	Non-conforming, Counterfeit, Fraudulent, or Suspect Items
NDWV	Notfall-Dosiswerte-Verordnung
NHB	Notfallhandbuch
NINA	Notfall-Informationen- und Nachrichten-App des Bundes
NUSSC	Nuclear Safety Standards Committee
NSGC	Nuclear Security Guidance Committee
OECD/NEA	Organisation for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency
PBO	Personelle Betriebsorganisation
PlanSiG	Planungssicherstellungsgesetz
PNS	Portal für Nukleare Sicherheit
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse
RDB	Reaktordruckbehälter
REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen
RHWG	Reactor Harmonization Working Group der WENRA
RLB	Radiologisches Lagebild
RLZ-Bund	Radiologisches Lagezentrum des Bundes
RODOS	Real-Time Online Decision Support System (Entscheidungshilfesystem)
RSK	Reaktor-Sicherheitskommission
SAMG	Severe Accident Management Guidelines
SiAnf	Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke in Deutschland
SMS	Sicherheitsmanagementsystem

SRL	Safety Reference Levels
SSCs	Structures, Systems and Components
SSK	Strahlenschutzkommission
StandAG	Standortauswahlgesetz
StGB	Strafgesetzbuch
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
SÜ	Sicherheitsüberprüfung
SV	Sachverständiger
SWR	Siedewasserreaktor
SZL	Standortzwischenlager
TBL	Transportbehälterlager
TM	Trockenmasse
TPR	Topical Peer Review
TU	Technische Universität
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
vgbe	vgbe energy e.V. (früher „Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber“)
vgbe-SBS	vgbe-Sicherheitskulturbewertungssystem
vgbe-ZMA	Zentrale Melde- und Auswertungsstelle des vgbe
WANO	World Association of Nuclear Operators
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
WKP	Wiederkehrende Prüfungen
WLN	Weiterleitungsnachricht
ZdB	Zentralstelle des Bundes

Einführung

Die Bundesregierung betrachtet das Übereinkommen über Nukleare Sicherheit (Convention on Nuclear Safety (CNS)) als ein zentrales Instrument zum Erhalt und zur stetigen Verbesserung der nuklearen Sicherheit weltweit, auch in Deutschland. Deutschland bekennt sich zu seinen internationalen Verpflichtungen als Vertragsstaat, insbesondere zur Erfüllung der Berichtspflichten im Rahmen eines regelmäßigen Peer Reviews, wie national im „Gesetz zu dem Übereinkommen vom 20. September 1994 über nukleare Sicherheit (Gesetz zu dem Übereinkommen über nukleare Sicherheit)“¹ festgeschrieben. Der vorliegende Nationale Bericht stellt den Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland für die 10. Überprüfungstagung zum Übereinkommen über nukleare Sicherheit dar, welche im April 2026 stattfinden soll.

Mit dem am 6. August 2011 in Kraft getretenen 13. Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes (13. AtGÄndG) hat Deutschland den beschleunigten Ausstieg aus der Nutzung der Atomenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität („Atomausstieg“) bis spätestens zum 31. Dezember 2022 gesetzlich verankert. Das Atomgesetz (AtG) wurde am 9. Dezember 2022 mit dem 19. AtGÄndG vor dem Hintergrund der Energieversorgungssicherheit dahingehend geändert, dass der Weiterbetrieb der drei sich zu diesem Zeitpunkt noch im Leistungsbetrieb befindlichen Kernkraftwerke Emsland (KKE), Isar 2 (KKI 2) und Neckarwestheim II (GKN II) im Streckbetrieb bis längstens 15. April 2023 möglich ist. Die letzten drei Kernkraftwerke haben am 15. April 2023 ihren Leistungsbetrieb eingestellt und damit den deutschen Atomausstieg vollendet. Auch in der nun folgenden Phase von Stilllegung und Abbau der Kernkraftwerke hat die Gewährleistung der hohen nuklearen Sicherheit in Deutschland für die Bundesregierung weiterhin höchste Priorität.

Der Terminus „Kernanlage“ einer Vertragspartei wird in diesem Bericht entsprechend der in Artikel 2 der CNS gegebenen Definition im Übereinkommen verwendet: *„jedes ortsgebundene zivile Kernkraftwerk unter ihrer Hoheitsgewalt einschließlich solcher Lagerungs-, Handhabungs- und Bearbeitungseinrichtungen für radioaktives Material, die sich auf demselben Gelände befinden und mit dem Betrieb des Kernkraftwerks unmittelbar zusammenhängen. Ein solches Werk gilt nicht mehr als Kernanlage, sobald alle nuklearen Brennelemente endgültig aus dem Reaktorkern entfernt, in Übereinstimmung mit genehmigten Verfahren sicher gelagert worden sind und die staatliche Stelle einem Stilllegungsprogramm zugestimmt hat“*.

Kernkraftwerke im Leistungsbetrieb bzw. Kernanlagen waren in Deutschland über die kombinierte 8./9. Überprüfungstagung zur CNS im März 2023 hinaus vorhanden. Deutschland berichtet daher zu allen für Länder mit Kernanlagen verpflichtenden Artikeln des CNS, um den Verpflichtungen aus dem Übereinkommen über Nukleare Sicherheit vollständig zu entsprechen. Die Bundesregierung vertritt zudem die Auffassung, dass die Definition einer Kernanlage im Sinne der CNS so verstanden werden sollte, dass eine Kernanlage in Stilllegung erst mit Erreichen der Brennelemente (BE)-Freiheit (weder BE im Reaktorkern noch im Lagerbecken) keine Kernanlage im Sinne der CNS mehr darstellt.

Aufgrund des in Deutschland im Berichtszeitraum vollendeten Atomausstiegs sind nicht mehr alle im vorliegenden Bericht dargelegten Informationen zu einigen Artikeln der CNS mit Bezug auf den Leistungsbetrieb von Kernanlagen für Deutschland relevant. Da sie aber für einen Teil des Berichtszeitraum relevant waren, werden sie aufgeführt. Neben den Kernanlagen im Sinne des Übereinkommens berichtet Deutschland seit der 3. CNS-Überprüfungstagung im Jahr 2005 auf freiwilliger Basis auch über die in Deutschland weiterhin betriebenen Forschungsreaktoren.

Der vorliegende Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland für die 10. Überprüfungstagung zum Übereinkommen über nukleare Sicherheit im April 2026 stellt die Fortschreibung des vorhergehenden Berichts der Bundesregierung zur kombinierten 8./9. CNS-Überprüfungstagung im März 2023 dar und wurde gemeinsam von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder² sowie der Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber, vgbe energy e.V. (vgbe, früher VGB PowerTech e.V.) und der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH erstellt.

Der Bericht folgt in Gliederung nach Artikeln des Übereinkommens den geforderten Inhalten der Richtlinie INFCIRC/572/Rev.8. Die Artikel 6 bis 19 des Übereinkommens definieren berichtspflichtige Themenbereiche.

¹ „Gesetz zu dem Übereinkommen vom 20. September 1994 über nukleare Sicherheit (Gesetz zu dem Übereinkommen über nukleare Sicherheit“ vom 7. Januar 1997; Bundesgesetzblatt Jahrgang 1997 Teil II Nr. 2, ausgegeben zu Bonn am 15. Januar 1997

² Zur Vereinfachung wird im Folgenden von den „zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden“ gesprochen. Für den Bereich des Strahlenschutzes ist das StrlSchG die eigenständige formell-gesetzliche Grundlage neben dem AtG. Die atomrechtliche Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde ist in der Regel zugleich auch strahlenschutzrechtliche Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde.

Zu jedem dieser Artikel werden in diesem Bericht in separaten Kapiteln zunächst die entsprechenden Gesetze, Verordnungen und Regelwerke erläutert³ und anschließend dargestellt, auf welche Weise und mit welchen Maßnahmen die jeweiligen Anforderungen des Übereinkommens, insbesondere die wesentlichen Sicherheitsanforderungen von den deutschen Kernanlagen, erfüllt werden.

Die Bundesregierung stellt fest, dass die Bundesrepublik Deutschland die Verpflichtungen aus dem Übereinkommen über nukleare Sicherheit weiterhin erfüllt.

Der vorliegende zehnte Nationale Bericht für die 10. CNS-Überprüfungstagung im April 2026 wurde von der Bundesregierung in ihrer Sitzung am 25. Juni 2025 gebilligt.

³ Der Bericht zitiert oder paraphrasiert an vielen Stellen Gesetzestexte, untergesetzliches Regelwerk und einschlägige Richtlinien. Um diesen rechtlichen Kontext unverfälscht wiederzugeben, kann es vorkommen, dass an einigen Stellen nur ein Genus verwendet wird. Der Bericht soll jedoch selbstverständlich stets alle Personen unabhängig von ihrem Geschlecht einschließen.

Zusammenfassung

Die Bundesrepublik Deutschland trat im Jahr 1994 dem Übereinkommen über Nukleare Sicherheit (CNS) als Vertragsstaat bei und berichtet seitdem regelmäßig im Rahmen der alle drei Jahre stattfindenden Überprüfungen sowie den diesen jeweils vorgelagerten Nationalen Berichten. Die Bundesregierung stellt fest, dass Deutschland auch weiterhin alle Verpflichtungen aus dem Übereinkommen über Nukleare Sicherheit sowie auch die drei Prinzipien der Wiener Erklärung zur nuklearen Sicherheit (Vienna Declaration on Nuclear Safety)⁴ erfüllt. Die Erfüllung dieser Prinzipien wird in den Kapiteln zu den Artikeln 6, 14, 17, 18 und 19 erläutert.

Das 19. AtGÄndG sah einen befristeten Weiterbetrieb der drei letzten im Leistungsbetrieb befindlichen Kernanlagen Emsland (KKE), Isar 2 (KKI 2) und Neckarwestheim II (GKN II) – über das vorher nach dem AtG 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 BE für die Stromerzeugung genutzt werden. Damit wurde klargestellt, dass der Einsatz neuer BE nicht zulässig gewesen wäre. Aktuell befinden sich 33 Reaktoren (einschließlich Versuchs- und Demonstrationsreaktoren) in der Stilllegung, für drei Reaktoren wurde die Stilllegung mit ihrer Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung abgeschlossen.

Bei der kombinierten 8./9. CNS-Überprüfungstagung im März 2023 bekam Deutschland sehr gute Bewertungen innerhalb der Ländergruppe sieben. Die drei offenen Herausforderungen („Challenges“) der 7. CNS-Überprüfungstagung wurden von der Ländergruppe als geschlossen betrachtet. Auf dem Gebiet der Sicherheitskultur wurden bei der kombinierten 8./9. CNS-Überprüfungstagung drei „Areas of Good Performance“ vergeben: (1) das webbasierte System für den Austausch von Dokumenten und Informationen zwischen den unterschiedlichen Aufsichtsbehörden und ihren Sachverständigen, (2) das dichte Netzwerk zur Überwachung der Umweltradioaktivität, sowie (3) die internationale Zusammenarbeit zur Unterstützung in Krisensituationen.

Während der kombinierten 8./9. CNS-Überprüfungstagung wurden drei neue Herausforderungen für Deutschland formuliert. Diese sowie der jeweilige aktuelle Sachstand werden im Folgenden kurz beschrieben:

Herausforderung 1: Erstellung von Langzeitplänen für die sichere und unverzügliche Stilllegung und den Abbau aller Kernkraftwerke in Deutschland („Establish long-term plans to ensure safe and timely decommissioning of German NPPs“)

Auf Basis des 13. AtGÄndG im Jahr 2011 erloschen für die Kernanlage Krümmel und die sieben ältesten Kernanlagen, die bis einschließlich 1980 in Betrieb genommen wurden, die Berechtigungen zum Leistungsbetrieb. Weiterhin wurde im Jahr 2011 im AtG festgelegt, dass die Berechtigung zum Leistungsbetrieb der neun damals noch im Leistungsbetrieb befindlichen Kernanlagen bis spätestens zum 31. Dezember 2022 sukzessive erlischt (§ 7 Abs. 1a S. 1 AtG). Aufgrund der Energiekrise wurde das AtG jedoch am 4. Dezember 2022 dahingehend geändert, dass der Weiterbetrieb von KKE, KKI 2 und GKN II bis längstens 15. April 2023 möglich ist. Diese drei Kernanlagen haben am 15. April 2023 ihren Leistungsbetrieb eingestellt und damit den deutschen Atomausstieg vollendet. Seit Ende des Jahres 2024 befinden sich nach der Erteilung einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung alle diese Kernkraftwerke in Stilllegung und werden abgebaut. Bereits zur Erteilung der Stilllegungsgenehmigung liegt eine Stilllegungsplanung vor, die Angaben zu den insgesamt geplanten Maßnahmen zum Abbau der Anlage enthält. Stilllegung und Abbau werden kontinuierlich von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder überwacht und deren Fortschritt verfolgt. Das BMUKN tauscht sich regelmäßig mit den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder zu Themen der Stilllegung und des Abbaus aus und wird z. B. anhand regelmäßiger schriftlicher Betreiberberichte informiert.

⁴ Vienna Declaration on Nuclear Safety, Wien, 09.02.2015 https://www.iaea.org/sites/default/files/cns_viennadeclaration090215.pdf

Herausforderung 2: Erstellung eines Langzeitplans zum Erhalt und zur Weiterentwicklung nuklearer Kompetenzen in Deutschland („Establish a long-term plan to maintain and develop nuclear expertise“)

Im Jahr 2020 hat die Bundesregierung ein Konzept zur Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung für die nukleare Sicherheit verabschiedet. Dabei wurden auch die perspektivischen Bedarfe relevanter Akteure (Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder, Sachverständigenorganisationen, Beratungsgremien, Betreibergesellschaften, Forschungseinrichtungen, Hochschulen, Industrie) berücksichtigt. Dies und die ergänzenden Bedarfsanalysen setzen den Rahmen für die Umsetzung auf den wichtigen Handlungsfeldern: Ausbildung und Lehre, Fort- und Weiterbildung, Forschung und Entwicklung, Wissenserhalt, Gremienarbeit und Netzwerke, Internationale Vernetzungen und grenzüberschreitende Aktivitäten sowie die beruflichen Perspektiven. Die Umsetzung ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die von den Bundesministerien in ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereichen unterstützt wird (vgl. nächster Absatz). Die betrachteten Bereiche des Konzepts decken alle kurz-, mittel- und langfristigen nationalen Aufgaben ab und schließen die Reaktorsicherheit einschließlich der Sicherung, die Stilllegung und den Rückbau nuklearer Anlagen, die nukleare Entsorgung einschließlich der Zwischen- und Endlagerung sowie den Schutz vor ionisierender Strahlung in diesen Bereichen ein.

Beispielhaft sei die nukleare Sicherheitsforschung im BMUKN als eine der wesentlichen Säulen genannt, die insbesondere durch das Projektförderprogramm des BMUV (jetzt BMUKN) zur Sicherheitsforschung für kerntechnische Anlagen 2021 - 2025 sowie die Ressortforschung zur nuklearen Sicherheit und zum Strahlenschutz umgesetzt wird. Der Fokus des Projektförderprogramms liegt in der anwendungsorientierten Grundlagenforschung. Die Ressortforschung erarbeitet die wissenschaftlichen Grundlagen für die Ressortaufgaben des Ministeriums, insbesondere seiner regulatorischen Zuständigkeiten. Eine weitere aus dem Konzept der Bundesregierung abgeleitete Aktivität des BMUKN ist die Errichtung und der Betrieb zweier Qualifizierungsverbünde. Hierzu wurde jeweils eine Geschäftsstelle für den Qualifizierungsverbund Strahlenschutz (beim BfS) und den Qualifizierungsverbund Nukleare Sicherheit (beim BASE) errichtet. In diesen Netzwerken werden Synergien bei den Aktivitäten der Mitwirkenden der Institutionen zu Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung im Strahlenschutz und nuklearen Sicherheit gehoben und das gemeinsame und übergreifende Zusammenwirken der Akteure gefördert.

Herausforderung 3: Identifizierung der künftig noch benötigten KTA-Regeln und Überführung in untergesetzliches Regelwerk („Identify the necessary KTA safety standards and transform them into regulations“)

In zwei Pilotprojekten wurde ein Verfahren zur Überführung der Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) in ein kerntechnisches Regelwerk, welches vom Bund und den Ländern verabschiedet wird, erprobt. Dieses neue Regelwerk sollte auf den KTA-Regeln basieren und auf brennstofffreie Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren in der Stilllegung sowie auf Forschungsreaktoren in Betrieb angewendet werden. Die Pilotprojekte haben jedoch gezeigt, dass die Überführung sehr aufwändig und zeitintensiv ist. Ein Abschluss bis zum Jahr 2027 wie ursprünglich vorgesehen wird als nicht erreichbar angesehen. Stattdessen ist geplant, im KTA unter dem Unterausschuss Programm- und Grundsatzragen Arbeitsgruppen einzurichten, die die KTA-Regeln entweder für den Anwendungsbereich brennelementfreie Kernkraftwerke im Rückbau überarbeiten oder hierfür zu KTA-Regeln Anwendungshinweise verfassen.

Seit dem vorhergehenden Nationalen Bericht von 2022 für die kombinierte 8./9. CNS-Überprüfungstagung 2023 traten in deutschen Kernanlagen keine Störungen im Sinne des internationalen Meldesystems auf.

Das hohe Sicherheitsniveau deutscher Kernanlagen wurde über die gesamte Zeit des Leistungsbetriebes bis zur endgültigen Abschaltung der Anlagen durch kontinuierliche Nachrüstungen erhalten und verbessert. Wesentliche Mittel zur Identifikation sinnvoller Nachrüstungsmöglichkeiten waren die Bewertung der Rückflüsse nationaler und internationaler Betriebserfahrungen sowie die Verfolgung des Standes von Wissenschaft und Technik. Für Kernkraftwerke in Stilllegung und Forschungsreaktoren werden diese Prozesse angepasst fortgeführt. Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten wurden im aktuellen Berichtszeitraum vereinzelt festgestellt. Seit dem vorigen Nationalen Bericht wurden von der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) drei Stellungnahmen und eine Empfehlung zu wichtigen sicherheitstechnischen Fragestellungen veröffentlicht. Diese werden unter Artikel 6 genannt.

International engagiert sich Deutschland aktiv insbesondere für die Weiterentwicklung der „Safety Standards“ der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) sowie in den Diskussionen zu sicherheitstechnischen Fragen im Rahmen der Western European Nuclear Regulators Association (WENRA). Als Mitgliedstaat der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom) ist Deutschland beispielsweise auch in der Umsetzung des INSC-Programms (Instrument for Nuclear Safety Cooperation) zur Unterstützung von Nicht-EU-Ländern engagiert.

6 Vorhandene Kernanlagen

ARTICLE 6 EXISTING NUCLEAR INSTALLATIONS

Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that the safety of nuclear installations existing at the time the Convention enters into force for that Contracting Party is reviewed as soon as possible. When necessary in the context of this Convention, the Contracting Party shall ensure that all reasonably practicable improvements are made as a matter of urgency to upgrade the safety of the nuclear installation. If such upgrading cannot be achieved, plans should be implemented to shut down the nuclear installation as soon as practically possible. The timing of the shut-down may take into account the whole energy context and possible alternatives as well as the social, environmental and economic impact.

Artikel 6 Vorhandene Kernanlagen

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass die Sicherheit der Kernanlagen, die zu dem Zeitpunkt, zu dem das Übereinkommen für die Vertragspartei in Kraft tritt, vorhanden sind, so bald wie möglich überprüft wird. Sollte es sich im Zusammenhang mit diesem Übereinkommen als notwendig erweisen, stellt die Vertragspartei sicher, dass alle zumutbaren und praktisch möglichen Verbesserungen dringend vorgenommen werden, um die Sicherheit der Kernanlage zu erhöhen. Kann eine solche Verbesserung nicht erreicht werden, sollen Pläne durchgeführt werden, die Kernanlage so bald wie praktisch möglich abzuschalten. Bei der zeitlichen Festlegung der Abschaltung können der gesamte energiewirtschaftliche Zusammenhang und mögliche Alternativen sowie die sozialen, umweltbezogenen und wirtschaftlichen Auswirkungen berücksichtigt werden.

Überblick zu den Kernanlagen

Auf Basis des 13. AtGÄndG im Jahr 2011 erloschen für die Kernanlage Krümmel (KKK, Inbetriebnahme im Jahr 1984) und die sieben ältesten Kernanlagen, die bis einschließlich 1980 in Betrieb genommen wurden, die Berechtigungen zum Leistungsbetrieb zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität. Weiterhin wurde im Jahr 2011 im AtG festgelegt, dass die Berechtigung zum Leistungsbetrieb zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität der neun damals noch im Leistungsbetrieb befindlichen Kernanlagen bis spätestens zum 31. Dezember 2022 sukzessive erlischt (§ 7 Abs. 1a S. 1 AtG). In der Folge des Russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine und der dadurch ausgelösten Energiekrise wurde der Leistungsbetrieb der drei letzten noch am Netz befindlichen Kernanlagen KKE, KKI 2 und GKN II mit dem 19. AtGÄndG bis zum Ablauf des 15. April 2023 gestattet. Für diesen befristeten Weiterbetrieb durften nur die in der jeweiligen Anlage noch vorhandenen BE für die Stromerzeugung genutzt werden. Diese drei Kernanlagen haben am 15. April 2023 ihren Leistungsbetrieb eingestellt und damit den deutschen Ausstieg aus der Elektrizitätserzeugung mittels Kernkraft vollendet. Die jeweilige Auslegungsbetriebsdauer der drei Kernanlagen wurde deutlich unterschritten.

Seit der Novellierung des AtG im April 2002 ist die Durchführung von Sicherheitsüberprüfungen (SÜ) im Abstand von zehn Jahren für Kernanlagen grundsätzlich vorgeschrieben. Nur wenn der Genehmigungsinhaber durch eine verbindliche Erklärung gegenüber der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde bestätigt, dass der Leistungsbetrieb spätestens drei Jahre nach Fälligkeit einer SÜ beendet wird, kann von dieser Verpflichtung abgewichen werden. Die Betreiber von KKE, KKI 2 und GKN II haben von dieser Ausnahme Gebrauch gemacht, so dass die letzten vollständigen SÜs für diese Kernanlagen im Jahr 2009 durchgeführt wurden. Angesichts des kurzen Weiterbetriebs bis längstens 15. April 2023 hätte es gegen den Grundsatz der Verhältnismäßigkeit verstoßen, zusätzlich zur laufenden Überwachung durch die Aufsichtsbehörde die Durchführung einer SÜ zu verlangen. Im Zuge der kurzen Verlängerung wäre die Durchführung einer SÜ auch technisch und sachlich unmöglich gewesen. Innerhalb des kurzen Zeitraums des befristeten Weiterbetriebs wäre es unmöglich gewesen, eine SÜ abschließend durchzuführen und ggf. neue sicherheitstechnische Erkenntnisse für einen Anlagenbetrieb zu berücksichtigen. Das hohe Sicherheitsniveau der Kernanlagen ist durch die kontinuierliche Aufsicht auf der Grundlage des AtG gewährleistet worden.

Die Reaktorsicherheitskommission (RSK) wurde um Beratung gebeten, um die Vereinbarkeit des Weiterbetriebs der drei betroffenen Kernanlagen mit der nuklearen Sicherheit zu beurteilen. Die RSK schloss ihre Beratungen am 11. November 2022 in Form einer Stellungnahme⁵ ab. In dieser Stellungnahme gab sie fünf organisatorische Empfehlungen ab. Zusammenfassend sah die RSK unter Berücksichtigung der ausgesprochenen Empfehlungen keine sicherheitstechnischen Gründe, die dem geplanten Weiterbetrieb von KKE, KKI 2 und GKN II bis zum 15. April 2023 entgegengestanden hätten. Weitere Einzelheiten können der veröffentlichten Stellungnahme der RSK entnommen werden.

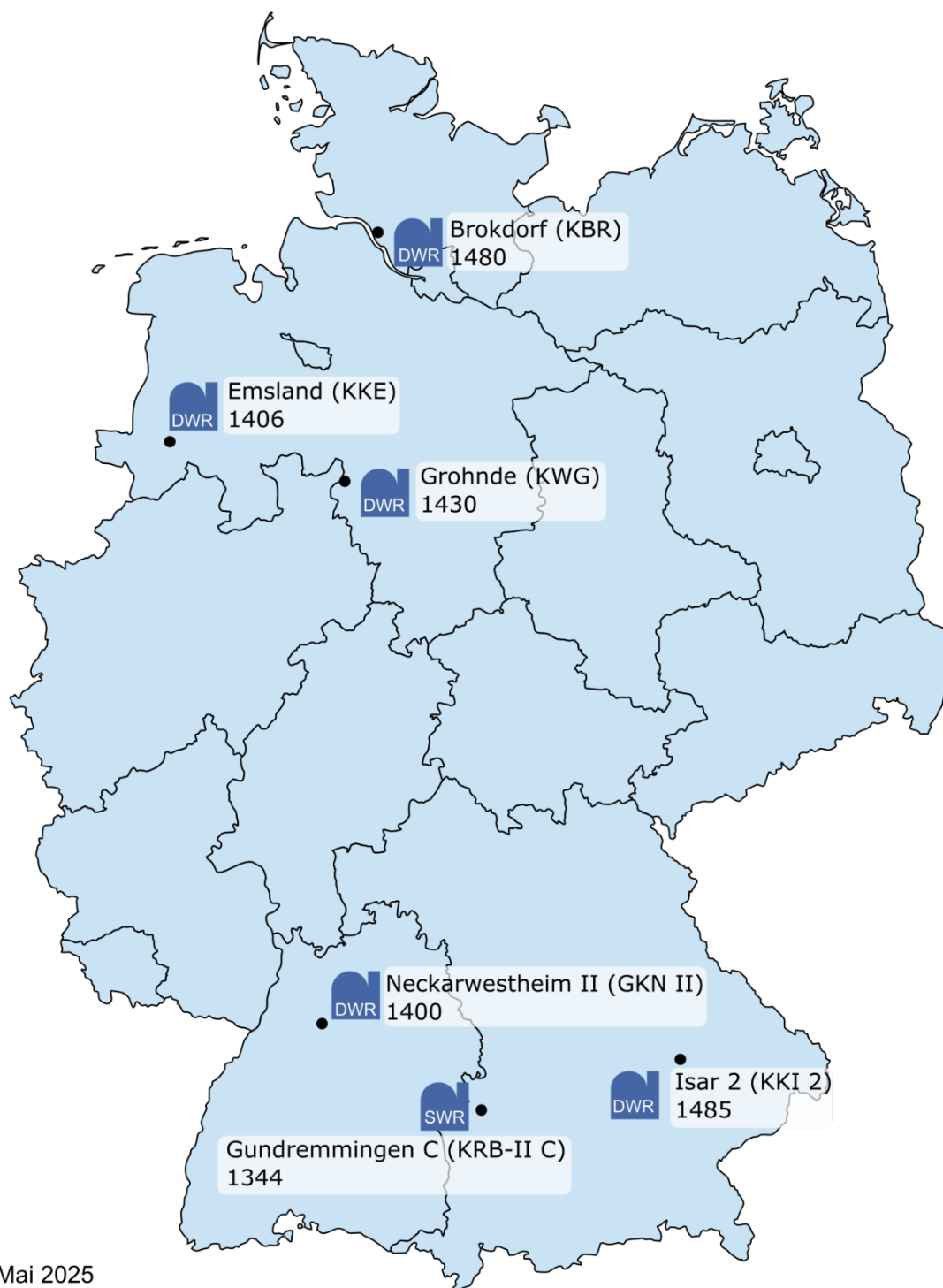
⁵ RSK-Stellungnahme, „Weiterbetrieb deutscher Kernkraftwerke bis zum 15. April 2023“, 532. Sitzung der RSK, 11.11.2022 https://www.rskonline.de/sites/default/files/reports/EP-Anlage_RSK532_Weiterbetrieb_hp_kor.pdf

Seitens der Betreiber wurden die Kernnachweise für den neuen Kern erbracht und bei einigen Anlagen die notwendigen Maßnahmen für diese Betriebsphase anlagenspezifisch durchgeführt (z. B. Anpassung von Grenzwerten). Darüber hinaus mussten Inspektionen durchgeführt werden, deren Aussetzung aufgrund der geplanten Abschaltung bereits toleriert worden waren.

Der Weiterbetrieb der Anlagen machte auch die Verschiebung bereits geplanter und festgelegter Maßnahmen zur Stilllegung der Anlagen erforderlich.

In Deutschland gab es zum Zeitpunkt des CNS-Organisationstreffens am 5. September 2024 noch insgesamt sechs Kernanlagen im Sinne des Übereinkommens (→ Abbildung 6-1, Seite 21), da sich noch BE in den BE-Lagerbecken befanden. In Anhang 1 ist ein über die Kernanlagen im Sinne des Übereinkommens hinausgehender Gesamtüberblick über alle endgültig abgeschalteten sowie abgebauten Leistungs- und Prototypreaktoren in Deutschland zu finden.

Um eine Stilllegungsgenehmigung zu beantragen, gibt es weder vor noch nach der Einstellung des Leistungsbetriebes eine spezifische Frist. Das AtG fordert jedoch die unverzügliche Stilllegung und den Abbau (§ 7 (3) AtG). Für die Kernanlagen, deren Genehmigung für den Leistungsbetrieb im Jahr 2011 auslief, wurden zwischen 2012 und 2015 Anträge auf Stilllegung und Abbau gestellt. Im Schnitt dauern Genehmigungsverfahren für die Stilllegung vier bis sechs Jahre. In der Zwischenzeit wurden für alle Kernanlagen in Deutschland Anträge auf Stilllegung und Abbau gestellt und entsprechende Genehmigungen erteilt.

Abbildung 6-1 Kernanlagen im Sinne des Übereinkommens zur Stromerzeugung in Deutschland

100 km

DWR Druckwasserreaktor
SWR Siedewasserreaktor
Zahlen Bruttoleistung [MWel]

 in Stilllegung

Bei der Prüfung des Stilllegungsgenehmigungsantrags prüft die zuständige Behörde, ob die Genehmigungsvoraussetzungen erfüllt sind. Dies gilt sowohl für die Aspekte des Restbetriebs als auch für die spezifischen Aspekte des Abbaus. Im Rahmen des Genehmigungsantrags werden Angaben zu den geplanten Stilllegungsmaßnahmen gemacht, die im Wesentlichen Folgendes umfassen:

- Umfang der Abbauvorhaben
- Beschreibung der betroffenen SSCs (Structures, Systems and Components)
- Anlagenzustand zu Beginn des Abbaus
- Welche Räume genutzt werden sollen
- Radiologische Situation
- Anzuwendende Abbautechniken
- Nutzung von Infrastrukturen
- Wechselwirkung mit dem Restbetrieb
- Erforderliche Bauwerke
- Strahlenschutz
- Brandschutz
- Abschätzung des Abfallaufkommens

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens sind vom Genehmigungsinhaber Unterlagen vorzulegen und von der Behörde zu bewerten. Oftmals werden von der Behörde bei der Beurteilung zusätzliche Informationen angefordert. Die Zeit für die Erstellung der Unterlagen durch den Antragsteller, die Beteiligung der Öffentlichkeit und die Zeit für die Bewertung durch die Behörde und ihre hinzugezogenen Sachverständigen bestimmen die Dauer des Genehmigungsverfahrens.

Die deutschen Kernanlagen zur kommerziellen Stromerzeugung können entsprechend der Auslegung bei ihrer Errichtung in vier Baulinien für Druckwasserreaktoren (DWR) und in zwei Baulinien für Siedewasserreaktoren (SWR) eingeteilt werden. Der Anhang 3 (→ Seite 186) enthält eine Zusammenstellung technischer Details zu den Kernanlagen der verschiedenen zuletzt noch betriebenen Baulinien.

Verfügbarkeit der Kernanlagen

Tabelle 6-1 zeigt die mittleren Verfügbarkeiten der deutschen Kernanlagen. Da die Arbeitsverfügbarkeit das Produkt aus Leistung und Zeitverfügbarkeit darstellt, kann der Durchschnitt der Arbeitsverfügbarkeit aller deutschen Kernanlagen größer als der Durchschnitt der Zeitverfügbarkeit sein.

Tabelle 6-1 Mittlere Verfügbarkeiten der deutschen Kernanlagen

Jahr	Zeitverfügbarkeit in % (verfügbare Betriebszeit/ Kalenderzeit)	Arbeitsverfügbarkeit in % (mögliche Energieerzeugung/ Nennarbeit)	Arbeitsausnutzung in % (tatsächliche Energieerzeugung/ Nennarbeit)
2023	87,8	71,4	65,7
2022	95,5	94,0	89,8
2021	95,9	95,6	92,1
2020	90,6	88,6	85,5
2019	90,8	88,9	85,2
2018	90,9	89,7	86,2
2017	82,0	80,2	76,3
2016	88,9	88,4	84,4
2015	91,8	91,2	82,2
2014	90,6	89,1	86,8
2013	89,2	88,7	87,2
2012	91,0	90,5	88,9
2011	82,1	81,9	68,2
2010	76,4	77,5	74,0
2009	73,2	74,2	71,2
2008	80,0	80,9	78,4
2007	76,0	76,4	74,4

Verwendung von Mischoxid-BE

Seit dem 1. Juli 2005 ist der Transport von bestrahlten BE aus deutschen Kernanlagen zur Wiederaufarbeitung unzulässig. Das abgetrennte Plutonium aus den vor dem 1. Juli 2005 in die Wiederaufarbeitung verbrachten bestrahlten BE wurde vollständig in Form von MOX-BE verarbeitet und in den jeweiligen Kernanlagen wieder eingesetzt. Damit ist die Verwertung des gesamten abgetrennten Plutoniums durch Wiedereinsatz während der Laufzeit deutscher Kernanlagen vollständig abgeschlossen.

Änderungsgenehmigungen

Im Zeitraum von 2022 bis 2024 wurden keine Änderungsgenehmigungen zum Leistungsbetrieb mehr erteilt.

Nachbetrieb

Nach Erlöschen der Berechtigung zum Leistungsbetrieb geht die Kernanlage in den Nachbetrieb über. Der Nachbetrieb läuft genehmigungstechnisch noch unter der Betriebsgenehmigung. Mit Erteilung und Inanspruchnahme der Stilllegungsgenehmigung ist die Kernanlage in Stilllegung. In Abhängigkeit von der geplanten und beantragten Vorgehensweise zur Stilllegung können unverändert fortzuführende Betriebsprozesse, wie z. B. die Nasskühlung bestrahlter BE, nicht vom Antrag der Stilllegung umfasst sein. Dann gilt parallel zur Stilllegungsgenehmigung für diese Tätigkeiten auch die Betriebsgenehmigung einschließlich der zugehörigen Sicherheitsnachweise weiter, bis zur Beendigung dieser Prozesse.

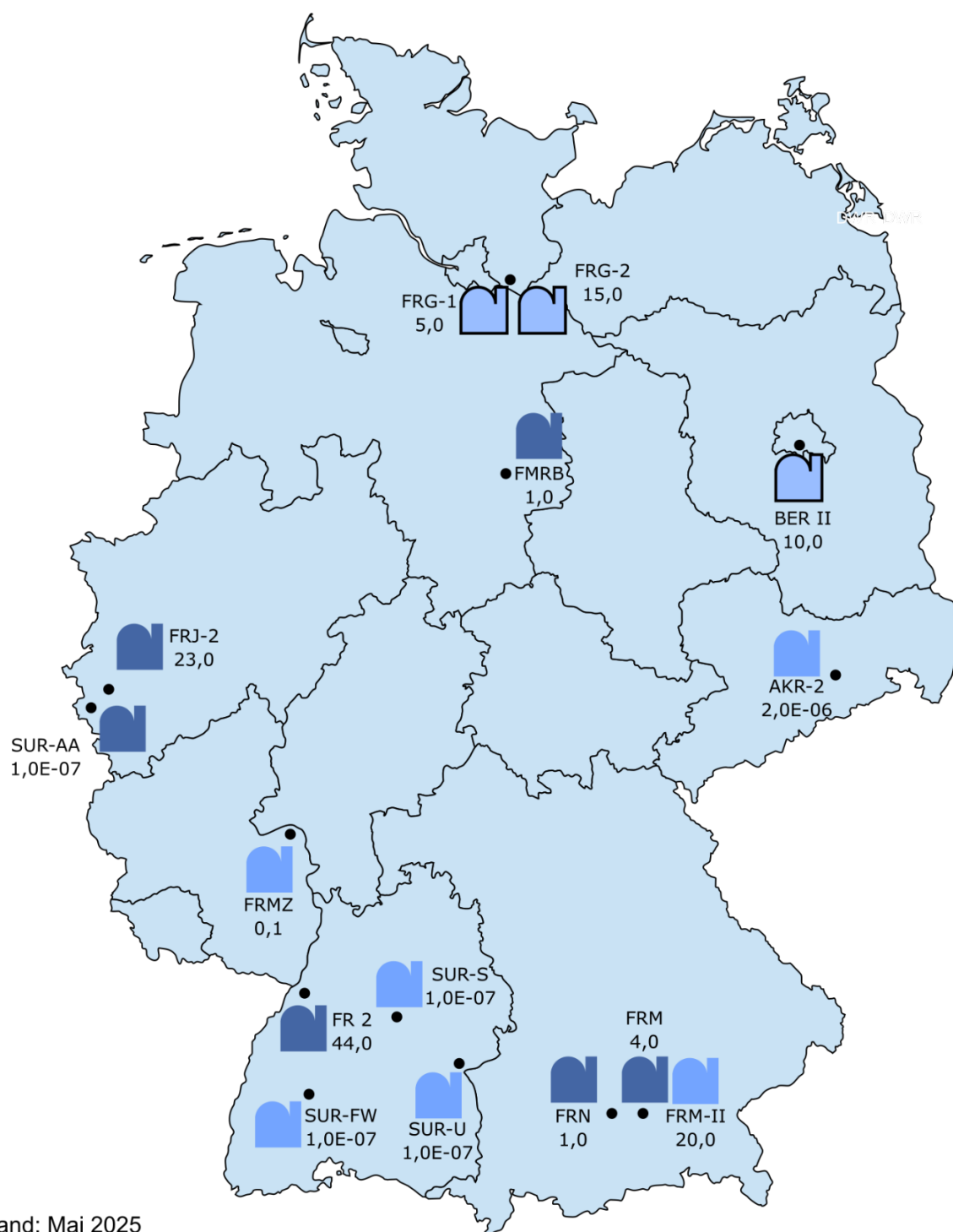
Forschungsreaktoren

Forschungsreaktoren sind keine Kernanlagen im Sinne des Übereinkommens. Über sie wird gemäß der Empfehlung aus dem Dokument „Code of Conduct on the Safety of Research Reactors“ der IAEO aus dem Jahr 2004 dennoch berichtet.

In Deutschland werden aktuell (Stand: April 2025) insgesamt sechs Forschungsreaktoren mit thermischen Leistungen zwischen 100 mW und 20 MW betrieben (→ Anhang 2-1a, Seite 181). Die Genehmigungsinhaber der Forschungsreaktoren sind staatliche bzw. staatlich geförderte Universitäten bzw. Forschungszentren. Zwei dieser Reaktoren mit thermischen Leistungen von 100 kW bzw. 20 MW werden primär als Neutronenquellen für die Forschung betrieben. Bei den übrigen vier Forschungsreaktoren handelt es sich um Unterrichtsreaktoren mit einer thermischen Leistung von 100 mW bzw. 2 W. Diese werden für die praktische Ausbildung auf den Gebieten Reaktorphysik und Strahlenschutz an den Hochschulen Furtwangen, Stuttgart, Ulm und Dresden betrieben.

Drei Forschungsreaktoren sind endgültig abgeschaltet (→ Anhang 2-1b, Seite 181) und weitere sechs sind in Stilllegung und werden abgebaut (→ Anhang 2-2, Seite 182). Für die Genehmigung und Aufsicht von Forschungsreaktoren findet u. a. das sicherheitstechnische Regelwerk für Leistungsreaktoren sinngemäß Anwendung. Dies wurde in dem „Leitfaden zur Anwendung des kerntechnischen Regelwerks für Kernkraftwerke auf Forschungsreaktoren mittels eines abgestuften Ansatzes“ vom 10. Oktober 2023 konkretisiert. Abhängig vom Risikopotential des jeweiligen Forschungsreaktors wird hier ein abgestuftes Vorgehen durch die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder angewandt (→ Abbildung 6-2, Seite 25).

Abbildung 6-2 Forschungsreaktoren in Deutschland



100 km

Zahlen: Thermische Leistung [MW]

Für weitere 31 Forschungsreaktoren
wurde die Stilllegung abgeschlossen.



in Betrieb



in Stilllegung

endgültig
abgeschaltet

Weitere kerntechnische Einrichtungen

Zur Vervollständigung des Bildes zur Nutzung der Atomenergie in Deutschland wird ein kurzer Überblick über weitere kerntechnische Einrichtungen gegeben, die ebenfalls nicht Gegenstand des Übereinkommens sind. Einige dieser kerntechnischen Einrichtungen sind jedoch Gegenstand des „Gemeinsamen Übereinkommens über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter BE und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle“ (Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management), worüber Deutschland zuletzt im Rahmen des Nationalen Berichts zur 8. Überprüfungstagung im März 2025 berichtet hat⁶.

Der Thorium-Hoch-Temperatur-Reaktor befindet sich im Status „sicherer Einschluss“ (→ Anhang 1-1, Seite 177). Die Kernanlagen Heißdampfreaktor Großwelzheim, Kernkraftwerk Niederaichbach und Versuchsa-
tomkraftwerk Kahl wurden bereits vollständig abgebaut und aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen (→ Anhang 1-2, Seite 180).

Die weiteren kerntechnischen Einrichtungen umfassen Anlagen der Kernbrennstoffversorgung und der Entsorgung (außer Zwischenlager und Endlager). Hierbei handelt es sich um die Urananreicherungsanlage in Gronau und die Brennelementfabrik in Lingen. Die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) hat im Jahr 1991 ihren Betrieb endgültig eingestellt und wird seit 1993 abgebaut. Mehrere Brennelementwerke wurden vollständig abgebaut.

Bestrahlte BE aus dem Betrieb von Leistungs- und Forschungsreaktoren werden in der Bundesrepublik Deutschland in zentralen Zwischenlagern (BE-Zwischenlager Ahaus (BZA), BE-Zwischenlager Gorleben (BZG) und dem Zwischenlager Nord in Rubenow), im Behälterlager der Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor (AVR) Jülich und in Zwischenlagern an den Standorten der Kernanlagen aufbewahrt. Die Aufbewahrungsgenehmigungen erteilt das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE). Grundsätzlich sind die Genehmigungen auf 40 Jahre befristet. Die Verpflichtung der Genehmigungsinhaber von Kernanlagen, die aus dem Betrieb der jeweiligen Anlage entstehenden bestrahlten BE zur Vermeidung von Transporten an den Standorten der Kernanlagen zwischenzulagern, wurde im Jahr 2002 im AtG festgelegt. Die Abgabe von bestrahlten BE aus Kernanlagen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität an eine Anlage zur Wiederaufarbeitung und damit der Transport von bestrahlten BE nach Frankreich bzw. Großbritannien, war nur bis zum 30. Juni 2005 möglich.

In das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) wurden in den Zeiträumen von 1971 bis 1991 und 1994 bis 1998 schwach- und mittelradioaktive Abfälle eingelagert. Die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) übernahm im April 2017 die Betreiberverantwortung für das ERAM. Sie erhielt damit auch die Rolle des Antragstellers im Genehmigungsverfahren zur Stilllegung. Die atom- und strahlenschutzrechtliche Aufsicht über das ERAM wird durch das BASE ausgeübt.

In die Schachtanlage Asse II wurden im Zeitraum von 1967 bis 1978 schwach- und mittelradioaktive Abfälle eingelagert. Im Jahr 2013 wurde die Rückholung der radioaktiven Abfälle und anschließende Stilllegung der Anlage gesetzlich festgelegt. Am 25. April 2017 ist die Betreiberschaft des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) auf die BGE übergegangen, welche somit für die Rückholung der eingelagerten Abfälle verantwortlich ist. Die atom- und strahlenschutzrechtliche Aufsicht über die Schachtanlage Asse II wird durch das BASE ausgeübt.

Das Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad ist mit der Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses vom 22. Mai 2002, der durch Beschluss des Bundesverwaltungsgerichts vom 26. März 2007 bestandskräftig geworden ist, abgeschlossen. Seitdem wird die bestehende ehemalige Eisenerz-Schachtanlage zum Endlager Konrad umgerüstet. Die BGE kalkuliert mit einer Fertigstellung der Umrüstung bis Ende 2029. Genehmigungsinhaber des Endlagers Konrad ist die BGE. Die atom- und strahlenschutzrechtliche Aufsicht wird durch das BASE ausgeübt.

Innerhalb Deutschlands soll ein Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle gefunden werden. Die einzelnen Verfahrensschritte regelt das 2017 in Kraft getretene Standortauswahlgesetz (StandAG). Das Standortauswahlverfahren gliedert sich in drei aufeinanderfolgende Phasen:

- Phase I: Ermittlung von Teilgebieten (Schritt 1) und Vorschlag für Standortregionen auf Basis bereits vorhandener Daten (Schritt 2)

⁶ „Bericht der Bundesregierung für die achte Überprüfungstagung im März 2025 zur Erfüllung des Gemeinsamen Übereinkommens über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle“, BMUV, August 2024;
https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/jc_8_bericht_deutschland_atomenergie_bf.pdf

- Phase II: Übertägige Erkundung
- Phase III: Untertägige Erkundung

Das Verfahren befindet sich derzeit in Schritt 2 der Phase I, in der die Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung gemäß § 14 StandAG auf Basis der zuvor ermittelten Teilgebiete und den Beratungsergebnissen der Fachkonferenz Teilgebiete erfolgt. Aufgrund der Ausrichtung als wissenschaftsbasiertes, transparentes sowie lernendes Verfahren, das eine umfassende Öffentlichkeitsbeteiligung vorsieht und von dem Schutzziel geprägt ist, den Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für einen Zeitraum von einer Million Jahren zu identifizieren, hat sich gezeigt, dass sich das gesetzlich angestrebte Zieljahr 2031 für die Standortentscheidung nicht halten lässt.

Das BASE übt die staatliche Aufsicht über das Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle aus und beteiligt in seiner Eigenschaft als Träger der Öffentlichkeitsbeteiligung die Öffentlichkeit.

Als Vorhabenträgerin fungiert die BGE. Diese strebt für Ende 2027 den Abschluss der Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung an. Die wesentlichen laufenden Arbeiten der BGE in Schritt 2 der Phase I dienen der Einengung der Gebiete hin zu den Standortregionen. Vorrangig werden derzeit Gebiete schrittweise in die Kategorien D bis A eingestuft und jährlich bekannt gegeben. Dabei sind Gebiete der Kategorie A unter Sicherheitsaspekten die günstigsten. Die BGE veröffentlichte Ende 2024 Arbeitsstände in Form von Gebietskategorisierungen der Kategorie D (ungeeignet) und C (weniger geeignet). Mit dem bis Ende 2027 erwarteten Standortregionenvorschlag werden auch die Programme für die übertägige geowissenschaftliche Erkundung der Standortregionen in Phase II vorgeschlagen.

Das Standortauswahlverfahren ist mit einer intensiven Öffentlichkeitsbeteiligung verbunden. In den Jahren 2020 und 2021 gab es dazu die Fachkonferenz Teilgebiete⁷, in den Folgejahren das Forum Endlagersuche. Dabei werden die Arbeitsschritte der BGE begleitet und nachvollziehbar und transparent gemacht. Bürgerinnen und Bürger sowie die interessierte Fachwelt (Vertreterinnen und Vertreter kommunaler Gebietskörperschaften, gesellschaftlicher Organisationen und der Wissenschaft) können sich dabei in das Standortauswahlverfahren einbringen. Nach der Veröffentlichung des Standortregionenvorschlags werden die Beteiligungsformate Regionalkonferenzen und Rat der Regionen weiterhin eine umfassende Öffentlichkeitsbeteiligung ermöglichen.

Überblick über wichtige Sicherheitsthemen einschließlich ausgewählter Ereignisse

Nach Redaktionsschluss des neunten Nationalen Berichts zur kombinierten 8./9. CNS-Überprüfungstagung bis zum Redaktionsschluss des Nationalen Berichts zur 10. CNS-Überprüfungstagung (Mai 2022 bis Mai 2025) kam es in deutschen Kernanlagen zu keinen Ereignissen, welche als Ereignisse nach INES 1 oder höher eingestuft wurden.

Im Jahr 2023 wurde bei der Entnahme eines CASTOR®-Behälters aus dem Beladebecken eine Komponente der Anschlaglasche des Behälters infolge eines nicht sachgerecht ausgeführten Handhabungsschrittes beschädigt. Dabei wurde ein Sicherungsbolzen nicht ausreichend weit eingeschoben und nicht in der Endposition gesichert. Die Möglichkeit des Abrutschens des Behälters war jedoch nicht zu unterstellen. Um Wiederholungen zu vermeiden, wurden die mit der Abfertigung beauftragten Mitarbeiter geschult. Zudem erfolgte eine Anpassung im behälter-spezifischen Ablaufplan. Zu diesem Ereignis wurde die Weiterleitungsnachricht (WLN) 2024/01 verfasst.

Mit vier weiteren Ereignismeldungen wurde im Zeitraum 2022 bis 2024 über Mängel in der Vorbeladedokumentation verschiedener CASTOR®-Beladekampagnen berichtet. In einem Fall war bei der physikalischen Modellierung einzelner BE von Uran/Gadolinium statt reinem Uran als Material ausgegangen worden. Daraus ergab sich ein geringfügig höherer Abbrand sowie eine geringfügig höhere Nachzerfallsleistung für die betroffenen und bereits eingeladenen BE. Die Modellierungen wurden korrekt wiederholt und es wurde bestätigt, dass alle sicherheitstechnisch wichtigen Grenzwerte der Beladekonfigurationen sicher eingehalten werden. In zwei weiteren Fällen wurde im Rahmen der Vorbeladedokumentation der sog. Ausnutzungsgrad nicht korrekt ermittelt. Der Ausnutzungsgrad ermöglicht den Vergleich der maximalen Leistungsüberhöhung der Nachzerfallsleistung für ein einzuladendes BE mit den zulässigen Vorgaben der thermischen Nachweisführung. Die bisher durchgeführten Nachbewertungen der entsprechenden Beladekampagnen ergaben, dass die thermischen Randbedingungen eingehalten wurden. Beide Ereignisse beruhen auf einer nicht korrekt erfolgten IT-technischen Umsetzung geänderter Genehmigungsbedingungen. Ein weiteres Ereignis ist auf die Vertauschung von Eingabedateien zweier BE,

⁷ Fachkonferenz Teilgebiete;
www.endlagersuche-infoplattform.de/webs/Endlagersuche/DE/Beteiligung/Fachkonferenz/fachkonferenz_node.html

die für kernphysikalische Berechnungen benötigt werden, zurückzuführen. Hierdurch entsprachen die errechneten einsatzabhängigen Daten für die beiden BE nicht mehr der tatsächlichen Einsatzhistorie. Es erfolgte eine Nachberechnung der einsatzabhängigen Daten. Das Vorkommnis führte zu keiner sicherheitstechnisch bedeutsamen Abweichung bei der Beladekonfiguration für den entsprechenden Behälter.

In keinem der genannten Fälle wurden die Schutzziele für die BE sowie die Behälter verletzt. Im Rahmen der Aufarbeitung dieser Ereignisse wurden Optimierungen im organisatorischen Bereich und im Qualitätsmanagement ergriffen.

In den letzten Jahren wurden mehrere Ereignisse aus deutschen, dauerhaft abgeschalteten Kernanlagen gemeldet, in denen es zu fehlerhaften Abbautätigkeiten an nicht zum Abbau vorgesehenen Komponenten gekommen ist. Zum Beispiel wurde beim Abbau eine nicht freigegebene Rohrleitung angesägt, eine noch betriebene Rohrleitung fehlerhaft aufgetrennt, ein Ablauftrichter mit einem Teil der zugehörigen Sammelleitung fehlerhaft abgebaut und entsorgt und eine noch nicht stillgesetzte Bodenwannenablaufleitung fehlerhaft aufgetrennt. Eine Auswertung der Ereignisse hat ergeben, dass Mängel und Verbesserungspotenzial, insbesondere bei organisatorischen Vorkehrungen, festzustellen sind. Hier sind insbesondere nicht eindeutige oder fehlende Kennzeichnung der Außerbetrieb gesetzten Komponenten begünstigt. Diese Mängel führten z. B. dazu, dass das Personal falsche Annahmen bezüglich der abzubauenen Komponenten getroffen hat. Weitere beitragende Faktoren zu den Ereignissen waren u. a. fehlerhafte Arbeitsausführungen (kritische Grundhaltung bei nicht eindeutigen Sachverhalten) und Abweichungen von den Vorgaben. Der fehlerhafte Abbau von nicht zum Abbau freigegebenen Anlagenteilen kann potenziell alle noch benötigten Anlagenteile mit passiven oder aktiven Sicherheitsfunktionen betreffen. Dies kann sicherheitstechnisch oder radiologisch relevante Auswirkungen zur Folge haben. Daher ergibt sich aus den Ereignissen eine potenzielle sicherheitstechnische Bedeutung. Aufgrund der Übertragbarkeit der Ereignisse auf andere Kernanlagen im Abbau im In- und Ausland, hat die GRS die WLN 2023/04 veröffentlicht und eine Meldung an das IRS der IAEA (Meldung IRS 9246) gemacht.

Sicherheitstechnische Empfehlungen der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK)

Die RSK hat seit dem Redaktionsschluss für den neunten Nationalen Bericht zur kombinierten 8./9. CNS-Überprüfungstagung im Mai 2022 insgesamt drei Stellungnahmen und eine Empfehlung zu wichtigen sicherheitstechnischen Fragestellungen mit Bezug zu kerntechnischen Anlagen in Deutschland veröffentlicht:

Stellungnahmen:

- „Weiterbetrieb deutscher Kernkraftwerke bis zum 15. April 2023“ (11. November 2022)⁸
- „Einschätzung des fachlichen Beitrags der gegebenenfalls erweiterten THAI-Versuchsanlage hinsichtlich der sicherheitstechnischen Bewertung von Forschungs- und Leistungsreaktoren sowie der Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung im Bereich der nuklearen Sicherheit“ (22. Februar 2023)⁹
- „Anforderungen an die Kühlung der Brennelemente im Lagerbecken im Restbetrieb“ (Revidierte Fassung vom 13. Dezember 2023)¹⁰

Empfehlung:

- „Planung und Prüfung von Arbeiten im Restbetrieb“ (13. Dezember 2023)¹¹

Programme und Maßnahmen für eine kontinuierliche Verbesserung der Sicherheit

Im Rahmen der kontinuierlich betriebenen atomrechtlichen Aufsicht wird die Sicherheit der Kernanlagen fortlaufend überprüft. Wenn neue sicherheitsrelevante Erkenntnisse vorliegen, wird die Übertragbarkeit auf andere Kernanlagen sowie die Notwendigkeit von eventuell erforderlichen Nachrüstungen geprüft (→ Artikel 19 (vii),

⁸ RSK-Stellungnahme „Weiterbetrieb deutscher Kernkraftwerke bis zum 15. April 2023, 532. Sitzung der RSK, 11. November 2022; https://www.rskonline.de/sites/default/files/reports/EP-Anlage_RSK532_Weiterbetrieb_hp_kor.pdf

⁹ RSK-Stellungnahme „Einschätzung des fachlichen Beitrags der gegebenenfalls erweiterten THAI-Versuchsanlage hinsichtlich der sicherheitstechnischen Bewertung von Forschungs- und Leistungsreaktoren sowie der Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung im Bereich der nuklearen Sicherheit“, 534. Sitzung der RSK, 22. Februar 2023; https://www.rskonline.de/sites/default/files/reports/EP-Anlage_RSK534-homepage.pdf

¹⁰ RSK-Stellungnahme „Anforderungen an die Kühlung der Brennelemente im Lagerbecken im Restbetrieb“, 539. Sitzung der RSK, 13. Dezember 2023; https://www.rskonline.de/sites/default/files/reports/EP-Anlage1_RSK539_hp.pdf

¹¹ RSK-Empfehlung „Planung und Prüfung von Arbeiten im Restbetrieb“, 539. Sitzung der RSK, 13. Dezember 2023; https://www.rskonline.de/sites/default/files/reports/EP-Anlage2_RSK539_hp.pdf

Seite 169). Nach Entfernung der BE aus einer kerntechnischen Anlage sinkt das radiologische Gefährdungspotential deutlich.

Für den Erhalt des hohen Niveaus der Sicherheitskultur werden von den Genehmigungsinhabern Schulungen für Personalhandlungen für das Eigenpersonal durchgeführt. Die Schulungsinhalte werden für bestimmte Zielgruppen (Elektrotechnik, Maschinentechnik, Strahlenschutz, Abbau) mit wechselnden Schwerpunkten (z. B. Kommunikation, Rückmeldekultur, Erkenntnisse aus Beinahe-Ereignissen) vermittelt. Die Schulungen erfolgen zum Teil auf neu eingerichteten Schulungsstrecken an den Standorten. Auf den Schulungsstrecken wird das Verhalten bei sicherheitsrelevanten Tätigkeiten (z. B. Wartungsaufträge) unter realen Bedingungen geübt.

Forschung zur Sicherheit der Kernanlagen

Deutschland ist zum 15. April 2023 aus der Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität ausgestiegen. Die dieser Entscheidung des Gesetzgebers zugrundeliegende Risikobewertung wird auch bei der Förderung der nuklearen Sicherheitsforschung berücksichtigt. Im Bereich der Reaktorsicherheitsforschung haben technisch-wissenschaftliche Fragestellungen zum Betrieb deutscher Forschungsreaktoren sowie der Stilllegung und des Abbaus von deutschen Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren große Bedeutung. Zudem liegt auch der sichere Betrieb kerntechnischer Anlagen im Ausland in unmittelbarem deutschem Sicherheitsinteresse, denn die Folgen kerntechnischer Unfälle und Ereignisse können sich grenzüberschreitend auswirken. Daher begleitet die Bundesrepublik Deutschland auch weiterhin internationale Entwicklungen in der Reaktorsicherheit (einschließlich der Beurteilung der Sicherheit neuer Reaktortypen) und in der nuklearen Entsorgung und bringt sich aktiv in die internationale Diskussion kerntechnischer Sicherheitsfragen sowie die Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik ein. Insbesondere beteiligt sich Deutschland an ausschließlich sicherheitsgerichteten multinationalen Forschungsprojekten unter der Schirmherrschaft der OECD/NEA (Organisation for Economic Co-operation and Development/Nuclear Energy Agency) und richtet solche Projekte selber aus. Eine Förderung der Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität kommt jedoch nicht in Betracht.

Über das Projektförderprogramm des BMUV (jetzt BMUKN) zur Sicherheitsforschung für kerntechnische Anlagen (2021 bis 2025) werden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Reaktorsicherheitsforschung, zur Forschung zur verlängerten Zwischenlagerung und Behandlung hochradioaktiver Abfälle, zur Endlagerforschung und zur Forschung zu Querschnittsfragen aus diesen Gebieten gefördert. Die Ressortforschung des BMUKN hingegen ist auf die Unterstützung der ministeriellen Aufgaben und der Regulierungsarbeit auf den Gebieten der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes durch konkrete aufgabenbezogene Forschung, Untersuchungen und Entwicklungsarbeiten ausgerichtet.

Flankierend dazu fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Projekte zu den Themen Sicherheits- und Entsorgungsforschung sowie zur Strahlenforschung im Rahmen der Förderrichtlinie „Richtlinie zur Förderung von Zuwendungen im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung in der nuklearen Sicherheitsforschung und der Strahlenforschung“. Über die Förderrichtlinie des BMBF „Richtlinie zur Förderung von Projekten zum Förderkonzept FORKA – Forschung für den Rückbau kerntechnischer Anlagen“ werden Themen zur Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen gefördert. Zudem liegt die institutionelle Finanzierung der Aktivitäten der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheitsforschung im Rahmen des Helmholtz-Programms „NUSAFE“ im Zuständigkeitsbereich des BMBF.

Die durch die Bundesregierung geförderten Forschungsarbeiten im Bereich der Reaktorsicherheitsforschung betreffen u. a. experimentelle oder analytische Untersuchungen:

- realistische, detaillierte Beschreibungen der Abläufe im Reaktorkern, in den Kühlkreisläufen und im Sicherheitsbehälter bei Leistungs- und Stilllegungsbetrieb sowie bei Stör- und Unfällen, Ableitung von Maßnahmen zur Beherrschung auch schwerer Störfälle
- werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zu Strukturmaterialien, Komponenten und Werkstoffen, insbesondere zu Alterung und Integrität, Verfahren zur Werkstoffcharakterisierung und zerstörungsfreier Prüfung
- strukturmekanische Analysemethoden zur Integritätsbewertung von Gebäudestrukturen und Komponenten
- sicherheitsrelevante Einflüsse menschlichen Handelns sowie der Organisation
- probabilistische Methoden zur Verbesserung der Werkzeuge für die Identifizierung relativer Schwachstellen in Anlagenauslegung und Prozessführung
- Sicherheitsfragen hinsichtlich innovativer Sicherheitssysteme und digitaler Leittechnik

Im Rahmen von Projekten geförderte Rechenprogrammcodes stehen den Aufsichtsbehörden und ihren Sachverständigen für Sicherheitsanalysen von Kernanlagen zur Verfügung.

Im Allgemeinen haben die Länder keine der nuklearen Sicherheit gewidmeten Forschungsprogramme. Im Rahmen ihrer Verantwortlichkeiten finanzieren sie die allgemeinen Kosten der Universitäten.

Auch seitens der Genehmigungsinhaber von Kernanlagen wird der Forschung und Entwicklung im Bereich der nuklearen Sicherheit über den technischen Verband der Energieanlagen-Betreiber vgb energy e.V. weiterhin hohe Priorität eingeräumt. Aufgrund des vollzogenen Ausstiegs aus der Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität im Jahr 2023 fokussieren die Genehmigungsinhaber ihre Anstrengungen auf den Restbetrieb der abgeschalteten Anlagen sowie auf deren Stilllegung und den Abbau. Aktuell gibt es 20 bis 25 Projekte. Neben sonderfinanzierten Dienstleistungen des Verbandes betreffen die Projekte dabei die folgenden Themenschwerpunkte

- Untersuchungen zu Stilllegung und Abbau,
- Bewertung von Vorkommnissen,
- Funktionserhalt eingesetzter Elektro- und Leittechnik,
- Betrieb von Datenbanken, sowie
- Regelwerk und rechtliche Fragen.

Aktivitäten des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN)

Bei der Wahrnehmung seiner gesetzlichen Aufgaben zur sicheren Nutzung der Atomenergie hat das BMUKN Fragen von grundsätzlicher Bedeutung für die Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen zu klären (→ Artikel 8, Seite 50).

Das BMUKN verfolgt kontinuierlich die Entwicklungen im Bereich der kerntechnischen Sicherheit, indem es in sich – zum Teil mit Unterstützung durch nachgeordnete Behörden (BASE, BfS) und auch der Landesbehörden – aktiv an der Arbeit internationaler Gremien und Arbeitsgruppen (IAEO, OECD/NEA, Gremien aus bi- und multilateralen Abkommen und Verträgen, etc.) beteiligt. Die Ergebnisse an der Arbeit dieser Gremien und Arbeitsgruppen sowie auf nationaler Ebene durch die Bundesregierung geförderten Forschungsprogrammen, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben fließen in die stetige Verbesserung der Anforderungen an die Sicherheit der Kernanlagen entsprechend dem Stand von Wissenschaft und Technik ein. Das BMUKN beauftragt außerdem seine beratenden Kommissionen RSK, ESK (Entsorgungskommission) und SSK (Strahlenschutzkommission) (→ Artikel 8, Seite 63), zu ausgewählten Entwicklungen oder Ereignissen im Bereich der kerntechnischen Sicherheit Stellung zu nehmen und Empfehlungen zu formulieren. Die Sachverständigenorganisation GRS unterstützt das BMUKN und führt Forschungsvorhaben zur Sicherheit der Kernanlagen im Auftrag des BMUKN durch. Die GRS wertet aufgetretene Ereignisse in deutschen, aber auch internationalen Kernanlagen entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung und Übertragbarkeit auf andere deutsche Anlagen aus und erstellt Empfehlungen in Form von WLN.

Umsetzung der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“

In der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“ (Februar 2015) wurden zusätzliche Festlegungen getroffen, um die Ziele des Übereinkommens – die Vermeidung von Unfällen mit radiologischen Auswirkungen und gegebenenfalls die Abmilderung möglicher Unfallfolgen – zu erreichen.

Deutschland erfüllt alle Prinzipien der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“. Hierzu wird bezüglich der Prinzipien in den Artikeln 14, 17, 18 und 19 berichtet.

7 Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug

ARTICLE 7 LEGISLATIVE AND REGULATORY FRAMEWORK

1. Each Contracting Party shall establish and maintain a legislative and regulatory framework to govern the safety of nuclear installations.
2. The legislative and regulatory framework shall provide for:
 - i) the establishment of applicable national safety requirements and regulations;
 - ii) a system of licensing with regard to nuclear installations and the prohibition of the operation of a nuclear installation without a licence;
 - iii) a system of regulatory inspection and assessment of nuclear installations to ascertain compliance with applicable regulations and the terms of licences;
 - iv) the enforcement of applicable regulations and of the terms of licences, including suspension, modification or revocation.

Artikel 7 Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug

- (1) Jede Vertragspartei schafft einen Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug zur Regelung der Sicherheit der Kernanlagen und erhält diesen aufrecht.
- (2) Der Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug sieht folgendes vor:
 - i) die Schaffung einschlägiger innerstaatlicher Sicherheitsvorschriften und -regelungen;
 - ii) ein Genehmigungssystem für Kernanlagen und das Verbot des Betriebs einer Kernanlage ohne Genehmigung;
 - iii) ein System für behördliche Prüfung und Beurteilung von Kernanlagen, um feststellen zu können, ob die einschlägigen Vorschriften und Genehmigungsbestimmungen eingehalten werden;
 - iv) die Durchsetzung der einschlägigen Vorschriften und Genehmigungsbestimmungen, einschließlich Aussetzung, Änderung oder Widerruf.

7 (1) Rahmen für Gesetzgebung und Vollzug

Das System der atom- und strahlenschutzrechtlichen Regulierung in Deutschland

Das Ziel der atom- und strahlenschutzrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder¹² ist es, zu überwachen, ob die Genehmigungsinhaber aller kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen in Deutschland die erforderliche Sicherheit gewährleisten.

Zwischen Bund und Ländern besteht im Rahmen einer Aufgabenverteilung (Bundesauftragsverwaltung) ein System aus „Checks and Balances“. Dieses seit vielen Jahrzehnten bestehende System basiert auf Vertrauen und Kontrolle zwischen Bund und Ländern und bildet die Basis für den Fortbestand hoher Sicherheitsanforderungen.

In Deutschland wird die Unabhängigkeit der regulatorischen Entscheidungsfindung sowohl auf Bundesebene als auch auf Länderebene durch eine klare funktionale Trennung gewährleistet.

Verfassungsrechtlicher Rahmen

Die Bundesrepublik Deutschland ist ein Bundesstaat mit föderaler Struktur und setzt sich aus 16 Bundesländern (Länder) zusammen. Diese Struktur ist in der Verfassung (Grundgesetz, GG) festgelegt. Das GG bildet zusammen mit dem Atom- und Strahlenschutzrecht die Rahmenbedingungen für die Atomenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland.

Der Bundeskanzler bestimmt die Zuständigkeit der obersten Bundesbehörden per Organisationserlass. Dem BMUKN wurde so die Verantwortung für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen und den Strahlenschutz übertragen. Das GG hat die Gesetzgebungskompetenz für die friedliche Nutzung der Atomenergie dem Bund zugewiesen. Das BMUKN ist als Teil der Bundesregierung an der Gesetzgebung, insbesondere durch die Ausarbeitung von Gesetzesentwürfen, beteiligt, während die Länder das AtG und das Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (StrlSchG) im Auftrag des Bundes ausführen (Bundesauftragsverwaltung).

Völkerrechtliche Verträge

Die nach Art. 59 Abs. 2 S. 1 GG geschlossenen völkerrechtlichen Verträge der Bundesrepublik Deutschland stehen in der Normenhierarchie förmlichen Bundesgesetzen gleich. Das Übereinkommen über nukleare Sicherheit

¹² Zur Vereinfachung wird im Folgenden von den „zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden“ gesprochen. Für den Bereich des Strahlenschutzes ist das StrlSchG eigenständige formell-gesetzliche Grundlage neben dem AtG. Die atomrechtliche Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde ist in der Regel zugleich auch strahlenschutzrechtliche Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde.

trat für die Bundesrepublik Deutschland am 20. April 1997 in Kraft. Die Rechte und Pflichten aus dem Vertrag treffen grundsätzlich nur die Bundesrepublik Deutschland als Vertragspartei.

Recht der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom) und der Europäischen Union (EU)

Bei Gesetzgebung und Verwaltungstätigkeit sind in Deutschland die bindenden Vorgaben aus den Regelungen von Euratom und EU zu beachten.

Die Verwendung von Erzen, Ausgangsstoffen und besonderen spaltbaren Stoffen zur friedlichen Nutzung der Atomenergie unterliegt dem Kontrollregime der Euratom nach Art. 77 des Euratom-Vertrags.

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 trat am 6. Februar 2014 in Kraft. Mit dieser Richtlinie wurde das europäische Strahlenschutzrecht grundlegend überarbeitet und in einer Richtlinie zusammengeführt. Die Frist für die Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom in nationales Recht endete am 6. Februar 2018. Die Umsetzungspflicht wurde zum Anlass genommen, das deutsche Strahlenschutzrecht neu zu ordnen und zu modernisieren. Insbesondere wurde das StrlSchG erlassen.

Am 22. Juli 2009 trat die Richtlinie 2009/71/Euratom des Rates vom 25. Juni 2009 über einen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen 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 Kernanlagen wirksam zu schützen. Die Richtlinie gilt u. a. für Kernanlagen, Forschungsreaktoren und Zwischenlager, nicht aber für Endlager radioaktiver Abfälle. Die Richtlinie enthält Regelungen zur Schaffung eines rechtlichen und regulatorischen Rahmens für die nukleare Sicherheit, zu Organisation und Aufgaben der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden, zu den Pflichten der Genehmigungsinhaber der Kernanlagen, zur Aus- und Weiterbildung der Mitarbeitenden aller Beteiligten und zur Information der Öffentlichkeit. Die Richtlinie wahrt die nationale Verantwortlichkeit für die nukleare Sicherheit u. a. dadurch, dass die Mitgliedstaaten ausdrücklich das Recht haben, zusätzlich zu den Richtlinienbestimmungen in Übereinstimmung mit dem Gemeinschaftsrecht weitergehende Sicherheitsmaßnahmen zu treffen (Art. 2 Abs. 2 der Richtlinie). Die Richtlinie 2009/71/Euratom ist mit dem 12. AtGÄndG¹³ in nationales Recht umgesetzt worden.

Mit der Richtlinie 2014/87/Euratom vom 8. Juli 2014 wurde die Richtlinie 2009/71/Euratom geändert. Durch diese Änderung wurden erstmals übergeordnete technische Anforderungen an die kerntechnische Sicherheit in Europa auf einer rechtlich verbindlichen Ebene gefordert, insbesondere die Umsetzung des gestaffelten Sicherheitskonzeptes sowie eine klare Zuordnung der Verantwortlichkeiten für den anlageninternen Notfallschutz. Außerdem sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, neben der schon in der Richtlinie 2009/71/Euratom enthaltenen zehnjährigen Selbstbewertung des nationalen Gesetzes-, Vollzugs- und Organisationsrahmens und der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden mindestens alle sechs Jahre, beginnend mit dem Jahr 2017, themenbezogene Peer Reviews zu einem von den Mitgliedstaaten gemeinsam auszuwählenden Sicherheitsthema durchzuführen. Auf diese Weise soll ein kontinuierliches System des gegenseitigen voneinander Lernens in Gang gesetzt werden. Die Richtlinie 2014/87/Euratom wurde mit Inkrafttreten des 15. AtGÄndG am 9. Juni 2017 in nationales Recht umgesetzt.

7 (2i) Sicherheitsvorschriften und -regelungen

Innerstaatliche Sicherheitsvorschriften und -regelungen

Im „Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“¹⁴ sind sämtliche in Deutschland gültigen gesetzlichen und untergesetzlichen Regelungen für die Bereiche

— nukleare Sicherheit,

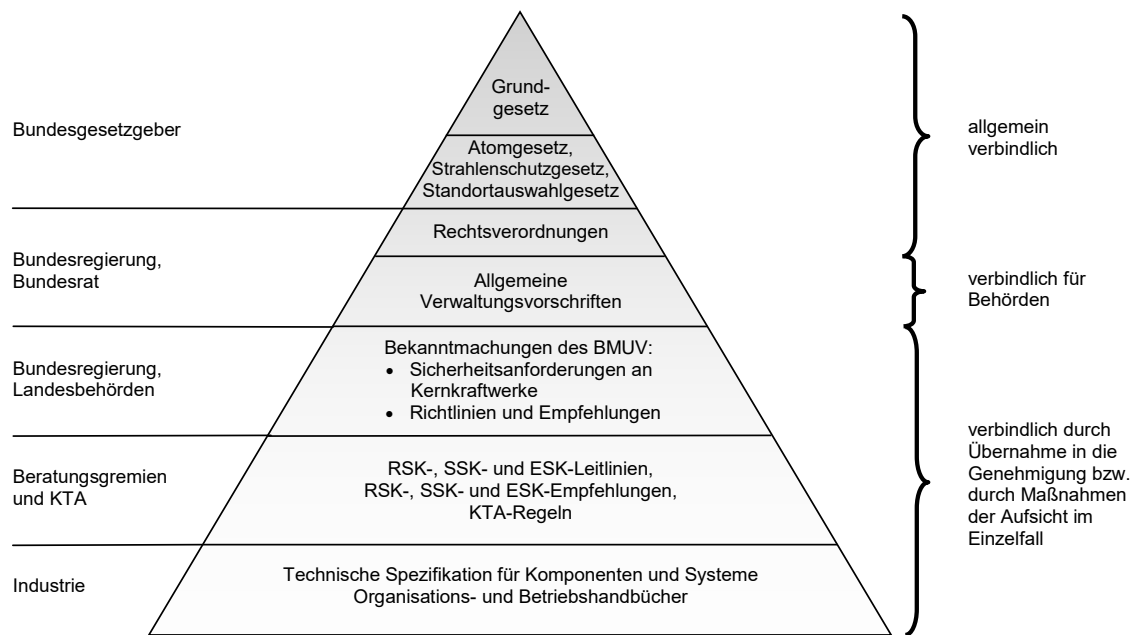
¹³ „Zwölftes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes“, 8. Dezember 2010; www.bgbl.de/xaver/bgbl/text.xav?SID=&tf=xaver.component.Text_0&toctf=&qmf=&hlf=xaver.component.Hitlist_0&bk=bgbl&start=%2F%2F%5B%40node_id%3D%27947792%27%5D&skin=pdf&tlevel=-2&nohist=1&sinst=B6814DE6

¹⁴ „Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“, BASE; https://www.base.bund.de/de/service/gesetze-regelungen/handbuch-reaktorsicherheit-strahlenschutz/rsh-handbuch-reaktorsicherheit-strahlenschutz_inhalt.html

- Endlagerung,
 - Transport radioaktiver Stoffe sowie
 - Schutz vor ionisierender und nichtionisierender Strahlung
- zusammengestellt.

Die Abbildung 7-1 zeigt die Hierarchie der nationalen Regelungen, die Behörde oder Institution, die sie erlässt, sowie ihren Verbindlichkeitsgrad.

Abbildung 7-1 Nationale Regelwerkspyramide



Gesetze, Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften*Grundgesetz (GG)*

Das GG trifft Bestimmungen über die Kompetenzen von Bund und Ländern hinsichtlich der Atomenergienutzung. Nach Art. 73 Nr. 14 GG kommt dem Bund in diesem Bereich die ausschließliche Gesetzgebungskompetenz zu. Ganz überwiegend führen die Länder das für die Atomenergienutzung relevante Atom- und Strahlenschutzrecht (mit Ausnahme der Regelungen des anlagenexternen Notfallmanagementsystems des Bundes und der Länder) im Auftrag des Bundes aus (Bundesauftragsverwaltung). Hierbei übt der Bund die Rechts- und Zweckmäßigkeitssupervision aus und kann, soweit er dies für erforderlich erachtet, die Sachkompetenz an sich ziehen. Die Länder bleiben in jedem Fall für das Verwaltungshandeln nach außen zuständig (die sog. Wahrnehmungskompetenz). Aufgaben im Bereich der Entsorgung radioaktiver Abfälle werden zu großen Teilen gemäß § 23d AtG in bundeseigener Verwaltung durchgeführt.

*Förmliche Bundesgesetze, insbesondere Atomgesetz (AtG) und Strahlenschutzgesetz (StrlSchG)**Atomgesetz (AtG)*

Das AtG enthält die grundlegenden nationalen Regelungen für Schutz- und Vorsorgemaßnahmen und die Entsorgung radioaktiver Abfälle und bestrahlter BE in Deutschland und ist die Grundlage für die zugehörigen Verordnungen.

Das AtG wurde am 23. Dezember 1959 verkündet und zwischenzeitlich mehrfach geändert. Seit der Änderung aus dem Jahr 2002 ist es Zweck des AtG

- die Nutzung der Atomenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität geordnet zu beenden und bis zu diesem Zeitpunkt den geordneten Betrieb der Kernanlagen sicherzustellen,
- Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Atomenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen und verursachte Schäden auszugleichen,
- zu verhindern, dass durch die Nutzung der Atomenergie die innere oder äußere Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland gefährdet wird, sowie
- die Erfüllung internationaler Verpflichtungen Deutschlands auf dem Gebiet der Atomenergie und des Strahlenschutzes zu gewährleisten.

Am 30. Juni 2011 beschloss der Bundestag das 13. AtGÄndG, mit dem nach dem Reaktorunfall in Fukushima die kommerzielle Nutzung der Atomenergie zum frühestmöglichen Zeitpunkt gestaffelt bis spätestens zum 31. Dezember 2022 beendet werden soll. In der Folge des Russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine und der dadurch ausgelösten Energiekrise wurde der Leistungsbetrieb der drei letzten noch am Netz befindlichen Kernanlagen KKE, KKI 2 und GKN II mit dem 19. AtGÄndG bis zum Ablauf des 15. April 2023 gestattet. Für diesen befristeten Weiterbetrieb durften nur die in der jeweiligen Anlage noch vorhandenen BE für die Stromerzeugung genutzt werden.

Das 19. AtGÄndG trat am 4. Dezember 2022 in Kraft. Durch diesen befristeten Weiterbetrieb standen im Winter 2022/2023 zusätzliche Erzeugungskapazitäten im deutschen Stromnetz bereit, um einen positiven Beitrag zur Leistungsbilanz und zur Netzsicherheit zu leisten.

Das AtG umfasst, neben der Zweckbestimmung und allgemeinen Vorschriften auch Überwachungsvorschriften, grundlegende Regelungen zu Zuständigkeiten der Verwaltungsbehörden, Haftungs- sowie Bußgeldvorschriften.

Zum Schutz gegen die von radioaktiven Stoffen ausgehenden Gefahren und zur Kontrolle ihrer Verwendung verlangt das AtG für die Errichtung und den Betrieb von Kernanlagen eine behördliche Genehmigung. Das AtG regelt insbesondere

- die Voraussetzungen und Verfahren für die Erteilung von Genehmigungen,
- die Durchführung der Aufsicht,
- die Hinzuziehung von Sachverständigen und
- die Erhebung von Verfahrenskosten.

Die darin getroffenen Regelungen sind allerdings nicht abschließend, sondern erfahren sowohl im Bereich der Verfahren als auch der materiell-rechtlichen Anforderungen eine weitere Konkretisierung durch Rechtsverordnungen und anderes untergesetzliches Regelwerk.

Nach § 7 AtG bedürfen die Errichtung, der Betrieb oder das Innehaben einer ortsfesten Anlage zur Erzeugung, Bearbeitung, Verarbeitung oder zur Spaltung von Kernbrennstoffen sowie eine wesentliche Änderung der Anlage oder ihres Betriebes und auch die Stilllegung der Genehmigung. Weitere Genehmigungstatbestände befinden sich in § 4 AtG für die Beförderung von Kernbrennstoffen, in § 6 AtG für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen, in § 9 AtG für die Bearbeitung, Verarbeitung und sonstige Verwertung von Kernbrennstoffen außerhalb genehmigungspflichtiger Anlagen sowie in § 9a AtG für die Verwertung radioaktiver Reststoffe und die Beseitigung radioaktiver Abfälle.

Strahlenschutzgesetz (StrlSchG)

Mit der Umsetzung der Richtlinie 2013/59/Euratom wurde das Strahlenschutzrecht neu geordnet und modernisiert. Das Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (StrlSchG), das als Artikel 1 des Gesetzes zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung vom 27. Juni 2017 erlassen wurde, regelt den Strahlenschutz erstmals in einem förmlichen Gesetz. Überwiegend sind die Regelungen des StrlSchG am 31. Dezember 2018 in Kraft getreten. Die Regelungen des StrlSchG zum radiologischen Notfallschutz und zur Überwachung der Umweltradioaktivität, sowie die Verordnungsermächtigungen sind seit 1. Oktober 2017 in Kraft. Das StrlSchG regelt u. a.

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

Das StrlSchG ist im Jahr 2024 geändert worden, um technischen Neuerungen und vollzugsbedingten Erfahrungen Rechnung zu tragen.

Gesetze zur Errichtung atomrechtlicher Behörden

Eine weitere gesetzliche Grundlage ist das „Gesetz über die Errichtung eines Bundesamtes für Strahlenschutz“, mit dem diesem Amt bestimmte Aufgaben u. a. im Bereich des Strahlenschutzes einschließlich des Notfallschutzes zur Unterstützung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde (Regulierungsbehörde) des Bundes übertragen werden.

Mit dem „Gesetz über die Errichtung eines Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit“ aus dem Jahr 2013 wurde die Grundlage für den Aufbau des heutigen BASE, geschaffen. Dem BASE werden mit diesem Gesetz u. a. Regulierungs-, Genehmigungs- und Aufsichtsaufgaben des Bundes im Bereich Endlagerung, Zwischenlagerung sowie für den Umgang und Transport hochradioaktiver Abfälle sowie Verwaltungsaufgaben im Bereich der kerntechnischen Sicherheit übertragen. Zur Erfüllung seiner Aufgaben betreibt das BASE wissenschaftliche Forschung auf diesen Gebieten.

Rechtsverordnungen

Zur weiteren Konkretisierung der gesetzlichen Regelungen enthalten das AtG (vgl. Aufzählung in § 54 Abs. 1 AtG) und das StrlSchG Ermächtigungen für den Erlass von Rechtsverordnungen. Relevante Rechtsverordnungen werden von der Bundesregierung erlassen, bedürfen aber der Zustimmung des Bundesrates. Der Bundesrat ist ein Verfassungsorgan des Bundes, in dem die Regierungen der Länder vertreten sind. Zu Schutz- und Vorsorgemaßnahmen bei Kernanlagen bestehen die in Tabelle 7-1 zusammengestellten Rechtsverordnungen.

Am 31. Dezember 2018 ist die – insbesondere auf Verordnungsermächtigungen des StrlSchG gestützte – Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (StrlSchV) in Kraft getreten. Die neue StrlSchV enthält Regelungen, die die Vorschriften des StrlSchG ergänzen und konkretisieren. Das StrlSchG und die StrlSchV zusammen gewährleisten einen umfassenden Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung.

Die vierte Verordnung zur Änderung der StrlSchV vom 10. Januar 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 8) nahm einige vor allem vollzugsbedingte Änderungen vor. Hierzu gehören u. a. die Einführung einer sicherheitstechnischen Sachverständigenprüfung für anzeigebedürftige Laseranlagen und die Ermöglichung der Anerkennung von Kursen zum Erwerb oder zur Aktualisierung der erforderlichen Fachkunde im Strahlenschutz mit ausschließlichen Online-Lehrangeboten. Weitere geringfügige Änderungen erfolgten durch die Verordnung zur Änderung der Abwasserverordnung und zur Änderung der StrlSchV vom 17. April 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 132). Ferner soll durch

das Medizinforschungsgesetz vom 23. Oktober 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 324) der Strahlenschutzverantwortliche dafür Sorge zu tragen haben, dass die Summe der studienbedingten effektiven Dosen durch angezeigte Anwendungen an minderjährigen, kranken Menschen, die im Rahmen eines Forschungsvorhabens erfolgen, den Grenzwert von 6 mSv nicht überschreitet. Die zuletzt genannte Änderung wird am 1. Juli 2025 in Kraft treten.

Tabelle 7-1 Rechtsverordnungen zu Schutz- und Vorsorgemaßnahmen bei Kernanlagen

Abkürzung der Verordnung / des Gesetzes	Kurzbeschreibung zum Regelungsgehalt
AtAV	Atomrechtliche Abfallverbringungsverordnung Verbringung radioaktiver Abfälle in das oder aus dem Bundesgebiet
AtDeckV	Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung Deckungsvorsorge nach dem AtG
AtEV	Atomrechtliche Entsorgungsverordnung Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle: Anfall, Verbleib, Erfassung, Behandlung, Verpackung, Abgabe/ Empfang und Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle
AtSKostV	Kostenverordnung zum Atomgesetz und zum Strahlenschutzgesetz Erhebung von Kosten in atom- und strahlenschutzrechtlichen Verfahren
AtSMV	Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung Stellung, Aufgaben, Verantwortlichkeiten des atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten, Meldung besonderer Vorkommnisse in Kernanlagen nach § 7 AtG
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung Antragsunterlagen (einmaliger Sicherheitsbericht), Öffentlichkeitsbeteiligung, Sicherheitsspezifikationen (Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebs), Verfahren und Kriterien für wesentliche Änderungen
AtZüV	Atomrechtliche Zuverlässigkeitsüberprüfungs-Verordnung Überprüfung der Zuverlässigkeit von Personen zum Schutz gegen Entwendung oder erhebliche Freisetzung radioaktiver Stoffe
EndlagerVfV	Endlagervorausleistungsverordnung Finanzielle Vorausleistungen für die Einrichtung von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle
IMIS-ZustV	IMIS-Zuständigkeitsverordnung Zuständigkeiten von Bundesbehörden im IMIS nach dem StrlSchG
KIV	Kaliumiodidverordnung Bereitstellung und Verteilung von kaliumiodidhaltigen Arzneimitteln zur Iodblockade der Schilddrüse bei radiologischen Ereignissen
NDWV	Notfall-Dosiswerte-Verordnung Festlegung von Dosiswerten für frühe Notfallschutzmaßnahmen
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung U. a. beruflicher Strahlenschutz, Schutz der Bevölkerung, Freigrenzen, Freigabe radioaktiver Stoffe, Anforderungen an die Dosisermittlung, Melde- und Mitteilungspflichten

Allgemeine Verwaltungsvorschriften

Für den Vollzug der atom- und strahlenschutzrechtlichen Gesetze und Rechtsverordnungen durch Bundes- und Landesbehörden kann die Bundesregierung gemäß Art. 84 – 86 GG allgemeine Verwaltungsvorschriften erlassen. Wird dadurch der Vollzug durch die Länder geregelt, ist gemäß Art. 84 Abs. 2 und Art. 85 Abs. 2 S. 1 GG die Zustimmung des Bundesrates erforderlich. Allgemeine Verwaltungsvorschriften regeln die Handlungsweise der Behörden, binden also unmittelbar nur die Verwaltung. Sie entfalten jedoch mittelbare Außenwirkung, wenn sie konkreten Verwaltungsentscheidungen zugrunde gelegt werden. Für den Bereich der kerntechnischen Sicherheit und des Strahlenschutzes relevante allgemeine Verwaltungsvorschriften werden im „Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“ aufgeführt.

Vorläufig als Notfallpläne des Bundes geltende Dokumente

Gemäß den §§ 97 – 99 StrlSchG hat die Bundesregierung zur Notfallvorsorge im Sinne des Artikels 16 des Übereinkommens über nukleare Sicherheit auf Vorschlag des BMUKN einen allgemeinen Notfallplan des Bundes erlassen (→ Artikel 16, Seite 122). Für alle Verwaltungs- und Wirtschaftsbereiche, in denen bei einem Notfall gegebenenfalls angemessene Schutzmaßnahmen getroffen werden sollen, ist dieser allgemeine Notfallplan auf Vorschlag der jeweils zuständigen Bundesministerien durch besondere Notfallpläne des Bundes zu ergänzen und zu konkretisieren. Die Notfallpläne des Bundes wurden von der Bundesregierung als allgemeine Verwaltungsvorschriften mit Zustimmung des Bundesrates beschlossen. Als verbindliche vorläufige Notfallpläne des Bundes (§ 97 Abs. 5 StrlSchG) fungieren bis auf weiteres verschiedene bestehende Dokumente gemäß Anlage 4 des StrlSchG und weitere länderspezifische Dokumente.

Nach einer Übergangsbestimmung gelten bis zum Erlass dieser neuen Notfallpläne des Bundes oder von den im StrlSchG vorgesehenen Rechtsverordnungen zur Notfallvorsorge die entsprechenden Festlegungen und Darstellungen in allgemeinen Verwaltungsvorschriften, SSK-Empfehlungen und anderen Planungsdokumenten, die in Anlage 4 des StrlSchG genannt werden, vorläufig als Notfallpläne des Bundes. Die entsprechenden Festlegungen und Darstellungen der in Tabelle 16-2 des vorliegenden Berichtes aufgelisteten Dokumente sind daher nach den Vorschriften des StrlSchG bis zum Erlass der neuen Notfallpläne der Bundesregierung bei einem Notfall von den zuständigen Behörden bei ihren Entscheidungen über Schutzmaßnahmen zu beachten.

Überprüfung und Änderung der Notfallpläne

Gemäß § 103 StrlSchG werden Notfallpläne des Bundes und der Länder regelmäßig unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus den Notfallübungen, den Erkenntnissen aus Notfällen im In- oder Ausland sowie den Veränderungen des Standes der Wissenschaft und der Rechtslage überprüft und gegebenenfalls geändert.

Bekanntmachungen des BMUKN

Das BMUKN veröffentlicht nach Beratung mit den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden Bekanntmachungen in Form von Anforderungen, Richtlinien, Leitlinien, Kriterien und Empfehlungen. In der Regel handelt es sich um im Konsens mit den zuständigen obersten Landesbehörden, die teilweise auch als Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden handeln, beschlossene Regelungen zur einheitlichen Handhabung des Atom- und Strahlenschutzrechts.

Die Bekanntmachungen des BMUKN beschreiben die Auffassung der für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen und den Strahlenschutz zuständigen obersten Bundesbehörde und, wenn die Beschlüsse im Länderausschuss für Atomkernenergie (LAA) getroffen wurden, auch die Auffassung der zuständigen Landesbehörden zu allgemeinen Fragen (der kerntechnischen Sicherheit, des Strahlenschutzes, des Notfallschutzes) und der Verwaltungspraxis und dienen den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder als Orientierung beim Vollzug des Atom- und Strahlenschutzrechts. Sie werden von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder im Rahmen von Genehmigungsverfahren oder Aufsichtstätigkeiten in eigener Zuständigkeit herangezogen. Dadurch wird auch sichergestellt, dass der Vollzug des Atom- und Strahlenschutzrechts in den verschiedenen Ländern möglichst nach vergleichbaren Maßstäben erfolgt. Im Verhältnis zu den Genehmigungsinhabern der Kernanlagen erlangen diese regulatorischen Vorgaben durch ihre Berücksichtigung in atomrechtlichen Genehmigungen oder durch Verfügungen der atomrechtlichen Aufsicht Verbindlichkeit.

Die wichtigsten untergesetzlichen kerntechnischen Regelungen sind die „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ (SiAnf) einschließlich ihrer „Interpretationen“. Diese enthalten grundsätzliche und übergeordnete sicherheitstechnische Anforderungen im Rahmen des untergesetzlichen Regelwerks, welche der Konkretisierung der, gemäß § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG, nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb von Kernanlagen dienen. Im Hinblick auf die in Deutschland betriebenen Kernanlagen betrifft dies Änderungsgenehmigungen. Die letzte Aktualisierung der SiAnf wurde am 25. Februar 2022 bekannt gegeben. Soweit es sicherheitstechnisch erforderlich ist, sind die SiAnf auch dann heranzuziehen, wenn Kernanlagen ihren Leistungsbetrieb endgültig eingestellt haben. In der Nachbetriebsphase, d. h. in der Phase nach der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebs und vor der Erteilung der Stilllegungsgenehmigung, können im Rahmen von Aufsichtsverfahren der Länder einige Anforderungen modifiziert werden (z. B. Prüfumfang und Prüfintervalle der wiederkehrenden Prüfungen) und einige nur für den Leistungsbetrieb notwendige Systeme dauerhaft außer Betrieb genommen werden. Beispiele für solche Systeme sind das Reaktor-SCRAM-System, das Druckhaltesystem, das Zusatzboriersystem, Systeme aus dem Sekundärkreislauf in DWR und elektrische Systeme zur Stromerzeugung, wie z. B. der Generator.

Forschungsreaktoren unterliegen grundsätzlich den gleichen Genehmigungs- und Aufsichtsanforderungen wie Kernanlagen, wobei sie im Vergleich ein deutlich geringeres Gefährdungspotential aufweisen. Um die sinnvolle Anwendung des für Kernanlagen entwickelten Regelwerks auf Forschungsreaktoren im Betrieb und Nachbetrieb darzustellen, wurde im Jahr 2023 der „Leitfaden zur Anwendung des kerntechnischen Regelwerks für Kernkraftwerke auf Forschungsreaktoren mittels eines abgestuften Ansatzes“ veröffentlicht.

Derzeit liegen mehr als 100 Bekanntmachungen aus dem Bereich der kerntechnischen Sicherheit vor. Es handelt sich um Regelungen

- zu „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“,
- für zu planende Notfallschutzmaßnahmen der Genehmigungsinhaber für angenommene schwere Störfälle,
- für Katastrophenschutzvorkehrungen in der Umgebung der Kernanlagen,
- zu Maßnahmen gegen Störungen oder sonstige Einwirkungen Dritter,
- zum Strahlenschutz bei Revisionsarbeiten,
- zu den Meldekriterien für meldepflichtige Ereignisse in Kernanlagen und Forschungsreaktoren,
- zur Überwachung der Emissionen und der Radioaktivität in der Umwelt,
- zur periodischen SÜ für Kernkraftwerke,
- zur Dokumentation technischer Unterlagen bei Errichtung, Betrieb und Stilllegung von Kernanlagen,
- zu Unterlagenforderungen bei Anträgen auf Genehmigung,
- zu Verfahren zur Vorbereitung und Durchführung von Instandhaltungs- und Änderungsarbeiten in Kernanlagen,
- zur Fachkunde des Personals,
- zur periodischen SÜ für Forschungsreaktoren und
- zur sinnvollen Anwendung des kerntechnischen Regelwerks für Kernkraftwerke auf Forschungsreaktoren.

Sonstige Regelwerke zur Sicherheit von Kernanlagen

KTA-Regelwerk

Das Regelwerk des kerntechnischen Ausschusses (KTA) spezifiziert u. a. die sicherheitstechnischen Anforderungen des übergeordneten Regelwerks (SiAnf und deren „Interpretationen“) bzw. präzisiert diese.

Der KTA wird beim BMUKN gebildet. Er hat gemäß § 2 seiner Satzung *„die Aufgabe, auf Gebieten der Kerntechnik, bei denen sich aufgrund von Erfahrungen eine einheitliche Meinung von Fachleuten der Hersteller, Ersteller und Genehmigungsinhaber von Kernanlagen, der Gutachter und der Behörden abzeichnet, für die Aufstellung sicherheitstechnischer Regeln zu sorgen und deren Anwendung zu fördern“*.

Der KTA setzt sich aus je sieben sachverständigen Mitgliedern der folgenden fünf Gruppen (Fraktionen) zusammen:

- Hersteller und Ersteller von Kernanlagen,
- Genehmigungsinhaber von Kernanlagen,
- für den Vollzug des AtG bei Kernanlagen zuständige Behörden der Länder und die für die Ausübung der Aufsicht nach Art. 85 und 87c GG zuständige Bundesbehörde,
- Gutachter und Beraterorganisationen sowie
- sonstige mit der Kerntechnik befasste Behörden, Organisationen und Stellen

Der KTA wird von einem Präsidium geleitet, das vier Mitglieder hat. Die Gruppen der Hersteller und Ersteller, der Genehmigungsinhaber, der Behörden und der Gutachter benennen für das Präsidium je ein Mitglied und ein stellvertretendes Mitglied für die Dauer von vier Jahren. Die Mitglieder des Präsidiums wählen aus ihrer Mitte eine vorsitzende Person.

Die Durchführung der Geschäfte des KTA obliegt einer Geschäftsstelle, die beim BASE eingerichtet ist. Diese wird von einer geschäftsführenden Person nach den fachlichen Vorgaben des KTA-Präsidiums geleitet. Bei der

Gründung des KTA im Jahr 1972 wurde die KTA-Geschäftsstelle bei der GRS eingerichtet. Im Jahr 1991 ging die KTA-Geschäftsstelle mit der Gründung des BfS von der GRS (1972 bis 1991) zum BfS über (1991 bis 2017). Mit Gründung des BASE im Jahr 2016 (damals BfE) ging die KTA-Geschäftsstelle im Jahr 2017 zum BASE über.

Die Regeln des KTA werden in Unterausschüssen und speziellen Arbeitsgremien von Fachleuten erarbeitet und vom KTA verabschiedet. Die fünf Fraktionen sind gleich stark mit jeweils sieben von insgesamt 35 Stimmen im KTA vertreten. Eine Regel wird nur verabschiedet, wenn fünf Sechstel der Mitglieder zustimmen. Somit kann keine geschlossen stimmende Fraktion überstimmt werden.

Die KTA-Regeln gehören zum untergesetzlichen Regelwerk und sind per se nicht rechtlich bindend. 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. Aufgrund ihres Entstehungsprozesses werden sie rechtlich als antizipierende Sachverständigengutachten eingestuft und entfalten insofern eine rechtliche Bindungswirkung. Wenn die Anforderungen der KTA-Regel eingehalten werden, ist damit in aller Regel auch die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Schadensvorsorge getroffen. Die KTA-Regeln betreffen u. a.

- Organisationsfragen und Arbeitsschutz (spezielle Ergänzungen im Bereich der kerntechnischen Sicherheit),
- Anlagen- und Bautechnik,
- Betrieb,
- Elektro- und Leittechnik,
- Mechanische Komponenten,
- Reaktorkern und Systemauslegung und
- Strahlenschutztechnik.

Historisch gesehen entwickelte sich das KTA-Regelwerk auf der Basis von vorhandenen nationalen kerntechnischen Regelwerken und amerikanischen kerntechnischen Sicherheitsregeln. Zum Beispiel war der ASME-Code (American Society of Mechanical Engineers Code) (Section III) ein Vorbild für die Auslegung und Berechnung von Komponenten. Seit 2010 fließen durch eine bilaterale Zusammenarbeit zwischen KTA und ASME auch Erkenntnisse aus dem KTA zurück in den ASME-Code.

Die Qualitätssicherung und das -management nehmen einen breiten Raum ein. In den meisten Regeln wird dieser Aspekt behandelt. Der Qualitätssicherungsbegriff des KTA-Regelwerks umfasst auch das im internationalen Bereich heute separat betrachtete Gebiet der Alterung. Für Managementsysteme und für das Alterungsmanagement existieren außerdem eigene KTA-Regeln.

Das KTA-Regelwerk umfasst derzeit 97 Regelvorhaben. Im Jahr 2022 wurden 88 KTA-Regeln erneut auf Weitergültigkeit oder Änderungsbedürftigkeit überprüft, um sicherzustellen, dass die erforderlichen Regeln sowohl für Stilllegung und Abbau der Kernkraftwerke als auch für die sonstigen Nutzer von KTA-Regeln (Endlager, Zwischenlager, Forschungsreaktoren, etc.) weiterhin zur Verfügung stehen. Neun Regeln werden nicht mehr der regelmäßigen Überprüfung unterzogen, da diese von der KTA ruhend gestellt wurden.

Zuletzt wurde am 17. Januar 2024 die Neufassung der KTA-Regel 1404 (Fassung 2023-12) „Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken“ veröffentlicht.

Mit der KTA-Regel 2201.2 „Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 2: Baugrund“ befindet sich derzeit eine Regel im Änderungsverfahren. Am 6. Dezember 2024 wurde der zugehörige Regeländerungsentwurf in der Fassung 2024-12 durch den KTA verabschiedet und wurde am 17. Januar 2025 veröffentlicht.

In zwei Pilotprojekten wurde ein Verfahren zur Überführung der KTA-Regeln in ein kerntechnisches Regelwerk, welches vom Bund und den Ländern verabschiedet wird, erprobt. Dieses neue Regelwerk sollte auf den KTA-Regeln basieren und auf brennstofffreie Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren in der Stilllegung sowie auf Forschungsreaktoren in Betrieb angewendet werden. Die Pilotprojekte haben gezeigt, dass die Überführung sehr aufwändig und zeitintensiv ist. Ein Abschluss bis zum Jahr 2027 wird als nicht erreichbar angesehen.

Stattdessen ist geplant, im KTA unter dem Unterausschuss Programm- und Grundsatzfragen Arbeitsgruppen einzurichten, die die KTA-Regeln entweder für den Anwendungsbereich brennelementfreie Kernkraftwerke im Rückbau überarbeiten oder hierfür zu KTA-Regeln Anwendungshinweise verfassen. Die überarbeiteten Regeln werden dann als rückbauspezifische Regeln veröffentlicht und die Ausgangsregeln ruhend gestellt.

Die KTA-Regeln werden anhand einer Priorisierungsliste abgearbeitet. Einige Regeln werden auch als noch voll umfänglich anwendbar eingestuft. Bei einer zukünftigen Überprüfung der Regeln auf Aktualität werden die Regeln nur in Hinblick auf den Anwendungsbereich Rückbau brennelementfreie Kernkraftwerke aktualisiert. Bei KTA-Regeln zu denen Anwendungshinweise verfasst wurden, wird die Aktualisierung über die Anwendungshinweise realisiert.

Der KTA hat dazu eine Stellungnahme¹⁵ veröffentlicht.

Die Erarbeitung und Pflege von Regelwerk für den Betrieb von Forschungsreaktoren ist noch in Diskussion.

Empfehlungen der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK), der Strahlenschutzkommission (SSK) oder der der Entsorgungskommission (ESK)

Zu wichtigen Fragen bei Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für bestehende oder abgeschaltete und in Stilllegung befindliche Kernanlagen, der Regelwerksentwicklung oder der Sicherheitsforschung erteilt das BMUKN seinen Kommissionen RSK, SSK und ESK (→ Artikel 8, Seite 63) Beratungsaufträge. Die Kommissionen können darüber hinaus auch auf eigene Initiative beraten. Bei den Beratungen werden je nach Fragestellung auch die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder, Sachverständige, Genehmigungsinhaber der Kernanlagen oder Industrie hinzugezogen. Beratungsergebnisse der Kommissionen sind Stellungnahmen oder Empfehlungen, die die Kommissionen selbst auf ihren Internetseiten, nach Zustimmung des BMUKN, veröffentlichen. Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder prüfen die Beschlüsse (Empfehlungen und Stellungnahmen) der Kommissionen in eigener Zuständigkeit in den atom- und strahlenschutzrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren, insbesondere auf anlagenspezifische Relevanz. Sie entscheiden ob, und wenn ja, welcher Handlungsbedarf im konkreten Fall besteht und veranlassen gegebenenfalls Maßnahmen. Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder berichten dem BMUKN auf Anfrage über den Stand der Umsetzung. Übergreifende Erkenntnisse wird das BMUK bei der Fortschreibung des kerntechnischen Regelwerks berücksichtigen.

Konventionelles technisches Regelwerk

Für den Bau und den Betrieb von Kernanlagen gilt ergänzend das konventionelle technische Regelwerk. 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.

Im Bereich der Normung sind hier insbesondere die nationale Normung des Deutschen Instituts für Normung (DIN) sowie die internationale Normung nach ISO (International Organization for Standardization) und IEC (International Electrotechnical Commission) zu nennen.

Aktualisierung des kerntechnischen Regelwerks

In Deutschland sind die internen Regeln über die Periodizität der Überarbeitung von Vorschriften und Leitfäden in dem „Handbuch über die Zusammenarbeit von Bund und Ländern im Atomrecht (Aufsichtshandbuch)“ geregelt¹⁶.

Neben einer Beschreibung der Aufsichts- und Genehmigungsprozesse der Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern in atomrechtlichen Verfahren werden im Aufsichtshandbuch die folgenden Prozesse zur Überarbeitung von Vorschriften und Leitfäden beschrieben:

- Prozess 16: bezieht sich auf die KTA-Regeln, die mindestens alle fünf Jahre überprüft werden sollen.
- Prozess 17: bezieht sich auf die regelmäßige Weiterentwicklung der internationalen Regelwerke, insbesondere der IAEA Safety Standards und deren Umsetzung auf nationaler Ebene, um das nationale Regelwerk auf dem Stand von Wissenschaft und Technik zu halten.

¹⁵ KTA: https://www.kta-gs.de/d/Info_Weiterarbeit_KTA-2025_02_28.pdf

¹⁶ „Handbuch über die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern“ (Stand: Juni 2023)
https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/bund_laender_aufsichtshandbuch_atomrecht_bf.pdf

- Prozess 22: bezieht sich auf die untergesetzlichen Regelungen, die alle fünf Jahre oder nach Feststellung notwendiger Änderungen überprüft werden sollten, z. B. aufgrund der Überwachung der Ergebnisse der Arbeit einschlägiger (inter)nationaler, multilateraler und bilateraler Gremien und Institutionen, der Ergebnisse staatlich finanzierter Forschungsprogramme, internationaler Regelungen, Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

Zusätzliche Prozesse im Aufsichtshandbuch decken die Themen Forschungsreaktoren und Stilllegung ab. Ein eigener Teil des Handbuchs bestehend aus Prozessen, die dem Bereich „Entsorgung“ gewidmet sind, befindet sich ebenfalls in einem fortgeschrittenen Stadium der Fertigstellung. Die Periodizität der Überprüfung der Vorschriften und Leitfäden zu diesen Themen wird ebenfalls in den entsprechenden Prozessen dokumentiert.

Basierend auf dem Leitfaden zur Durchführung periodischer SÜ von Kernkraftwerken wurde als Ergebnis der IRRS Mission 2019 ein Leitfaden zur Durchführung von Periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ) für Forschungsreaktoren erstellt.

Im Rahmen der Follow-up Mission 2023 gab es den Hinweis (Suggestion), das BMUV(jetzt BMUKN) solle gemeinsam mit den Ländern Regelungen entwickeln, um interessierten Parteien (z. B. der Öffentlichkeit) vor der Beendigung der Stilllegung (Entlassung aus dem AtG) die Gelegenheit zur Stellungnahme zu geben. Zurzeit wird hierfür eine Ergänzung im Aufsichtshandbuch erstellt.

Als Teil des Standes der Technik werden die WENRA Safety Reference Levels (SRL) bei den Überarbeitungsprozessen des deutschen kerntechnischen Regelwerks berücksichtigt. Bereits 2011 wurde eine detaillierte Analyse der Umsetzung durchgeführt, als Deutschland seine neuen SiAnf entwickelte. Die meisten der SRL sind darin umgesetzt, andere in weiteren BMU-Veröffentlichungen, RSK-Empfehlungen und KTA-Regeln. Im Jahr 2022 führte Deutschland eine Selbstbewertung der aktualisierten WENRA SRL (Revision 2020) zu den Themen C (Management System), I (Ageing Management), SV (Internal Hazards) und TU (External Hazards) durch. Die Ergebnisse der Selbsteinschätzung werden derzeit im Rahmen der WENRA diskutiert.

Internationale Regelwerksentwicklung

Deutschland beteiligt sich weiterhin mit den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden und Sachverständigenorganisationen an der weiteren Entwicklung der internationalen kerntechnischen Regelwerke, etwa durch die Entsendung deutscher Fachleute zur Erarbeitung und Überarbeitung der IAEA „Safety Standards“ und „Security Guidance“. Weiterhin wirken Mitarbeitende von BMUKN, BASE und BfS als Mitglieder in den allen Regelwerksgremien der IAEA mit:

- CSS (Commission on Safety Standards)
- NUSSC (Nuclear Safety Standards Committee)
- EPreSSC (Emergency Preparedness Safety Standard Committee)
- RASSC (Radiation Safety Standards Committee)
- TRANSSC (Transport Safety Standards Committee)
- WASSC (Waste Safety Standards Committee)
- NSGC (Nuclear Security Guidance Committee)

Damit leistet Deutschland einen aktiven Beitrag zur internationalen Harmonisierung und Weiterentwicklung der Sicherheitsanforderungen. Die Regelwerksarbeit der IAEA wird zusammenfassend in einem jährlichen BMUKN-Bericht den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden, ihren Sachverständigen zugänglich gemacht. Vor der Aktualisierung einer bestimmten deutschen Verordnung, oder eines Leitfadens wird eine Gap-Analyse mit den aktuellen Safety Standards durchgeführt, um Abweichungen zu ermitteln und Vorschläge zur Verbesserung des deutschen Rechtsrahmens zu erarbeiten.

Darüber hinaus wirkt Deutschland als Mitglied der WENRA und ihrer Arbeitsgruppen aktiv an den WENRA SRL und „Safety Objectives“ mit und trägt somit zur Harmonisierung und Weiterentwicklung der nuklearen Sicherheit auf europäischer Ebene bei.

7 (2ii) Genehmigungssystem

Allgemeine Bestimmungen

Die Erteilung einer Genehmigung für Kernanlagen ist im AtG geregelt. Nach § 7 AtG ist für die Errichtung und den Betrieb von ortsfesten Anlagen zur Erzeugung, Bearbeitung, Verarbeitung, Spaltung von Kernbrennstoffen oder zur Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe eine Genehmigung erforderlich. Wesentliche Änderungen an den Kernanlagen oder deren Betrieb sowie die Stilllegung einer Anlage erfordern ebenfalls eine Genehmigung durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde. Generell können Genehmigungen zur Gewährleistung des Schutzzwecks mit Auflagen verbunden werden.

Entsprechend § 7 Abs. 1 S. 2 AtG darf eine Genehmigung „für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität“ nicht mehr erteilt werden. Die bereits erteilten Betriebsgenehmigungen waren allerdings nicht befristet und bedurften keiner Verlängerung bzw. Erneuerung. Die Berechtigung zum Leistungsbetrieb der bestehenden Kernanlagen erlosch, wenn die für die Kernanlage im AtG festgelegte Elektrizitätsmenge oder die sich aufgrund von Übertragungen ergebende Elektrizitätsmenge produziert worden ist, jedoch spätestens zu einem für jede Kernanlage festgelegten Zeitpunkt (§ 7 Abs. 1a AtG). Als spätester Zeitpunkt war der 31. Dezember 2022 gesetzlich verankert. In der Folge des Russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine und der dadurch ausgelösten Energiekrise wurde der Leistungsbetrieb der drei letzten noch am Netz befindlichen Kernanlagen KKE, KKI 2 und GKN II mit dem 19. AtGÄndG bis zum Ablauf des 15. April 2023 gestattet. Für diesen befristeten Weiterbetrieb durften nur die in der jeweiligen Anlage noch vorhandenen BE für die Stromerzeugung genutzt werden. Die letzten drei Kernanlagen haben am 15. April 2023 ihren Leistungsbetrieb eingestellt. Für Kernanlagen werden daher atomrechtliche Genehmigungsverfahren nur noch für wesentliche Änderungen (§ 7 Abs. 1 AtG) und deren Stilllegung (§ 7 Abs. 3 AtG) durchgeführt.

Die nachfolgende Darstellung der atomrechtlichen Genehmigungsverfahren konzentriert sich daher auf Genehmigungsverfahren für wesentliche Änderungen der bestehenden Kernanlagen oder ihres Betriebes. Die Stilllegung von Kernanlagen ist Gegenstand der Berichterstattung im Rahmen des Übereinkommens über nukleare Entsorgung (Joint Convention).

Die geplanten Änderungen einer Kernanlage oder ihres Betriebes sind systematisch hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die erforderlichen Schutz- und Vorsorgemaßnahmen zu bewerten. Wesentliche Änderungen von Kernanlagen oder ihres Betriebes sind nach § 7 Abs. 1 AtG genehmigungspflichtig. Bei genehmigungspflichtigen Änderungen ist die Einhaltung der Genehmigungsvoraussetzungen gemäß § 7 Abs. 2 AtG zu prüfen (→ Artikel 14 (i), Seite 94).

Eine Änderung ist im rechtlichen Sinne wesentlich, wenn sie mehr als offensichtlich unbedeutende Auswirkungen auf das Sicherheitsniveau der Anlage haben kann. Dies gilt auch, wenn die Änderung zu einer Erhöhung des Sicherheitsniveaus führt.

In der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung sind bestimmte Arten von Änderungen aufgeführt, die einer öffentlichen Bekanntmachung bedürfen. Diese Fälle gelten definitiv als wesentliche Änderungen. Darüber hinaus werden auch Änderungen, die Auswirkungen auf die Abfolge von Auslegungsereignissen und auslegungsüberschreitenden Ereignissen haben können, als wesentlich angesehen.

Wesentliche Änderungen einer Anlage im Sinne des AtG beschränkten sich auf sehr wenige Änderungen während der Lebensdauer der Anlage. Ein Beispiel für eine solche Änderung ist die Erhöhung der thermischen Reaktorleistung.

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

Die Ausgestaltung und Durchführung des Genehmigungsverfahrens nach dem AtG sind in der AtVfV näher geregelt.

Forschungsreaktoren unterliegen grundsätzlich den gleichen Anforderungen an das Genehmigungsverfahren wie Kernanlagen. In der Regel wird hier das für Kernanlagen entwickelte Regelwerk abhängig vom Risikopotential der jeweiligen Forschungsreaktoranlage abgestuft angewendet, wie es im Leitfaden zur Anwendung des kerntechnischen Regelwerks für Kernkraftwerke auf Forschungsreaktoren mittels eines abgestuften Ansatzes vom 10. Oktober 2023 beschrieben ist.

Atomrechtliche Genehmigungsverfahren

Antragstellung

Der schriftliche Genehmigungsantrag wird bei der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes eingereicht, in dem sich die Anlage befindet. Der Antragsteller hat alle erforderlichen Unterlagen vorzulegen, die zur Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde und deren 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. Zusätzlich werden diejenigen Anlagenteile und Verfahrensschritte in der genehmigten Anlage geprüft, auf die sich die Änderung auswirkt. Die vom Antragsteller eingereichten Unterlagen müssen diese Anlagenteile und Verfahrensschritte abdecken. 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 Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde mit Hilfe von Sachverständigenorganisationen im Verlaufe des Genehmigungsverfahrens geprüft wird. Neben dem Sicherheitsbericht sind vom Antragsteller bei der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde 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 Betriebes 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 ausgebaute oder abgebaute radioaktiver Anlagenteile entsprechend den in § 1 Nr. 2 bis 4 AtG bezeichneten Zwecken sowie zur geordneten Beseitigung radioaktiver Reststoffe oder abgebaute 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 zuständigen Genehmigungsbehörde zu treffende Entscheidungen 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

Antragsprüfung

Die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde 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) (→ Artikel 17 (iv), Seite 149) zu beteiligen, deren Zuständigkeitsbereich berührt wird. Zur Bewertung der Sicherheitsfragen werden in der Regel Sachverständigenorganisationen zur Unterstützung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde mit der Begutachtung der Antragsunterlagen beauftragt. In schriftlichen Gutachten legen die Sachverständigen dar, ob die Anforderungen an die kerntechnische Sicherheit und den Strahlenschutz erfüllt werden. Sie haben keine eigenen Entscheidungsbefugnisse. Die atomrechtliche Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde bewertet und entscheidet aufgrund ihres eigenen Urteils. Sie ist in ihrer

Entscheidungsfindung nicht an die Gutachten der Sachverständigen gebunden. Weitere Informationen zur Hinzuziehung von Sachverständigen werden in den Ausführungen zu Artikel 8 gegeben.

Die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes informiert das BMUKN im Rahmen der Bundesauftragsverwaltung, wenn es das Genehmigungsverfahren für bedeutsam hält oder vom BMUKN allgemeine bundesaufsichtliche Vorgaben vorliegen. Eine Information erfolgt auch, wenn das BMUKN eine Beteiligung des Bundes im Einzelfall als erforderlich ansieht.

Bei der Wahrnehmung dieser bundesaufsichtlichen sicherheitstechnischen Aufgaben wird das BMUV durch seine Beratungsgremien RSK, SSK und ESK sowie häufig durch die Sachverständigenorganisation GRS fachlich unterstützt. Das BMUKN nimmt, soweit erforderlich, gegenüber der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes zum Entwurf der Entscheidung der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde Stellung.

Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)

Die Erforderlichkeit einer UVP für Kernanlagen ist im Gesetz über die UVP (UVPG) i.V.m. § 2a AtG geregelt. Die UVP wird als unselbstständiger Bestandteil des Zulassungsverfahrens für die Kernanlage oder deren Änderung durchgeführt. Bei UVP-pflichtigen Vorhaben hat der Antragsteller seinem Antrag einen UVP-Bericht beizufügen (§ 3 Abs. 2 AtVfV). Bei der ersten Stilllegungsgenehmigung handelt es sich immer um ein UVP-pflichtiges Vorhaben. Bei weiteren Genehmigungsverfahren erfolgt ggf. eine UVP-Vorprüfung, in der festgestellt wird, ob eine UVP nötig ist oder im Rahmen der Vorprüfung bereits ausgeschlossen werden kann, dass das Vorhaben mit relevanten Umweltauswirkungen verbunden ist. In der UVP 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 sowie die zu erwartenden Umweltauswirkungen des Vorhabens. 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 S. 1 AtG).

Anschließend erstellt die zuständige 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).

Öffentlichkeitsbeteiligung

Mit der Öffentlichkeitsbeteiligung sollen die Bürgerinnen und Bürger Gelegenheit haben, ihre Anliegen unmittelbar in das Verfahren einzubringen. Eine Öffentlichkeitsbeteiligung war für die Errichtungsgenehmigungen und ist für die erste Stilllegungsgenehmigung obligatorisch. 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 UVPG erforderlich ist. Näheres dazu regelt die AtVfV. Diese enthält Regelungen

- darüber, unter welchen Voraussetzungen die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde von einer Öffentlichkeitsbeteiligung absehen darf, bzw. 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 – 7a AtVfV), und
- über die Durchführung eines Erörterungstermins, bei dem die vorgebrachten Einwendungen zwischen zuständiger Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde, Antragsteller und denjenigen, die Einwendungen erhoben haben, besprochen werden können (§§ 8 – 13 AtVfV).

Die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde 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 vom Antragsteller zusätzlich zu den Antragsunterlagen, die zur Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen durch die atomrechtliche Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde und die Sachverständigen in allen Genehmigungsverfahren vorzulegen

sind, 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 vorgesehen. Im Zuge dessen 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 hinzugezogenen Sachverständigen und, falls vorhanden, die Stellungnahme des BMUKN und der beteiligten Behörden sowie die Erkenntnisse zu den im Erörterungstermin vorgebrachten Einwänden aus der Öffentlichkeit bilden in ihrer Gesamtheit die Basis für die Entscheidung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde. Die Einhaltung der Verfahrensvorschriften gemäß der AtVfV ist Voraussetzung für die Rechtmäßigkeit der Entscheidung. Gegen die Entscheidung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde kann vor Verwaltungsgerichten Klage erhoben werden.

Das AtG enthält die erforderliche Ermächtigung, aufgrund der die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder gegen eine nicht genehmigte Errichtung oder einen nicht genehmigten Betrieb einer Kernanlage vorgehen können. Insbesondere ist die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde befugt, eine nicht genehmigte Errichtung oder Betriebsweise einstweilen durch eine sofort vollziehbare Einstellungsverfügung zu untersagen und eine endgültige Einstellung des Betriebs anzuordnen. Dies gilt, wenn eine erforderliche Genehmigung von der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde nicht erteilt wurde oder die erforderliche Genehmigung widerrufen ist. Diese Befugnisse hat die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde nicht nur in Fällen, in denen eine Kernanlage ohne irgendeine Genehmigung betrieben wird, sondern auch dann, wenn die Anlage wesentlich abweichend von den erteilten Genehmigungen errichtet worden ist oder betrieben wird.

7 (2iii) Behördliche Prüfung und Beurteilung (Aufsicht)

Während der gesamten Lebensdauer, einschließlich der Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung, unterliegen Kernanlagen nach Erteilung der erforderlichen Genehmigung einer kontinuierlichen staatlichen Aufsicht gemäß AtG und den zugehörigen atomrechtlichen Verordnungen. Diese Aufsicht wird durch die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder im Auftrag des Bundes wahrgenommen. Wie im Genehmigungsverfahren lassen sich die Länder durch unabhängige Sachverständige unterstützen. Die Entscheidungen bezüglich anstehender Aufsichtsmaßnahmen verbleiben bei der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde. Oberstes Ziel der staatlichen Aufsicht über Kernanlagen ist, wie bei der Genehmigung, der Schutz der Bevölkerung und der in diesen Kernanlagen beschäftigten Personen vor den mit dem Betrieb der Anlage verbundenen Risiken. Aufsichtliche Tätigkeiten vor Ort fanden im normalen Leistungsbetrieb durchschnittlich einmal pro Woche und Anlage durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde statt. Personal, welches die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden vertritt, hat unbeschränkt Zutritt zu den Anlagen.

Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden überwachen insbesondere

- die Einhaltung der Vorschriften des AtG, des StrlSchG, der atom- und strahlenschutzrechtlichen Verordnungen und sonstiger sicherheitstechnischer Regeln und Richtlinien,
- die Einhaltung der Bestimmungen, Auflagen und Nebenbestimmungen der Genehmigungsbescheide und
- die Einhaltung der erlassenen aufsichtlichen Anordnungen.

Zur Gewährleistung der Sicherheit überwachen die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden auch mit Hilfe von Sachverständigen oder mittels anderer Behörden

- die Einhaltung der sicherheitsrelevanten Betriebsvorschriften,
- die Durchführung der Wiederkehrenden Prüfungen (WKP) sicherheitstechnisch relevanter Anlagenteile,
- die Auswertung besonderer Vorkommnisse,
- die Durchführung von Änderungen der Anlage oder ihres Betriebes,
- die Strahlenschutzüberwachung des Personals in Kernanlagen,
- die Strahlenschutzüberwachung der Umgebung, auch durch das vom Genehmigungsinhaber unabhängige Kernkraftwerks-Fernüberwachungssystem (KFÜ),
- die Einhaltung der anlagenspezifisch genehmigten Grenzwerte bei der Ableitung von radioaktiven Stoffen,

- den Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter,
- die Zuverlässigkeit des Antragstellers,
- die Fachkunde und den Fachkundeerhalt der verantwortlichen Personen sowie den Kenntniserhalt der sonst tätigen Personen auf der Anlage und
- die Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Die Einbindung der verschiedenen Leitungsebenen auf Seiten der Genehmigungsinhaber ist stets gewährleistet. Zu Zeiten der Anlagenrevision mit BE-Wechsel sowie nach besonderen Vorkommnissen fand die Aufsichtstätigkeit vor Ort gegebenenfalls auch arbeitstäglich bzw. permanent statt.

Die von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden zugezogenen Sachverständigen sind häufiger vor Ort, haben nach AtG jederzeit Zugang zur Anlage und sind berechtigt, notwendige Untersuchungen durchzuführen und Information zur Sache zu verlangen (§ 20 i.V.m. § 19 Abs. 2 AtG). An das Ergebnis der Untersuchungen der Sachverständigen sind die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden jedoch nicht gebunden.

Hinzugezogene Sachverständige werden von der zuständigen Aufsichtsbehörde beauftragt und auch bezahlt. Nach § 21 Abs. 2 AtG kann sich die beauftragende Aufsichtsbehörde die Gebühren der Sachverständigen vom Betreiber erstatten lassen, „soweit sie sich auf Beträge beschränken, die unter Berücksichtigung der erforderlichen fachlichen Kenntnisse und besonderer Schwierigkeiten der Begutachtung, Prüfung und Untersuchung als Gegenleistung für die Tätigkeit des Sachverständigen angemessen sind“. Damit ist ausgeschlossen, dass der Betreiber Einfluss auf das Gutachten der hinzugezogenen Sachverständigen nehmen kann.

Die Genehmigungsinhaber der Kernanlagen müssen den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden regelmäßig Betriebsberichte vorlegen. Darin enthalten sind Angaben zum Betriebsverlauf, zu Instandhaltungsmaßnahmen und Prüfungen, zum Strahlenschutz und zu radioaktiven Abfällen. Die Zeitintervalle, in denen die Berichte vorzulegen sind, unterscheiden sich je nach Thematik. Beispiele hierfür sind:

- Monatliche Berichte zu den Themen:
 - Betrieb
 - Meldepflichtige Ereignisse
 - Laufende Änderungsverfahren
 - Strahlenschutz
 - Radioaktive Ableitungen
 - Abfallmanagement
 - Wasserchemie
- Quartalsberichte zu den Themen:
 - Personalausstattung
 - Immissionsüberwachung
- halbjährliche Berichte zu den Themen:
 - Bericht zu Maßnahmen aufgrund von in anderen Anlagen aufgetretenen Ereignissen
- Jahresberichte Themen:
 - Sicherheitsmanagementsystem (SMS)
 - Ganzheitliche Ereignisanalyse (GEA)
 - Berichte an die RSK
 - Alterungsmanagement
 - Qualifikation und Weiterbildung des Personals
 - Abfallmanagement

Radiologisch sowie sicherheitstechnisch relevante Vorkommnisse sind den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden nach den Vorschriften der AtSMV zu melden. Die Regelungen und Vorgehensweisen zu melde-

pflichtigen Ereignissen und deren Auswertung werden in den Ausführungen zu Artikel 19 (iv) bis (vii) des vorliegenden Berichts beschrieben. Darüber hinaus gibt es eine regelmäßige Berichterstattung der Genehmigungsinhaber zu einzelnen Themen.

Ergänzend zu der ständigen behördlichen Aufsicht werden periodisch alle zehn Jahre umfassende SÜ durchgeführt. Seit dem Jahr 2002 sind die Pflichten zur Durchführung der SÜ und zur Vorlage der Ergebnisse zu festgelegten Terminen in § 19a AtG auch gesetzlich geregelt (→ Artikel 14 (i), Seite 97).

7 (2iv) Durchsetzung von Vorschriften und Bestimmungen

Durchsetzung mittels aufsichtlicher Anordnungen, insbesondere in Eilfällen

Nach § 19 AtG kann die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde anordnen, dass der Genehmigungsinhaber einen Zustand beseitigt, der den Vorschriften des AtG, der atomrechtlichen Rechtsverordnungen, den Bestimmungen der Genehmigung oder einer nachträglich angeordneten Auflage widerspricht oder aus dem sich durch die Wirkung ionisierender Strahlung 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 und
- dass der Umgang mit radioaktiven Stoffen, die Errichtung und der Betrieb von Anlagen der in § 7 AtG bezeichneten Art einstweilen oder, wenn eine erforderliche Genehmigung nicht erteilt oder rechtskräftig widerrufen ist, endgültig eingestellt wird.

Die Befugnisse der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden bei einer nicht genehmigten Betriebsweise werden in Artikel 7 (2ii) des vorliegenden Berichts behandelt.

Werden die Genehmigungsaufgaben oder die aufsichtlichen Anordnungen nicht eingehalten, kann die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des jeweiligen Landes deren Einhaltung nach den allgemeinen Vorschriften mit Maßnahmen des Verwaltungszwangs durchsetzen.

Durchsetzung mittels Änderung oder Widerruf der Genehmigung

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

Verfolgung von Verstößen gegen atomrechtliche Vorschriften

Zur Verfolgung von Verstößen sind Sanktionen im Strafgesetzbuch (StGB), im AtG und in den atomrechtlichen Verordnungen vorgesehen.

Straftatbestände

Alle als Straftatbestände geltenden Regelverstöße sind im StGB behandelt. Mit Freiheitsstrafe oder Geldstrafe wird z. B. bestraft, wer

- eine kerntechnische Anlage ohne die hierfür erforderliche Genehmigung betreibt, innehat, verändert oder stilllegt (§ 327 StGB),
- eine kerntechnische Anlage fehlerhaft herstellt (§ 312 StGB),
- ohne die erforderliche Genehmigung mit Kernbrennstoffen umgeht (§ 328 StGB),
- ionisierende Strahlen freisetzt oder Kernspaltungsvorgänge veranlasst, die Leib und Leben anderer schädigen können (§ 311 StGB) und
- Kernbrennstoffe, radioaktive Stoffe oder geeignete Vorrichtungen zur Vorbereitung bestimmter Straftaten für sich oder andere beschafft oder herstellt (§ 310 StGB).

Ordnungswidrigkeiten

In § 46 AtG, § 194 StrlSchG und den zugehörigen Verordnungen sind Ordnungswidrigkeiten geregelt, die mit Geldbußen gegen die handelnden Personen geahndet werden. Ordnungswidrig handelt z. B., wer

- Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen ohne Genehmigung errichtet oder
- einer behördlichen Anordnung oder Auflage zuwiderhandelt.

Bei Ordnungswidrigkeiten können Bußgelder bis zu 50.000 Euro gegen diese Personen verhängt werden. Eine rechtswirksam verhängte Geldbuße kann die als Genehmigungsvoraussetzung geforderte Zuverlässigkeit der verantwortlichen Personen in Frage stellen, so dass ein Austausch dieser verantwortlichen Personen nötig werden könnte.

Während strafrechtliche Sanktionen nur natürliche Personen treffen können, kann ein Bußgeld auch gegenüber juristischen Personen und Personenvereinigungen verhängt werden.

Erfahrungen

Aufgrund der intensiven staatlichen Aufsicht über Planung, Errichtung, Inbetriebnahme, Betrieb und Stilllegung von Kernanlagen (→ Artikel 7 (2iii), Seite 45), werden unzulässige Zustände in Deutschland 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 den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden erforderlichenfalls geeignete Sanktionsmöglichkeiten sowie Befugnisse zur Durchsetzung von Vorschriften und Bestimmungen zur Verfügung stehen.

8 Staatliche Stelle

ARTICLE 8 REGULATORY BODY

1. Each Contracting Party shall establish or designate a regulatory body entrusted with the implementation of the legislative and regulatory framework referred to in Article 7, and provided with adequate authority, competence and financial and human resources to fulfil its assigned responsibilities.
2. Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure an effective separation between the functions of the regulatory body and those of any other body or organization concerned with the promotion or utilization of nuclear energy.

Artikel 8 Staatliche Stelle

(1) Jede Vertragspartei errichtet oder bestimmt eine staatliche Stelle, die mit der Durchführung des in Artikel 7 bezeichneten Rahmens für Gesetzgebung und Vollzug betraut und mit entsprechenden Befugnissen, Zuständigkeiten, Finanzmitteln und Personal ausgestattet ist, um die ihr übertragenen Aufgaben zu erfüllen.

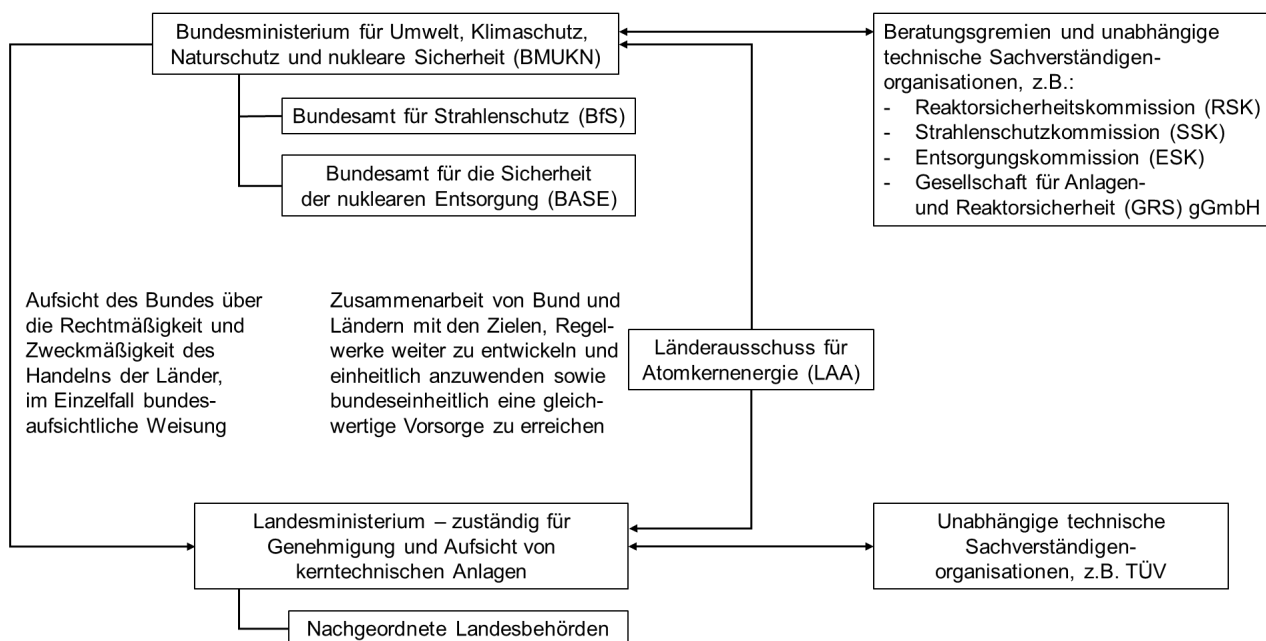
(2) Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um eine wirksame Trennung der Aufgaben der staatlichen Stelle von denjenigen anderer Stellen oder Organisationen, die mit der Förderung oder Nutzung von Kernenergie befasst sind, zu gewährleisten.

8 (1) Behörden, Gremien und Organisationen

Zusammensetzung der staatlichen Stelle

Die Bundesrepublik Deutschland ist ein Bundesstaat mit föderaler Struktur und setzt sich aus 16 Bundesländern (Länder) zusammen. Der Vollzug der Bundesgesetze liegt grundsätzlich in der Verantwortung der Länder, soweit nichts anderes bestimmt ist. Die „staatliche Stelle“ besteht daher aus den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder (→ Abbildung 8-1).

Abbildung 8-1 Aufbau der staatlichen Stelle



Der Bundeskanzler bestimmt durch Organisationserlass das für die kerntechnische Sicherheit und den Strahlenschutz zuständige Bundesministerium. Diese Zuständigkeit und damit auch die Verantwortung für Organisation, personelle Ausstattung und Ressourcen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Bundes liegt beim BMUKN. Die erforderlichen personellen und finanziellen Ressourcen beantragt das BMUKN bei der jährlichen Aufstellung des Bundeshaushalts.

Das BMUKN trägt im Sinne der Verpflichtungen des Übereinkommens über nukleare Sicherheit die gesamtstaatliche Verantwortung nach innen, wie auch gegenüber der internationalen Gemeinschaft nach außen. Es stellt sicher, dass die jeweils Verantwortlichen bei Antragstellenden und Genehmigungsinhabern, bei Behörden des Bundes und der Länder sowie die Sachverständigen einen wirksamen Schutz von Mensch und Umwelt vor den Gefahren der Atomenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen jederzeit gewährleisten.

Nach § 24 AtG werden die für die atomrechtliche Genehmigung und Aufsicht zuständigen obersten Landesbehörden (Landesministerien) durch die jeweilige Landesregierung bestimmt. Damit liegt die Verantwortung für die Organisation, personelle Ausstattung und Ressourcen dieser Vollzugsbehörden allein bei den Landesregierungen. Im Einzelfall können auch nachgeordnete Behörden mit Aufsichtsaufgaben beauftragt werden. Ebenfalls geregelt sind die Zuständigkeiten des BfS in § 185 StrlSchG und des BASE in § 23d AtG.

Verteilung der Zuständigkeiten der staatlichen Stelle

Zuständigkeiten im Bund und in den Ländern

Zuständige Bundesbehörden

Das BMUKN ist das für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz zuständige Bundesministerium. In dieser Funktion obliegt dem BMUKN die gesamtstaatliche Verantwortung für den wirksamen Schutz von Mensch, Umwelt und Sachgütern vor nuklearen Gefahren und Risiken sowie u. a. vor der schädlichen Wirkung von ionisierender Strahlung. Außerdem trägt das BMUKN die Verantwortung für Organisation, personelle Ausstattung und finanzielle Ressourcen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes.

Die Abteilung S „Nukleare Sicherheit, Strahlenschutz“ (→ Abbildung 8-3, Seite 55) des BMUKN umfasst drei Unterabteilungen. Die Unterabteilung S I erfüllt Aufgaben auf dem Gebiet der kerntechnischen Sicherheit. In der Unterabteilung S II werden Aufgaben des Strahlenschutzes, einschließlich des Notfallschutzes, wahrgenommen. Die Unterabteilung S III befasst sich mit den Aufgaben der nuklearen Entsorgung.

Zum Geschäftsbereich des BMUKN in Ausfüllung der hier maßgeblichen Aufgabenstellungen gehören das BASE und das BfS.

Zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder

Im AtG sind die obersten Landesbehörden als zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden bestimmt worden. Die für den Vollzug des StrlSchG zuständigen Landesbehörden werden in den jeweiligen Zuständigkeitsverordnungen der Bundesländer festgelegt. Die für den Vollzug des StrlSchG zuständigen Bundesbehörden werden im StrlSchG bestimmt.

Analog zur Bundesebene existiert auch auf Länderebene eine wirksame Trennung zwischen den Aufgaben der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde sowie denjenigen der Wirtschaftsförderung. Somit wird die effektive Unabhängigkeit bei der Entscheidungsfindung von Seiten der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden gegenüber den Genehmigungsinhabern kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen gewährleistet.

Im Rahmen von Entscheidungen über Genehmigungen prüfen die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder das Vorliegen der Genehmigungsvoraussetzungen. Die konkrete Ausgestaltung und Durchführung des Genehmigungsverfahrens nach AtG ist in der AtVfV detailliert geregelt.

Die Überwachungsaufgaben der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden wurden in Abschnitt 7 (2iii) aufgeführt (→ Seite 45).

Verteilung der Zuständigkeiten zwischen Bund und Ländern

Die Verteilung der Zuständigkeiten zwischen Bund und Ländern sieht ein eigenverantwortliches Verwaltungshandeln der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder vor. Den Ländern obliegt damit die Sach- und Wahrnehmungskompetenz.

In der Praxis führen die Länder die ihnen übertragenen Aufgaben eigenverantwortlich aus. Dem Bund steht jedoch im Rahmen der Bundesauftragsverwaltung ein Weisungsrecht zu. Von dieser Möglichkeit macht der Bund nur in Ausnahmefällen, als ultima ratio, Gebrauch. Bevor es dazu kommt, strebt das BMUKN an, unterschiedliche Auffassungen durch Konsultationen zu klären. Dies gelingt in aller Regel. Wenn jedoch eine Verständigung nicht

möglich ist, kann der Bund den Ländern per Weisung ein konkretes Verwaltungshandeln oder eine Entscheidung vorschreiben. Damit zieht er die Sachkompetenz an sich.

Die Kommunikation mit dem Genehmigungsinhaber übernehmen ausschließlich und unentziehbar die Länder (Wahrnehmungskompetenz). Dies umfasst jegliches rechtsverbindliche Handeln nach außen.

Die wesentlichen Prozesse der atomrechtlichen Aufsicht des Bundes und der Länder sowie deren Schnittstellen im Zusammenhang mit der Sicherheit von Kernanlagen im Leistungsbetrieb und im Nachbetrieb sind im Aufsichtshandbuch beschrieben.

Wesentliche Aufgaben des Bundes und der Länder sind in Tabelle 8-1 beschrieben.

Tabelle 8-1 Zuordnung der regulatorischen Funktionen zu den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden von Bund und Ländern

Regulatorische Funktion	Aufgaben und Zuständigkeiten der staatlichen Stelle	
	Behörden des Bundes	Behörden der Länder
Hauptfunktionen		
Schaffung innerstaatlicher Sicherheitsvorschriften und -regelungen [Art. 7 (2i), Seite 32]	Weiterentwicklung der gesetzlichen Regelungen (Beschluss durch Bundestag bei förmlichem Gesetz, Bundesregierung mit Zustimmung des Bundesrats bei Verordnung) und des nationalen kerntechnischen Regelwerks	Mitwirkung aufgrund von Erkenntnissen und Erfordernissen des Vollzugs; ergänzende landeseigene Verfahrensregelungen
Genehmigungssystem für Kernanlagen [Art. 7 (2ii), Seite 42]	Recht- und Zweckmäßigkeitssaufsicht ¹⁷ Prüfung von Erkenntnissen hinsichtlich Relevanz für bundeseinheitliche Vorgaben	Prüfung von Anträgen und Anzeigen gemäß § 7 AtG, Erteilung von Genehmigungen und Zustimmungen
System für behördliche Prüfung und Beurteilung von Kernanlagen [Art. 7 (2iii), Seite 45]		Kontrollen und Inspektionen in den Kernanlagen, Prüfung und Bewertung hinsichtlich Relevanz für die Sicherheit der Kernanlage sowie für Schutz- und Vorsorgemaßnahmen
Durchsetzung der einschlägigen Vorschriften und Genehmigungsbestimmungen [Art. 7 (2iv), Seite 47]		Ergreifen von erforderlichen Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren und zu erforderlichen Verbesserungen der Sicherheit sowie von Schutz- und Vorsorgemaßnahmen
Nebenfunktionen		
Regulatorische Sicherheitsforschung	Untersuchung von Sicherheitsfragen für einheitliche Vorgaben	Anlagenbezogene Untersuchungen
Verfolgung von Vorkommnissen, Betriebserfahrung und Umsetzung	Prüfung und Bewertung von Vorkommnissen im In- und Ausland hinsichtlich anlagenübergreifender Relevanz für die Sicherheit der Kernanlagen sowie für Schutz- und Vorsorgemaßnahmen, gesamtstaatliche Organisation des Erfahrungsrückflusses	Prüfung und Bewertung von Vorkommnissen hinsichtlich Relevanz für die Sicherheit der Kernanlage sowie für Schutz- und Vorsorgemaßnahmen
Strahlenschutz, Umgebungsüberwachung	Überwachung von Expositionen der Bevölkerung und des Staatsgebietes	Anlagenbezogene Überwachung von Emissionen und Immissionen (Exposition von Beschäftigten und in der Umgebung)
Notfallvorsorge	Rechtsverordnungen mit radiologischen Kriterien für Schutzmaßnahmen; Notfallpläne des Bundes; radiologisches Lagezentrum des Bundes (radiologisches Lagebild, länderübergreifende Notfallbereitschaft,	Mitwirkung bei der Aufstellung der Rechtsverordnungen und Notfallpläne des Bundes, Bei Bedarf Aufstellung eigener Notfallpläne, die den allgemeinen und die besonderen Notfallpläne des Bundes jeweils ergänzen und konkretisieren; anlagenbezogener

¹⁷ Das bedeutet auch, dass der Bund die Entscheidung in der Sache und die damit verbundene Überprüfung im Detail an sich ziehen kann.

Regulatorische Funktion	Aufgaben und Zuständigkeiten der staatlichen Stelle	
	Behörden des Bundes	Behörden der Länder
	internationale Meldesysteme, nationale und internationale Koordinierung)	Katastrophenschutz (einschließlich externer Notfallpläne für Kernanlagen)
Internationale Zusammenarbeit	Beteiligung an internationalen Aktivitäten zur Ermittlung des internationalen Standes von Wissenschaft und Technik und zum nationalen kerntechnischen Regelwerk sowie Bereitstellung für nationale Zwecke; Erfüllung internationaler Verpflichtungen; Durchsetzung deutscher Sicherheitsinteresse	Berücksichtigung des international dokumentierten Standes von Wissenschaft und Technik; Beteiligung an der Zusammenarbeit mit Nachbarstaaten bei grenznahen Kernanlagen, insbesondere aufgrund bilateraler Abkommen

blau verfahrensführend, verantwortliche Wahrnehmung

hellblau Aufgabe mit getrennten Zuständigkeiten, aber gemeinschaftlichen Zielen

weiß „Föderalismusfunktion“, Recht- und Zweckmäßigkeitsaufsicht oder Mitwirkung

Bei Anlagen zur Sicherstellung und Endlagerung radioaktiver Abfälle ist die staatliche Aufsicht anders geregelt. Zur effizienten Durchführung der Standortauswahl eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle wurde eine Neuorganisation des Entsorgungsbereiches durchgeführt. Hierfür wurde das BASE als zentrale Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde im Bereich Entsorgung geschaffen.

Die Durchführung und Umsetzung der beschriebenen Aufgaben liegt im Wesentlichen beim BMUKN und den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder. Diese staatliche Stelle aus Bundes- und Landesbehörden hat gemäß Artikel 7 (2ii) bis (2iv) vier Grundfunktionen wahrzunehmen:

- Entwicklung von Sicherheitsvorschriften und -regelungen
- Durchführung von Genehmigungsverfahren
- behördliche Prüfung und Beurteilung (Aufsicht)
- Durchsetzung von Vorschriften

Aus den nachfolgenden Artikeln des Übereinkommens ergeben sich weitere Funktionen, die von der jeweils zuständigen staatlichen Stelle wahrzunehmen sind:

- Regulatorische Sicherheitsforschung (→ Artikel 14, Seite 94, Artikel 18, Seite 151, und Artikel 19, Seite 159)
- System für Umsetzung von Betriebserfahrungen (→ Artikel 19, Seite 159)
- Strahlenschutz (→ Artikel 15, Seite 106)
- Notfallvorsorge (→ Artikel 16, Seite 121)
- Internationale Zusammenarbeit (Präambel vii und viii, Artikel 1)

Die Tabelle 8-2 führt die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder auf, in denen sich Kernanlagen im Sinne dieses Übereinkommens (→ Einführung, Seite 14) befinden .

Tabelle 8-2 Zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder mit Kernanlagen im Sinne des Übereinkommens

Land	Kernanlage	Genehmigungsbehörde	Aufsichtsbehörde
Baden-Württemberg	Neckarwestheim II	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg im Einvernehmen mit dem Ministerium des Inneren, für Digitalisierung und Kommunen Baden-Württemberg	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Bayern	Isar 2 Gundremmingen C	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz	
Niedersachsen	Grohnde Emsland	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz	
Schleswig-Holstein	Brokdorf	Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein	

Grundsätzlich sind in allen regulatorischen Funktionen sowohl die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes als auch der Länder beteiligt, jedoch mit unterschiedlichen Zuständigkeiten, Verantwortlichkeiten und Mitwirkungspflichten. Die Tabelle 8-2 zeigt diese Aufteilung. Näheres ist in den jeweils relevanten Artikeln des vorliegenden Berichtes ausgeführt.

Gemeinsames Verständnis der regulatorischen atomrechtlichen Aufsicht

Das BMUKN und die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder haben ein gemeinsames Aufsichtshandbuch erstellt, das die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern bei Leistungsreaktoren mit Betriebsgenehmigung und die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern in atomrechtlichen Verfahren abbildet. Dieses vom LAA verabschiedete Aufsichtshandbuch beschreibt die Kernprozesse der Aufsicht über Kernanlagen (Leistungs- und Nachbetrieb) und die Schnittstellen zwischen der atomrechtlichen Aufsicht des Bundes und der Länder. Das Aufsichtshandbuch wurde im Sommer 2023 erweitert und die Prozesse hinsichtlich ihrer Relevanz für Kernanlagen in Stilllegung und für Forschungsreaktoren in Betrieb und Stilllegung überprüft und diese ausgewiesen. Es dient als gemeinsame Handlungs- und Zusammenarbeitsgrundlage für die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder und liegt in der letzten Aktualisierung mit dem Stand Juni 2024 vor.

Nachgeordnete Behörden in den Ländern

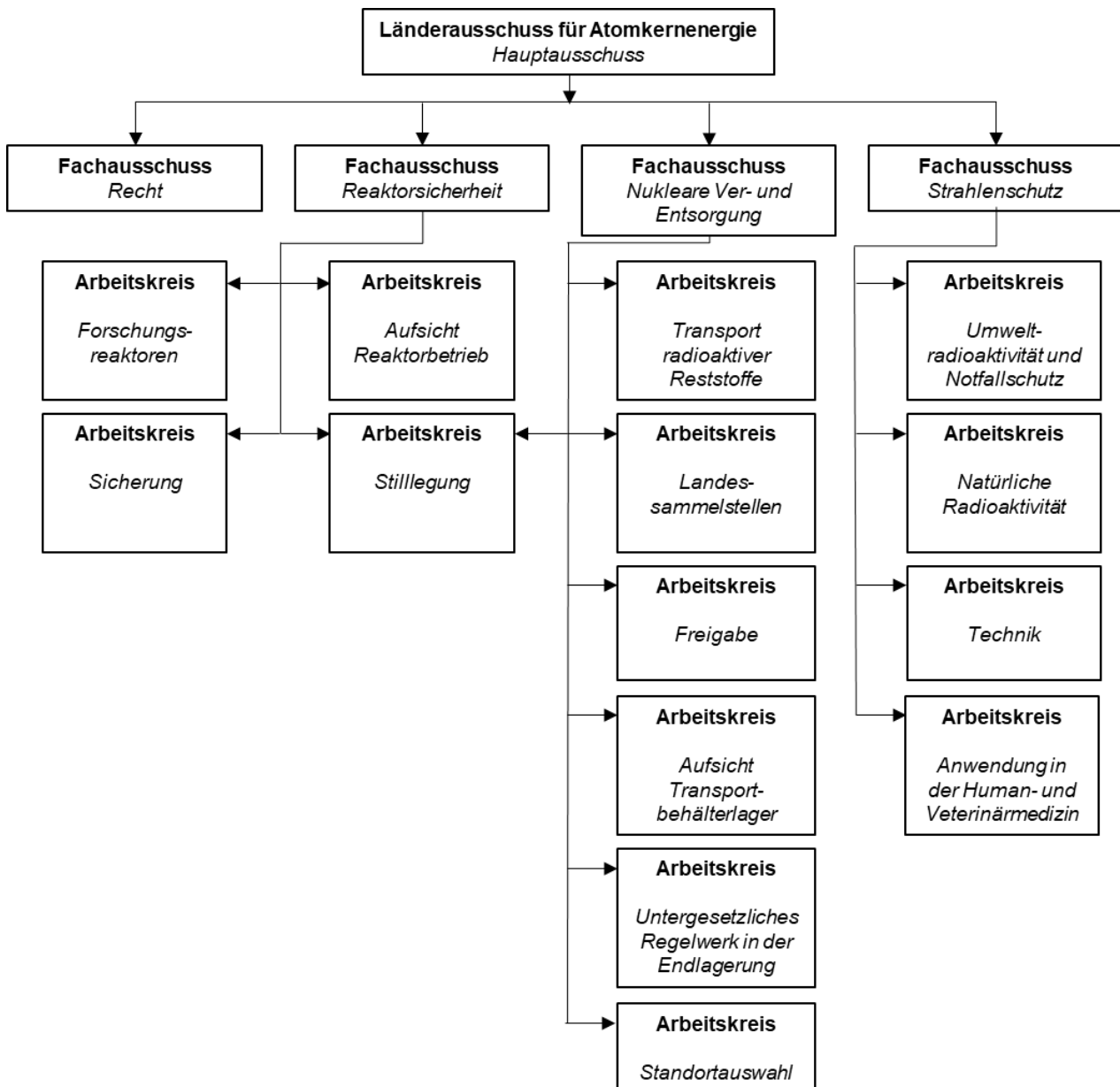
Da die Zuständigkeit für die atomrechtliche Genehmigung und Aufsicht den obersten Landesbehörden (Ministerien) zugewiesen ist, werden nur vereinzelt Aufgaben von nachgeordneten Behörden der Länder wahrgenommen, z. B. das KFÜ.

Zusammenarbeit der Bundes- und Landesbehörden (staatliche Stelle) – Länderausschuss für Atomkernenergie (LAA)

Im föderalen deutschen System, in dem die Aufgaben auf Bund und Länder verteilt sind, kommt der Abstimmung und Koordinierung der Aufgaben und des gemeinsamen Handelns zur Erhöhung der nuklearen Sicherheit eine ganz besondere Rolle zu. Hierfür hat der Bund zusammen mit den Ländern bereits im Jahr 1958 den LAA gegründet. Der LAA ist ein ständiges Bund-Länder-Gremium, welches sich aus Personal der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder und des Bundes zusammensetzt. Er unterstützt Bund und Länder beim Vollzug des AtG und des StrlSchG sowie bei der Vorbereitung von Änderungen und der Weiterentwicklung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften und des untergesetzlichen Regelwerks. Insbesondere dient der LAA der wechselseitigen Kommunikation und dem Austausch zwischen den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden von Bund und Ländern sowie der Koordinierung von Tätigkeiten. Im Interesse eines bundeseinheitlichen Vollzuges des Atom- und Strahlenschutzrechts erarbeiten die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder und des Bundes im Konsens Regelungen zur einheitlichen Handhabung des Atom- und Strahlenschutzrechts. Diese werden vom BMUKN im Bundesanzeiger bekannt gemacht. Vorsitz und Geschäftsführung des LAA liegen beim BMUKN. Das Gremium fasst seine Beschlüsse in der Regel einvernehmlich. Der LAA

verfügt über vier Fachausschüsse für die Themen Recht, Reaktorsicherheit, Strahlenschutz sowie Nukleare Ver- und Entsorgung (→ Abbildung 8-2). Den Fachausschüssen zugeordnet sind Arbeitskreise für spezielle Aufgaben. Die Fachausschüsse können bei Bedarf für besondere Themen Ad-hoc-Arbeitsgruppen einsetzen. Die Fachausschüsse und die permanenten Arbeitskreise tagen in der Regel zweimal jährlich, bei Bedarf häufiger. Der Hauptausschuss tagt einmal im Jahr. Die Beratungen im LAA sind ein wichtiges Mittel zur frühzeitigen und umfassenden Beteiligung der Länder und ergänzen die Mitwirkungsrechte der Länder am Gesetzgebungsverfahren durch den Bundesrat.

Abbildung 8-2 Struktur Länderausschuss für Atomkernenergie

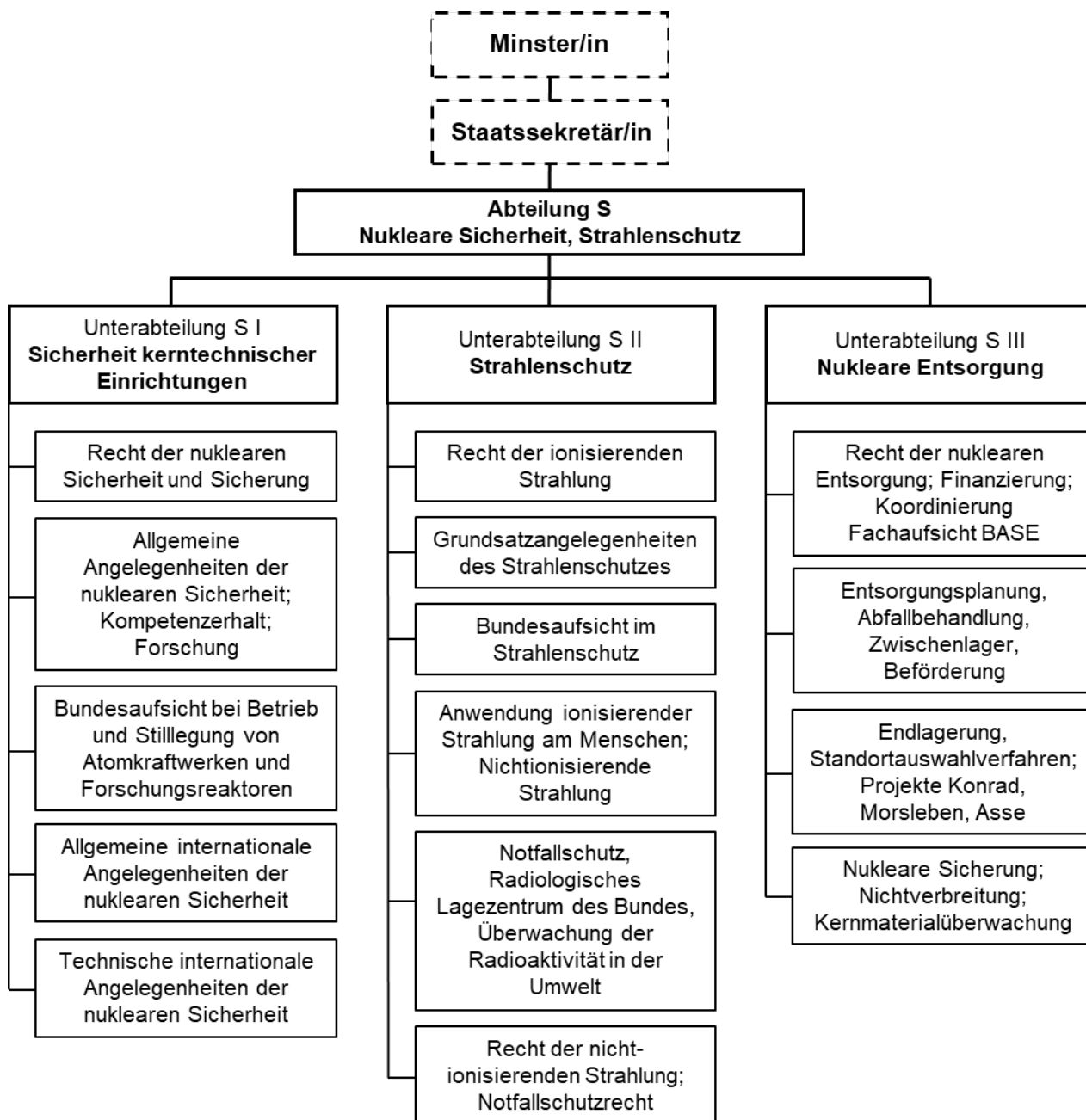


Organisation und personelle Ausstattung der Behörden des Bundes und der Länder

Atomrechtliche Behörden des Bundes

Die atomrechtliche Behörde des Bundes ist das BMUKN. Die Abteilung S „Nukleare Sicherheit, Strahlenschutz“ des BMUKN umfasst drei Unterabteilungen. Diese gliedern sich weiter in Arbeitseinheiten (Arbeitsgruppen, Referate) auf. Die Abbildung 8-3 zeigt die Struktur der Abteilung S mit den drei Unterabteilungen und den zugeordneten Arbeitseinheiten.

Abbildung 8-3 Organisation der Abteilung S im BMUKN



Personalausstattung des BMUKN

Das Personal des BMUKN setzt sich aus Lebenszeitbeamten und Tarifbeschäftigten des öffentlichen Dienstes zusammen.

Für die juristischen Fachbeamten oder Tarifbeschäftigten ist ein Hochschulstudium mit einem qualifizierten Abschluss erforderlich. Für die wissenschaftlich-technischen Fachbeamten der Abteilung S ist ein mit einem Master abgeschlossenes Hochschulstudium (höherer Dienst), ein Fachhochschulstudium oder ein mit einem Bachelor abgeschlossenes Hochschulstudium (gehobener Dienst) Voraussetzung. Darüber hinaus gibt es keine spezifischen Ausbildungs- und Prüfungsregelungen.

Die Zuständigkeit für die Erfüllung der Verpflichtungen aus dem Übereinkommen für nukleare Sicherheit liegt im BMUKN vorrangig bei der Unterabteilung S I mit etwa 40 Mitarbeitenden. Davon haben etwa 25 Personen einen wissenschaftlich-technischen Hintergrund und 15 Personen einen juristischen oder nichttechnischen (insbesondere Verwaltung) Hintergrund.

In der Unterabteilung S II „Strahlenschutz“ sind etwa 19 Mitarbeitende mit Aufgaben betraut, die einen Bezug zu diesem Übereinkommen haben, z. B. mit dem Strahlenschutz in Kernanlagen oder dem Notfallschutz.

Die Abteilung S wird durch eine Abteilung für zentrale Aufgaben (z. B. Personal- und Haushaltsangelegenheiten, Infrastrukturaufgaben und allgemeine Dienste) unterstützt.

Personalausstattung des Bundesamtes für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE)

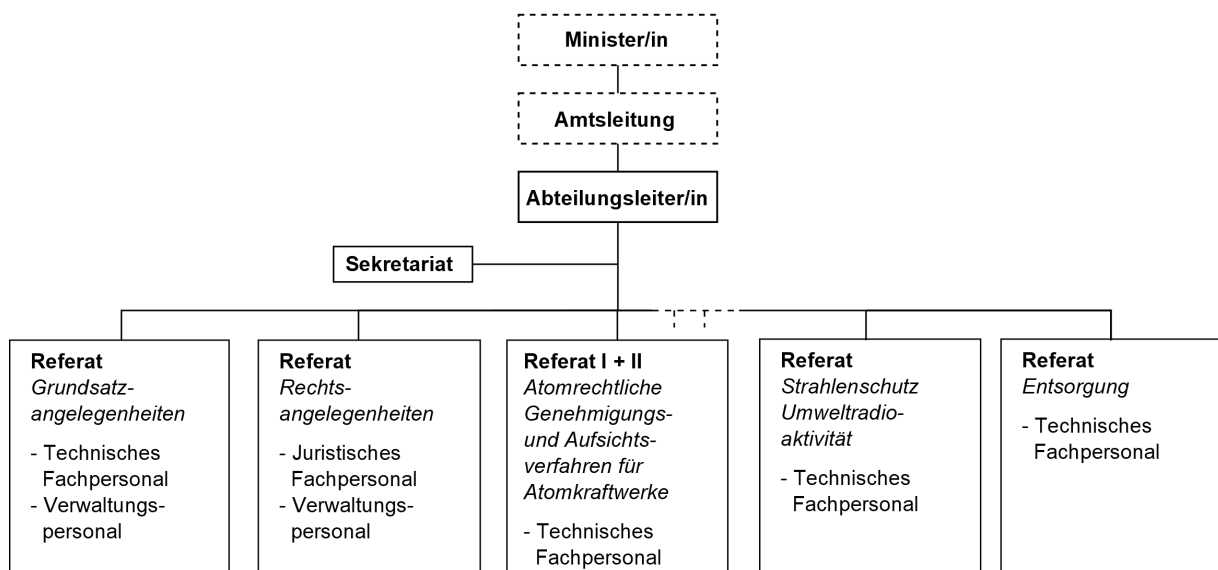
Das BASE als Regulierungs-, Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde im Entsorgungsbereich wurde seit 2016 kontinuierlich aufgebaut. Die im Sinne des Übereinkommens wahrgenommenen Aufgaben werden in der Abteilung „Nukleare Sicherheit“ in Kooperation mit der Abteilung „Forschung und Internationales“ von etwa 35 Mitarbeitenden ausgeführt.

Zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder

Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder zur Überwachung kerntechnischer Einrichtungen sind die von den Landesregierungen bestimmten Ministerien (oberste Landesbehörden). Die Tabelle 8-2 zeigt die für Kernanlagen im Sinne dieses Übereinkommens zuständigen Ministerien. Innerhalb der Ministerien werden die Aufgaben der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde in der Regel in Abteilungen wahrgenommen. Der Aufbau der jeweiligen Abteilungen richtet sich nach Art und Umfang der kerntechnischen Tätigkeiten und Anlagen in dem jeweiligen Land. Diese Abteilungen untergliedern sich in Referate für die Durchführung der Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für die Kernanlagen und werden gegebenenfalls durch zusätzliche Referate für Strahlenschutz und Umweltradioaktivität, Entsorgung, Grundsatzangelegenheiten und Rechtsangelegenheiten unterstützt. In einigen Ländern sind neben Kernanlagen und Forschungsreaktoren weitere kerntechnische Einrichtungen des Brennstoffkreislaufes zu überwachen, die nicht zu dem vom Übereinkommen erfassten Bereich gehören.

Wie auf Bundesebene, gilt auch für die Länder, dass die Abteilung zur Überwachung kerntechnischer Einrichtungen, in der Regel, durch eine weitere Organisationseinheit des Ministeriums, häufig eine Abteilung für zentrale Aufgaben (z. B. Personal- und Haushaltsangelegenheiten, Infrastrukturaufgaben und allgemeine Dienste), unterstützt wird. Zur Veranschaulichung wird mit Abbildung 8-5 ein prinzipielles Organigramm einer Abteilung zur Überwachung der Kernanlagen eines Landes wiedergegeben.

Abbildung 8-5 **Prinzipielle Organisation einer Abteilung eines Landesministeriums für die Überwachung der Kernanlagen**



Personalausstattung der Länder

Die Abteilungen für die Überwachung der Kernanlagen beschäftigen überwiegend wissenschaftlich-technisches Fachpersonal, insbesondere Ingenieure und Naturwissenschaftler, teils auch Arbeitspsychologen. Darüber hinaus wird juristisches Fach- und Verwaltungspersonal eingesetzt. Diese Abteilungen führen alle Überprüfungen und Bewertungen sowie Vollzugsaufgaben der in den folgenden Artikeln im Einzelnen näher erläuterten Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren aus. Eine stringente Zuordnung des Personals zu den Aufgaben der Begutachtung und Genehmigung bzw. der Aufsicht erfolgt nicht.

Bei der Einstellung von Mitarbeitenden und bei der Weiterqualifikation achten die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden darauf, dass sie über eigenes Fachpersonal in den für die kerntechnische Sicherheit wichtigen Fachbereichen verfügen. Weiterhin obliegt diesem Personal auch die Führung und Steuerung der zugezogenen Sachverständigen sowie die Prüfung und Bewertung von Sachverständigenstellungnahmen.

Hinsichtlich der personellen Ausstattung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder ist zu berücksichtigen, dass nach § 20 AtG im atomrechtlichen Verwaltungsverfahren Sachverständige hinzugezogen werden können. Von dieser Möglichkeit machen die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder wegen des großen Umfangs der Prüfungen und der dabei benötigten großen Bandbreite verschiedener technisch-wissenschaftlicher Disziplinen sowie der dazu auch erforderlichen speziellen technischen Ausstattungen regelmäßig umfangreich Gebrauch. Für die Durchführung der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren ergibt sich ein Personaleinsatz von etwa 30 bis 40 Personen für eine Kernanlage pro Jahr. Dabei ist der Aufwand sowohl der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden als auch der hinzugezogenen Sachverständigen berücksichtigt.

Kompetenz der Mitarbeitenden der staatlichen Stelle

Die Bundesregierung hat bereits in den bisherigen Berichten zum Übereinkommen über nukleare Sicherheit stets bekräftigt, dass für die verbleibende Zeit des Betriebs der Kernanlagen und für die Zeit ihrer Stilllegung eine effiziente und kompetente atomrechtliche Genehmigung und Aufsicht erforderlich ist. Um dies zu gewährleisten, stellen die zuständigen staatlichen Stellen in Deutschland auch weiterhin die erforderlichen finanziellen Ressourcen, die fachliche Kompetenz des Personals, die Personalstärke sowie eine zweckmäßige und effiziente Organisation sicher. Bislang ist die Fluktuation an gut ausgebildeten Fachkräften auf der Ebene der Bundes- und Landesbehörden sowie auf der Ebene der Betreiber von Kernanlagen gering. Durch strategisches Personalmanagement und Personalentwicklung werden Mitarbeitende innerhalb der Organisationen für bestimmte Aufgaben identifiziert und zur Bewerbung motiviert. Die Förderung von Frauen hat einen hohen Stellenwert.

Eine große Anzahl erfahrener Mitarbeitender der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden ist in den letzten Jahren wegen Erreichens der Altersgrenze aus dem Berufsleben bereits ausgeschieden oder wird in den kommenden Jahren ausscheiden. Dieser Generationenwechsel stellt für die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden eine große Herausforderung dar, die u. a. auch im Konzept der Bundesregierung aufgegriffen ist. Freie Stellen sind für junge Leute mit einem Universitätsabschluss in einem relevanten Bereich der Genehmigungs- und Aufsichtstätigkeit u. a. wegen der lebenslangen Anstellung als verbeamtete Person attraktiv. Insbesondere in den Bereichen Entsorgung und Strahlenschutz wird es auch in Zukunft weiterhin attraktive Aufgaben geben. Zur Verfügung stehende Stellen können häufig nur mit Bewerbern ohne einschlägige kerntechnische Kenntnisse besetzt werden. Diesem Umstand wird durch interne und externe Schulungen bzw. Fortbildungen, interne Jobrotationen sowie geeignete Maßnahmen zum Kompetenzerhalt und Wissenstransfer begegnet. Für die vollständige Einarbeitung neuer Mitarbeitender wird von drei Jahren ausgegangen.

Am 26. August 2020 hat das Bundeskabinett das „Konzept zur Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung für die nukleare Sicherheit“¹⁸ beschlossen. Ziel des rahmengebenden Konzeptes der Bundesregierung ist es, eine auf Sicherheit ausgerichtete Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung zu erhalten und das deutsche Sicherheitsverständnis auch weiterhin international aktiv einzubringen. Im Rahmen des Entwicklungsprozesses der „Strategie zum Kompetenzaufbau und zur Nachwuchsförderung für die nukleare Sicherheit“ wurden zunächst Bedarfs-/Nachfrageanalysen durchgeführt, um dann konkrete Maßnahmen im Vorfeld zu planen. Die Bedarfs-/Nachfrageanalysen wurden schrittweise durchgeführt, wobei in einem ersten Schritt der Bedarf auf Bundesebene

¹⁸ „Konzept zur Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung für die nukleare Sicherheit“, BMWi, August 2020; <https://www.bmuv.de/themen/nukleare-sicherheit/konzept-zur-kompetenz-und-nachwuchsentwicklung-fuer-die-nukleare-sicherheit>

(BMUKN, BASE, BfS, BGE, BGZ) ermittelt wurde. In einem zweiten Schritt wurden Bedarfe jenseits der Bundesebene (z. B. Länder, Beratungsstellen, Fachorganisationen, Verbände) ermittelt. Die Erhebungen wurden mit Hilfe von Fragebögen durchgeführt.

Aus der Auswertung der Bedarfs-/Nachfrageanalysen lassen sich valide Anhaltspunkte für zukünftige Herausforderungen gewinnen. Es werden verschiedene Handlungsfelder identifiziert, auf die sich Maßnahmen zum Erhalt und Aufbau von Fachwissen und fachlichen Kapazitäten konzentrieren sollten.

Das erste Handlungsfeld ist Bildung und Lehre. Die berufliche Qualifikation ist der Schlüssel zum langfristigen Wissenserhalt und zur Rekrutierung von Fachpersonal. Eine berufliche Qualifikation garantiert den Erwerb und die Weiterentwicklung von Fähigkeiten, die im breiten Aufgabenspektrum zur kontinuierlichen Verbesserung der nuklearen Sicherheit eingesetzt werden können. Dazu gehört auch die Sichtbarmachung der Karrieremöglichkeiten durch verschiedene Ansätze, wie einen Berufsorientierungstag, der Einblicke in die Arbeit von Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden bietet, die sich mit Themen der nuklearen Sicherheit und Entsorgung befassen.

Ein weiteres Handlungsfeld ist die Forschung und Entwicklung. Eine kontinuierliche staatlich geförderte sicherheitsgerichtete Forschung und Entwicklung ist langfristig notwendig, um die technische und wissenschaftliche Kompetenz in den sich dynamisch entwickelnden Bereichen der nuklearen Sicherheit zu erhalten und weiterzuentwickeln. Die Förderung sicherheitsgerichteter Forschung und Entwicklung an Hochschulen und außeruniversitären Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen spielt eine entscheidende Rolle bei der Gewinnung von Nachwuchskräften. Attraktive Lehr- und Forschungsbedingungen können Studierende und Nachwuchswissenschaftler dazu motivieren, sich auf den kerntechnischen Bereich zu spezialisieren und sich in diesen Bereichen weiter zu qualifizieren. Die staatlich geförderte Forschung trägt zur Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses und zur Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik bei. Im Rahmen des Projektförderprogramms des BMUKN zur Sicherheitsforschung für kerntechnische Anlagen ist die gezielte Förderung des Fachkräftenachwuchses für die kerntechnische Sicherheit möglich. Beispiele dazu sind die Förderung von Doktorandenstellen im Rahmen der etablierten Förderinitiative zum Kompetenzerhalt in der Kerntechnik und die Förderung von Nachwuchsgruppen an Hochschulen. Begleitet wird die Projektförderung des BMUKN durch die Förderung der Grundlagenforschung des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR). Die Förderung des BMFTR umfasst sowohl die Projektförderung als auch die institutionelle Förderung von Forschungsaktivitäten der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V. (HGF). Das Programm Nukleare Entsorgung, Sicherheit und Strahlenforschung (NUSAFE) bildet für die HGF den Rahmen für die Grundlagenforschung zur nuklearen Sicherheit. Mit „FORKA - Forschung für den Rückbau kerntechnischer Anlagen“ hat das BMBF (jetzt BMFTR) einen Rahmen für Forschungsvorhaben zur Stilllegung und zum Rückbau kerntechnischer Anlagen und der Entsorgung der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle geschaffen. NukSiFutur ist eine Förderrichtlinie des BMBF (jetzt BMFTR) zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit durch Einrichtung von Sommerschulen zur Vernetzung, Einbindung von Industrieaktivitäten und Stärkung der nuklearen Sicherheitsforschung (z. B. Nachwuchsgruppe mit möglicher Berufung auf eine Tenure-Track-Professur).

Das nächste Handlungsfeld ist der Wissenserhalt/-transfer innerhalb der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden. Verfügbare Stellen können teilweise nur mit Bewerbern ohne einschlägige kerntechnische Kenntnisse besetzt werden. Diesem Umstand wird durch interne und externe Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen, interne Job-Rotationen sowie geeignete Maßnahmen zum Kompetenzerhalt und Wissenstransfer begegnet. Für ausscheidende Mitarbeiter existiert ein Verfahren zum Wissenstransfer, um den Wissenserhalt zu sichern. Darüber hinaus wird der Wissenstransfer durch das Aufsichtshandbuch sichergestellt, in das die Vorgehensweise und die Erfahrungen der Aufsichtsbehörde bei seiner Erstellung und Auswertung einfließen. Dieses Kompendium

- stellt die Grundlagen und Rahmenbedingungen der atomrechtlichen Aufsicht dar,
- beschreibt das Konzept der Aufsicht und die Verfahren zur Durchführung und
- dokumentiert das bei der Umsetzung gewonnene „Know-how“ und „Know-why“.

Es dient damit der Bewahrung und Weitergabe von Wissen und Erfahrung.

Ein weiteres Handlungsfeld ist die Fortbildung und das lebenslange Lernen von bestehenden und neuen Mitarbeitern.

Um nachhaltige Strukturen zu schaffen, die ein qualitativ hochwertiges und langfristiges Aus- und Weiterbildungsangebot gewährleisten, hat sich das BMUKN entschlossen, zwei Qualifizierungsverbünde sowie Netzwerke einzurichten: eines im Bereich der nuklearen Sicherheit (Sicherheit kerntechnischer Anlagen und nukleare Entsorgung), angesiedelt beim BASE, und ein Qualifizierungsnetzwerk für den Strahlenschutz, angesiedelt beim BfS.

Die Netzwerke wurden im Jahr 2023 eingerichtet und dienen als Koordinierungsplattformen. Ziele sind die Vernetzung, Koordination und gezielte Förderung von Akteuren, Know-how und Qualifizierungsmöglichkeiten durch eine zentrale Stelle. Ihre Aufgaben sind daher die Koordinierung und Vernetzung bestehender Ausbildungsangebote mit dem Ziel, die Nachfrage gegenüber den Anbietern zu bündeln, Hospitationen, duale Studien und andere Ausbildungsangebote zu unterstützen und ergänzende Angebote zu schaffen, um bestehende und zukünftige Lücken zu schließen. Bestehende Anbieter (z. B. Forschungszentren, Hochschulen) sollen durch Vernetzung gestärkt werden.

Neben den oben genannten Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsaktivitäten wurden drei Kompetenzverbünde gegründet, der Kompetenzverbund Kerntechnik (KVKT), die Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung (DAEF) und der Kompetenzverbund Strahlenforschung (KVSF). KVKT, KVSF und DAEF bieten Gremien für den Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen ihren assoziierten Mitgliedern, zu denen eine Vielzahl von Forschungseinrichtungen auf nationaler Ebene auf dem Gebiet der Reaktorsicherheits-, Entsorgungs- und Endlagerforschung gehören, darunter Forschungsinstitute, Hochschulen, Sachverständigenorganisationen und Durchführungsorganisationen.

Kompetenzerhalt und Personalentwicklung bei den atomrechtlichen Behörden

Mögliche Erfahrungsverluste beim Generationswechsel innerhalb der atomrechtlichen Behörden des Bundes konnten bisher durch Dokumentation des Wissens, Befragungen und das Engagement der jüngeren Nachwuchskräfte weitgehend ausgeglichen werden. Aktivitäten zu einem gesteuerten Wissenstransfer von ausscheidenden Mitarbeitenden werden aktuell verstärkt. Insbesondere werden Nachfolgebesetzungen so geplant, dass eine rechtzeitige Übergabe und Wissensweitergabe überlappend gezielt und systematisch erfolgen können.

Anstellungsvoraussetzung für technische Fachkräfte ist ein abgeschlossenes Hochschulstudium in der erforderlichen Fachrichtung. Die Kenntnisse für die speziellen Aufgaben (kerntechnisches Fachwissen, Verwaltungswissen, etc.) werden, soweit erforderlich, in einer Einführungsphase durch Fortbildungen und praktische Mitarbeit in den Behörden vermittelt.

Die fachliche Fort- und Weiterbildung der Mitarbeitenden erfolgt u. a. durch Teilnahme an Behördenseminaren, die die Sachverständigenorganisation GRS im Auftrag des BMUKN zur Schulung und Weiterbildung insbesondere für jüngere Mitarbeitende in regelmäßigen Abständen und zu unterschiedlichen sicherheitstechnisch relevanten Themen veranstaltet, sowie durch Teilnahme an externen nationalen und internationalen Fachveranstaltungen. Bis Mitte 2024 nahmen Mitarbeitende der atomrechtlichen Behörden des Bundes z. B. an Simulator- und Glasmodellschulungen bei der Gesellschaft für Simulatorschulung (GfS) teil. Für alle, auch die langjährigen und erfahrenen Mitarbeitenden, sind Fragen der Fort- und Weiterbildung u. a. Gegenstand der regelmäßig stattfindenden Kooperationsgespräche zwischen Mitarbeitenden und Führungskraft.

Der Kompetenzerhalt spielt auch für die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder eine wichtige Rolle. Neu eingestellte Mitarbeitende nehmen am Wissenstransfer der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden, der, ergänzend zum regulären Informationsaustausch auf Arbeitsebene, auch mit Hilfe interner Fortbildungen und Workshops systematisch gefördert wird, teil. Sie werden auf der Grundlage individueller Pläne eingearbeitet. Der jeweilige Einarbeitungsplan führt verschiedene Maßnahmen zur Aus- und Fortbildung, die Heranführung an spezielle Tätigkeiten und die Anleitung zum selbständigen Handeln zusammen. In Abhängigkeit von dem vorgesehenen Einsatzbereich und den bereits vorhandenen Kenntnissen wird das Nachwuchspersonal in allen relevanten technischen und rechtlichen Gebieten geschult.

In Baden-Württemberg beispielsweise hat die Abteilung für Kernenergieüberwachung und Strahlenschutz Regelungen für die Personalausstattung und Weiterbildungsmaßnahmen des Personals in das Managementsystem der Abteilung integriert. Für die Gewinnung und Weiterbildung von Personal wurde ein Kompetenzkatalog eingeführt. Der Katalog unterstützt dabei, die erforderliche Kompetenz und Qualifikation der Abteilung sicherzustellen.

Darüber hinaus halten auch die bereits langjährigen und erfahrenen Mitarbeitenden der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden ihre Fachkunde kontinuierlich auf dem aktuellen Stand und nehmen an den entsprechenden Fortbildungsmaßnahmen teil. Scheiden sie aus der Behörde aus, beispielsweise aufgrund ihrer Pensionierung, erfolgt die Wissensübergabe an Kolleginnen und Kollegen u. a. durch Gespräche, Interviews, Teaminspektionen, Zusammenarbeit bei Vorgängen und gemeinsame Teilnahme an Besprechungen.

Durch das Hinzuziehen von Sachverständigen für die verschiedenen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren sind für die verbeamteten Aufsichtspersonen vor allem breite, generalistische Kenntnisse erforderlich. Sie haben z. B. zu prüfen, ob die Stellungnahmen der Sachverständigen alle relevanten Bereiche abdecken und haben auf der

Basis verschiedener Stellungnahmen eine behördliche Entscheidung zu treffen. Zu einzelnen Fachgebieten wurden bei einigen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder sog. Fachkoordinatoren benannt, die sich durch besondere Kenntnisse auf diesem Gebiet ausweisen und ihre Kolleginnen und Kollegen anlagenübergreifend unterstützen.

Informations- und Wissensmanagementsystem

Als Instrument für den Wissenserhalt wurde das institutionsübergreifende internetgestützte „Portal für Nukleare Sicherheit“ (PNS) eingeführt. Das Portal beinhaltet zum einen Wissensseiten zu ausgewählten Themen und zum anderen Kollaborationsseiten, auf denen z. B. Sitzungsunterlagen von Bund-Länder-Gremien hinterlegt werden, zum anderen Bereiche, in denen Unterlagen und Ergebnisse der vom BMUKN und anderen Bundesressorts finanzierten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben dokumentiert sind (Projektseiten). Für die Wissensseiten werden Sammlungen von Unterlagen und wichtige Fachinformationen für atomrechtliche Behörden und Sachverständigenorganisationen gesichtet, aufbereitet und elektronisch strukturiert zugänglich gemacht.

Mit der Einführung des PNS wurde ein Instrument geschaffen, das den effizienten Austausch und die Verteilung von Informationen zwischen den verschiedenen Atomaufsichtsbehörden und ihren Sachverständigenorganisationen auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit auf computergestützte Weise ermöglicht. Es stehen mehr als 130.000 Dokumente und rund 300 Wissensseiten zur Verfügung. Damit dient das PNS als computergestütztes Wissensmanagementsystem. Es unterstützt die Kommunikation zwischen den deutschen Atomaufsichts- und Genehmigungsbehörden auf effiziente Weise und ermöglicht allen autorisierten Mitgliedern einen schnellen Zugriff auf und Austausch über nationale und internationale Entwicklungen und den Stand der Technik im Bereich der nuklearen Sicherheit, die bei der kontinuierlichen Verbesserung der nuklearen Sicherheit in Deutschland berücksichtigt werden sollen.

Finanzielle Ressourcen

Gemäß § 23 AtG verfügen die atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden über eine zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Aufgaben angemessene Ausstattung an Finanzmitteln und eine angemessene Personalausstattung. Eine gleichlautende Regelung sieht § 193a StrlSchG für die für den Strahlenschutz zuständigen Behörden vor. Die den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden zur Verfügung stehenden Mittel für eigenes Personal und für die Hinzuziehung von Sachverständigen werden vom Bundestag und den Landesparlamenten im jeweiligen Haushaltsplan festgesetzt. Die projektspezifischen Kosten für die atomrechtliche Genehmigung und Aufsicht werden den Antragstellern und Genehmigungsinhabern durch die Länder in Rechnung gestellt. Eine Refinanzierung der Tätigkeiten der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Bundes (BMUKN) erfolgt nicht, da von den Genehmigungsinhabern der Kernanlagen keine Gebühren für die Aufsicht der atomrechtlichen Bundesbehörde über die Landesbehörden erhoben werden können.

Die Genehmigungen für Kernanlagen sowie die Aufsichtstätigkeiten der Länder sind grundsätzlich kostenpflichtig. Die Höhe der Gebühren ist in der Kostenverordnung zum AtG und zum StrlSchG (AtSKostV) gesetzlich festgesetzt. Die Kosten werden vom Genehmigungsinhaber an die Staatskasse des jeweiligen Landes gezahlt. Eine genehmigungspflichtige Änderung kostet zwischen 500 und 1 Mio. Euro. Die Kosten für die Aufsicht werden nach dem entstandenen Aufwand für einzelne Tätigkeiten oder als jährliche Aufsichtspauschale abgerechnet und betragen zwischen 25 und 500.000 Euro. Die Vergütungen für die hinzugezogenen Sachverständigen werden als Auslagen ebenfalls durch den Antragsteller oder Genehmigungsinhaber erstattet.

Dem BMUKN stehen aus dem Bundeshaushalt jährlich circa 65 Mio. Euro mit Forschungsbezug für die Projektförderung zur Sicherheitsforschung für kerntechnische Anlagen sowie für Forschung, Untersuchungen und Ähnliches auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes und internationaler Forschungsvorhaben in diesem Bereich zur Verfügung. Zum Gebiet der nuklearen Sicherheit gehören z. B. die Aus- und Bewertung von Betriebserfahrung, Untersuchungen zu speziellen sicherheitstechnischen Fragen, die Weiterentwicklung technischer Anforderungen an kerntechnische Einrichtungen sowie die Bearbeitung von Sach- und Einzelfragen im Bereich Genehmigung und Aufsicht über Kernanlagen. Weitere Haushaltsmittel werden u. a. für die Finanzierung der Tätigkeit der Beratungskommissionen und für die Beteiligung von externen Sachverständigenstellen an der internationalen Zusammenarbeit eingesetzt.

Managementsysteme

Managementsystem bei den atomrechtlichen Behörden des Bundes

Die Grundlage für das Managementsystem der Abteilung S bilden Organisationserlasse, Geschäftsverteilungspläne, Geschäftsordnungen und Verfahrensregelungen, wie sie generell für oberste Bundesbehörden gelten. Zudem wurden im Oktober 2020 im BMUKN neue Grundsätze für gute Zusammenarbeit und Führung eingeführt, die für alle Beschäftigten, unabhängig von der Funktionsebene oder Laufbahngruppe richtungsweisend sind. Diese konkretisieren die Erwartungen und Anforderungen an alle Führungskräfte, mit ihrer besonderen Verantwortung für die Erfüllung der anspruchsvollen Aufgaben des BMUKN und setzen Qualitätsstandards, an denen gute Zusammenarbeit und Führung im Rahmen von Beschäftigtenbefragungen und Führungsfeedbacks regelmäßig gemessen werden.

Diese allgemeinen Grundlagen werden für den Bereich der Abteilung S in einem dynamischen Prozess durch Instrumente der Planung und Strategieentwicklung sowie durch eine Beschreibung der wichtigsten Prozessabläufe, die allen Angehörigen der Abteilung S in einem elektronischen Handbuch zur Verfügung stehen, ergänzt und Verbesserungspotentiale ermittelt.

Durch das Managementsystem in der gewählten Form sollen künftige Anforderungen frühzeitig erkennbar und somit ein zielorientiertes, rechtzeitiges Handeln ermöglicht werden. Es soll die Führungskräfte bei der Wahrnehmung ihrer Führungsaufgaben unterstützen und dazu beitragen, die Qualität und Effizienz der Arbeit weiter zu steigern. Durch die Dokumentation der Prozesse und Arbeitsanweisungen wird außerdem sichergestellt, dass einschlägige Erfahrungen gezielt weitergegeben werden und nicht infolge des Ausscheidens von Mitarbeitenden verloren gehen.

Im BASE gewährleistet ein integriertes Managementsystem (IMS), dass interne Abläufe und Arbeitsergebnisse kontinuierlich hinterfragt und bei erkanntem Bedarf entsprechende Verbesserungen vorgenommen werden. Das IMS orientiert sich an anerkannten internationalen Managementsystemstandards, das Umweltmanagement ist nach der europäischen Verordnung EMAS evaluiert, das Qualitätsmanagement wird aktuell in Anlehnung an die ISO 9001 betrieben, die Zertifizierung nach ISO 9001 ist in Vorbereitung. In regelmäßig durchgeführten internen Audits wird die Einhaltung der Systemanforderungen überwacht, und das IMS wird jährlich in Hinblick auf Angemessenheit und Eignung bewertet.

Managementsysteme bei den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder

Die Abläufe und Prozesse der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder sind weitgehend einheitlich durch die üblichen Organisationsregelungen für Landesministerien vorgegeben und geregelt. Die konkreten Abläufe in Genehmigungs- und Aufsichtsfragen werden über ein abteilungsinternes Managementsystem geregelt. Diese Managementsysteme werden in den verschiedenen Behörden unter Berücksichtigung der sich ändernden Anforderungen fortlaufend angepasst und weiterentwickelt. Beispiele für Anpassungen in den letzten Jahren sind z. B. die Anpassung der Aufsichtsplanung an die Nachbetriebsphase bzw. die Stilllegung. Durch die Dokumentation der Prozesse im Aufsichtsverfahren wird außerdem sichergestellt, dass Erfahrungen weitergegeben werden und nicht infolge des Ausscheidens von Mitarbeitenden verloren gehen.

Die Grundlagen für die Durchführung des Aufsichtsverfahrens sind im AtG und in den diese Grundlagen konkretisierenden Rechtsverordnungen sowie dem darüber hinaus zu beachtenden untergesetzlichen Regelwerk festgelegt. Dieses Regelwerk und dessen Umsetzung in der Verwaltungspraxis haben in Form von Anweisungen für bestimmte Prozesse Eingang in das Aufsichtshandbuch gefunden. Die im Aufsichtshandbuch festgelegten Abläufe sind weitgehend allgemeiner Natur und behalten auch in der Nachbetriebsphase oder bei der Stilllegung ihre Gültigkeit. Dazu gehören z. B. die Durchführung von Anlagenprüfungen, das Änderungsverfahren oder die Betreuung von Freigabeverfahren. Soweit erforderlich, wird das Aufsichtshandbuch um für die Stilllegung und den Abbau spezifische bzw. übergeordnete Prozesse erweitert bzw. hervorgehoben, wie z. B. die Überwachung von Abbauarbeiten, die Rückwirkungsfreiheit des Abbaus auf den Restbetrieb, Umgang mit radioaktiven Abfällen, Freigabe, α -Kontamination. Andere Prüfbereiche, z. B. Brennstoffhandhabung oder schwere Unfälle, verlieren mit fortschreitendem Abbau ihre Relevanz. Zusätzlich wird die Überwachung des Restbetriebs an das abnehmende nukleare Risiko und die abnehmende Anzahl der verbleibenden sicherheitsrelevanten SSCs angepasst.

Neben diesen und den in der AtVfV beschriebenen internen Managementsystemen gibt es weitere Möglichkeiten, eine kohärente Verwaltungspraxis der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden zu gewährleisten. Neben den Regelungen des GG zum Rahmen der Bundesauftragsverwaltung nach Art. 87c, 85 Abs. 3 und 4 GG, welche die Grundregeln für die Bundesaufsicht über die Rechtmäßigkeit und Zweckmäßigkeit von Maßnahmen

der Landesbehörden erhalten, haben die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden ihr gemeinsames Verständnis im gemeinsam erstellten Aufsichtshandbuch beschrieben. Darüber hinaus ist das Forum des LAA und seiner Ausschüsse und Arbeitsgruppen entscheidend für die Gewährleistung eines kohärenten, bundeseinheitlichen Vollzuges des Atom- und Strahlenschutzrechts durch die verschiedenen Landesbehörden.

Unterstützung durch Bundesämter, Beratungskommissionen und Sachverständige

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

Das BfS ist eine nachgeordnete Behörde des BMUKN im Bereich Strahlenschutz und nukleare Sicherheit und unterstützt das BMUKN im Sinne des Übereinkommens über nukleare Sicherheit durch seine Abteilungen „Medizinischer und beruflicher Strahlenschutz“, „Radiologischer Notfallschutz“ und „Umweltradioaktivität“. Hierzu zählen insbesondere folgende Aufgaben:

- die Führung eines Registers über berufliche Expositionen (Strahlenschutzregister)
- das Kontrollprogramm zur Emissionsüberwachung der Kernanlagen
- die großräumige Überwachung der Umweltradioaktivität
- im Fall eines Notfalls mit radiologischen Folgen, die Erstellung des radiologischen Lagebildes (RLB) inklusive der Koordinierung aller radiologischen Messungen in der Umwelt

Art und Umfang der Unterstützung wird jährlich zwischen BMUKN und BfS im Rahmen der Jahresplanung abgestimmt.

Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE)

Das BASE ist die zentrale Fachbehörde des Bundes für den sicheren Umgang mit radioaktiven Abfällen aus der Atomenergie sowie deren Entsorgung und nimmt folgende gesetzliche Aufgaben wahr:

- Genehmigung der Aufbewahrung und des Transports von Kernbrennstoffen insbesondere in Form bestrahlter BE sowie von Großquellen
- Überwachung und Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlverfahren; Durchführung durch die BGE)
- Durchführung der Strategischen Umweltprüfungen und Umweltverträglichkeitsprüfung nach UVPG für den Plan im Standortauswahlverfahren sowie nach Screening zu über- und untertägigen Erkundungsprogrammen
- Langzeitdokumentation für Daten und Dokumente aus der Zwischen- und Endlagerung
- aufgabenbezogene Forschung im Bereich der nuklearen Entsorgungssicherheit, Partizipation und Kommunikation
- Atomrechtliche Aufsicht und Genehmigung von Endlagern einschließlich bergrechtlicher Zulassungen und wasserrechtlicher Erlaubnisse

Für die Endlagerprojekte Konrad und ERAM gelten Übergangsregelungen. Momentan liegen die Genehmigungsaufgaben nach Berg- und Atomrecht, die Bergaufsicht sowie wasserrechtlichen Zulassungen bei diesen beiden Projekten noch im Verantwortungsbereich der Bundesländer. Mit der Zustimmung zur Inbetriebsetzung des im Bau befindlichen Endlagers Konrad sowie nach Abschluss des Stilllegungsverfahrens ERAM geht sowohl die atomrechtliche Genehmigungszuständigkeit sowie die Bergaufsicht auf das BASE über. Bei der Schachtanlage Asse II verbleiben diese Zuständigkeiten beim Land Niedersachsen. Die Atomaufsicht über die Schachtanlage Asse II liegt jedoch auch hier beim BASE (§ 58 AtG, Übergangsvorschriften).

Die Abteilung „Nukleare Sicherheit“ in Kooperation mit der Abteilung „Forschung und Internationales“ des BASE unterstützt das BMUKN in folgenden Themenschwerpunkten, die das Übereinkommen über nukleare Sicherheit betreffen:

- Dokumentation des Genehmigungsstatus von Kernanlagen
- Dokumentation und Prüfung der Meldepflicht von meldepflichtigen Ereignissen (Störfallmeldestelle)
- ausgewählte Sicherheitsfragen
- nationales und internationales Regelwerk
- internationale Zusammenarbeit

- Betreuung und Verwaltung von Forschungsvorhaben im Bereich der Reaktorsicherheitsforschung und der Stilllegung in Abstimmung mit dem BMUKN

Reaktor-Sicherheitskommission (RSK), Strahlenschutzkommission (SSK) und Entsorgungskommission (ESK)

Das BMUKN wird regelmäßig von den Kommissionen RSK, SSK und ESK beraten. Die RSK berät in Angelegenheiten der nuklearen Sicherheit einschließlich der Angelegenheiten der Sicherung von kerntechnischen Anlagen. Die SSK berät in Angelegenheiten des Schutzes vor ionisierender und nicht-ionisierender Strahlung. Die ESK berät BMUKN und BASE in Angelegenheiten der nuklearen Entsorgung.

In den Kommissionen müssen Unabhängigkeit, Qualifikation und Widerspiegelung des technisch-wissenschaftlichen Meinungsspektrums gewährleistet sein. Die Mitglieder sind durch Satzungen zur neutralen und wissenschaftlich nachvollziehbaren Meinungsäußerung verpflichtet. Sie werden vom BMUKN berufen, sind aber unabhängig und nicht weisungsgebunden. Sie arbeiten ehrenamtlich und kommen in erster Linie von Universitäten, Forschungseinrichtungen, technischen Sicherheitsorganisationen und der Industrie. Die Beratungsergebnisse der Kommissionen werden in allgemeinen Empfehlungen und einzelfallbezogenen Stellungnahmen gefasst und veröffentlicht. Weitere Informationen zu den Beratungen der RSK und zum Umgang der Behörden mit den Beratungsergebnissen finden sich unter Prozess 11 im Aufsichtshandbuch von Bund und Ländern und auf den Internetseiten der genannten Gremien¹⁹.

Sachverständige des Bundes und der Länder

Nach § 20 AtG können von den zuständigen Behörden im Rahmen von Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren Sachverständige zugezogen werden. Diese können sowohl unabhängige Fachleute als auch unabhängige, technische Sachverständigenorganisationen sein (sachverständige Personen). Die Sachverständigen werden vertraglich zur Unparteilichkeit und Unabhängigkeit von wirtschaftlichen Interessen der zu überprüfenden atomrechtlichen Genehmigungsinhaber sowie zu fachlicher Qualifikation und fortlaufendem Qualifikationserhalt des eingesetzten Personals verpflichtet. Sachverständige werden durch die Aufsichtsbehörden klar mandatiert und für spezifische Tätigkeiten beauftragt. Die Sachverständigen erstellen Prüfberichte, Stellungnahmen und Gutachten. Die behördliche Entscheidungshoheit wird dabei nicht auf diese übertragen. An das Ergebnis der Untersuchungen der Sachverständigen ist die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde nicht gebunden.

Das BMUKN greift auf externen Sachverstand mehrerer technischer Sachverständigenorganisationen zurück. Diese sind insbesondere die GRS, die Brenk Systemplanung GmbH, das Physikerbüro Bremen und das Öko-Institut e.V.

Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder greifen meist auf die großen technischen Sachverständigenorganisationen der TÜVs (TÜV Nord, TÜV SÜD und TÜV Rheinland) als Generalgutachter zurück. Zwischen den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder und dem TÜV bestehen in der Regel Rahmenverträge, die den TÜV verpflichten, bestimmte Aufgaben langfristig zu erledigen und das dafür notwendige Know-how, einschließlich entsprechend qualifizierten Personals, vorzuhalten. Dadurch wird erreicht, dass der betreffende TÜV als technische Sachverständigenorganisation der jeweiligen zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes durch die Wahrnehmung einzelner Kontroll- und Prüftätigkeiten praktisch ständig in der kerntechnischen Anlage präsent ist. Insbesondere kann die technische Sachverständigenorganisation so aus den verschiedenen Tätigkeiten über längere Zeit ein qualifiziertes Wissen über die gesamte Anlage aufbauen. Sachverständige können keine hoheitlichen Maßnahmen ergreifen, sie sind aber vertraglich verpflichtet, Erkenntnisse, welche behördliches Handeln erforderlich machen, der Aufsichtsbehörde unverzüglich mitzuteilen. Zur Bearbeitung aufsichtlicher Fragestellungen, die die Sicherung betreffen, bestehen Rahmenverträge mit der GRS. Darüber hinaus beauftragen die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden bei speziellen Fragestellungen weitere Sachverständigenorganisationen, wie z. B. Physikerbüro Bremen, Ökoinstitut, ESN Sicherheit und Zertifizierung GmbH.

Mit der Einbeziehung von Sachverständigen wird eine vom Antragsteller unabhängige Prüfung der sicherheitstechnischen Sachverhalte vorgenommen. Die Sachverständigen nehmen dazu eigene Prüfungen und Berechnungen mit vorzugsweise anderen Methoden und Rechenprogrammen als der Antragsteller vor. Die an den Gutachten

¹⁹ RSK: <https://www.rskonline.de/>; SSK: www.ssk.de/DE/Home/home_node.html; ESK: <https://www.entsorgungskommission.de/>

beteiligten Personen unterliegen keiner fachlichen Weisung. Sie werden der beauftragenden zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde namentlich genannt bzw. sind dieser bekannt.

Der Umfang der Sachverständigentätigkeiten wird immer von der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde festgelegt.

Integrated Regulatory Review Service (IRRS) Mission 2019 und Follow-Up 2023

Aufgrund der Bestimmung des Art. 8e (1) der Richtlinie 2009/71/Euratom sind die Mitgliedstaaten der EU verpflichtet, alle zehn Jahre eine Selbstbewertung des nationalen Gesetzes-, Vollzugs- und Organisationsrahmens für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen einschließlich der zuständigen Aufsichtsbehörden durchzuführen und zu einem anschließenden Peer Review einzuladen. Deutschland hat diese Verpflichtung im § 24b Abs. 1 AtG festgeschrieben. Die Gruppe der europäischen Regulierungsbehörden für nukleare Sicherheit (ENSREG) und die IAEA haben sich in einem „Memorandum of Understanding“ darauf geeinigt, hierfür den Integrated Regulatory Review Service der IAEA zu nutzen.

Auf Einladung des BMUV (jetzt BMUKN) fand vom 9. bis 16. Oktober 2023 die Follow-up Mission zur zweiten IRRS-Mission in Deutschland statt. Überprüft wurde die Umsetzung der im Rahmen der Hauptmission 2019 ausgesprochenen Empfehlungen und Hinweise durch die atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden von Bund und Ländern. Der Umfang der Follow-up Mission blieb unverändert und erstreckte sich über alle in der Bundesrepublik Deutschland betriebenen kerntechnischen Anlagen, Einrichtungen und Tätigkeiten mit Ausnahme von Transport, Strahlenquellen, Schnittstellen zur Sicherung sowie Aspekten der öffentlichen und medizinischen Strahlenexposition.

Der Abschlussbericht bestätigt das deutsche Engagement zur Verbesserung und Weiterentwicklung des nationalen Aufsichtssystems für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen und Einrichtungen. Zu den seit 2019 erzielten Fortschritten gehören u. a. die verbesserte Harmonisierung der Aufsicht zwischen den Regulierungsbehörden, die Förderung der Sicherheitskultur in Aufsichtsbehörden durch regelmäßige Bewertungen dieser, die Einführung einer nationalen Strategie für den Kompetenzaufbau, die verstärkte Einbeziehung der Beschäftigten aller Aufsichtsbehörden in den internationalen Erfahrungsaustausch, die Stärkung von Notfallvorsorge und -schutz durch die Annahme des Allgemeinen Notfallplans des Bundes einschließlich der Errichtung des Radiologischen Lagezentrums sowie die Verbesserung der Konformität des regulatorischen Rahmens mit den Sicherheitsstandards der IAEA.

Im Ergebnis wurden alle sechs Empfehlungen und fast alle der 25 Hinweise aus der Hauptmission 2019 als umgesetzt betrachtet. Für zwei Hinweise konnte der Umsetzungsprozess aufgrund noch laufender bzw. ausstehender Aktivitäten nicht geschlossen werden. Des Weiteren wurden zwei neue Hinweise ausgesprochen. Betroffen sind die Bereiche Weiterentwicklung des Integrierten Managementsystems im BASE und den Ländern sowie Stilllegung und Endlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung. Mit der erfolgreichen Durchführung der IRRS Follow-up Mission 2023 wurde der zweite Zyklus des innerhalb der EU verbindlichen IRRS Peer Review Prozesses abgeschlossen.

Sowohl das Advance Reference Material (ARM)²⁰ als auch der Abschlussbericht²¹ zur IRRS Follow-up Mission 2023 wurden auf der Internetseite des BMUKN veröffentlicht.

8 (2) Aufgabentrennung bei Überwachung und Nutzung der Atomenergie

Der Artikel 8 (2) des Übereinkommens über nukleare Sicherheit enthält eine Schutzvorschrift, welche die organisatorisch-strukturelle Trennung der Genehmigungs- und Aufsichtstätigkeit des Staates von dessen Förderungstätigkeit fordert. Der Trennungsgrundsatz wurde auch in Art. 5 Abs. 2 der Richtlinie 2014/87/Euratom vom 8. Juli 2014 zur Änderung der Richtlinie 2009/71/Euratom über einen Europäischen Gemeinschaftsrahmen für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Anlagen verankert.

²⁰ „Advanced Reference Material“, IRRS Follow-up Mission 2023, Germany,
https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/arm_ger_irms_fu_mission_2023_bf.pdf

²¹ „Report of the IRRS Follow-up Mission to Germany“, Oktober 2023,
https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/irms_follow-up_mission_final_report_bf.pdf

Verwirklichung in Deutschland

Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder sind staatliche Verwaltungsstellen. Diese sind durch das GG dazu verpflichtet, nach Recht und Gesetz zu handeln (Art. 20 Abs. 3 GG). Dabei steht die Verpflichtung aus dem AtG, die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage im Bereich der kerntechnischen Sicherheit zu gewährleisten, im Vordergrund.

In organisatorischer Hinsicht ist zwischen der auf Länderebene angesiedelten Tätigkeit der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden sowie der dem Bund zustehenden Aufsichts- und Weisungsrechte zu unterscheiden.

Dem Trennungsgrundsatz des Artikels 8 (2) des Übereinkommens über nukleare Sicherheit wird aufgrund der verwirklichten organisatorischen Vorkehrungen Rechnung getragen. Die wirksame Trennung der für den Bereich der atomrechtlichen Genehmigung und Aufsicht zuständigen Stellen von denjenigen, die für die allgemeine Energiepolitik zuständig sind, wird dadurch gewährleistet, dass für diese Aufgaben auf Bundesebene jeweils unterschiedliche Ministerien bzw. innerhalb eines Ministeriums auf Länderebene jeweils unterschiedliche und selbstständige Organisationseinheiten zuständig und verantwortlich sind. Zur Unterstützung der staatlichen Verwaltungsstellen kann in Fachfragen auf privatrechtlich organisierte Sachverständige zurückgegriffen werden, die ihrerseits zu einer unparteiischen und qualifizierten Aussage zum Ergebnis ihrer Prüfungen verpflichtet sind (→ Artikel 7 (2ii), Seite 43, Artikel 7 (2iii), Seite 45 und Artikel 8 (1), Seite 57).

Für das aus den Art. 85 Abs. 3 und 87c GG folgende Weisungsrecht des Bundes in Fragen der Genehmigung und Aufsicht von Kernanlagen gegenüber den das AtG ausführenden Ländern ist das BMUKN zuständig. Das BMUKN nimmt keine Aufgaben hinsichtlich der Nutzung und Förderung der Atomenergie wahr.

Die Entwicklung neuer sicherheitstechnischer Lösungen wird durch das BMUKN verfolgt, um daraus wichtige Erkenntnisse zur Sicherheit der in Betrieb befindlichen deutschen Kernanlagen oder auch zur Weiterentwicklung der nuklearen Sicherheit weltweit abzuleiten.

Gegenüber den genannten staatlichen Stellen von Bund und Ländern sind die Genehmigungsinhaber von Kernanlagen als Nutzer und gegebenenfalls Förderer der Atomenergie privatrechtliche Wirtschaftsunternehmen. Diese sind entweder selbst Stromversorgungsunternehmen oder haben überwiegend Gesellschafter aus den Reihen der deutschen Stromversorgungsunternehmen. Diese Gesellschafter sind ihrerseits privatrechtlich organisierte Unternehmen, in der Regel Aktiengesellschaften (→ Artikel 11 (1), Seite 78), ohne Einfluss auf das sicherheitsgerichtete Handeln der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden.

Berichterstattung der staatlichen Stelle

Das BMUKN berichtet einmal im Jahr sowohl dem Deutschen Bundestag als auch dem Bundesrat über die Entwicklung der Radioaktivität in der Umwelt. Hierzu ist das BMUKN aufgrund § 164 Abs. 2 StrlSchG verpflichtet.

Das BMUKN unterrichtet den Ausschuss für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit des Deutschen Bundestages zu jedem Quartal eines Jahres in Form einer Übersichtsliste über „*Meldepflichtige Ereignisse in Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen in der Bundesrepublik Deutschland – Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren, deren Höchstleistung 50 kW thermische Dauerleistung überschreitet*“. Neben der Liste gibt das BMUKN Hinweise über die Veröffentlichung der ausführlichen Monats- sowie Jahresberichte über meldepflichtige Ereignisse in deutschen Kernanlagen und Forschungsreaktoren durch das BASE auf dessen Internetseiten.

Es ist generell die Aufgabe der jeweils zuständigen Behörden der Länder, die Öffentlichkeit transparent zu informieren. Neben der gesetzlich vorgeschriebenen Beteiligung der Öffentlichkeit bei atomrechtlichen Genehmigungsverfahren erfolgt eine umfassende Information über das Internet und über Pressemitteilungen. Anfragen zu atomrechtlichen Themen werden in der Regel schriftlich beantwortet. Darüber hinaus wurden in einigen Ländern mit Kernanlagen spezielle Kommunikationsformate eingerichtet, über die insbesondere die Öffentlichkeit in der Umgebung der Anlagen in regelmäßigen Veranstaltungen mündlich über Sicherheitsfragen und Betriebsvorgänge der Kernanlagen informiert wird und Fragen beantwortet werden.

Am 16. Februar 2018 wurde das Portal zur Sicherheit in der Kerntechnik²² in deutscher und englischer Sprache freigeschaltet. Das Portal wurde vom BMUKN gemeinsam mit den Ländern, dem BfS und BASE entwickelt. Ziel ist es, den Bürgerinnen und Bürgern über eine zentrale Seite im Internet einen vereinfachten Zugang zu Informationen über die Aktivitäten der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder auf dem Gebiet der kerntechnischen Sicherheit bereitzustellen. Neben Informationen zu den Kernanlagen in Deutschland und zum Notfallschutz werden u. a. eine Übersicht über das regulatorische System in Deutschland, europäische und internationale Aktivitäten der deutschen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden sowie Grundlagenwissen zur Kerntechnik bereitgestellt.

²² Informationsportal von Bund und Ländern: www.nuklearesicherheit.de

9 Verantwortung des Genehmigungsinhabers

ARTICLE 9 RESPONSIBILITY OF THE LICENCE HOLDER

Each Contracting Party shall ensure that prime responsibility for the safety of a nuclear installation rests with the holder of the relevant licence and shall take the appropriate steps to ensure that each such licence holder meets its responsibility.

Artikel 9 Verantwortung des Genehmigungsinhabers

Jede Vertragspartei stellt sicher, dass die Verantwortung für die Sicherheit einer Kernanlage in erster Linie dem jeweiligen Genehmigungsinhaber obliegt; sie trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass jeder Inhaber einer solchen Genehmigung seiner Verantwortung nachkommt.

Gesetzliche und regulatorische Anforderungen

Nach Art. 6 Abs. 1 der Richtlinie 2014/87/Euratom vom 8. Juli 2014 haben die Mitgliedstaaten sicherzustellen, dass die Verantwortung für die nukleare Sicherheit einer Kernanlage in erster Linie dem Genehmigungsinhaber obliegt. Dies wird durch die Regelungen des AtG zu Genehmigung und Aufsicht erfüllt, denen das Prinzip der Verantwortung des Genehmigungsinhabers zugrunde liegt. Diese Anforderung ist in Deutschland in § 7c Abs. 1 AtG umgesetzt. Dort heißt es: *„Die Verantwortung für die nukleare Sicherheit obliegt dem Inhaber der Genehmigung für die kerntechnische Anlage. Diese Verantwortung kann nicht delegiert werden und erstreckt sich auch auf die Tätigkeiten der Auftragnehmer und Unterauftragnehmer, deren Tätigkeiten die nukleare Sicherheit einer kerntechnischen Anlage beeinträchtigen könnten“.*

Eine Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb nach § 7 Abs. 2 AtG durfte nur dann erteilt werden, wenn der Antragsteller nachgewiesen hat, dass er die erforderlichen technischen und organisatorischen Vorkehrungen für einen sicheren Betrieb getroffen hat.

Weiter ist in § 7 Abs. 2 AtG festgelegt, dass die Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb einer Kernanlage dann erteilt werden durfte, wenn keine Bedenken gegen die Zuverlässigkeit des Antragstellers und der verantwortlichen Personen bestanden. Zudem mussten diese Personen die erforderliche Fachkunde besitzen.

Der Genehmigungsinhaber einer Kernanlage ist Strahlenschutzverantwortlicher (§ 69 StrlSchG). 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 – 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.

Des Weiteren fordert die AtSMV die Bestellung eines kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten. Die Rechte und Pflichten des kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten sind in §§ 3 – 5 AtSMV rechtlich verbindlich 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 (→ Artikel 19 (vi), Seite 166 und Artikel 19 (vii), Seite 169).

Mit Einführung des § 7c AtG im Jahr 2010 sind die Genehmigungsinhaber auch gesetzlich verpflichtet, ein Managementsystem einzuführen, das der nuklearen Sicherheit gebührenden Vorrang einräumt (→ Artikel 10, Seite 72).

Weitere Anforderungen an das verantwortliche Personal sind in der „Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal“ geregelt. Nach der Richtlinie trägt der Leiter der Anlage die Verantwortung für den sicheren Betrieb der gesamten Anlage, insbesondere für die Einhaltung der Bestimmungen des Atomrechts und der atomrechtlichen Genehmigungen sowie für die Zusammenarbeit aller Fachbereiche. Er ist weisungsbefugt gegenüber den Fach- oder Teilbereichsleitern.

Die Fach- oder Teilbereichsleiter sind weisungsbefugt gegenüber ihren Mitarbeitenden.

Der Hauptbereitschaftshabende übernimmt die Funktion des Leiters der Anlage, wenn dieser und sein Stellvertreter nicht anwesend sind.

Das verantwortliche Schichtpersonal (Schichtleiter, Schichtleitervertreter und Reaktorfahrer) hat die Aufgabe, im Rahmen der bestehenden Betriebsanweisungen und des vorgesehenen Fahrplanes bei bestimmungsgemäßem Betrieb die Anlage zu bedienen und bei Störfällen entsprechend zu handeln.

Beim Einsatz von Fremdpersonal hat der Genehmigungsinhaber sicherzustellen, dass die Kenntnisse entsprechend der „Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen“ gewährleistet sind, erforderlichenfalls durch den Einsatz von Betreuern. Dies gilt auch für den Fall, dass die Kenntnisse durch die Fremdfirma vermittelt werden. Ein entsprechender Nachweis ist der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

In Umsetzung der Richtlinie 2014/87/Euratom wird der Genehmigungsinhaber gemäß § 7c Abs. 3 AtG verpflichtet, angemessene Verfahren und Vorkehrungen für den anlageninternen Notfallschutz vorzusehen. Dabei hat der Genehmigungsinhaber präventive und mitigative Maßnahmen des anlageninternen Notfallschutzes vorzusehen,

- die weder den bestimmungsgemäßen Betrieb noch den auslegungsgemäßen Einsatz von Sicherheits- und Notstandseinrichtungen beeinträchtigen und deren Verträglichkeit mit dem Sicherheitskonzept gewährleistet ist,
- die bei Unfällen anwendbar sind, die gleichzeitig mehrere Blöcke betreffen oder beeinträchtigen,
- deren Funktionsfähigkeit durch Wartung und WKP der vorgesehenen Einrichtungen sicherzustellen ist,
- die regelmäßig in Übungen angewandt und geprüft werden und
- die unter Berücksichtigung der aus Übungen und aus Unfällen gewonnenen Erkenntnisse regelmäßig überprüft und aktualisiert werden.

Die hierfür erforderlichen finanziellen und personellen Ressourcen hat der Genehmigungsinhaber dauerhaft vorzusehen, bereitzuhalten und sicherzustellen (§ 7c Abs. 2 Nr. 2 AtG).

Der Genehmigungsinhaber ist zudem gesetzlich verpflichtet (§ 7c Abs. 2 Nr. 4 AtG), im Rahmen seiner Kommunikationspolitik und unter Wahrung seiner Rechte und Pflichten die Öffentlichkeit

- über den bestimmungsgemäßen Betrieb der kerntechnischen Anlage sowie
- über meldepflichtige Ereignisse und Unfälle

zu informieren. Dabei sind die lokale Bevölkerung und die Interessenträger in der Umgebung der kerntechnischen Anlage besonders zu berücksichtigen.

Umsetzung und Maßnahmen der Genehmigungsinhaber

Die Elemente eines Integrierten Managementsystems (IMS (→ Artikel 10, Seite 72 und Artikel 13, Seite 90)) sind in der KTA-Regel 1402 „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken“ definiert und werden durch detaillierte Anforderungen präzisiert. Ein Hauptelement ist die Verantwortung der Leitung. Anforderungen hierzu sind:

- Verantwortung der Unternehmensleitung

Die Unternehmensleitung hat die Verantwortung, den sicheren Betrieb ihrer Anlagen sicherzustellen. Dazu hat sie verschiedene Punkte umzusetzen. Diese umfassen die Entwicklung, Einführung und kontinuierliche Verbesserung eines IMS, die Festlegung, Umsetzung und Kommunikation der Unternehmenspolitik und -ziele für eine hohe Sicherheit und eine starke Sicherheitskultur, die Erstellung von Grundsätzen für die Aufbau- und Ablauforganisation und die regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit des Managementsystems sowie die Benennung des Leiters der Anlage.

- Verantwortung der der Unternehmensleitung untergeordneten Anlagenleitung

Dies umfasst u. a. die Gewährleistung des sicheren Betriebs der Anlage, die Entwicklung, Einführung und kontinuierliche Verbesserung eines IMS, die Einhaltung von gesetzlichen, behördlichen und sicherheitstechnischen Anforderungen, Erstellung und Umsetzung der Anlagenpolitik im Einklang mit der Unternehmenspolitik, die Umsetzung der Aufbau- und Ablauforganisation in der Anlage entsprechend der von der Unternehmensleitung festgelegten Grundsätze, die Gewährleistung der erforderlichen Personalkompetenz und -qualifikation und die regelmäßige Bewertung der Wirksamkeit des Managementsystems.

Weitere Anforderungen betreffen den Beauftragten für das IMS, die Prozessbetreuer und das Managementreview. Alle Genehmigungsinhaber haben sich in übergeordneten Unterlagen wie Managementgrundsätzen oder Unternehmensleitlinien zum Vorrang der Sicherheit der Kernanlagen vor sonstigen Unternehmenszielen bekannt. Anforderungen an Managementsysteme sind in den SiAnf formuliert und in der KTA-Regel 1402 konkretisiert. Beispiele für sicherheitsbezogene Unternehmensziele sind:

- Die Sicherheit der Kernanlagen hat höchste Priorität. Sie basiert auf einer ausgereiften Technik, geeigneten organisatorischen (administrativen) Vorgaben und qualifiziertem Personal.
- Sicherheitsrelevante Abläufe werden kritisch hinterfragt, überwacht und weiterentwickelt.
- Alle Handlungen, Tätigkeiten und Maßnahmen sind vom notwendigen Sicherheitsbewusstsein geprägt (hoher Stellenwert der Sicherheitskultur).
- Das erreichte technische Sicherheitsniveau und der genehmigungsgerechte Zustand der Kernanlagen werden durch geeignete Überwachungs- und Instandhaltungskonzepte sowie Anlagenänderungen erhalten und weiterentwickelt.
- Der zeitnahe und umfassende Erfahrungsaustausch über sicherheitsrelevante Ereignisse oder Erkenntnisse hat große Bedeutung für die deutschen Kernanlagen.

In der KTA-Regel 1402 wird zudem weiter ausgeführt, dass das IMS in erster Linie ein Instrument für den Genehmigungsinhaber ist, um auf allen Führungsebenen seiner Verantwortung für die Sicherheit der Anlage nachzukommen.

Der Genehmigungsinhaber hat die Erfüllung der sich aus der „Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal“ ergebenden Anforderungen an die Fachkunde des verantwortlichen Kraftwerkspersonals gegenüber der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde an den aktuellen Anlagenzustand angepasst nachzuweisen.

Die Genehmigungsinhaber der deutschen Kernanlagen sind Mitglied des vgbe, dem internationalen Fachverband für die Erzeugung und Speicherung von Strom und Wärme. Der vgbe ist ein Zusammenschluss von Unternehmen, für die der Kraftwerksbetrieb und die dazugehörige Technik eine wichtige Grundlage ihres unternehmerischen Handelns bilden. Unter dem Dach des vgbe werden u. a. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich „Kernkraftwerke“ gemeinsam vorangetrieben. Auch die Entwicklung von Konzepten, Aktivitäten zur Fortschreibung des Standes von Wissenschaft und Technik sowie der anlagenübergreifende Erfahrungsaustausch werden in der Regel über den vgbe organisiert.

Seit Ende der 1980er Jahre wurde von den Genehmigungsinhabern ein anlageninterner Notfallschutz mit präventiven und mitigativen Notfallmaßnahmen implementiert und in den Folgejahren entsprechend dem Kenntnisfortschritt aus Sicherheitsforschung und Ergebnissen aus Übertragbarkeitsprüfungen zu kerntechnischen Ereignissen sukzessive ergänzt. Die Implementierung erfolgte in atomrechtlichen Verfahren für Anlagen im Leistungsbetrieb und erfüllt alle Anforderungen an den Umfang des anlageninternen Notfallschutzes, der seit 2017 auch in den gesetzlichen Bestimmungen nach § 7c Abs. 3 AtG bestimmt ist. Einzelheiten zu umgesetzten Maßnahmen sind insbesondere in (→ Artikel 6, Seite 28 14 (i), Seite 94 und Artikel 16 (1), Seite 122) umfassend dargestellt und erläutert.

In Wahrnehmung ihrer Verantwortung und zur Erfüllung ihrer Informationspflicht gegenüber der Öffentlichkeit (§ 7c Abs. 2 Nr. 4 AtG) haben sich die Genehmigungsinhaber der Kernanlagen das Ziel gesetzt, mit einer transparenten und offenen Kommunikation die Bevölkerung zu informieren. Hierzu zählen z. B.

- Pressearbeit,
- externe Kommunikation von meldepflichtigen Ereignissen,
- Krisenkommunikation,
- externe Kommunikation von kraftwerksspezifischen Themen (Betrieb, Revisionen, Instandhaltungs- und Modernisierungsprojekte) im Rahmen des Möglichen und
- Öffentlichkeitsarbeit am Standort, z. B. Kraftwerksgespräche.

Behördliche Überprüfung

Für die deutschen Kernanlagen sind die Organisationspläne sowie die verantwortlichen Personen und deren Verantwortungsbereich in der Personellen Betriebsorganisation (PBO) dokumentiert. Die PBO ist Teil der Sicherheitsspezifikation (→ Artikel 19 (ii), Seite 160) und Genehmigungsunterlage. Bei der Genehmigung der Kernanlage wird von der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde überprüft, ob die Verantwortlichkeiten in geeigneter Weise festgelegt sind. Änderungen im Organisationsplan oder von verantwortlichen Personen werden der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde vom Genehmigungsinhaber angezeigt. Änderungen der PBO bedürfen entweder der Genehmigung durch die zuständige Genehmigungsbehörde oder der Zustimmung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde.

Die PBO des Genehmigungsinhabers ist ein Dokument der Sicherheitsspezifikation und enthält die detaillierte Struktur der Organisation. Die Struktur besteht grundsätzlich aus den (sicherheitsrelevanten technischen) Abteilungen auf übergeordneter Ebene mit ihren Unterabteilungen. In der PBO werden die Aufgaben und Zuständigkeiten der einzelnen Abteilungen und Unterabteilungen weiter spezifiziert. Der zugezogene Sachverständige (SV) prüft, ob die neue Organisation den rechtlichen Rahmenbedingungen und den Grundsätzen der Organisationslehre entspricht, z. B. die klare Zuordnung und Kongruenz der Verantwortlichkeiten, Aufgaben und Befugnisse, die Benennung der erforderlichen Vertretungen, die Festlegung der Schnittstellen zwischen den (Teil-)Bereichen und die angemessene Anzahl der direkt unterstellten Personen, die jeweils vom (Teil-)Bereichsleiter geführt werden. Der SV bewertet auch die erforderliche Änderung der Prozesse aufgrund der Änderung der Organisationsstruktur. Ferner wird das geplante Veränderungsmanagement während der Vorbereitung, Durchführung und nach der Durchführung (z. B. Kommunikation, Schulung, Teambildung, Bewertung der Wirksamkeit) bewertet. Auf der Grundlage dieser Bewertung beurteilt und entscheidet die Behörde über den Antrag des Genehmigungsinhabers. Das Ergebnis dieser Entscheidung kann eine Genehmigung oder behördliche Zustimmung im Aufsichtsverfahren sein, je nach Ausmaß der Änderung. Im Falle einer wesentlichen Änderung der strukturellen Organisation ist eine Genehmigung erforderlich. Bei kleineren Änderungen ist eine Zustimmung durch die Aufsichtsbehörde erforderlich. Dies gilt etwa für die Neuordnung von Aufgaben innerhalb einer Sparte, z. B. zwischen deren Unterabteilungen. Neben der Änderung der Aufbauorganisation ist auch die Änderung der Ablauforganisation (Prozesse) eine Organisationsänderung. Die sicherheitsrelevanten Abläufe sind in einer Reihe von unterschiedlichen Sicherheitsspezifikationen und einer Vielzahl von detaillierteren Betriebsabläufen festgelegt. Auch solche Änderungen bedürfen der Überprüfung und Bewertung durch die Behörde.

Im Rahmen der Aufsicht nutzen die Behörden der Länder verschiedene Anlässe für Besprechungen mit den Verantwortlichen in der Anlage sowie den Geschäftsführern. In diesen Gesprächen geht es beispielhaft um die Personalausstattung und -planung, um technische Verbesserungen, um das Sicherheitsmanagement und die Sicherheitskultur sowie um die Erhaltung und Förderung von Motivation und Know-how im Zusammenhang mit dem deutschen Ausstiegsbeschluss. Ziel dieser Gespräche ist ein Austausch zwischen der Behörde und dem Genehmigungsinhaber über die jeweils übergeordnete Bewertung der Sicherheit der Anlage und der längerfristigen Strategie, Ziele und Projekte des Unternehmens. In solchen Gesprächen bekommt die Behörde zudem einen Eindruck davon, wie die Geschäftsführer Sicherheitsthemen kommunizieren und wie sie handeln. In Gesprächen mit dem mittleren Management und dem übrigen Personal überprüft die Behörde, wie die Botschaften und Handlungen der Topmanager von ihren Mitarbeitern wahrgenommen werden. Neben diesen allgemeineren Gesprächen führt die Aufsichtsbehörde auch spezifische Inspektionen der integrierten Managementsysteme und spezieller Maßnahmen durch, die der Lizenznehmer zur Förderung der Sicherheitskultur ergreift.

Neben der erforderlichen Fachkunde (→ Artikel 11 (2), Seite 80) überprüfen die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden die Zuverlässigkeit bei den verantwortlichen Personen des Genehmigungsinhabers und bei allen in sicherheitsrelevanten Bereichen tätigen Personen. Zur Bewertung der Zuverlässigkeit werden u. a. die Erkenntnisse der Polizeibehörden abgefragt. Die Personen dürfen erst dann tätig werden, wenn die Aufsichtsbehörde keine Bedenken gegen ihre Zuverlässigkeit hat und ihrer Benennung zustimmt.

Darüber hinaus überprüft die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde auch die Zuverlässigkeit des Antragstellers bzw. Genehmigungsinhabers (eines Unternehmens), bzw. der ihn vertretenden Personen (z. B. die Vorstände oder Geschäftsführung).

Die Zuverlässigkeitsüberprüfung wird durch einen Antrag des Genehmigungsinhabers (nicht der zu überprüfenden Person) auf der Grundlage der Atomrechtlichen Zuverlässigkeitsüberprüfungsverordnung (AtZüV) eingeleitet. Die Überprüfung stützt sich insbesondere auf Auskünfte der Polizei- und Verfassungsschutzbehörden, auf uneingeschränkte Auskünfte aus dem Bundeszentralregister und im Einzelfall auf Auskünfte des Bundesbeauftragten für die Opfer der SED-Diktatur. Die überprüfende Behörde wertet die eingeholten Auskünfte dahingehend

aus, ob in einer Gesamtwürdigung des Einzelfalls Zweifel an der Zuverlässigkeit bestehen, insbesondere, ob ein Verhalten zu befürchten ist, das die nukleare Sicherheit der jeweiligen kerntechnischen Anlage gefährden könnte. Bestehen keine Zweifel, teilt die Überprüfungsbehörde dies dem zugelassenen Antragsteller mit.

Die Zuverlässigkeitsüberprüfung ist fünf Jahre lang gültig. Werden in diesem Zeitraum Tatsachen bekannt, die Zweifel an der Zuverlässigkeit begründen könnten, kann vor Ablauf der Gültigkeitsdauer eine erneute Prüfung veranlasst werden. Die Zuverlässigkeitsüberprüfung ist bundesweit gültig. Die Unternehmer informieren sich gegenseitig über bereits durchgeführte Zuverlässigkeitsüberprüfung in anderen Bundesländern durch sog. Cross-Reports. Der ordnungsgemäße Umgang der Betreiber mit diesen Gegenmeldungen unterliegt der aufsichtsrechtlichen Überwachung.

Insgesamt sind alle aufsichtlichen Tätigkeiten der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden unabhängige Überprüfungen, inwieweit der Genehmigungsinhaber seiner Verantwortung für die nukleare Sicherheit der Anlage nachkommt. Die aufsichtlichen Tätigkeiten umfassen dabei:

- A Kontrolle des Anlagenzustandes und der Anlagenfunktion
 - a. Teilnahme an WKP
 - b. Prüfungen von Änderungen und Instandsetzungen sowie Folgekernen
 - c. Begleitende Kontrollen von Änderungen und Instandsetzungen sowie Folgekernen
- B Kontrolle des Betriebsverhaltens der Anlage
 - a. Auswertung von Betriebsergebnissen und Messwerten
 - b. Auswertung von Störfällen und besonderen Vorkommnissen
 - c. Überwachung der Umgebung
- C Kontrolle des Verhaltens des Genehmigungsinhabers
 - a. Überprüfen der Betriebsorganisation
 - b. Prüfung der Fachkunde und Zuverlässigkeit
 - c. Prüfung der Betriebsführung
 - d. Überprüfung der Notfallschutzplanungen des Genehmigungsinhabers
- D Sonstige Tätigkeiten
 - a. Kontrolle der Auflagenerfüllung

Aus dieser ganzheitlichen aufsichtlichen Bewertung leiten sich auch Erfordernisse an Personal und technischen Ressourcen ab, um vor Ort ein effektives Management zur Beherrschung von Störfällen oder der Ergreifung von Maßnahmen zur Minderung der Konsequenzen bestmöglich unterstützen und begleiten zu können.

10 Vorrang der Sicherheit

ARTICLE 10 PRIORITY TO SAFETY

Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that all organizations engaged in activities directly related to nuclear installations shall establish policies that give due priority to nuclear safety.

Artikel 10 Vorrang der Sicherheit

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass alle Organisationen, die mit Tätigkeiten in unmittelbarem Zusammenhang mit Kernanlagen befasst sind, Leitlinien entwickeln, die der nuklearen Sicherheit den gebotenen Vorrang einräumen.

Gesetzliche und regulatorische Anforderungen

Der Vorrang der Sicherheit ist in § 1 Nr. 2 AtG festgelegt. Dort wird als Grundsatz des AtG der Schutz von Leben, Gesundheit und Sachgütern vor den Gefahren der Atomenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung festgelegt. Des Weiteren ist in § 7c Abs. 1 AtG festgelegt, dass die Verantwortung für die nukleare Sicherheit dem Genehmigungsinhaber für die Kernanlage obliegt und diese Verantwortung nicht delegiert werden kann. Darauf aufbauend ist in § 7c Abs. 2 Nr. 1 AtG gefordert, dass der Genehmigungsinhaber ein Managementsystem einzurichten und anzuwenden hat, das der nuklearen Sicherheit gebührenden Vorrang einräumt. Im untergesetzlichen Regelwerk enthalten die SiAnf grundsätzliche organisatorische Anforderungen an die Leitung des Unternehmens, das u. a. Kernanlagen zur elektrischen Energieerzeugung betreibt, sowie an die Leitung der Anlage selbst. Dazu gehört auch das IMS, welches sämtliche zu berücksichtigende sicherheitstechnischen Ziele und Anforderungen enthält. Es beinhaltet außerdem die Aufgabe des Genehmigungsinhabers, eine hohe Sicherheitskultur aufrechtzuerhalten und diese kontinuierlich zu verbessern.

Der Vorrang der Sicherheit wird in den SiAnf wie folgt weiter präzisiert:

- Der Genehmigungsinhaber hat der Sicherheit Vorrang gegenüber allen betrieblichen Belangen einzuräumen.
- Die vorrangigen Zielsetzungen des IMS werden spezifiziert als
 - die Gewährleistung der Sicherheit,
 - die stetige Verbesserung der Sicherheit sowie
 - die Förderung der Sicherheitskultur.
- Zusätzlich wird der für den Vorrang der Sicherheit essentielle Begriff der Sicherheitskultur klar definiert: *„Die Sicherheitskultur ist durch eine, für die Gewährleistung der Sicherheit der Anlage erforderliche, sicherheitsgerichtete Grundhaltung, Verantwortung und Handlungsweise aller Mitarbeitenden bestimmt. Sicherheitskultur umfasst dazu die Gesamtheit der Eigenschaften und Verhaltensweisen innerhalb eines Unternehmens und beim Einzelnen, die dazu dienen, dass die nukleare Sicherheit als eine übergeordnete Priorität die Aufmerksamkeit erhält, die sie aufgrund ihrer Bedeutung erfordert. Sicherheitskultur betrifft sowohl die Organisation als auch die Einzelpersonen“.*

Das IMS wird als fundamentales Instrument gesehen, um die Gewährleistung, die stetige Verbesserung und den Vorrang der Sicherheit sicherzustellen. Die Anforderungen an das IMS werden im nationalen kerntechnischen Regelwerk in der KTA-Regel 1402 weiter ausgeführt. Sowohl in den SiAnf als auch in der KTA-Regel 1402 wird der integrative Ansatz für das Managementsystem gefordert, um Zielkonflikte zwischen anderen Unternehmenszielen und der Sicherheit zu verhindern und damit der nuklearen Sicherheit den ihrer Bedeutung entsprechenden Stellenwert einzuräumen. Hier wird der Vorrang der Sicherheit implizit als Teil der Unternehmenspolitik gefordert. Die Umsetzung des in der KTA-Regel 1402 beschriebenen prozessorientierten und integrierten Management System gewährleistet die notwendigen Vorgehensweisen zur Erreichung dieses Unternehmensziels. Es dient zugleich der Stärkung der Sicherheitskultur und einer kontinuierlichen Selbstüberwachung und Bewertung aller Prozesse. Dies wird durch den sog. Plan-Do-Check-Act-Zyklus umgesetzt. Des Weiteren werden durch die KTA-Regel 1402 im Rahmen des IMS Anforderungen an den sicheren Betrieb, die Organisation auf den verschiedenen Ebenen, die Überwachung, Analyse, Bewertung und Verbesserung sowie die Verfolgung von Verbesserungsmaßnahmen gestellt.

Umsetzung und Maßnahmen des Genehmigungsinhabers

Alle deutschen Genehmigungsinhaber haben sich in Managementgrundsätzen oder Unternehmensrichtlinien zum Vorrang der Sicherheit der Kernanlagen vor sonstigen Unternehmenszielen bekannt (→ Artikel 9, Seite 67). Zur Umsetzung dieser Grundsätze wurden sowohl das jeweilige Managementsystem eingeführt als auch Maßnahmen zum sicherheitsgerichteten Verhalten des Personals kontinuierlich weiterentwickelt. Aufgrund des nur noch geringen radiologischen Risikopotentials verschiebt sich der Schwerpunkt mit zunehmendem Rückbaufortschritt weiter in Richtung konventioneller Sicherheitsthemen, insbesondere dem Arbeitsschutz.

Die Sicherheit der Anlage gehört zu den obersten Zielen des Genehmigungsinhabers. Ein strategisches Personalmanagement motiviert die Mitarbeitenden, ihre Erfahrungen im Anlagenbetrieb optimal einzubringen. Zudem werden die Prozesse transparent gemacht und den Mitarbeitenden wird die Möglichkeit gegeben, die Prozesse kritisch zu hinterfragen, Fehler zu melden und so zur Optimierung der Prozesse beizutragen. Die Analyse von Ereignissen und Beinahe-Ereignissen führt zu Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit, zur Optimierung bestehender oder Erstellung neuer Anweisungen, zu Checklisten und zur Weitergabe von Erkenntnissen in Schulungen. Weiterhin werden Maßnahmen zur Verhinderung eines Wiedereintretens eines Ereignisses abgeleitet und deren Wirksamkeit bewertet.

Als „allgemeines Kriterium“ im Sinne von „allgemein“ für die Wirksamkeit der Maßnahmen im Bereich Mensch und Organisation könnte man erwähnen, dass weniger Ereignisse aufgetreten sind, die auf menschliche und organisatorische Aspekte zurückzuführen sind. Angesichts der insgesamt geringen Anzahl von Ereignissen im Verhältnis zur großen Anzahl von Aktivitäten ist dies jedoch keine relevante Maßnahme. Die RSK hat dieses Thema mit der Veröffentlichung einer Empfehlung zur „Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Vermeidung der Wiederholung von Ereignissen“ im Jahr 2019 aufgegriffen²³.

Ausgehend von den in einer ganzheitlichen Ereignisanalyse ermittelten Ursachen werden geeignete Abhilfemaßnahmen abgeleitet. Es gibt verschiedene Methoden wie Interviews, Fragebögen und Beobachtungen (z. B. im Rahmen des „Manager-in-the-Field“-Programms), die helfen, die Wirksamkeit der Maßnahmen zu beurteilen. Je nach konkreter Zielsetzung der Maßnahmen sollen diese Methoden Informationen über vorher festgelegte Kriterien liefern. Solche Kriterien können die beobachteten sicheren Arbeitspraktiken, der angemessene Einsatz von Fehlervermeidungsinstrumenten, die Akzeptanz einer organisatorischen Veränderung durch die Mitarbeiter, die richtigen Antworten der Teilnehmer einer Schulung oder die Ergebnisse einer Selbstbewertung der Sicherheitskultur sein.

Die größte Stärke von Überprüfungen besteht darin, dass Experten aus anderen Kraftwerken die Bewertung durchführen und so ihre Ansichten und Erfahrungen einbringen. Dadurch ergibt sich ein breiterer Lernansatz für das jeweilige Kraftwerk. Dies kann einer gewissen „Betriebsblindheit“ entgegenwirken. Ein weiterer Vorteil von Reviews ist, dass sie in der Regel von einem ganzen Team durchgeführt werden, wodurch eine größere Objektivität der Bewertung erreicht wird.

Die Grenzen von Reviews können darin liegen, dass sie in der Regel nur einen kleinen Zeitraum für die Bewertung nutzen können. Diese Tatsache hat zur Folge, dass die betreffende Einrichtung nur wenig Zeit hat, ihre gute Umsetzung zu zeigen. Außerdem hat das Überprüfungsteam weniger Zeit, um Mängel aufzudecken.

Die deutschen Genehmigungsinhaber von Kernanlagen hatten vor der Erstellung der KTA-Regel 1402 im Jahr 2012 bereits im Jahr 2008 den „VGB-Leitfaden zum Sicherheitsmanagement“ vorgelegt. Dieser basierte auf dem „Konzept zur Optimierung des Sicherheitsmanagementsystems“ (1999/2002) und beschreibt

- die Verbesserung des Sicherheitsniveaus in den deutschen Kernanlagen,
- die Grundsätze und Ziele eines SMS und
- die Anforderungen an ein SMS zur Gewährleistung eines hohen Sicherheitsniveaus.

Der VGB-Leitfaden wurde durch die Genehmigungsinhaber in den Erstellungsprozess der KTA-Regel 1402 eingebracht. Das vgbe-Sicherheitskulturbewertungssystem (vgbe-SBS) ist ein Instrument der Selbstüberprüfung des Genehmigungsinhabers und ein Element zur Stärkung und Überwachung der Sicherheitskultur. Es dient nach Angaben der Anwender auch der Überprüfung der Wirksamkeit des Managementsystems. Über die Durchführung

²³ RSK-Empfehlung, „Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Vermeidung der Wiederholung von Ereignissen“, 512. Sitzung der RSK, 22./23.10.2019, <https://www.rskonline.de/sites/default/files/reports/epanlage1rsk512hp.pdf>

und wesentlichen Ergebnisse des vgbe-SBS werden die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden informiert.

Die Betreiber haben 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. Mit Hilfe von Instrumenten wie dem vgbe-SBS und der Mitarbeitendenbefragung werden die Motivation, die Erwartungen und die Bedenken der Mitarbeitenden in den Anlagen bewertet. Die Ergebnisse werden genutzt, um geeignete Maßnahmen zu entwickeln. Folgende von den Betreibern ergriffenen Maßnahmen unterliegen der Aufsicht:

- Spezifische Maßnahmen zur Motivation:
 - dem Personal eine klare Perspektive für ihre berufliche Zukunft geben, entweder im Bereich der Stilllegung, in verschiedenen Unternehmensbereichen (große Versorgungsunternehmen) oder im Ruhestand
 - dem Personal die Bedeutung der nuklearen Sicherheit bis zum letzten Tag vermitteln und ihre hohe Professionalität würdigen
- Spezifische Maßnahmen in Bezug auf das Know-how:
 - Aufrechterhaltung der bewährten Ausbildungsprogramme und Einstellung neuer Mitarbeitender bereits Jahre vor dem Eintritt erfahrener Mitarbeitender in den Ruhestand

Behördliche Überprüfung

Im Rahmen der Genehmigung einer Kernanlage und im Rahmen der Aufsicht beim Betrieb überprüft die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde die Genehmigungsinhaber regelmäßig auf die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben, die den Vorrang der Sicherheit in der Anlage gewährleisten müssen. Dies beinhaltet Vorkehrungen der Genehmigungsinhaber, um ihrer Verantwortung für den sicheren Betrieb der Kernanlagen nachzukommen und der Sicherheit Vorrang zu geben.

Durch Gespräche mit dem Führungspersonal des Genehmigungsinhabers prüft die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde, ob der Sicherheit für den Betrieb der Kernanlagen auch auf der strategischen Ebene Vorrang eingeräumt wird. Die Aussagen und das Verhalten des Führungspersonals der Genehmigungsinhaber sind hierbei von besonderer Bedeutung. Informationen über das sicherheitsgerichtete Verhalten des Betriebspersonals der Genehmigungsinhaber erhalten die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder z. B. durch ihre umfangreichen Kontrollen bei Inspektionen vor Ort und durch die Auswertung von meldepflichtigen Ereignissen und sonstigen Vorkommnissen (→ Artikel 19 (iii), Seite 163).

Die Sitzungen und Gespräche mit den Führungskräften des Genehmigungsinhabers sind die Methoden, mit denen die Aufsichtsbehörde die Priorität der Sicherheit auf der strategischen (Management-)Ebene überprüft. In solchen Besprechungen werden nicht nur Sicherheitsfragen erörtert. Die Aufsichtsbehörde überprüft auch die Aussagen der Führungskräfte, indem sie Unterlagen sichtet (Jahresziele des Unternehmens/der kerntechnischen Anlage, Tagesordnungen interner Sitzungen, Power-Point-Präsentationen, die von den Führungskräften für die Kommunikation verwendet werden, usw.).

Neben solchen Besprechungen auf Leitungsebene verschafft sich die Aufsichtsbehörde zusätzlich Informationen und Einblicke in die sicherheitstechnische Prioritätensetzung des Genehmigungsinhabers durch die Auswertung von Unterlagen wie Berichten mit Ereignisanalysen oder Anträgen auf geplante Änderungen.

Im Rahmen von Inspektionen überprüft die Aufsichtsbehörde die Priorität der Sicherheit. Beispiele für regelmäßige Inspektionen sind:

- Inspektionen des Sicherheitsmanagementsystems und seiner Prozesse: Die Aufsichtsbehörde prüft Aufzeichnungen über Sicherheitsleistungsindikatoren, Ergebnisse interner Audits, die Umsetzung von Aktionsplänen,

die Verbesserung von Prozessen usw. Die Aufsichtsbehörde oder beauftragte Sachverständige führen Betriebsbegehungen durch, um sicherheitsrelevante Prozesse des Managementsystems des Betreibers zu überprüfen.

- Inspektionen der Ereignisanalyse des Genehmigungsinhabers: Die Aufsichtsbehörde prüft die Auswertung sowie die Tiefe und Vollständigkeit der Ereignisanalysen des Genehmigungsinhabers, um sich zu vergewissern, dass die Sicherheit kontinuierlich und aktiv verbessert wird.
- Inspektionen der Durchführung von sicherheitsrelevanten Aufgaben: Die Inspektoren nehmen an Einweisungen vor und nach der Arbeit sowie an der Durchführung der jeweiligen Aufgaben teil, z. B. periodische Prüfungen, Wartung, Strahlenschutz usw., und bewerten, wie die Sicherheitsanforderungen eingehalten werden und wie die Führungskräfte auf den verschiedenen Ebenen ihre Führungs- und Aufsichtsaufgaben wahrnehmen.

Die jeweils zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes vergewissert sich, dass die Genehmigungsinhaber die IMS (→ Artikel 13, Seite 90) anwenden, und überprüft dabei insbesondere, ob und wie der Vorrang der Sicherheit in den Grundsätzen des Managementsystems verankert ist. Einige zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder prüfen darüber hinaus auch die Wirksamkeit des Managementsystems. Neben den Grundsätzen stehen dabei diejenigen Prozesse im Fokus, in denen der Vorrang der Sicherheit besonders deutlich wird. Dies sind z. B. Unternehmensziele oder das Managementreview. Es wird z. B. geprüft, ob

- ein ausgewählter Prozess sowie die betrachteten Schnittstellen beschrieben sind und diese Beschreibung einem systematischen Ansatz folgt,
- die internen und externen Anforderungen, die an Prozesse zu stellen sind, erfüllt werden,
- Abläufe und Tätigkeiten, wie sie in der Prozessdokumentation beschrieben sind, regelkonform durchgeführt und aufrechterhalten werden und
- durch den Genehmigungsinhaber eine Wirksamkeitsprüfung des betrachteten Prozesses durchgeführt wird.

Darüber hinaus nutzen einige der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder Indikatoren, um den sicheren Anlagenbetrieb („Safety Performance“) des Genehmigungsinhabers zu erfassen und ihre Aktivitäten darauf auszurichten. Diese „Safety Performance Indicators“ werden zu einem Teil von den Genehmigungsinhabern oder von Sachverständigen erhoben und den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder gemeldet. Der andere Teil der Indikatoren wird von diesen selbst erhoben. Beispiele für die Bereiche, in denen die Indikatoren erhoben werden, sind Ereignisberichte, Fehlalarme, Simulationen, Qualifikationen, Ergebnisse von Inspektionen und WKP, Aktivitätsfreisetzungen und nicht nukleare Unfälle/Vorfälle.

Länderabhängig können in die Bewertung des Sicherheitsmanagements des Genehmigungsinhabers auch noch andere Bewertungskriterien mit einfließen. So werden beispielsweise von der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes Baden-Württemberg „Safety Performance Indicators“ ausgewertet sowie das Bewertungssystem KOMFORT (Katalog zur Erfassung organisationaler und menschlicher Faktoren bei Inspektionen vor Ort) verwendet. Diese werden regelmäßig im Hinblick auf Aussagekraft und Nutzen für die atomrechtliche Aufsicht, Qualität der Datenerhebung sowie Erhebungs- und Auswertehäufigkeit weiter überprüft. Die Auswertungen dieser und weiterer Indikatoren werden zusammen mit anderen Erkenntnissen aus der atomrechtlichen Aufsicht mit dem Genehmigungsinhaber besprochen. Die Ergebnisse werden für eine Bewertung des Sicherheitsmanagements des Genehmigungsinhabers der Kernanlage herangezogen. Mit Hilfe von KOMFORT werden die Beobachtungen und Eindrücke, die am Rande der eigentlichen Inspektionen gemacht werden und die Sicherheitskultur betreffen, systematisch gesammelt und ausgewertet. In ihrer Gesamtheit bieten diese die Möglichkeit, gewisse Tendenzen in der Kernanlage zu erkennen, die sich negativ auf die Sicherheit dieser auswirken könnten und die sich durch einzelne Betrachtungen, Beobachtungen und Eindrücke nicht gezeigt hätten.

Generell dient die Nutzung solcher Indikatoren als Frühwarnsystem für die Veränderung von Faktoren, welche direkt oder indirekt die Sicherheit der Anlage negativ beeinflussen könnten. Die Ursachen solcher Veränderungen können gewöhnlich nicht von den Indikatoren selbst abgeleitet werden. Hierfür ist es erforderlich, die Ursache für die Veränderungen in Gesprächen mit den Genehmigungsinhabern oder durch detaillierte Analysen zu ergründen.

Das folgende Verfahren gilt für die Aufsichtsbehörde im Land Baden-Württemberg. Die Inspektoren sammeln während der Inspektionstätigkeit Eindrücke zur Sicherheitskultur. Sie bewerten das Gesehene bzw. Gehörte anhand von acht Indikatoren („Qualität schriftlicher Unterlagen“, „Sauberkeit, Ordnung und Pflege der Anlage“,

„Befolgung von Vorschriften“, „Kenntnisse und Kompetenzen“, „Betriebsklima“, „Arbeitsbelastung“, „Wahrnehmung von Führungsaufgaben“ sowie „Umgang mit der Behörde“) und anhand einer 4-Punkte-Skala („vorbildlich“, „in Ordnung“, „nicht in Ordnung“ und „Mangel“). In der Regel bewertet jeder Inspektor zwei bis vier Indikatoren pro Inspektion und dokumentiert die Daten in einer Datenbank. In der Summe erfolgen so einige hundert Bewertungen pro Standort und Jahr. Das einfache Softwareprogramm gibt einen ersten Datenüberblick für die weitere Analyse durch die zuständigen Personen in der Aufsichtsbehörde aus. Der Benutzer des Softwareprogramms erhält z. B. die statistischen Werte pro Indikator und kann daraus schließen, ob es Indikatoren mit vergleichsweise negativen oder positiven Ergebnissen gibt. Zur weiteren Interpretation sind die Kommentare der Inspektoren, die ebenfalls in der Datenbank dokumentiert sind, hilfreich, um den Inhalt der verschiedenen Feststellungen zu verstehen. Der Benutzer betrachtet auch die Gesamtfeststellungsrate (Prozentsatz der „nicht ok“ oder „ungenügenden“ Bewertungen) im Vergleich zu den Vorjahren, um mögliche positive Trends oder Frühwarnsignale für eine abnehmende Sicherheitskultur abzuleiten. Insgesamt werden bei dieser jährlichen Auswertung die quantitativen Ergebnisse der Software mit den verfügbaren, zusätzlichen (qualitativen) Informationen kombiniert. Das Softwareprogramm liefert Datenbankausdrucke und statistische Rohdaten, die Auswertung selbst erfordert die Kenntnisse einer kompetenten Person. Die Aufsichtsbehörde präsentiert und diskutiert die Gesamtergebnisse in der jährlichen Besprechung mit dem Lizenznehmer und erörtert die Gründe für Schwachstellen und mögliche Verbesserungen. Seit 2016 hat die Aufsichtsbehörde die Datenerhebung erweitert. Seitdem sammelt sie Eindrücke von der Sicherheitskultur nicht nur bei Inspektionen vor Ort, sondern auch bei der Büroarbeit, d. h. bei Telefonaten, der Überprüfung und Bewertung von Dokumenten, meldepflichtigen Ereignissen usw.

Interne Maßnahmen der Behörden zum Vorrang der Sicherheit

Der Vorrang der Sicherheit ist eines der Grundprinzipien für die Arbeit der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder. In den Aufgabenbeschreibungen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden ist dieses Prinzip umgesetzt und wird in der Aufsichtspraxis konkretisiert. Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden und ihre Mitarbeitenden sind an die Rechtsvorschriften zur Genehmigung und zum Betrieb der Kernanlagen gebunden. Demnach müssen der Schutz des Menschen und der Umwelt und damit die Sicherheit einer Kernanlage oberste Priorität bei allen Vorgängen und Maßnahmen haben. Dies gilt auch für die Prozesse innerhalb der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder.

Darüber hinaus richten die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder ihr Handeln an selbst definierten Leitlinien oder Leitbildern aus. In diesen ist das Prinzip des Vorrangs der Sicherheit weiter konkretisiert. Oberstes Ziel der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder sind die kontinuierliche Verbesserung der Sicherheit der Kernanlagen und die permanente Überwachung der Sicherheit. Der Einsatz von internen Ressourcen und der Umfang der Unterstützung durch Sachverständige orientieren sich an der sicherheitstechnischen Bedeutung der Aufgaben und Fragestellungen.

In Deutschland wurden seit 2017 zusätzliche interne Maßnahmen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder ergriffen, um den Vorrang der Sicherheit weiter zu konkretisieren.

Der Vorrang der Sicherheit wird maßgeblich durch die Sicherheitskultur der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden bestimmt. Diese umfasst die Gesamtheit der Eigenschaften und Verhaltensweisen der Organisation als Ganzes und ergibt sich aus der sicherheitsgerichteten Grundhaltung, Verantwortung und Handlungsweise aller ihrer Mitarbeitenden und insbesondere der Führungskräfte.

Zur Weiterentwicklung der Sicherheitskultur wurde von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder ein gemeinsames Verständnis zu ihrer Sicherheitskultur erarbeitet und in einem Grundsatzpapier verschriftlicht. Es umfasst die Bereiche der nuklearen Sicherheit, der nuklearen Sicherung und des Strahlenschutzes bei kerntechnischen Einrichtungen und von Kernbrennstofftransporten.

Das Grundsatzpapier berücksichtigt die aktuellen internationalen Entwicklungen. Insbesondere wurden die im Jahr 2016 veröffentlichten Prinzipien der OECD/NEA zur Sicherheitskultur in Aufsichtsbehörden herangezogen. Daraus ergeben sich für die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder folgende Prinzipien zur Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung ihrer Sicherheitskultur:

- Alle Beschäftigten der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden nehmen ihre Verantwortung für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz wahr und zeigen dies durch ihr sicherheitsgerichtetes Handeln.
- Die Führungskräfte auf allen Ebenen der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden fördern die positive Entwicklung der Sicherheitskultur und nehmen ihre Vorbildfunktion wahr.

- Die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden pflegen eine Kultur, welche die Kooperation und offene Kommunikation unterstützt.
- Die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden verfolgen einen ganzheitlichen Ansatz für die nukleare Sicherheit und den Strahlenschutz.
- Die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden fördern auf allen Ebenen kontinuierliche Verbesserung, Lernen und Selbstbeurteilung und -reflexion.

In einem vierstufigen Verfahren wurde die Sicherheitskultur in den Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder stetig weiterentwickelt. Diese Stufen sind:

- Einführung der Aspekte des Grundsatzpapiers in den Aufsichtsbehörden z. B. durch Behördenseminare und Workshops
- Einführung in das Thema „Bewertung von Sicherheitskultur in Aufsichtsbehörden“
- Festlegung der Vorgehensweise zur Bewertung
- Durchführung von Bewertungen

Auf der dritten Stufe haben die deutschen Behörden auf der Basis des bereits entwickelten gemeinsamen Verständnisses ihrer regulatorischen Sicherheitskultur Prozesse und einen Instrumentenkasten für die Selbstbewertung ihrer behördlichen Sicherheitskultur entwickelt. Die ersten drei Schritte sind damit abgeschlossen. Die Durchführung einer Selbstbewertung liegt in der Eigenverantwortung jeder Behörde. Eine solche Selbstbewertung wurde im Berichtszeitraum bereits von der Abteilung S des BMUKN ab Sommer 2024 und der Aufsichtsbehörde Baden-Württembergs ab Dezember 2024 durchgeführt. Darüber hinaus gibt es verschiedene, sicherheitskulturspezifische Schulungsmaßnahmen, um Verhaltensweisen zu vermitteln und zu trainieren, die einer starken Sicherheitskultureiner Aufsichtsbehörde entsprechen.

11 Finanzmittel und Personal

ARTICLE 11 FINANCIAL AND HUMAN RESOURCES

1. Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that adequate financial resources are available to support the safety of each nuclear installation throughout its life.
2. Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that sufficient numbers of qualified staff with appropriate education, training and retraining are available for all safety-related activities in or for each nuclear installation, throughout its life.

Artikel 11 Finanzmittel und Personal

- (1) Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass angemessene Finanzmittel zur Verfügung stehen, um die Sicherheit jeder Kernanlage während ihrer gesamten Lebensdauer zu unterstützen.
- (2) Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass während der gesamten Lebensdauer jeder Kernanlage eine ausreichende Anzahl von qualifiziertem Personal mit entsprechender Ausbildung, Schulung und Wiederholungsschulung für alle sicherheitsbezogenen Tätigkeiten in jeder oder für jede Kernanlage zur Verfügung steht.

11 (1) Finanzmittel – gesetzliche und regulatorische Anforderungen

Nach § 7 Abs. 2 AtG darf u. a. die „Genehmigung nur erteilt werden, wenn keine Tatsachen vorliegen, aus denen sich Bedenken gegen die Zuverlässigkeit des Antragstellers und der für die Errichtung, Leitung und Beaufsichtigung des Betriebes verantwortlichen Personen ergeben...“ und „die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist“.

Die Genehmigungsvoraussetzung der Zuverlässigkeit umfasst auch die notwendige finanzielle Leistungsfähigkeit und die wirtschaftliche Vertrauenswürdigkeit des Antragstellers. Die Bereitstellung der erforderlichen Ressourcen ist damit Voraussetzung für die Gewährleistung der nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorge gegen Schäden. Die erforderliche Zuverlässigkeit und die Vorsorge gegen Schäden sind ebenso Maßstab für die Aufsicht während des Betriebes (→ Artikel 7 (2iii), Seite 45). Sind die Genehmigungsvoraussetzungen zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr gegeben, kann die zuständige Genehmigungsbehörde gemäß § 17 AtG die Betriebsgenehmigung widerrufen, wenn nicht in angemessener Zeit Abhilfe geschaffen wird.

Nach § 7c AtG obliegt dem Genehmigungsinhaber für die Kernanlage die Verantwortung für die nukleare Sicherheit. Des Weiteren ist nach § 7c Abs. 2 Nr. 2 AtG der Genehmigungsinhaber verpflichtet, dauerhaft finanzielle und personelle Mittel zur Erfüllung seiner Pflichten in Bezug auf die nukleare Sicherheit der jeweiligen Kernanlage vorzusehen und bereit zu halten.

Gemäß § 72 Abs. 1 S. 1 StrlSchG gehört es zu den Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen, „insbesondere durch Bereitstellung geeigneter Räume, Ausrüstungen und Geräte, durch geeignete Regelung des Betriebsablaufs und durch Bereitstellung ausreichenden und geeigneten Personals dafür zu sorgen“, dass bestimmte Vorschriften eingehalten werden. Somit leitet sich die Anforderung nach Bereitstellung der erforderlichen Finanzmittel für den Betrieb und den Nachbetrieb implizit aus den Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen ab (→ Artikel 9, Seite 67).

Der § 14 AtG regelt die Haftpflichtversicherung und sonstige Deckungsvorsorge des Genehmigungsinhabers in Verbindung mit dem „Pariser Übereinkommen“ und stellt eine rechtliche Verbindung zu Ansprüchen im Falle eines Schadens nach dem „Gesetz über den Versicherungsvertrag“ (Versicherungsvertragsgesetz (VVG))²⁴ her.

Die Art und Weise der Sicherstellung der Verfügbarkeit von Finanzmitteln für die Stilllegung einer kerntechnischen Anlage ist bei Anlagen der öffentlichen Hand (z. B. Forschungsreaktoren) 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 übernimmt der Bund die wesentlichen Kosten. Die Finanzierung umfasst alle Aufwendungen, die für Restbetrieb, Entsorgung der BE, Durchführung der Genehmigungsverfahren, Abbau von Anlagenteilen und Endlagerung der radioaktiven Abfälle (einschließlich der vorbereitenden Schritte) entstehen.

²⁴ „Gesetz über den Versicherungsvertrag (Versicherungsvertragsgesetz – VVG)“, 23. November 2007; www.gesetze-im-internet.de/vvg_2008/VVG.pdf

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 AtG 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 (EntsorgungsfondsG), 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.

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 sog. 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.

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.

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.

Behördliche Überprüfung

Im Rahmen der Genehmigung einer Kernanlage wird nach § 13 AtG Art, Umfang und Höhe der Vorsorge für die Erfüllung gesetzlicher Schadensvorsorgeverpflichtungen (Deckungsvorsorge) festgesetzt, die der Antragsteller zu treffen hat. Die Festsetzung ist im Abstand von zwei Jahren sowie bei erheblicher Veränderung der Verhältnisse erneut vorzunehmen.

Der Wechsel des Genehmigungsinhabers einer genehmigungsbedürftigen Anlage, z. B. bei Veräußerung der Kernanlage an eine andere Gesellschaft, bedarf grundsätzlich der Genehmigung nach § 7 AtG. Zu den genehmigungspflichtigen Änderungen der Gesellschaftsform gehören auch diejenigen, die Einfluss auf die Finanzmittel des Genehmigungsinhabers haben können.

Der Betrieb einer Kernanlage unterliegt der ständigen atomrechtlichen Aufsicht. Sollte sich herausstellen, dass die Deckungsvorsorge nicht der Festsetzung entspricht und eine der Festsetzung entsprechende Deckungsvorsorge nicht binnen einer angemessenen Frist nachgewiesen wird, kann die zuständige Aufsichts- bzw. Genehmigungsbehörde Maßnahmen bis hin zum Widerruf der Genehmigung anordnen (§ 17 Abs. 4 AtG). Gleiches gilt

gemäß § 17 Abs. 5 AtG, wenn eine erhebliche Gefährdung der Beschäftigten, Dritter oder der Allgemeinheit besteht und gegen diese nicht durch nachträgliche Auflagen in angemessener Zeit Abhilfe geschaffen werden kann.

11 (2) Personal und Personalqualifikation

Um die Sicherheit in den deutschen Kernanlagen zu gewährleisten, sind die Genehmigungsinhaber nach § 7c AtG dazu verpflichtet, geeignete personelle Mittel bereit zu stellen. Weiterhin haben sie für die Aus- und Fortbildung des Personals mit Aufgaben im Bereich der kerntechnischen Sicherheit zu sorgen. Die nötige Fachkunde des Personals wird durch verschiedene Richtlinien festgelegt. Diese werden im Folgenden aufgeführt und erläutert:

– „Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal“

Diese Richtlinie legt die nötigen Anforderungen bezüglich Ausbildung und Kenntnissen für das verantwortliche Personal in der Anlage fest. Dieses besteht aus dem Leiter der Anlage, den Fach- oder Teilbereichsleitern, den Hauptbereitschaftshabenden, den Ausbildungsleitern, dem Leiter der Qualitätssicherung und dem kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten sowie deren Stellvertretern. Auch für das verantwortliche Schichtpersonal, bestehend aus Schichtleiter, dessen Vertreter und dem Reaktorfahrer, sind die notwendigen Anforderungen hinterlegt. Des Weiteren werden für diesen Personenkreis die grundlegenden Anforderungen an die Fachkundeprüfung gestellt. Diese werden in der „Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung“ weiter präzisiert. Im Jahr 2013 wurde diese Richtlinie durch die „Anpassung des Regelwerks zur Fachkunde des verantwortlichen Kernkraftwerkspersonals in Kernkraftwerken ohne Berechtigung zum Leistungsbetrieb“ ergänzt.

– „Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen“

Ergänzend zur „Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal“ gilt diese für den Personenkreis, der Weisungen und Entscheidungen des verantwortlichen Personals auszuführen hat. Dies gilt auch für Fremdpersonal. Für dieses sind die notwendigen Kenntnisse, Anforderungen an die Ausbildung und die Einweisung von Personal in dieser Richtlinie geregelt. Außerdem wird in dieser Richtlinie beschrieben, wie der Nachweis der Kenntnisse zu führen ist und welche Ausnahmeregelungen enthalten sind.

– „Richtlinie zur Erhaltung der Fachkunde des verantwortlichen Kernkraftwerkspersonals“

Diese Richtlinie legt die Anforderungen an die Programme zum Erhalt der Fachkunde des verantwortlichen Schichtpersonals und die Anforderungen an die Maßnahmen zum Erhalt der Fachkunde des verantwortlichen Personals fest.

– „Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung“

Der Inhalt der Fachkundeprüfung für das verantwortliche Personal und das verantwortliche Schichtpersonal wird im Rahmen dieser Richtlinie im Detail festgelegt. Die Fachkundeprüfung besteht dabei aus einem mündlichen und einem schriftlichen Teil und erstreckt sich sowohl über kerntechnische Grundlagen als auch anlagenspezifische Kenntnisse.

– „Richtlinie über die im Strahlenschutz erforderliche Fachkunde (Fachkunde-Richtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung)“

Die Anforderungen an die Fachkunde von Strahlenschutzverantwortlichen oder Strahlenschutzbeauftragten ist in dieser Richtlinie festgelegt. Diese umfasst den Umfang der Fachkunde, den Erwerb und die Bescheinigung der Fachkunde und die Anerkennung von Kursen und Fortbildungsmaßnahmen.

– „Richtlinie für die Fachkunde von Strahlenschutzbeauftragten in Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen“

Die Anforderungen aus der „Fachkunde-Richtlinie Technik nach Strahlenschutzverordnung“ werden hier für die Strahlenschutzbeauftragten in Kernanlagen weiter ergänzt. Dies betrifft sowohl den Umfang der Fachkunde als auch den Erwerb und die Bescheinigung der Fachkunde.

– „Richtlinie für den Fachkundenachweis von Forschungsreaktorpersonal“

Diese Richtlinie legt Anforderungen für den Erhalt eines Fachkundenachweises von Forschungsreaktorpersonal sowie die Inhalte der fachlichen und praktischen Ausbildung fest. Weiterhin definiert die Richtlinie den Personenkreis, der den Fachkundenachweis zu erbringen hat.

- „Richtlinie für den Inhalt der Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktoren“

Die Anforderungen an Inhalt und Umfang der schriftlichen und mündlichen Fachkundeprüfung des verantwortlichen Schichtpersonals in Forschungsreaktoren werden in dieser Richtlinie festgelegt. Die Richtlinie enthält dazu eine Auswahl der zu prüfenden kerntechnischen Grundlagen.

Bei Fachkundeprüfungen ist Personal der Behörden zugegen. Bevor eine Person einer bestimmten Position zugeteilt wird, hat der Genehmigungsinhaber mit einem Zertifikat die Qualifikation der Person zu bestätigen. Die Ausbildungskurse anbietenden Organisationen und die Ausbildungskurse werden durch die GRS zertifiziert. Die vom Betreiber angebotenen Ausbildungsmaßnahmen und Seminare werden durch die Aufsichtsbehörde inspiert. Zusätzlich zu den technischen Ausbildungskursen werden auch Kurse zum sicherheitsorientierten Verhalten durchgeführt. Die Qualifikation und Ausbildung sind bei allen Inspektionen Thema. Die Erfahrungen aus verschiedenen Stilllegungsprojekten kerntechnischer Anlagen in Deutschland haben gezeigt, dass die Kenntnisse des Betriebspersonals über die Anlage sehr wertvoll für die sichere und effiziente Durchführung der Stilllegung sind. Aus diesem Grund beziehen die Betreiber das Betriebspersonal auch in die Stilllegungsphase ein.

Verantwortliches Personal

Basierend auf der „Richtlinie für den Fachkundenachweis von Kernkraftwerkspersonal“ erhält das verantwortliche Personal im Rahmen seiner Ausbildung die nötigen Kenntnisse zum sicheren Betrieb der Anlage. Neben den anderen in dieser Richtlinie definierten Personen des verantwortlichen Personals ist im Besonderen die Gruppe des verantwortlichen Schichtpersonals zu nennen. Diese setzt sich aus Schichtleiter, dessen Stellvertreter und dem Reaktorfahrer zusammen.

Die erforderlichen Qualifikationen, die nachgewiesen werden müssen, umfassen u. a.:

- Für Schichtleiter:
Ein abgeschlossenes technisches oder mathematisch-naturwissenschaftliches Studium in entsprechender Fachrichtung
- Für Schichtleitervertreter:
Mindestens eine Ausbildung als Techniker oder Meisterprüfung in entsprechender Fachrichtung
- Für Reaktorfahrer:
Eine Ausbildung als Techniker oder das Ablegen einer Meisterprüfung, mindestens jedoch einer Gesellenprüfung oder eine abgeschlossene Ausbildung als Facharbeiter in einem technischen Fach oder als Kraftwerker der Fachrichtung Kerntechnik

Im Anschluss an die Ausbildung wird durch die Fachkundeprüfung sichergestellt, dass die erworbenen Kenntnisse den Vorgaben entsprechen.

Durch verschiedene Maßnahmen im Rahmen des Fachkundeerhalts wird sichergestellt, dass die Fähigkeiten des verantwortlichen Schichtpersonals auch über die Ausbildung hinaus erhalten bleiben. Dies beinhaltet u. a. theoretische und praktische Wiederholungsschulungen, Simulatorkurse und Seminare. Bei der Planung dieser Maßnahmen sind neue Erkenntnisse und geänderte oder zusätzliche Anforderungen immer zu berücksichtigen. Auch die Betriebserfahrung sowohl aus der eigenen Anlage als auch, wenn übertragbar, aus anderen Kernanlagen, ist zu behandeln. Die Durchführung dieser Maßnahmen ist der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde jährlich nachzuweisen.

Sonstiges Personal

Die in der „Richtlinie über die Gewährleistung der notwendigen Kenntnisse der beim Betrieb von Kernkraftwerken sonst tätigen Personen“ definierten Anforderungen basieren auf der Zuordnung von Kenntnisgruppen und -stufen abhängig vom Tätigkeitsbereich. Diese unterteilen sich in vier Kenntnisgruppen (Strahlenschutz, Brandschutz, Arbeitsschutz und Betriebskunde) mit jeweils drei Kenntnisstufen. Anhand des Tätigkeitsbereiches wird jeder im Kraftwerk tätigen Person in allen vier Gruppen eine entsprechende Stufe zugeordnet. Durch Schulungen hat der Genehmigungsinhaber sicherzustellen, dass die Personen die entsprechenden Kenntnisse vermittelt bekommen. Bei Fremdpersonal können diese Anforderungen geringer sein, wenn diesem Personal während seiner Tätigkeit ein Betreuer zugeteilt wird. Die Überprüfung des Fremdpersonals liegt in der Verantwortung der Genehmigungsinhaber (→ Artikel 9, Seite 67).

Simulatoren

Für deutsche Kernanlagen mit Berechtigung zum Leistungsbetrieb existierten in der Kraftwerksschule Essen anlagenspezifische Vollsimulatoren. Das Simulatortraining war wesentlicher Bestandteil zum Erwerb und Erhalt der Fachkunde. Das Training wurde regelmäßig an neue Erkenntnisse oder Sachverhalte angepasst. In die Schulungen einbezogen wurden u. a. auch Methoden zur Stressbewältigung und Kommunikation. Besondere Beachtung wurde dem Rückfluss aus den Betriebserfahrungen beigemessen.

Die Simulatoren gaben die jeweilige Kernanlage in ihrem Erscheinungsbild und ihrem technischen, physikalischen und zeitlichen Verhalten wieder. Das Betriebspersonal fand hier dieselben Arbeitsbedingungen und Anforderungen vor, die beim Bedienen und Überwachen der realen Anlage auftraten oder hätten auftreten können.

Die Übungsprogramme beinhalteten den Normalbetrieb, betriebliche Störungen sowie alle Störfälle und ausgewählte Notfälle. Als gleichrangig mit dem Bedienen und Verstehen der Technik wurde das Verhalten des Menschen im Team geschult.

Zu den Simulatorkursen gehörte auch die Schulung des Schichtpersonals für die Anwendung von Notfallverfahren gemäß dem Notfallhandbuch (NHB) der Anlage. Nach dem „IAEA Safety Glossary: 2018th Edition“ ist ein schwerer Unfall ein Unfall, der schwerer als ein Auslegungsstörfall ist und eine erhebliche Kernschädigung zur Folge hat. Im Sinne des Vorrangs der Verhinderung von Kernschäden vor der Begrenzung der Folgen von Kernschäden zielten die im NHB vorgesehenen und an den Simulatoren trainierten Notfallmaßnahmen grundsätzlich auf die Vermeidung von Schäden am Reaktorkern ab. Sie werden als präventive Notfallmaßnahmen bezeichnet. Die entsprechenden Simulatorkurse konzentrierten sich auf die Notfallmaßnahmen, die in den Kontrollräumen und in den Fernabschaltstationen durchzuführen waren. Sie beinhalteten keine Störfallbedingungen mit Kernzerstörung. Nach § 7 c Abs. 3 AtG ist der Betreiber verpflichtet, die Funktionsfähigkeit der Anlagen auch für die mitigative Notfallbewältigung durch Instandhaltung und WKP zu gewährleisten und die Anlagen periodisch in Übungen einzusetzen. Daher fanden regelmäßige Notfallschutzübungen – teilweise mit Unterstützung von Simulatoren – mit dem Krisenstab statt.

Wissenserhalt

Im Hinblick auf die Stilllegung ist es notwendig, das Fachwissen so weit für die Stilllegung erforderlich zu erhalten, um den sicheren Abbau der Anlagen zu gewährleisten. Hierzu wird u. a. durch die projektbezogene Förderung von Forschungsvorhaben in der nuklearen Sicherheits- und Entsorgungsforschung Kompetenzerhalt und -entwicklung sowie die Gewinnung von wissenschaftlichem Nachwuchs in der Kerntechnik sichergestellt. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert Vorhaben in der nuklearen Sicherheits- und Entsorgungsforschung zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Rahmen der Projektförderung und der sog. institutionellen Förderung der HGF und trägt somit ebenfalls substantiell zum Kompetenzerhalt bei. Ein weiteres Instrument neben der allgemeinen Forschungsförderung ist die Ressortforschung. Die Ressortforschung hat zum Ziel, wissenschaftliche Erkenntnisse für die sachgerechte Erfüllung der Ressortaufgaben zu gewinnen. Sie trägt damit auch zum allgemeinen Erkenntnisgewinn bei. Der Forschungsrahmen der Ressorts wird jährlich durch einzelne Forschungs- und Entwicklungsvorhaben konkretisiert. Diese sind Bestandteil des Ressortforschungsplans, auf dessen Grundlage die Forschungsmittel bewirtschaftet werden.

Im Hinblick auf Betriebserfahrungen existieren in Deutschland verschiedene Instrumente zum Erhalt oder Austausch von Wissen. Dies sind Datenbanken, Forschungsprojekte, webbasierte Informationsportale/Internetseiten, regelmäßige Diskussionen in Expertenkommissionen und im Länderausschuss für Atomkernenergie, Seminare und Workshops der technischen Sicherheitsorganisationen usw.

Aufsicht

Die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde hat im Rahmen des Genehmigungs- und Aufsichtsverfahrens die Einhaltung aller zuvor genannten Richtlinien zu prüfen. Dies geschieht auf Basis von regelmäßigen Nachweisen, die der Genehmigungsinhaber zu erbringen hat. Im Rahmen der Fachkundeprüfungen wird dies dadurch sichergestellt, dass Personal der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde als Beisitzer der Prüfungskommission angehört. Durch Gespräche mit dem Genehmigungsinhaber und Kontrollen in der Anlage werden einzelne Aspekte der Personalbeschaffung, Personalentwicklung und Personalausstattung vertieft überprüft und bewertet. Des Weiteren legt der Genehmigungsinhaber die Nachweise zur Weiterbildung seines verantwortlichen Personals und sein Drei-Jahres-Programm zum Fachkundeerhalt des verantwortlichen Schichtpersonals der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes vor. Auch eine wesentliche Änderung der Anzahl

des beschäftigten Personals bedarf einer Prüfung und Genehmigung durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes.

Die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden der Länder überwachen im Rahmen ihrer Zuständigkeit auch die Gewährleistung des Kenntnisstandes des in den Kernanlagen verantwortlichen und sonst tätigen Personals (→ Artikel 12, Seite 84). Seit dem 13. AtGÄndG wird auch verstärkt auf die Maßnahmen der Genehmigungsinhaber zur Vermeidung eines Motivations- und Know-how-Verlustes im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren der Länder geachtet.

12 Menschliche Faktoren

ARTICLE 12 HUMAN FACTORS

Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that the capabilities and limitations of human performance are taken into account throughout the life of a nuclear installation.

Artikel 12 Menschliche Faktoren

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass die Fähigkeiten und Grenzen menschlichen Handelns während der gesamten Lebensdauer einer Kernanlage Berücksichtigung finden.

Gesetzliche und regulatorische Anforderungen

Nach § 7 Abs. 2 Nr. 1 AtG darf eine Genehmigung zum Betrieb von Kernanlagen nur dann erteilt werden, wenn keine Bedenken gegen die Zuverlässigkeit der verantwortlichen Personen bestehen und diese die erforderliche Fachkunde besitzen.

In den untergesetzlichen SiAnf ist festgelegt, dass der Genehmigungsinhaber der Kernanlagen die Entwicklung, Einführung und kontinuierliche Verbesserung eines integrierten prozessorientierten Managementsystems zu gewährleisten hat. Weiterhin sind sicherheitsfördernde Betriebsgrundsätze zu verwirklichen. Zu diesen übergeordneten Anforderungen gehören u. a.

- die instandhaltungs- und prüffreundliche Gestaltung von Einrichtungen unter besonderer Berücksichtigung der Exposition des Personals,
- die ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze und
- die zuverlässige Überwachung der in den jeweiligen Betriebsphasen relevanten Betriebszustände.

Zusätzlich stellen die SiAnf ergonomische Anforderungen, die bei der Gestaltung von Maßnahmen und Tätigkeiten als Voraussetzung für das sicherheitstechnisch erforderliche sowie zuverlässige Handeln des Personals zu berücksichtigen sind.

Anforderungen, die das zuverlässige und sicherheitsgerichtete Handeln des Personals mitberücksichtigen, werden u. a. durch die folgenden KTA-Regeln konkretisiert:

- Die KTA-Regeln 1201 „Anforderungen an das Betriebshandbuch“, 1202 „Anforderungen an das Prüfhandbuch“ und 1203 „Anforderungen an das Notfallhandbuch“ enthalten die Anforderungen an die jeweiligen Handbücher (→ Artikel 19 (iii), Seite 163). Diese umfassen auch Anforderungen an den Inhalt der Handlungsanweisungen und an die ergonomische Darstellung der Informationen, insbesondere wenn diese nicht in Papierform vorliegen.
- Die KTA-Regeln 1301.1 und 1301.2 „Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken“ (Teil 1: „Auslegung“ und Teil 2 „Betrieb“) behandeln allgemein den Schutz der Arbeitskräfte vor ionisierender Strahlung (→ Artikel 15, Seite 106) im Betrieb. Dies beinhaltet auch die Beachtung ergonomischer Gesichtspunkte, die Unterstützung der Aufgaben durch vorzuziehende Arbeitsmittel und Trainingsmaßnahmen, um die Einsatzzeiten möglichst gering zu halten.
- Die KTA-Regel 1402 „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken“ definiert im Detail die Bestandteile eines IMS (→ Artikel 10, Seite 72 und Artikel 13, Seite 90). Diese schreibt u. a. vor, dass die Sicherheitskultur zu fördern ist und alle Tätigkeiten, die mittelbaren oder unmittelbaren Einfluss auf den sicheren Betrieb einer Kernanlage haben, erfasst, beschrieben, koordiniert sowie kontinuierlich überprüft und verbessert werden. Da der sichere Betrieb auch wesentlich von menschlichen und organisatorischen Faktoren abhängt, folgt, dass diese in den kontinuierlichen Überprüfungs- und Verbesserungsprozess ebenso wie die technischen einzubeziehen sind. In das Managementsystem sollen Anforderungen an das System aus Mensch, Technik und Organisation (MTO) und damit an menschliche Faktoren integriert werden (KTA-Regel 1402, Abschnitt 3.5). Auch sind die für den Betrieb der Anlage und den Erhalt der Kernkompetenzen ausreichenden Personalkapazitäten sowie ausreichende Mittel bereitzustellen, um das technische, organisatorische und administrative Sicherheitsniveau der Anlage zu erhalten und zu verbessern (KTA-Regel 1402, Abschnitt 4.1.5). In Bezug auf die Personalzahl und -qualifikation sind auch langfristig ausreichende Kapazitäten bereitzustellen (KTA-Regel 1402, Abschnitt 4.2.5.1). Bei Organisationsänderungen sind begleitende Maßnahmen festzulegen, um die Wirksamkeit der Änderungen sicher zu stellen, z. B. Kommunikation und Schulung des Personals (KTA-Regel 1402, Abschnitt 5.5).

- Die KTA-Regel 3904 „Warte, Notsteuerstelle und örtliche Leitstände in Kernkraftwerken“ stellt Anforderungen an die Warte, die Notsteuerstelle und örtlichen Leitstände der Kernanlagen. Dies betrifft z. B. die Auslegung der Leitstände nach ergonomischen Gesichtspunkten, um menschliche Fehlhandlungen zu verhindern. Der Anhang A dieser Regel legt fest, wie bei der ergonomischen Auslegung von Warte, Notsteuerstelle und örtlichen Leitständen methodisch vorzugehen ist. Der Anhang B dieser Regel tabelliert für Warte, Notsteuerstelle und örtliche Leitstände beispielhaft, mit wie vielen Personen sie abhängig von der Betriebsart zu besetzen sind.
- Weitere KTA-Regeln enthalten Anforderungen an ergonomische Aspekte, soweit sie für den Anwendungsbereich der betreffenden Regel relevant sind. Beispiele hierfür sind: Einrichtung und Freihaltung der erforderlichen Aufstell- und Bewegungsflächen sowie Zufahrten und Zugänge für Feuerwehr, Lösch- und Rettungseinsätze (KTA-Regel 2101.1, „Brandschutz in Kernkraftwerken Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes“), Unterstützung zuverlässiger interner und externer Kommunikation durch geeignete Auslegung der Kommunikationseinrichtungen sowie der zuverlässigen Wahrnehmung von Alarmen durch geeignete Auslegung der Alarmsignale (KTA-Regel 3901, „Kommunikationseinrichtungen im Kernkraftwerk“), Unterstützung, Organisation und Durchführung von Transporten und Vorsorge gegen dabei mögliche Fehlhandlungen (KTA-Regel 3903, „Prüfung und Betrieb von Hebezeugen in Kernkraftwerken“).

Weiterhin wurde die folgende Empfehlung durch die RSK ausgesprochen, die den Faktor Mensch in Kernanlagen betrifft:

- „Anforderungen an die Bestimmung der Mindestschichtbesetzung in Kernkraftwerken zur Gewährleistung einer sicheren Betriebsführung“²⁵

Um die Mindestbesetzung der Schicht während des Leistungsbetriebs zu regeln, wurden in diesem Dokument Überlegungen angestellt, wie diese festzulegen ist. Es wird empfohlen, dass die Mindestbesetzung der Schicht so zu wählen ist, dass ein Ereignis der Sicherheitsebene 3 beherrscht werden kann. Die daraus resultierende Anzahl an Personal wird im Detail aufgelistet.

Die Empfehlung der RSK zu Anforderungen an die Festlegung der Mindestschichtbesetzung in Kernkraftwerken zur Gewährleistung einer sicheren Betriebsführung basiert u. a. auf der Methode, die erforderliche Mindestschichtbesetzung werksspezifisch zu analysieren. Grundlage für die Ermittlung der Mindestschichtbesetzung sind alle in den Betriebsunterlagen festgelegten Aufgaben des Betriebspersonals. Für die Analyse können übergreifende Ereignissequenzen verwendet werden. Die Analysen zur Ermittlung der Mindestschichtbesetzung sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Bei der Festlegung der Mindestanzahl an Schichtbesetzungen ist darauf zu achten, dass sowohl für die Durchführung des sicheren Normalbetriebs als auch für die Beherrschung der Ereignisse auf den Sicherheitsebenen 3 und 4 bis zum sicheren Eintreffen von Unterstützungspersonal ausreichend qualifiziertes Betriebspersonal in der Anlage vorhanden ist. Bereitschaftspersonal oder Personal der Einsatzorganisation kann bei rechtzeitiger Einsatzbereitschaft beim Nachweis berücksichtigt werden.

Der „Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes“²⁶ enthält in Abschnitt 3.7 die Anforderung, dass der Betreiber dafür zu sorgen hat, *„dass das jeweils benötigte Personal in allen Phasen und zeitlichen Abschnitten des Stilllegungsvorhabens bis zur Entlassung aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung in ausreichender Zahl vorhanden ist und die erforderliche Qualifikation und Kenntnis aufweist. Der Einsatz von Eigenpersonal als verantwortliche Personen im Sinne der Fachkunderichtlinie soll im Hinblick auf den Erhalt des Anlagenwissens und die Wahrung der Verantwortung und Kontrollpflichten erhalten werden. Die verantwortlichen Personen müssen entsprechend § 7 Absatz 2 Nummer 1 AtG die erforderliche Fachkunde besitzen. Die bei den Stilllegungsmaßnahmen sonst tätigen Personen müssen die notwendigen Kenntnisse gemäß § 7 Absatz 2 Nummer 2 AtG besitzen. Es müssen die für die Sicherheit notwendigen Organisationsstrukturen gewährleistet werden“*.

Inzwischen wurden für alle deutschen Kernanlagen Stilllegungs- und Abbaugenehmigungen erteilt (→ Anhang 1-1, Seite 177). Der regulatorische Rahmen beinhaltet einen Lessons Learned-Prozess aus den Genehmigungsverfahren. Die Erfahrungen aus den oben genannten Genehmigungsverfahren zeigen, dass der regulatorische Rahmen und die Genehmigungsverfahren für die Stilllegung derzeit auch für mehrere parallel durchgeführte

²⁵ RSK-Empfehlung „Anforderungen an die Bestimmung der Mindestschichtbesetzung in Kernkraftwerken zur Gewährleistung einer sicheren Betriebsführung“, 417. Sitzung der RSK, 18. Juni 2009; www.rskonline.de/sites/default/files/reports/epanlagersk417hp.pdf

²⁶ „Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes“, 16. September 2021; www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/rsh/3-bmub/3_73.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Genehmigungsverfahren robust sind. Erfahrungen aus der Begleitung von Stilllegungsprojekten zeigen, dass ein hohes Sicherheitsniveau erreicht wird. Um dieses hohe Sicherheitsniveau unter den gegebenen Umständen (deutscher Ausstiegsbeschluss und relativ hohe Zahl parallel durchgeführter Stilllegungsprojekte für Kernanlagen) aufrechtzuerhalten, muss das notwendige Personal mit der erforderlichen Qualifikation auf allen Ebenen (Betreiber, Bund und Landesbehörden und Übertragungsnetzbetreiber) erhalten werden. Deutschland erkennt und befasst sich mit den potenziellen Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Management des erforderlichen qualifizierten Personalbestands, die in Zukunft zunehmen könnten.

Derzeit werden in Deutschland 33 Kernanlagen-Rückbauprojekte in unterschiedlichen Phasen parallel durchgeführt.

Qualifiziertes Personal für die Stilllegung bedeutet auf der Betreiberebene zum einen technisch qualifiziertes Personal z. B. für fernbediente Rückbautätigkeiten, Materialbehandlung, Strahlenschutz und Abfallmanagement einschließlich Abfalldokumentation. Zum anderen muss die nach der Fachkunderichtlinie geforderte Anzahl an qualifizierten Arbeitskräften eingehalten werden. Hierfür qualifizieren die Betreiber ihr eigenes Personal, aber auch Fremdfirmen langfristig (→ Artikel 11 (1), Seite 79).

Im Rahmen des Entwicklungsprozesses des „Konzept zum Kompetenzaufbau und zur Nachwuchsförderung für die kerntechnische Sicherheit“ wurden zunächst Bedarfs-/Nachfrageanalysen durchgeführt, um dann konkrete Maßnahmen im Vorfeld zu planen. Die Bedarfs-/Nachfrageanalysen wurden schrittweise durchgeführt, wobei in einem ersten Schritt der Bedarf auf Bundesebene (BMUNK, BASE, BfS, BGE, BGZ) ermittelt wurde. In einem zweiten Schritt wurden Bedarfe außerhalb der Bundesebene (z. B. Länder, Beratungsstellen, Fachorganisationen, Verbände) ermittelt. Die Analysen berücksichtigten auch den notwendigen Bedarf an qualifiziertem Personal für die hohe Anzahl von Stilllegungsprojekten im Nuklearbereich. Die "Strategie zum Kompetenzaufbau und zur Nachwuchsförderung für die kerntechnische Sicherheit" benennt verschiedene Handlungsfelder, auf die sich Maßnahmen zum Erhalt und Aufbau von Fachwissen und Fachkapazitäten konzentrieren sollen. Das erste Handlungsfeld ist Bildung und Lehre. Berufliche Qualifikationen sind der Schlüssel zum langfristigen Wissenserhalt und zur Rekrutierung von Fachkräften. Ein weiteres Handlungsfeld ist die Forschung und Entwicklung. Eine kontinuierliche, staatlich geförderte Forschung und Entwicklung ist unabdingbar, um das technisch-wissenschaftliche Know-how in den sich dynamisch entwickelnden Bereichen der nuklearen Sicherheit bei der Stilllegung langfristig zu erhalten und weiterzuentwickeln.

Die Mitarbeiter der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden sind im Allgemeinen auf Lebenszeit ernannte Beamte. Die Arbeitsbedingungen, z. B. die Vereinbarkeit mit den Anforderungen des Familienlebens, und das Gehalt sind recht attraktiv. So ist es möglich, kompetente junge Menschen mit Hochschulabschluss in den entsprechenden Bereichen zu beschäftigen. Sie haben im Bereich der Stilllegungsaufsicht eine Beschäftigungsperspektive von etwa 20 Jahren. In anderen Aufsichtsbereichen, wie der Abfalllagerung oder dem Strahlenschutz in Industrie und Medizin, werden auch in Zukunft attraktive Arbeitsplätze zur Verfügung stehen. Aufgrund der Verbeamtung auf Lebenszeit, der interessanten Arbeit und der langfristigen Perspektiven im weiten Feld des Strahlenschutzes sind die Voraussetzungen gut, um auch in Zukunft neue Mitarbeiter zu gewinnen.

Berücksichtigung menschlicher und organisatorischer Faktoren in der Auslegung und bei der Änderung von Kernanlagen

Deutsche Kernanlagen sind in hohem Maße automatisiert. So sind im betrieblichen Bereich neben umfangreichen automatisierten Regel- und Steuerungssystemen viele komplexe Schalthandlungen ebenfalls automatisiert. Dadurch wird das Personal von Routinetätigkeiten entlastet und kann sich auf die Überwachung der sicherheitsrelevanten Prozesse und Prozessparameter konzentrieren. Die zur Überwachung und für Schalthandlungen notwendigen Arbeitsplätze sind, wie im nationalen kerntechnischen Regelwerk gefordert, nach ergonomischen Gesichtspunkten ausgelegt. Auch die Wege zu den Orten, an denen Arbeiten durchzuführen sind, sind so gewählt und ausgelegt, dass gegen Exposition und Arbeitsunfallrisiken, z. B. infolge unzulänglicher Beleuchtung oder Rutschgefahr, so weit wie möglich vorgesorgt ist. Im Bereich der Instandhaltung sind insbesondere für WKP technische Maßnahmen getroffen, um Fehlhandlungen zu vermeiden oder ihre Auswirkungen zu minimieren.

Zum Schutz des Betriebspersonals vor ionisierender Strahlung sind entsprechende Strahlenschutzmaßnahmen in allen Kernanlagen vorgesehen. Diese berücksichtigen auch ergonomische Gesichtspunkte, um bei der Instandhaltung die Arbeitszeiten möglichst kurz und somit die Exposition möglichst gering zu halten. Auch eine schnelle und fehlerfreie Erfassung des Ist-Zustands der Anlagen und Systeme ist Aufgabe dieser Maßnahmen.

Die Kernanlagenbetreiber verwenden für die Durchführung aller Tätigkeiten in der Anlage ein sog. Arbeitserlaubnisverfahren. Im zugehörigen Arbeitserlaubnisschein sind die betroffenen Räume und Anlagenteile eindeutig definiert. Außerdem werden mögliche Rückwirkungen auf andere Systeme und Anlagen bei der Erstellung des Arbeitserlaubnisscheins berücksichtigt. Voraussetzung für die Durchführung von Tätigkeiten ist deren Freigabe durch die dafür verantwortlichen Personen. Bei der Freigabe werden z. B. Betriebsdaten und Armaturenstellungen überprüft. Vor der Durchführung von Tätigkeiten wird die Freigabeschaltung vor Ort überprüft (Betriebsparameter und Ventilstellung). Bei Tätigkeiten im Kontrollbereich werden auch die Strahlenschutzparameter durch ein spezielles Strahlenschutzzeugnis berücksichtigt. Wichtig sind dabei die Ortsdosisleistungen im Raum und an der Anlage, an der die Tätigkeiten durchgeführt werden. In Abhängigkeit von den Dosisleistungsmessungen werden Strahlenschutzmaßnahmen, wie z. B. Abschirmungen, durchgeführt. Das Strahlenschutzpersonal begleitet die Tätigkeiten mit Messungen vor Ort, damit bei Abweichungen schnell reagiert werden kann.

In allen Kernanlagen sind Verfahren für die Planung und Durchführung von Instandhaltungen, Wartungen und Änderungen mit dem Ziel festgelegt, zur Gewährleistung der Anlagensicherheit beizutragen und die Arbeitssicherheit unter Berücksichtigung der Anlagensicherheit zu fördern. Anlagenänderungen haben die gesetzlichen und regulatorischen Anforderungen an die ergonomische Gestaltung und die Vorkehrung gegen menschliche Fehler zu berücksichtigen.

Bei organisatorischen Änderungen werden im Rahmen eines „Change Managements“ neben den Änderungen auch begleitende Maßnahmen geplant, durchgeführt und evaluiert, mit denen die Mitarbeitenden zum einen über die anstehenden Veränderungen informiert werden. Zum anderen zielen die begleitenden Maßnahmen darauf ab, das Know-how und die Motivation für die neuen Aufgaben, die sich beim Wechsel vom Leistungsbetrieb zur Stilllegung ergeben, zu erhalten.

Gestaltung des Erfahrungsrückflusses bezüglich menschlicher und organisatorischer Faktoren

Die Genehmigungsinhaber von Kernanlagen bedienen sich umfangreicher Maßnahmen, um Fehler zu vermeiden, die auf menschlichem Handeln oder organisatorischen Unzulänglichkeiten beruhen. Hierzu gehört, nicht nur durch geeignete Maßnahmen negative Auswirkungen von Fehlern zu verhindern (gestaffeltes Sicherheitskonzept – Defence-in-Depth), sondern diese frühzeitig vor einem eventuellen Auftreten zu erkennen, zu analysieren und durch Verbesserungsmaßnahmen die Ursachen des potentiellen Fehlers zu beseitigen, um ein Auftreten des gleichen Fehlers in Zukunft zu vermeiden.

Die wichtigste Erkenntnisquelle für Maßnahmen ist hierbei der Erfahrungsrückfluss aus interner und externer Betriebserfahrung. Dieser wird im Rahmen des IMS (→ Artikel 10, Seite 72 und Artikel 13, Seite 90) organisiert und definiert sich über einen systematischen Erfahrungsaustausch von sicherheitswichtigen Informationen und zu sicherheitsrelevanten Ereignissen. Um einen systematischen Erfahrungsaustausch verwirklichen zu können, ist es notwendig, eine gute Kommunikation zwischen allen Ebenen des betreibenden Unternehmens zu garantieren. Um zusätzlich von externen Erfahrungen profitieren zu können, pflegen die Genehmigungsinhaber deutscher Kernanlagen einen regen und systematischen Erfahrungsaustausch untereinander, und die Ereignisse in der Anlage werden bewertet und erforderlichenfalls im Rahmen einer ganzheitlichen Ereignisanalyse (GEA, → Artikel 7 (2iii), Seite 45 und Artikel 19 (vii), Seite 169) ausgewertet. Die Auswahl der Ereignisse, für die eine GEA durchgeführt wird, erfolgt anhand vorgegebener Kriterien wie sicherheitstechnische Bedeutung, Personenschäden, Komplexität des Ereignisablaufs, relevante Beiträge handelnder Personen im Verlauf des Ereignisses (menschliche Faktoren) oder relevante Probleme in der Zusammenarbeit verschiedener Organisationseinheiten (organisatorische Faktoren). Das Ziel dieser Analyse ist es, aus den gewonnenen Betriebserfahrungen zu lernen und sicherheitstechnische Verbesserungen abzuleiten. Um dies zu erreichen, werden die Bereiche MTO gleichwertig behandelt. Bei der Analyse wird auch auf Schwachpunkte und Fehlerquellen an den Schnittstellen der drei Bereiche geachtet. Durch diese ganzheitliche Betrachtung ist es prinzipiell möglich, die Faktoren zu identifizieren, die zu einem Ereignis geführt haben. Die Analyse umfasst u. a. die Rekonstruktion des Ereignisablaufs, die Analyse von Abweichungen vom erwarteten Ablauf, die Identifikation, Analyse und Bewertung der Faktoren, die zum Ereignis beigetragen haben, die Ableitung und Umsetzung von Abhilfemaßnahmen und die Bewertung ihrer Wirksamkeit. Zur Durchführung von GEA wurde ab dem Jahr 2000 durch die Genehmigungsinhaber der VGB-Leitfaden „Ganzheitliche Ereignisanalyse“ entwickelt und im Jahr 2003 erstmals vorgelegt. Im Jahr 2014 hat die RSK einen „Leitfaden für die Durchführung von ganzheitlichen Ereignisanalysen“ erstellt, der nach Abstimmung mit dem Vgbe seit dem Jahr 2015 von den deutschen Genehmigungsinhabern der Kernanlagen angewendet wird.

Die Betriebserfahrung aus der Analyse von sicherheitstechnisch wichtigen Ereignissen wird bei Ereignissen mit anlagenübergreifender Bedeutung durch von der GRS im Auftrag des BMUKN erstellten WLN (→ Artikel 19 (vii), Seite 170) über die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes an die Genehmigungsinhaber kommuniziert. Diese verfassen daraufhin eine Rückmeldung bezüglich des Inhaltes der WLN, insbesondere auch im Hinblick der Übertragbarkeit auf ihre Kernanlagen. Im Rahmen dieser Mechanismen werden auch die Erfahrungen weitergegeben, die menschliche und organisatorische Faktoren betreffen. Diese Erfahrungen werden z. B. für Schulungen im Rahmen des Fachkunderhalts des Betriebspersonals oder im Rahmen von spezifischen Ausbildungsmaßnahmen zur Gewährleistung eines sicherheitsgerichteten Verhaltens (z. B. Human Performance Optimization-Schulungen) genutzt. Sollten organisatorische Mängel im Rahmen der Analyse aufgedeckt werden, sind die Prozesse im Rahmen des IMS zu verbessern.

Die RSK befasst sich regelmäßig mit meldepflichtigen Ereignissen im Bereich Mensch und Organisation, auch in Form von Präsentationen der Betreiber zu den Ergebnissen. Dazu erstellt sie generische Empfehlungen. In den letzten Jahren lag ein Schwerpunkt auf der Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Vermeidung von Wiederholungsereignissen, wie sie z. B. durch eine ganzheitliche Ereignisanalyse abgeleitet wurden. Die erstellten Empfehlungen werden veröffentlicht und von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder berücksichtigt.

Selbstbewertung von Management und Organisation der Genehmigungsinhaber

Das Management und die Organisation der Genehmigungsinhaber der Kernanlagen basieren auf einem gesetzlich vorgeschriebenen IMS (→ Artikel 10, Seite 72 und Artikel 13, Seite 90), dessen Anforderungen in den SiAnf sowie in der KTA-Regel 1402 „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken“ beschrieben sind. Diese schreiben u. a. eine kontinuierliche Beobachtung, Bewertung und Verbesserung aller Prozesse vor. Als Indikatoren für die Bewertung der Prozesse werden hierbei das Erfüllen der Prozessziele, die Prozessleistung, die Einhaltung der Prozessvorgaben und die Möglichkeiten für Verbesserungen verwendet. Diese werden einerseits im Rahmen von Reviews mit nationalen und internationalen Fachleuten durchgeführt. Andererseits werden auch Audits und die unabhängige Prozessbewertung durch Führungskräfte der Kernanlage durchgeführt. Auf Basis der gesammelten Informationen wird eine Datenanalyse ausgeführt, um die Wirksamkeit und Qualität des Managementsystems zu beurteilen. Werden im Zuge dessen Abweichungen oder Unzulänglichkeiten festgestellt, werden entsprechende Verbesserungsmaßnahmen festgelegt, deren Wirksamkeit wiederum mit geeigneten Methoden zu überprüfen ist.

Behördliche Überprüfung

Die Umsetzung der genannten Anforderungen wird von der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes durch unterschiedliche aufsichtliche Tätigkeiten (z. B. Aufsichtsbesuche zur GEA und zu organisatorischen Themen) überprüft. Dies geschah bei der Erteilung der atomrechtlichen Genehmigungen zur Errichtung und zum Betrieb der Kernanlagen gemäß den Vorgaben des jeweils zu diesem Zeitpunkt gültigen nationalen kerntechnischen Regelwerks. Hierzu wurden die von den Antragstellern, z. B. von den Genehmigungsinhabern, vorgelegten Nachweise umfangreichen Bewertungen durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde unterzogen. Spätere Änderungen an sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteilen und schriftlichen betrieblichen Regelungen (z. B. das Betriebs- oder Prüfhandbuch) bedürfen der Genehmigung (bzw. bei nicht wesentlichen Änderungen gegebenenfalls der Zustimmung oder Kenntnisnahme) durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes. Änderungen, darunter auch die Organisationsänderungen, unterliegen somit einer umfassenden Prüfung im Rahmen des Änderungsverfahrens. Im Nachgang zu Änderungen wird die Wirksamkeit im aufsichtlichen Verfahren geprüft. Die Aufsichtsbehörde kann hierzu verschiedene Ansätze wählen. Als erstes kann die Behörde die Wirksamkeitsevaluation des Betreibers prüfen, d. h. die Methodik der Evaluation, die Ergebnisse und die abgeleiteten Maßnahmen. Darüber hinaus kann die Aufsichtsbehörde separate aufsichtliche Bewertungen der Wirksamkeit vorhergehender Organisationsänderungen entweder in Form einer speziellen Aufsicht oder im Rahmen anderer regulärer Aufsicht vornehmen. Zum Beispiel können die verbeamteten Aufsichtspersonen mit für die Änderung zuständigen und von der Änderung betroffenen Personen Gespräche über ihre Wahrnehmung in Bezug auf die Auswirkungen der Änderung und den damit verbundenen begleitenden Maßnahmen führen. Auf diese Weise kann die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde Befunde (z. B. Unzufriedenheiten), die die Organisationsänderung betreffen, prüfen. Des Weiteren prüft die Behörde die Erfüllung zusätzlicher Anforderungen, die in der behördlichen Zustimmung zur Organisationsänderung festgelegt wurden, z. B. in Bezug auf Personalausstattung und -training.

Unabhängig von der Überprüfung der Wirksamkeit einzelner Organisationsänderungen hält die Behörde regelmäßige Besprechungen mit der Anlagenleitung ab, bei denen Themen wie Strategien, langfristige Änderungen und ihre schrittweise Implementierung, Motivation der Mitarbeitenden (z. B. Offenheit für neue Aufgaben, Fluktuationsraten, Gründe für Abgänge, Herausforderungen bei der Personalgewinnung), Know-how-Planung und Personalplanung besprochen werden.

Bei der Bewertung von meldepflichtigen Ereignissen und sonstigen Vorkommnissen werden von der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde auch die beitragenden Faktoren aus den Bereichen „Mensch und Organisation“ berücksichtigt.

13 Qualitätssicherung

ARTICLE 13 QUALITY ASSURANCE

Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that quality assurance programmes are established and implemented with a view to providing confidence that specified requirements for all activities important to nuclear safety are satisfied throughout the life of a nuclear installation.

Artikel 13 Qualitätssicherung

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass Programme zur Qualitätssicherung aufgestellt und durchgeführt werden, die das Vertrauen vermitteln, dass den besonderen Anforderungen aller für die nukleare Sicherheit bedeutsamen Tätigkeiten während der gesamten Lebensdauer einer Kernanlage Genüge getan wird.

Gesetzliche und regulatorische Anforderungen

Der § 7c Abs. 2 AtG verpflichtet den Genehmigungsinhaber u. a. zur Einrichtung und Anwendung eines Managementsystems.

Die grundsätzliche Forderung nach einer systematischen Qualitätssicherung in Kernanlagen findet sich in den SiAnf. Für alle Kernanlagen wird dort die Implementierung eines IMS (→ Artikel 10, Seite 72) gefordert. Dieses fasst alle für den Betrieb erforderlichen Kern-, Querschnitts- und Strategieprozesse zusammen. Das IMS beschreibt auf der Grundlage eines Prozessmodells alle internen Regelungen und Abläufe, die zur Erreichung der Ziele der Anlage notwendig sind und berücksichtigt die Aspekte Sicherheit, Qualität, Umweltschutz, Energie, Gesundheit und Arbeitsschutz sowie Wirtschaftlichkeit und Qualitätssicherung gemäß dem kerntechnischen Regelwerk. Das Managementsystem ist in der Managementsystembeschreibung verbindlich geregelt. Als beschreibende Dokumente werden Verfahrensrichtlinien, Verfahrensanweisungen und Durchführungsanweisungen verwendet. Der Aufbau dieser Organisationsdokumentation ist pyramidenförmig und umfasst somit alle Organisationsdokumente und verweist auf bestehende Handbücher wie das BHB, das Prüfhandbuch und andere Regelwerke.

Zu den Zielen und Anforderungen des IMS zählt auch die Qualitätssicherung. Diese wird im Rahmen des nationalen kerntechnischen Regelwerks vor allem in den KTA-Regeln wie folgt präzisiert:

- KTA-Regel 1401 „Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung“

Hier werden u. a. die grundsätzlichen Anforderungen an die Qualitätssicherung, deren Organisation und Planung sowie Auslegung erläutert und definiert. Die KTA-Regel 1401 wurde im Hinblick auf die KTA-Regel 1402 überarbeitet und trat zum November 2013 in Kraft. Dabei wurden u. a. prozessuale Anforderungen, wie z. B. der Bereich „Betrieb“, in die KTA-Regel 1402 verschoben, und es wird ein systematisches Qualitätsmanagement auch von den Unterauftragnehmern gefordert. Eine erneute Überarbeitung fand im Jahr 2017 statt.

- KTA-Regel 1402 „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken“

Diese KTA-Regel enthält Anforderungen an ein IMS. Diese Anforderungen stellen sicher, dass alle sicherheitsrelevanten Tätigkeiten und Prozesse identifiziert und im Rahmen eines Managementsystems beschrieben sind. Aufgrund der lückenlosen und kompletten Erfassung und Beschreibung aller Abläufe und Tätigkeiten als vernetzte Prozesse und deren erkennbaren Abhängigkeiten, ist eine leichtere Überprüfung und Beurteilung sowie eine kontinuierliche Verbesserung der Anlagensicherheit als Sicherheitsleistung der umfassend beschriebenen Organisation und ihrer Funktionsweise möglich. Die KTA-Regel 1402 trat 2012 in Kraft, wurde im Jahr 2017 überarbeitet und 2022 als weiterhin gültig erklärt. Sie enthält nunmehr u. a. Anforderungen an die Anlagenleitung, eine regelmäßige Selbstbeurteilung der Sicherheitskultur und eine unabhängige Beurteilung der Sicherheitskultur durchzuführen und Verbesserungsmaßnahmen umzusetzen, um eine hohe Sicherheitskultur aufrechtzuerhalten und diese kontinuierlich zu verbessern. Ferner wird die Überprüfung der Wirksamkeit von den im Rahmen des internen Erfahrungsrückflusses abgeleiteten Maßnahmen explizit gefordert.

Die KTA-Regel 1402 wird durch mehrere verwandte KTA-Regeln ergänzt. Alle KTA-Regeln, die sich auf den sicheren Betrieb beziehen (KTA-Regeln 1201, 1202, 1203, 1401, 1402 und 1403), sollten zusammen betrachtet werden. Tatsächlich wird dies in der KTA-Regel 1402, „Grundlagen“ (5), festgehalten, in der alle oben genannten Normen explizit erwähnt werden.

Zusätzlich werden im Rahmen der „DIN EN ISO 9001:2015“²⁷ grundsätzliche Anforderungen an das Qualitätsmanagement gestellt. Diese findet Anwendung in weiten Teilen der Industrie und wird von den Genehmigungsinhabern verwendet, um die Qualität der Produkte von Auftrag- und Unterauftragnehmern sicherzustellen.

Auch für Produkte oder Dienstleistungen, die hinsichtlich der Qualitätsanforderungen und -merkmale nicht mehr den sicherheitsrelevanten Anforderungen der KTA-Regel 1401 unterliegen, werden die Grundanforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001:2015 angewendet, soweit sie für die Anlagenverfügbarkeit und den zuverlässigen Anlagenbetrieb erforderlich sind. Auftragnehmer und Unterauftragnehmer müssen dann den Nachweis erbringen, dass ihr Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001:2015 zertifiziert ist. Über die DIN EN ISO 9001 hinausgehende Anforderungen an maschinenbauliche Komponenten sind in speziellen kerntechnischen Spezifikationen festgelegt.

Alternative Regelungen für das Qualitätsmanagementsystem und dessen Zertifizierung sind möglich, soweit sie die Anforderungen der KTA-Regel 1401 (Nr. 1 (3) sowie 3 (5)) an ein wirksames Qualitätsmanagementsystem erfüllen und den Nachweis (Zertifizierung) ermöglichen. In Fällen, in denen ein Auftragnehmer einzelne Anforderungen dieser Regel nicht erfüllt (KTA-Regel 1401, 3 (6)), hat der Auftraggeber geeignete Ersatzmaßnahmen festzulegen und zu dokumentieren. Dies kann z. B. ein spezieller Qualitätssicherungsplan sein, der als Ersatzmaßnahme im Einzelfall vom Auftragnehmer erstellt und vom Energieversorgungsunternehmen und ggf. von sachverständigen Stellen – je nach Sicherheitsanforderungen – freigegeben wird. Für Produkte und Dienstleistungen, die nicht mehr den Anforderungen der KTA-Regel 1401 unterliegen, werden andere, ggf. spezifische Industrienormen, z. B. das AD2000-Regelwerk oder DIN EN-Normen, angewendet.

Die langfristige Sicherung der Qualität von Produkten und Dienstleistungen kann am effektivsten durch einen kontinuierlichen, geschlossenen Gesamtprozess erreicht werden.

Als besonders wichtige Maßnahmen sind die Erstellung und Festlegung von Spezifikationen für Design und Qualität zu Beginn und der konsequente Abgleich bis zum Ende der Installationsphase einschließlich der zugehörigen technischen Dokumentation sowie die Auditprogramme und Auftragnehmerbewertungen zu nennen.

Elemente des integrierten Managementsystems (IMS)

Das in KTA-Regel 1402 definierte IMS basiert auf einem prozessorientierten Ansatz. Alle für den Anlagenbetrieb relevanten Tätigkeiten sind zu identifizieren und bei mittelbarem oder unmittelbarem Einfluss auf die Sicherheit durch Prozesse abzubilden. Zusätzlich wird durch die konsequente Verwendung des PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act-Zyklus) eine stetige Überprüfung und Verbesserung der Prozesse und des IMS sichergestellt. Um die Vorgänge und die getroffenen Entscheidungen jederzeit nachvollziehen zu können, werden alle Prozesse einheitlich und durchgängig dokumentiert.

Die GRS verfolgt im Auftrag des BMUKN die internationalen Aktivitäten zu Non-Conforming, Counterfeit, Fraudulent, or Suspect Items (NCSFI). Die GRS nimmt aktiv an der NCSFI-Arbeitsgruppe der Expert Group on Operating Experience (EGOE) der OECD/NEA teil. Nach derzeitigem Kenntnisstand scheinen die deutschen Regeln und Vorschriften zur Qualitätssicherung im gesamten Herstellungsprozess ausreichend zu sein, um signifikante NCSFI-Probleme zu verhindern. Behördliche Inspektionen und Audits des Qualitätssicherungssystems der Lizenznehmer werden regelmäßig durchgeführt. Anlagenbesuche durch die Aufsichtsbehörden bei wichtigen Herstellungsprozessen (Witnessing) und behördliche Inspektionen der entsprechenden Dokumentationen werden als regelmäßige Aufgaben im Rahmen der behördlichen Aufsicht durchgeführt.

In einigen dieser Fälle wurden vom BMUKN über die Länderbehörden zusätzliche Informationen von den Anlagen angefordert. So wurden z. B. Lieferungen von verdächtigen Artikeln oder von verdächtigen Herstellern vom Betreiber überprüft. Aufgrund der in Deutschland geforderten strengen Qualitätssicherungsprozesse sind aus der betrieblichen Praxis keine relevanten Vorfälle bekannt. Daher wurden keine weiteren spezifischen Maßnahmen gegen NCSFI ergriffen.

Die übergeordnete Zielsetzung des IMS ist es, neben der nuklearen Sicherheit auch Anforderungen aus anderen Unternehmensperspektiven (z. B. wirtschaftliche Gesichtspunkte) in das Managementsystem zu integrieren. Das IMS soll gewährleisten, dass bei konkurrierenden Anforderungen und Zielen an die Anlage denjenigen der nuklearen Sicherheit ein ihrer Bedeutung entsprechender Stellenwert eingeräumt wird (→ Artikel 10, Seite 72).

²⁷ DIN EN ISO 9001:2015-11, Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen

Jeder Genehmigungsinhaber hatte bereits auf Grundlage der Festlegungen der „Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke“ aus dem Jahr 1977 einzelne spezifische Anforderungen zur Qualitätsgewährleistung zu erfüllen. Die Sicherheitskriterien wurden im Jahr 2012 durch die neu erstellten SiAnf ersetzt. Hierbei wurden auch die spezifischen Anforderungen an die Qualitätsgewährleistung durch ein IMS ergänzt. Zusätzlich wurden zur Präzisierung der Bereiche Qualitätsmanagement und IMS die KTA-Regel 1401 überarbeitet und die KTA-Regel 1402 neu geschaffen. Die konkrete Umsetzung der Vorgaben aus den SiAnf und den KTA-Regeln 1401 und 1402 ist in anlagenspezifischen Dokumenten beschrieben. In diesen Dokumenten wird weiter konkretisiert, wie und von wem die für die Sicherheit erforderlichen Anforderungen aufgestellt und eingehalten werden und wie und von wem ihre Erfüllung nachgewiesen wird. Darin sind Prozeduren für die Einleitung von Korrekturmaßnahmen beschrieben, falls Anforderungen nicht eingehalten wurden. Ferner wird die zur Qualitätssicherung eingeführte Organisation beschrieben und auf Arbeitsanweisungen zur Durchführung der Qualitätssicherung verwiesen.

Auditprogramme des Genehmigungsinhabers

Die Qualitätssicherung wird vom Genehmigungsinhaber im Rahmen seiner Eigenverantwortung für die Sicherheit der Anlage durchgeführt.

Mit der Einführung der „DIN EN ISO 9001:2000“ (mittlerweile „DIN EN ISO 9001:2015“) und der damit verbundenen Diskussion um Managementsysteme, z. B. auch Sicherheitsmanagement, haben die Genehmigungsinhaber die Qualitätssicherung zu einem prozessorientierten und damit lernfähigen Qualitätsmanagement weiterentwickelt. Einige Kernanlagen haben bereits ihr Qualitätsmanagement gemäß „DIN EN ISO 9001“ zertifizieren lassen.

Nach DIN EN ISO 9001 ist die prozessorientierte Qualitätssicherung auch auf einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess zur Weiterentwicklung von Prozessen, Produkten und Dienstleistungen ausgerichtet. Die Organisation muss die Wirksamkeit des Qualitätsmanagementsystems ständig überprüfen und verbessern. Ein Konzept hierfür ist z. B. die Anwendung des PDCA-Zyklus auf Managementsysteme und deren Prozesse. Aus der wiederholten Anwendung und den Ergebnissen lernt die Organisation, Fehlerursachen zu erkennen und wirksame Abhilfemaßnahmen zur Weiterentwicklung der Managementsysteme umzusetzen.

Die Genehmigungsinhaber überprüfen ihre Managementsysteme in Wahrnehmung ihrer Verantwortung für den sicheren Betrieb regelmäßig durch eigene interne Reviews. Diese Reviews kommen typischerweise für Managementsysteme, Prozesse oder Produkte einschließlich der Instandhaltungen zum Einsatz.

Auditprogramme der Genehmigungsinhaber bei Herstellern und Zulieferern

Auftragnehmer und deren Unterauftragnehmer müssen für Lieferungen und Leistungen die Qualitätssicherung nach den Vorgaben des Qualitätssicherungssystems der Kernanlage planen und durchführen. Der Genehmigungsinhaber überprüft die Auftragnehmer entsprechend der KTA-Regel 1401. Für jeden Unterauftrag wird eine Auftragnehmerbeurteilung durchgeführt.

Die Informationen über die Auftragnehmer werden in einer zentralen Datenbank des vgbe gespeichert und sind für jede Kernanlage verfügbar. Erkannte Lücken und Schwachstellen werden unverzüglich kommuniziert und Maßnahmen zur Beseitigung von Mängeln eingeleitet.

Behördliche Überprüfung

Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden verfolgen im Rahmen ihrer Aufsichtstätigkeit nachstehende Themen des Managementsystems bzw. holen Informationen darüber ein:

- Ergebnisse des Managementreviews
- Ergebnisse der internen Audits
- Auswertung von Indikatoren (→ Artikel 10, Seite 74)
- Umsetzung von abgeleiteten Maßnahmen
- Weiterentwicklung des IMS
- Förderung der Sicherheitskultur durch verschiedene Human Performance Optimization-Maßnahmen (Bestandteil des Managementsystems)

Auf der Grundlage der dabei gewonnenen Erkenntnisse überzeugt sich in der Regel die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes von der wirksamen Umsetzung des Managementsystems. Darüber hinaus kontrolliert diese bei Inspektionen die Ergebnisse der vom Genehmigungsinhaber durchgeführten Reviews sowie die Umsetzung der abgeleiteten Maßnahmen. Dies umfasst auch Inspektionen des Produktionsprozesses von technischen Komponenten bei den Herstellern und Zulieferern des Genehmigungsinhabers. Die organisatorische Verantwortung für ein wirksames Managementsystem verbleibt umfassend beim Genehmigungsinhaber.

Langfristige Gewährleistung der Produktqualität

Die Qualität der benötigten sicherheitstechnisch relevanten Komponenten der deutschen Kernanlagen ist durch langfristige Lieferverträge mit den Herstellern der Komponenten geregelt. Die Versorgung mit qualitätsgesicherten Ersatzteilen ist hierdurch über mehrjährige Zeiträume planbar und wird durch die enge Zusammenarbeit der Genehmigungsinhaber untereinander sowie im Rahmen der vgbe-Aktivitäten zur kerntechnischen Beschaffung unterstützt. Zusätzlich besitzen sämtliche Genehmigungsinhaber gut ausgestattete Werkstätten vor Ort oder Verträge mit solchen Werkstätten, die ausgewählte Ersatzteile selbst herstellen oder Reparaturen durchführen können. Durch weitere Maßnahmen und Prozesse können auch signifikante Änderungen, z. B. im Produktspektrum oder auf dem Herstellermarkt, rechtzeitig erkannt und Ersatzlösungen angewandt werden. Hierzu gehören neben den o. g. Auditprogrammen (→ Artikel 13, Seite 92) und Auftragnehmerbeurteilungen z. B. ein zielgerichtetes Verhalten und Anpassen technischer Spezifikationen und Prüfanforderungen, zusätzliche Auftragnehmerschulungen, ein kontinuierlicher Erfahrungsrückfluss, Lieferantenmarktbewertungen, Strategiegelgespräche mit Herstellern und Lieferanten für die Erbringung von Leistungen und Ersatzteillieferungen bis zum Laufzeitende sowie ein optimiertes Ersatz-, Reserve- und Verschleißteilmanagement in der Lagerhaltung auch in Verbindung mit dem Abbau der Anlage.

Somit können auch langfristig die Anforderungen der im Jahr 2017 überarbeiteten KTA-Regel 1401 erfüllt werden, wonach der Auftraggeber bei der Nachbestellung von Serienerzeugnissen dafür zu sorgen hat, dass sich diese seit der Erstbeschaffung nicht geändert haben bzw. bei Änderung gegebenenfalls eine erneute Qualifizierung durchzuführen ist. Auch im Hinblick auf die gesetzlich bestimmte, verbleibende Betriebsdauer sind somit die Voraussetzungen für die Versorgung mit qualitätsgesicherten Produkten geschaffen.

14 Bewertung und Nachprüfung der Sicherheit

ARTICLE 14 ASSESSMENT AND VERIFICATION OF SAFETY

Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that:

- i) comprehensive and systematic safety assessments are carried out before the construction and commissioning of a nuclear installation and throughout its life. Such assessments shall be well documented, subsequently updated in the light of operating experience and significant new safety information, and reviewed under the authority of the regulatory body;
- ii) verification by analysis, surveillance, testing and inspection is carried out to ensure that the physical state and the operation of a nuclear installation continue to be in accordance with its design, applicable national safety requirements, and operational limits and conditions.

Artikel 14 Bewertung und Nachprüfung der Sicherheit

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen,

- i) dass umfassende und systematische Sicherheitsbewertungen sowohl vor dem Bau und der Inbetriebnahme einer Kernanlage als auch während ihrer gesamten Lebensdauer vorgenommen werden. Solche Bewertungen sind gut zu dokumentieren, in der Folge im Licht betrieblicher Erfahrungen und bedeutender neuer Sicherheitsinformationen auf den neuesten Stand zu bringen und im Auftrag der staatlichen Stelle zu überprüfen;
- ii) dass Nachprüfungen durch Analyse, Überwachung, Erprobung und Prüfung vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass der physische Zustand und der Betrieb einer Kernanlage seiner Auslegung, den geltenden innerstaatlichen Sicherheitsanforderungen sowie den betrieblichen Grenzwerten und Bedingungen weiterhin entsprechen.

14 (i) Bewertung der Sicherheit

Anforderungen an Sicherheitsbewertungen in Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren

Die Berechtigungen zum Leistungsbetrieb der deutschen Kernkraftwerke sind erloschen. Für sämtliche Kernkraftwerke wurden Genehmigungen zur Stilllegung und zum Abbau gemäß § 7 Abs. 3 AtG erteilt. Wird die Betriebsgenehmigung mit der Stilllegungsgenehmigung nicht vollständig aufgehoben, bleiben die nicht geänderten Bedingungen und Regelungen der Betriebsgenehmigung in Kraft.

Die Genehmigung von wesentlichen Änderungen von Kernanlagen oder ihres Betriebs darf nach § 7 Abs. 2 AtG nur erteilt werden, wenn

1. 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,
2. 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,
3. die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist,
4. die erforderliche Vorsorge für die Erfüllung gesetzlicher Schadenersatzverpflichtungen getroffen ist,
5. der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter gewährleistet ist,
6. überwiegende öffentliche Interessen, insbesondere im Hinblick auf die Umweltauswirkungen, der Wahl des Standorts der Anlage nicht entgegenstehen.

Bei der Durchführung umfassender und systematischer Sicherheitsbewertungen in Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren sind u. a. die „Merkpostenaufstellung mit Gliederung für einen Standardsicherheitsbericht für Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktor oder Siedewasserreaktor“ (Merkpostenaufstellung), die „Zusammenstellung der in atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für Kernkraftwerke zur Prüfung erforderlichen Informationen“, die „Leitfäden zur Durchführung der Periodischen Sicherheitsüberprüfung für Kernkraftwerke“ sowie die fach- und anlassspezifischen Regelungen des untergesetzlichen Regelwerks, wie SiAnf, deren „Interpretationen“ und die Regeln des KTA zu beachten (→ Artikel 7 (2i), Seite 38).

Anforderungen an die Dokumentation bei Sicherheitsbewertungen in Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren

Für den Antrag auf Genehmigung zur Errichtung, zum Betrieb und zu wesentlichen Änderungen einer Kernanlage oder ihres Betriebes ist der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde im Einzelnen darzulegen, dass die in § 7 Abs. 2 AtG genannten Genehmigungsvoraussetzungen erfüllt sind (→ Artikel 7 (2ii), Seite 42). Art und Umfang der Unterlagen, die dem Antrag beizufügen sind, regelt § 3 AtVfV. Dazu gehört im Rahmen der Errichtung und Inbetriebnahme sowie Stilllegung und Abbau insbesondere ein Sicherheitsbericht. Auf dessen Basis muss sich beurteilen lassen, ob die Genehmigungsvoraussetzungen erfüllt werden. Er bildet somit eine Grundlage für die Bewertung der Sicherheit der Anlage.

Im Sicherheitsbericht sind gemäß der Merkpостenaufstellung die für die Entscheidung über den Genehmigungsantrag zu berücksichtigenden tatsächlichen und möglichen Auswirkungen der Anlage und die getroffenen Vorsorgemaßnahmen darzulegen. Dabei ist Dritten die Beurteilung zu ermöglichen, ob sie durch die mit der Anlage und ihrem Betrieb verbundenen Auswirkungen in ihren Rechten verletzt werden können. Im Sicherheitsbericht sind die Sicherheitskonzeption, alle mit der Anlage verbundenen Gefahren und die vorgesehenen sicherheitstechnischen Maßnahmen und Einrichtungen einschließlich der sicherheitstechnischen Auslegungsmerkmale darzulegen.

Die Merkpостenaufstellung gibt für Kernanlagen mit DWR und SWR eine standardisierte Form des Sicherheitsberichtes mit detaillierter Gliederung der Sachthemen und zusätzlichen Erläuterungen der Inhalte vor. Die Hauptgliederungspunkte des Sicherheitsberichtes sind

- Standort,
- Kraftwerksanlage und Schutzmaßnahmen gegen übergreifende Einwirkungen,
- Organisation und Verantwortlichkeiten,
- radioaktive Stoffe mit den hierzu getroffenen Schutzmaßnahmen,
- Betrieb des Kraftwerkes und
- Störfallanalysen (inklusive auslegungsüberschreitender Störfälle).

Mit Ausnahme der Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebs und der Notfallvorsorge deckt der Sicherheitsbericht damit inhaltlich alle Themen ab, die im IAEO „Safety Standard“ GS-G-4.1 gefordert werden. In Deutschland sind die Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebs Bestandteil des BHB. Die Notfallorganisation wird im NHB beschrieben, das nach KTA-Regel 1203 „Anforderungen an das Notfallhandbuch“ gefordert wird. Darüber hinaus werden im Sicherheitsbericht auch Angaben für die spätere Stilllegung der Kernanlage verlangt. Für die Bewertung des aktuellen Sicherheitsstatus der Anlage in der Nachbetriebsphase sind zu berücksichtigen:

- die Bewertung von Ereignissen, die für die Nachbetriebsphase relevant sind
- die Bewertung der sicherheitsrelevanten Systeme in der Nachbetriebsphase
- weitere Aspekte wie Dekontamination, Handhabungsprozeduren, Verfügbarkeit der Einrichtungen und Systeme der geplanten Sicherheitsmaßnahmen

Die Angaben zu den Vorkehrungen zum Schutz gegen Störungsmaßnahmen oder sonstigen Einwirkungen Dritter werden in einem separaten Sicherungsbericht zusammengestellt, der als vertrauliches Dokument gemäß Ver schlusssachenanweisung zu behandeln ist.

Mit dem Antrag auf Genehmigung des Betriebs der Anlage sind die in der AtVfV geforderten und in der „Richtlinie über die Anforderungen an Sicherheitsspezifikationen für Kernkraftwerke“ sowie der KTA-Regel 1201 „Anforderungen an das Betriebshandbuch“ beschriebenen Sicherheitsspezifikationen vorzulegen. Sie umfassen insbesondere Angaben

- zur Betriebsorganisation,
- zu sicherheitsrelevanten Auflagen,
- zu Grenzwerten des Reaktorschutzsystems,
- zu Schemata wichtiger Komponenten mit Betriebswerten, vorgelagerten Grenzwerten, auslösenden Grenzwerten und Auslegungswerten,

- zum Rahmenprüfplan für sicherheitstechnisch wichtige Systeme und Komponenten und
- zur Behandlung meldepflichtiger Ereignisse.

Die Sicherheitsspezifikationen sowie damit zusammenhängende Prüfungen an sicherheitstechnisch wichtigen Teilen der Anlage sind detaillierter in Artikel 19 (ii) beschrieben. Alle für Nachweiszwecke erstellten bzw. zu erstellenden Unterlagen sind einschließlich der Ergebnisse der Sachverständigengutachten und der Bewertungen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde systematisch in einer Sicherheitsdokumentation zusammenzustellen. Die Sicherheitsdokumentation ist durch den Genehmigungsinhaber auf der Grundlage der Richtlinien hinsichtlich der Grundsätze und Anforderungen zu erstellen und aktuell zu halten. Die Sicherheitsdokumentation enthält alle technischen Unterlagen, die für Nachweise im Sinne des AtG in atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren erforderlich sind. Hierzu gehören z. B.

- Unterlagen über die der Auslegung, Herstellung, des Betriebes und der Prüfung der Anlage zugrundeliegenden Vorgaben,
- Unterlagen über sicherheitstechnische Aufgaben und die Funktionsweise sicherheitstechnischer Einrichtungen,
- Auslegungs-, Werkstoff-, Bau- und Prüfvorschriften sowie Wartungs- und Reparaturvorschriften,
- Unterlagen über die Ergebnisse sicherheitstechnisch bedeutsamer Messungen und Prüfungen, einschließlich der Ergebnisse aus zerstörungsfreien und zerstörenden Materialprüfungen,
- Unterlagen über die Erfüllung der sicherheitstechnischen Vorgaben, z. B. rechnerische Nachweise und Konstruktionspläne oder -zeichnungen,
- sicherheitstechnisch bedeutsame Betriebsaufzeichnungen,
- Unterlagen zum Strahlenschutz des Personals und der Umgebung und
- sonstige zum Nachweis der Erfüllung sicherheitstechnischer Vorschriften, Auflagen und Anordnungen dienende Unterlagen.

Unter Beachtung der Genehmigungsvoraussetzungen muss der Genehmigungsinhaber die Bewertungen der Sicherheit von Kernanlagen unter Berücksichtigung betrieblicher Erfahrungen und entsprechend der nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Vorsorge durchführen. Über Ergebnisse dieser Bewertungen und die daraus resultierenden Maßnahmen ist erforderlichenfalls gemäß den Vorgaben aus der Genehmigung sowie den Festlegungen im BHB zu berichten.

Für die Stilllegungs- und Abbaugenehmigung wird u. a. ein Sicherheitsbericht mit einer Analyse sicherheitsrelevanter Maßnahmen gefordert. Für die Sicherheitsanalyse im Nachbetrieb gibt es neben der Merkpostenliste keine weiteren Anforderungen.

Sicherheitsbewertungen im Aufsichtsverfahren

Sicherheitsbewertungen werden der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde auf besondere Aufforderung, im Zuge von Anträgen auf Genehmigungen von Änderungen nach § 7 AtG bzw. zustimmungspflichtigen Änderungen im Rahmen der Aufsicht nach § 19 AtG vorgelegt (→ Artikel 7 (2ii), Seite 42).

Sicherheitsbewertungen, bei denen nur ein Teilbereich der Kernanlage in die Bewertung einbezogen wird, sind z. B. die für den Sicherheitsnachweis zum neuen Reaktorkern vor einer Neubeladung durchzuführenden Analysen. Umfang und Inhalt dieser Analysen sind in den jeweiligen Genehmigungen geregelt. In diesen Analysen werden der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde die Berechnung wichtiger, physikalischer Parameter und die Einhaltung sicherheitstechnischer Randbedingungen hinsichtlich der Einhaltung der Schutzziele dargelegt (→ Artikel 18 (i), Seite 151).

Sicherheitsbewertungen werden der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes auch im Zuge von Anträgen auf Genehmigungen von Änderungen der Anlage oder ihres Betriebs nach § 7 AtG bzw. zustimmungspflichtigen Änderungen im Rahmen der Aufsicht nach § 19 AtG vorgelegt. Das Genehmigungsverfahren für Änderungen nach § 7 AtG gestaltet sich grundsätzlich nach denselben Regeln, wie sie bereits für die Erteilung einer Errichtungsgenehmigung dargestellt wurden. Das gilt auch für die vorzulegenden Unterlagen und die darauf beruhende Sicherheitsbewertung (→ Artikel 7 (2ii), Seite 42). Die Änderungen der Kernanlage oder ihres Betriebs, die wegen geringer sicherheitstechnischer Auswirkungen keine atomrechtliche Genehmigung erfordern, sind in Deutschland länderspezifisch in den Aufsichtsverfahren geregelt. In diesen Regelungen ist festgelegt, welche Arten von Änderungen einer vorherigen Zustimmung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde

bedürfen, und welche Änderungen der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde lediglich angezeigt werden müssen.

In der Folge sicherheitstechnisch bedeutsamer Ereignisse in einer Kernanlage können von der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde Sicherheitsbewertungen verlangt werden. Dies gilt besonders dann, wenn Maßnahmen gegen das Wiederauftreten oder zur Verbesserung der Sicherheit durchzuführen sind. Auch bei sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen in anderen Kernanlagen können Sicherheitsbewertungen hinsichtlich der Übertragbarkeit erforderlich werden. Neue Erkenntnisse aus dem Anlagenbetrieb und aus der Verfolgung des aktuellen Standes von Wissenschaft und Technik können eine Aktualisierung vorhandener Sicherheitsnachweise notwendig machen.

Zehnjährliche Sicherheitsüberprüfung (SÜ)

Seit Anfang der 1990er Jahre wurden SÜs nach bundeseinheitlichen Kriterien durchgeführt. Sie umfassen eine deterministische Sicherheitsstatusanalyse, eine Probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) und eine deterministische Analyse zur Anlagensicherung. Die SÜ ergänzt die kontinuierliche Überprüfung im Rahmen der atomrechtlichen Aufsicht.

Die Ergebnisse der SÜ sind der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes vorzulegen und werden von unabhängigen Sachverständigen im Auftrag der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde begutachtet.

Seit der Änderung des AtG im April 2002 ist die Durchführung einer zehnjährlichen SÜ im AtG festgeschrieben und für jede Anlage der Zeitpunkt der ersten SÜ festgelegt worden. Für die drei zuletzt abgeschalteten deutschen Kernanlagen im Leistungsbetrieb fand die letzte SÜ im Jahr 2009 statt. Die Pflicht zur Vorlage der Ergebnisse einer SÜ entfällt, wenn der Genehmigungsinhaber gegenüber der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde verbindlich erklärt, dass er den Leistungsbetrieb der Anlage spätestens drei Jahre nach dem im AtG genannten Termin zur Vorlage der SÜ endgültig einstellen wird. Die drei Kernanlagen, deren Laufzeit kurzfristig bis 15. April 2023 verlängert wurde, hatten von dieser Regelung Gebrauch gemacht. Eine Durchführung der SÜ und insbesondere die Umsetzung sicherheitstechnischer Verbesserungen wären jedoch in dem kurzen zur Verfügung stehenden Zeitraum nicht möglich gewesen (→ Artikel 6). Nichtsdestotrotz gilt die Pflicht zur kontinuierlichen Verbesserung der Anlage gemäß dem fortschreitenden Stand von Wissenschaft und Technik nach § 7d AtG immer, unabhängig von den SÜ-Intervallen.

Für die Kernanlagen im Nachbetrieb hat der Hauptausschuss des LAA beschlossen, dass der Genehmigungsinhaber eine Sicherheitsanalyse für die Nachbetriebsphase zu erstellen hat. Details hierzu wurden in einer „Merkpostenliste für die Durchführung einer Bewertung des aktuellen Sicherheitsstatus der Anlage für die Nachbetriebsphase“ festgelegt.

Die in Stilllegung befindlichen Anlagen unterliegen nicht der SÜ im Sinne des AtG. *„Die Aufsichtsbehörde überprüft beim direkten Abbau mindestens alle zehn Jahre die Anlagensicherheit in Abhängigkeit vom Gefährdungspotenzial der kerntechnischen Anlage. Dabei finden die Ergebnisse aus Prüfungen im Rahmen der atomrechtlichen Genehmigungs- oder Aufsichtsverfahren der letzten zehn Jahre Berücksichtigung. Die Behörde legt den Prüfungsumfang abhängig vom Anlagenzustand fest. [...] In der Stilllegungsgenehmigung sind Art und Umfang der im sicheren Einschluss regelmäßig (mindestens alle zehn Jahre) durchzuführenden Überprüfungen der Anlagensicherheit zu spezifizieren.“*²⁸

Für die bisher vorliegenden Ergebnisse ist festzuhalten, dass auf der Basis der durchgeführten Analysen der Nachweis erbracht wurde, dass die deutschen Kernanlagen die zur Einhaltung der in den IAEO „Safety Standards“ (→ Artikel 18 (i), Seite 151) genannten Schutzziele notwendigen sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllen.

²⁸ „Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes“; 16. September 2021; www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/rsh/3-bmub/3_73.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Durchgeführte Sicherheitsbewertungen

Deterministische Sicherheitsanalysen

Einen Schwerpunkt der deterministischen Sicherheitsstatusanalyse bildet die Behandlung der in Anhang A des „Leitfaden Sicherheitsstatusanalyse“ zusammengestellten Störfälle und ein Spektrum von auslegungsüberschreitenden Anlagenzuständen, für die ausgewiesen werden muss, dass Notfallschutzmaßnahmen (→ Artikel 18 (i), Seite 151) vorhanden sind.

Probabilistische Sicherheitsanalysen (PSA)

In Deutschland wurde Mitte der 1970er Jahre damit begonnen, PSA ergänzend zur deterministischen Sicherheitsbewertung einzusetzen. Da nach dem 13. AtGÄndG für keine der noch im Leistungsbetrieb befindlichen Kernanlagen PSA im Rahmen der geforderten SÜ mehr durchzuführen sind, ist eine Überarbeitung des PSA-Leitfadens nicht mehr vorgesehen.

Die für die PSA anzuwendenden Methoden und Daten sind in einem Leitfaden²⁹ und ergänzenden technischen Dokumenten („Methoden und Daten zur probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke“^{30, 31, 32}) beschrieben. Diese sind im Jahr 1996 erstmals veröffentlicht und im Jahr 2005 sowie 2016 aktualisiert worden. Die letzte Aktualisierung beinhaltet Ergänzungen und Aktualisierungen zu den, bereits seit der Aktualisierung im Jahr 2005 enthaltenen, nach Stand von Wissenschaft und Technik zu berücksichtigenden folgenden Themenbereichen:

- PSA der Stufe 2
- PSA für den Nichtleistungsbetrieb
- Berücksichtigung des Human Factors in der PSA
- PSA für EVA
- zu weiteren gemäß aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik und der Betriebserfahrung überarbeiteten Methoden und Daten, u. a. zu Brandereignissen und gemeinsam verursachten Ausfällen (GVA)

Ein weiteres ergänzendes technisches Dokument („Methoden und Beispiele für die probabilistische Bewertung sicherheitsrelevanter Fragestellungen außerhalb der SÜ“³³) wurde im Jahr 2018 veröffentlicht. Es beinhaltet methodische Hilfestellungen und Empfehlungen zur Umsetzung der SiAnf im Bereich der Anwendung von Methoden der probabilistischen Sicherheitsanalyse außerhalb der SÜ nach § 19a AtG, z. B. bei der Bewertung von Änderungen der Anlage oder ihrer Betriebsweise oder von aufgetretenen Ereignissen. Kern des Dokuments ist ein Screening-Verfahren, mit dem der Einfluss einer Änderung an der Anlage oder ihrer Betriebsweise auf die PSA-Ergebnisse ermittelt werden kann.

Die Genehmigungsinhaber deutscher Kernanlagen haben seit 1990 PSA der Stufe 1 als Bestandteil der SÜ für alle deutschen Kernanlagen erstellt. Für alle Kernanlagen, welche im Berichtszeitraum im Leistungsbetrieb waren, liegen PSA der Stufe 2 vor. Insbesondere die PSA der Stufe 1 haben zu technischen und prozeduralen Verbesserungen in den Kernanlagen geführt.

Die PSA der Stufe 1 umfassen seit 2005

- anlageninterne auslösende Ereignisse für alle Anlagenbetriebszustände (Leistungs- und Nichtleistungsbetrieb),
- für den Leistungsbetrieb übergreifende Einwirkungen von innen (EVI) wie Brand und interne Überflutung sowie
- standortspezifisch zu unterstellende EVA wie
 - Flugzeugabsturz (FLAB),

²⁹ Bekanntmachung des Leitfadens zur Durchführung der „Sicherheitsüberprüfung gemäß § 19a des Atomgesetzes – Leitfaden Probabilistische Sicherheitsanalyse –, 30. August 2005 (BAnz. 2005, Nr. 207)

³⁰ „Methoden zur probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke“, BfS, BfS-SCHR-37/05, ISBN: 3-86509-414-7, August 2005

³¹ BfS, Methoden zur probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke, BfS, BfS-Schriften; 37/05, ISBN: 3-86509-414-5, August 2005

³² „Methoden und Daten zur probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke“, BfS, BfS-SCHR-61/16, September 2016

³³ „Methoden und Beispiele für die probabilistische Bewertung sicherheitsrelevanter Fragestellungen außerhalb der SÜ“, BfE, BfE-SCHR-03/17, Februar 2018

- Explosionsdruckwelle,
- Hochwasser und
- standortabhängig Erdbeben mit einer Erdbebenintensität von mehr als sechs nach der Medwedew-Sponheuer-Kárník-Skala (MSK-Skala).

Eine PSA der Stufe 2 ist für anlageninterne auslösende Ereignisse für Zustände des Leistungsbetriebs durchzuführen.

Durchgeführte Nachrüstungen und Verbesserungen sowie laufende Aktivitäten

Für die deutschen Kernanlagen wurde der Rückbau auf Basis aktueller Regelwerke und Erkenntnisse genehmigt.

Nach der endgültigen Abschaltung der Anlagen wurden keine sicherheitsrelevanten Verbesserungspotenziale mehr erkannt, die eine entsprechende anlagentechnische Nachrüstung erfordert hätten.

Handbuch für mitigative Notfallmaßnahmen (HMN)

Von den Genehmigungsinhabern deutscher Kernanlagen wurde zudem ein generisches Konzept zur Behandlung von schweren Unfällen in Form eines HMN als Ergänzung zu bestehenden NHB entwickelt. Die in diesen Handbüchern enthaltenen Strategien und Prozeduren entsprechen den internationalen Empfehlungen zu Severe Accident Management Guidelines (SAMG). Dieses Konzept wurde in allen Kernanlagen im Leistungsbetrieb eingeführt.

Robustheitsanalysen für den auslegungsüberschreitenden Bereich (Cliff-edge-Effekte)

In Wahrnehmung ihrer Verantwortung für die kerntechnische Sicherheit haben die Genehmigungsinhaber nach dem Reaktorunfall in Fukushima ergänzende Analysen der Sicherheitsvorkehrungen ihrer Kernanlagen hinsichtlich der Robustheit und Wirksamkeit der für die Vermeidung und Begrenzung von Freisetzungen radioaktiver Stoffe entscheidenden Sicherheitsfunktionen (vitale Sicherheitsfunktionen) unter auslegungsüberschreitenden Einwirkungen durchgeführt. Aufgrund des bereits vorhandenen, sehr hohen Schutzgrades der Kernanlagen mussten in den Robustheitsanalysen extrem unwahrscheinliche Szenarien postuliert werden, um Abstände zu Cliff-edge-Effekten im auslegungsüberschreitenden Bereich zu verdeutlichen sowie Optimierungspotentiale zu identifizieren. Zusammenfassend wurde gezeigt, dass Cliff-edge-Effekte bereits mit den bisherigen Vorsorge- und Notfallmaßnahmen grundsätzlich sehr zuverlässig vermieden werden können. Unter Einbeziehung zusätzlicher robustheitserhöhender Maßnahmen wurde die Robustheit im auslegungsüberschreitenden Bereich weiter erhöht bzw. die Beherrschung von auslegungsüberschreitenden Ereignissen sowie die Folgenbegrenzung verbessert. Weitere Einzelheiten können dem veröffentlichten abgeschlossenen Nationalen Aktionsplan nach dem Reaktorunfall in Fukushima³⁴ entnommen werden.

Behördliche Überprüfung

Im Rahmen des atomrechtlichen Aufsichtsverfahrens durch die zuständigen Landesbehörden wird die Bewertung der Sicherheit der Kernanlagen fortlaufend überprüft. Wenn neue sicherheitsrelevante Erkenntnisse vorliegen, wird die Notwendigkeit der Umsetzung von sicherheitstechnischen Verbesserungen geprüft. Dies wird in den Kernanlagen vor Ort und durch die Prüfung von Unterlagen verifiziert.

Im Rahmen der atomrechtlichen Aufsicht überprüfen die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder die von den Genehmigungsinhabern vorgenommenen Sicherheitsbewertungen. Die daraus resultierenden Erkenntnisse zu erforderlichen sicherheitsverbessernden Maßnahmen bzw. Nachrüstungen werden von den Genehmigungsinhabern umgesetzt, wenn eine substanzielle Verbesserung der Sicherheit erzielt werden kann. Infolge des geringen radiologischen Risikopotentials im Rückbau ist dies jedoch eher ein hypothetisches Szenario.

Für die Prüfung der von den Genehmigungsinhabern vorgelegten Unterlagen kann die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde gemäß § 20 AtG unabhängige Sachverständige zur Begutachtung fachspezifischer Aspekte

³⁴ „Abgeschlossener Aktionsplan zur Umsetzung von Maßnahmen nach dem Reaktorunfall in Fukushima“, BMUB, Dezember 2017, www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/aktionsplan_fukushima_bf.pdf

hinzuziehen (→ Artikel 8 (1), Seite 57). Die grundsätzlichen Anforderungen an Begutachtungen durch Sachverständige sind in der „Rahmenrichtlinie über die Gestaltung von Sachverständigengutachten in atomrechtlichen Verwaltungsverfahren“ formuliert.

Die Sachverständigen überprüfen die vom Antragsteller eingereichten Angaben. Anhand der in der Begutachtung zugrunde zu legenden Bewertungsmaßstäbe werden eigene Prüfungen und Berechnungen, vorzugsweise mit anderen Methoden und Programmen, als die vom Antragsteller verwendeten, vorgenommen und diese Ergebnisse gewürdigt. Die an der Begutachtung beteiligten Personen sind frei von Ergebnisweisungen und werden der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde namentlich genannt.

14 (ii) Nachprüfung der Sicherheit

Aufgrund der in Deutschland beendeten Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität (Leistungsbetrieb von Kernanlagen) sind einige Konventionsartikel mit Bezug auf den Leistungsbetrieb von Kernanlagen für Deutschland nicht länger relevant. Die Inhalte dieses Unterkapitels beschreiben größtenteils die Vorgehensweise für den Leistungsbetrieb.

Regulatorische Anforderungen

Beim Anlagenbetrieb sind die Vorschriften des AtG und der aufgrund des AtG erlassenen Rechtsverordnungen einzuhalten. Die hierauf beruhenden Anforderungen und Verfügungen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden und die Bestimmungen des Bescheids über die Genehmigung oder allgemeine Zulassung und die nachträglichen Auflagen sind demnach strikt zu befolgen.

Detaillierte Anforderungen an Überwachung, WKP und Inspektion sind nach der KTA-Regel 1201 „Anforderungen an das Betriebshandbuch“ im BHB und nach der KTA-Regel 1202 „Anforderungen an das Prüfhandbuch“ im Prüfhandbuch darzulegen, die auch bei Stilllegungsverfahren in ihren relevanten Teilen anzuwenden sind.

Regelmäßige Sicherheitsnachweise des Genehmigungsinhabers

Die Verantwortung der Genehmigungsinhaber erfordert, dass die Sicherheit der Anlage über ihre gesamte Betriebszeit den Bestimmungen der geltenden Genehmigungen für den Anlagenbetrieb entspricht. Entsprechend dem Grundsatz der dynamischen Schadensvorsorge ist, insbesondere bei Vorliegen neuer sicherheitsrelevanter Erkenntnisse, die Notwendigkeit und Angemessenheit von Verbesserungen zu prüfen.

Der Genehmigungsinhaber wird mit der Genehmigung rechtlich verpflichtet, regelmäßig durch WKP nachzuweisen, dass die für die Sicherheit der Anlage wesentlichen Anlagenmerkmale sowie Sicherheits- und Barrierefunktionen gegeben sind. Hierdurch sollen die Qualität und Wirksamkeit der sicherheitstechnischen Maßnahmen und Einrichtungen gewährleistet werden. Die entsprechenden Bestimmungen sind in den Genehmigungen, Sicherheitsspezifikationen und in der Sicherheitsdokumentation enthalten. Zu den WKP gehören die Funktionsprüfungen zum Nachweis der Funktionsfähigkeit und die zerstörungsfreien Prüfungen zum Nachweis des ordnungsgemäßen Zustandes. Außerdem werden beim Anlagenbetrieb regelmäßige und vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen an den Kraftwerkssystemen durch den Genehmigungsinhaber geplant und durchgeführt sowie die Betriebserfahrungen ausgewertet (→ Artikel 19 (vii), Seite 169).

Die WKP an sicherheitstechnisch wichtigen Systemen werden entsprechend dem Prüfhandbuch durchgeführt (→ Artikel 19 (iii), Seite 161). Die Prüfdurchführung wird in Abhängigkeit von der Prüfbarkeit der jeweiligen Systemfunktion festgelegt. Hierbei wird angestrebt, die Prüfungen unter Randbedingungen durchzuführen, die dem sicherheitstechnischen Anforderungsfall entsprechen. Sind wesentliche Systemfunktionen nicht direkt prüfbar, werden indirekte Nachweise geführt. Die Festlegungen zur Durchführung der Prüfungen werden unter Berücksichtigung der Betriebserfahrungen und der Fortschritte in der Sicherheitsforschung regelmäßig überprüft und erforderlichenfalls geändert. Typisch für eine Kernanlage mit DWR waren etwa 3500 WKP während dem Betrieb und zusätzliche 1000 während der Revisionen.

Neben den WKP an sicherheitstechnisch wichtigen Systemen und Anlagenteilen führt der Genehmigungsinhaber in Eigenverantwortung weitere WKP durch, die der Sicherstellung der Verfügbarkeit dienen.

Ebenso werden regelmäßig die auf der Basis des konventionellen Regelwerks behördlich geforderten Prüfungen durch den Genehmigungsinhaber durchgeführt (z. B. nach der Betriebssicherheitsverordnung).

Alterungsmanagement

Die Notwendigkeit der Berücksichtigung von Alterungseffekten in Kernanlagen ist in Deutschland bereits frühzeitig erkannt worden. Als Konsequenz daraus wurden im Design bzw. der Auslegung der deutschen Kernanlagen Aspekte der Alterung berücksichtigt. Dabei handelt es sich z. B. um eine sorgfältige und sachgerechte Auslegung, Fertigung und Inbetriebsetzung der Anlagen einschließlich ihrer Komponenten und Systeme sowie eine hohe Qualität der eingesetzten Materialien.

Im Rahmen von WKP, Instandhaltungs- und Wartungsmaßnahmen werden technische Einrichtungen im Hinblick auf mögliche Alterungseffekte überwacht, mögliche Probleme im Vorfeld erkannt und frühzeitig Gegenmaßnahmen ergriffen. Aktuell gibt es durch die Alterungsüberwachung keine Befunde, die Modifikationen erfordern würden. Die RSK hat sich auf ihrer 512. Sitzung am 22./23. Oktober 2019 mit den Ergebnissen des ENSREG Topical Peer Review (TPR) zum Alterungsmanagement befasst und kam zu der Schlussfolgerung, dass die deutschen Kernkraftwerke keine weiteren Untersuchungen zum RDB-Material durchgeführt werden müssten. Mittels Auswertung nationaler und internationaler Betriebserfahrung fließen fortlaufend Erkenntnisse aus kerntechnischen Anlagen weltweit in die Maßnahmen zur Beherrschung von Alterungseffekten der Kernanlagen ein. Darüber hinaus wird der Stand von Wissenschaft und Technik anlagenbezogen regelmäßig ausgewertet, um neue Erkenntnisse zur Alterung erforderlichenfalls berücksichtigen zu können und somit das Sicherheitsniveau der Anlagen stetig erhalten bzw. verbessern zu können.

Im kerntechnischen Regelwerk, das den Bewertungsmaßstab für die Arbeit der zuständigen Aufsichtsbehörden in Deutschland bildet, wurde eine eigene Regel zum „Alterungsmanagement in Kernkraftwerken“ entwickelt (KTA-Regel 1403). Diese KTA-Regel legt Anforderungen an das Alterungsmanagement fest, die technische und organisatorische Maßnahmen zur rechtzeitigen Erkennung der für die Sicherheit einer Kernanlage relevanten Alterungsphänomene und zum Erhalt der erforderlichen Qualität der technischen Einrichtungen umfassen. Der Anwendungsbereich der KTA-Regeln ist auf betriebliche Belange beschränkt. Die KTA-Regel 1403 gilt für die Verfahren des Alterungsmanagements der sicherheitstechnischen Einrichtungen, einschließlich der zugehörigen Hilfs- und Betriebsmittel, die in den Genehmigungsunterlagen und Betriebsanweisungen von in Betrieb befindlichen Leichtwasserreaktoren festgelegt sind. Die Anforderungen der KTA-Regel 1403 können jedoch auch in der Stilllegungsphase nach einem abgestuften Ansatz angewendet werden.

Die Genehmigungsinhaber haben in den Kernanlagen IMS aufgebaut, die Erkenntnisse über Alterungseffekte mitberücksichtigen. Damit ist sichergestellt, dass das Alterungsmanagement in die betrieblichen Prozesse eingebunden ist und alle zum sicheren Betrieb erforderlichen Informationen zur Verfügung stehen. Die deutschen Genehmigungsinhaber tauschen sich untereinander in eigenen Arbeitskreisen und Fachgremien zum Thema Alterungseffekte aus.

Das für ein effektives Alterungsmanagement erforderliche Wissen wird in einer Wissensbasis zusammengefasst und regelmäßig aktualisiert, so dass die Identifizierung von sicherheitstechnisch bedeutsamen Schädigungsmechanismen sichergestellt und die geeigneten Maßnahmen abgeleitet werden.

Die in Deutschland betriebenen Kernanlagen werden im Bereich des Alterungsmanagements fortlaufend an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst. Die jährliche Auswertung der Ergebnisse des Alterungsmanagements für die deutschen Anlagen bestätigt die Wirksamkeit des Alterungsmanagements in deutschen Kernanlagen. Durch die praktizierte Vorgehensweise ist für die deutschen Kernanlagen gewährleistet, dass das hohe Sicherheitsniveau der Anlagen im Betrieb erhalten bleibt.

Die Instandhaltungsmaßnahmen des Alterungsmanagements werden präventiv durchgeführt. Dies geschieht entweder als vorausschauende Instandhaltung oder als zustandsorientierte Instandhaltung. Die vorausschauende Instandhaltung findet in festgelegten Intervallen statt. Sie ist die am häufigste angewendete Art der Instandhaltung von SSCs. Bei der zustandsorientierten Instandhaltung werden in regelmäßigen Abständen Inspektions- und Diagnoseverfahren eingesetzt, die eine Aussage über den Zustand der Komponenten ermöglichen. Die Inspektionsintervalle werden dann je nach Zustand individuell angepasst. Prüfungen von aktiven sicherheitsrelevanten Bauteilen werden in der Regel anhand von Instandhaltungsanweisungen mit bauteilspezifischen Vorgaben wie Prüfplan, Maßprotokoll, Vorgaben für Verschraubungen und Lessons Learned und anderen relevanten Dokumenten durchgeführt. Damit wird sichergestellt, dass Prüfungen in der erforderlichen Qualität durchgeführt werden.

Die grundsätzlichen Anforderungen zur Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen und WKP sind in den Betriebsgenehmigungen der Anlagen, dem BHB und dem Prüfhandbuch festgelegt. Die Randbedingungen sowohl hinsichtlich der technischen Belange als auch der Verfahren für ein effektives Alterungsmanagement sind somit in den Genehmigungsunterlagen der Anlagen eindeutig festgelegt. Bei Feststellungen (Ausfällen, Fehlern oder

Abweichungen vom Sollzustand) werden in der Regel Maßnahmen (Reparatur, Austausch etc.) ergriffen, um den geforderten Zustand (Qualität) wiederherzustellen. Bei relevanten Befunden werden entsprechende Maßnahmen (Wartung, Begutachtung, Inspektion, Reparatur) auch an vergleichbaren Bauteilen durchgeführt, um Gleichzeitfehler auszuschließen. Da sich Alterungsdegradationsmechanismen im Laufe der Zeit oft langsam entwickeln, können auf Basis der Auswertung der Messdaten Trendanalysen zum Langzeitverhalten durchgeführt und mögliche Degradationsentwicklungen an SSCs frühzeitig erkannt werden. Im Rahmen des Alterungsmanagements werden die Wartungs-, Reparatur-, Fehler- und Mängelberichte der SSCs regelmäßig auf relevante Alterungsphänomene hin überprüft. Darüber hinaus werden die Wartungs-, Reparatur-, Fehler- und Mängelberichte aller anderen nicht sicherheitsrelevanten Komponenten und Systeme ausgewertet.

Die beschriebene Vorgehensweise wurde im deutschen Bericht zum TPR der EU zum Alterungsmanagement in Kernanlagen ausführlich dargestellt und anhand von Beispielen erläutert. Im Ergebnisbericht der ENSREG zum TPR werden für Deutschland zwei „good practices“ sowie drei „good performances“ hervorgehoben. Diese betreffen die Mitwirkung an der internationalen Zusammenarbeit beim Alterungsmanagement, die Auslegung der RDB zur Verringerung der Neutronenversprödung, die Berücksichtigung von Mediumeneinflüssen bei der Ermüdungsanalyse sowie das Prüfkonzept für nicht zugängliche Rohrleitungen.

Die Auswahl geeigneter Prüftechniken orientiert sich am nationalen kerntechnischen Regelwerk mit den darin genannten Prüftechniken (z. B. Tab. 2-1 in KTA 3211.4). Ziel ist es, die geforderte Qualität für den laufenden Betrieb sicherzustellen und ein großflächiges Versagen der Rohrwandung auszuschließen. Die Auswahl ist darüber hinaus abhängig von der Beschichtung und dem möglichen Schadensmechanismus. Bei Rohrleitungen gleicher Bauart (Werkstoff, Durchmesser, Wanddicke, Umhüllung, Betriebsparameter usw.) kann eine geeignete Prüfmethode darin bestehen, Rohrleitungen von der Außenwandseite her zu prüfen (sofern zugänglich) und die Ergebnisse auf nicht zugängliche Abschnitte der Rohrleitung zu übertragen.

In vier Bereichen wurde Verbesserungspotential aufgezeigt („areas for improvement“). Diese wurden im „National Action Plan“ zum TPR berücksichtigt.³⁵

Maßnahmen für interne Überprüfungen der Genehmigungsinhaber

World Association of Nuclear Operators (WANO) Peer Reviews

Bis zur endgültigen Abschaltung deutscher Kernanlagen hatten sich die Genehmigungsinhaber als Mitglieder in der WANO die Selbstverpflichtung auferlegt, WANO Peer Reviews in ihren Kernanlagen und in ihren Unternehmenszentralen, sog. „Corporate Peer Reviews“, durchführen zu lassen. Mit den WANO Peer Reviews wurden die sicherheitsrelevanten Prozesse auf gegenseitiger Basis von internationalen Fachleuten untersucht und bewertet. Die Reviews dienten auch dazu, „Bestmögliche Praxis“ („best practice“) für Betriebs- und Managementprozesse aus anderen Kernanlagen zu erkennen sowie das Anlagendesign bei der Bewertung der betrieblichen Erfahrungen berücksichtigen zu können. Das Ziel war eine Leistungsverbesserung des Betriebs in Bezug auf Zuverlässigkeit und Sicherheit. Eine Nachbetrachtung der Umsetzung ausgewählter Optimierungsmaßnahmen erfolgte jeweils in sog. Follow-up Reviews.

In Peer Reviews der Genehmigungsinhaber der deutschen Kernanlagen wurde eine Vielzahl von Empfehlungen erarbeitet, die zu Verbesserungen in den Kernanlagen führten. Der Nutzen für die deutschen Kernanlagen generierte sich jedoch nicht nur aus den Empfehlungen der WANO-Teams, sondern auch aus dem Erfahrungsgewinn der Peers aus deutschen Kernanlagen, die zahlreich bei internationalen WANO Peer Reviews eingesetzt wurden.

Überprüfungen im Rahmen der staatlichen Aufsicht

Die Erfüllung der mit der Genehmigung verbundenen Pflichten des Genehmigungsinhabers wird von der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde überwacht und gegebenenfalls durchgesetzt (§§ 17, 19 AtG).

Zusätzlich zu den Eigenkontrollen der Genehmigungsinhaber findet eine Prüfung der Sicherheit im Rahmen der staatlichen Aufsicht durch die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder statt. Diese überprüfen unter Einsatz verschiedener Methoden, ob die Genehmigungsinhaber ihren Verpflichtungen nachkommen.

³⁵ „National Action Plan“, Report by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) on Topical Peer Review Ageing Management of Nuclear Power Plants and Research Reactors, Updated July 2021; https://www.ensreg.eu/sites/default/files/attachments/de_nacp_tpr1_update_2021.pdf

Die Auswahl der angewandten Prüfmethoden hängt dabei auch vom Anlagenzustand, wie z. B. Betrieb, Revision, Änderung oder Stilllegung, ab.

Im LAA, in den entsprechenden Fachausschüssen und den dazugehörigen Arbeitsgruppen findet ein gegenseitiger Informationsaustausch zwischen den Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Landes und des Bundes statt. Zudem erstellen hinzugezogene Sachverständige Auffälligkeitsmeldungen, von denen die mit allgemeiner Relevanz ans BMUKN geschickt werden, welches die anderen Länderbehörden informiert.

Begleitende Prüfungen während der Errichtung, Inbetriebsetzung und Änderung

Während der Errichtungs- und Inbetriebsetzungsphase wurden von den im Auftrag der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde zugezogenen Sachverständigen begleitende Prüfungen durchgeführt, um die Einhaltung der Bestimmungen des Genehmigungsbescheids und des Aufsichtsverfahrens zu überwachen. Diese begleitenden Prüfungen, die die in den eingereichten schriftlichen Unterlagen festgelegten Werte, Abmessungen oder Funktionsweisen verifizieren sollen, waren unabhängig von den Prüfungen des Herstellers. Dazu wurden z. B. in den Herstellerwerken die Materialzusammensetzungen überprüft, die Montage von Komponenten kontrolliert und Funktionsprüfungen vorgenommen. In ähnlicher Weise wurde während der Errichtung auf der Baustelle geprüft. In der Inbetriebsetzungsphase wurden die Festlegungen in den Sicherheitsspezifikationen für die Anlage und die Einhaltung der Randbedingungen für die Störfallanalyse überprüft (→ Artikel 19 (i), Seite 159). Bei Änderungen wird analog verfahren.

Aufsichtliche Prüfungen

Die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des jeweiligen Landes prüft und kontrolliert regelmäßig bei Inspektionen in der Kernanlage, weitgehend unter Hinzuziehung von Sachverständigen. Solche Inspektionen können auf die Beantwortung spezieller Fragestellungen ausgerichtet sein oder das Ziel einer allgemeinen Anlagenbegehung haben.

Von der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde werden z. B. folgende Bereiche im Rahmen von Betriebsbegehungen geprüft:

- Bauanlagen
- Sicherheitseinschluss
- Reaktorkern
- Reaktorkühlkreislauf
- Reaktorhilfs- und Nebenanlagen
- Lüftungstechnische Anlagen
- Wasser-Dampf-Kreislauf
- Neben- und Zwischenkühlsysteme
- Kraftwerkshilfsanlagen
- Elektrotechnische Einrichtungen
- Anlagen zum Messen, Steuern und Regeln
- Reaktorschutzsystem
- Gesamtanlagenbelange
- Strahlenschutz
- Einrichtungen zum Schutz vor Brand (Explosion)
- Anlagensicherung

Für die jeweiligen Bereiche stehen bei den Betriebsbegehungen folgende Überwachungsschwerpunkte im Fokus der Betrachtungen:

- Zustand bzw. Ausführung sowie Funktion und Eigenschaften der Anlage vor Ort hinsichtlich Konformität mit der behördlich genehmigten bzw. zugestimmten Errichtung

- Wartung bzw. Instandhaltung (inklusive Betriebsüberwachung) der Anlage vor Ort hinsichtlich der Bewahrung des einwandfreien Zustandes inklusive der Konformität mit den Betriebsvorschriften
- Betreiben bzw. Betrieb der Anlage hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Bedingungen inklusive der Konformität mit den Betriebsvorschriften
- Einschluss bzw. Rückhaltung der Aktivität hinsichtlich Aktivitätsfluss bzw. -inventar inklusive Konformität mit den Betriebsvorschriften
- Dokumentierter Stand des gültigen Betriebsreglements hinsichtlich aktueller Fortschreibung inklusive Konformität mit den Regelungen
- Belange des Strahlenschutzes, des Brandschutzes und der Objektsicherung hinsichtlich Berücksichtigung der vorliegenden Erfordernisse inklusive Konformität mit den Betriebsvorschriften
- Reststoffentsorgung hinsichtlich bestimmungsgemäßer bzw. regelungskonformer Behandlung
- Anlagendokumentation hinsichtlich Konformität mit den Regelungen
- Fachkunde/Schulung des Personals hinsichtlich Erhaltung des Ausbildungsstandes entsprechend den Erfordernissen inklusive regelungskonformer Behandlung
- Qualitätsmanagement hinsichtlich Konformität mit den Regelungen
- Alterungsmanagement hinsichtlich Konformität mit den Regelungen
- Sicherheitsmanagement hinsichtlich Konformität mit den Regelungen

Betriebsbegehungen sind grundsätzlich darauf abgestellt, Einrichtungen, Unterlagen und Aufzeichnungen durch Inaugenscheinnahme vor Ort in der Anlage zu überprüfen. Die nach Art und Umfang wesentlichen Mittel/Methoden der Betriebsbegehung sind daher

- integrale Sichtprüfungen,
- gezielte Sichtprüfungen,
- Einsichtnahmen in die Betriebsaufzeichnungen,
- gezielte Durchsicht von Unterlagen der Betriebs-/Qualitätsdokumentation,
- schriftliche Aufnahme von Sachverhalten,
- Plausibilitätsprüfungen und vor Ort durchführbare kleinere Kontrollrechnungen oder Kontrollmessungen,
- vergleichende Prüfungen („Ist“/„Soll“),
- Ablesen/Aufzeichnen von verfahrenstechnischen Zustandsgrößen,
- Aufnahmen des „As-built“-Zustandes und
- Gespräche mit dem Betriebspersonal.

Mit den Betriebsbegehungen und den damit verbundenen Prüfungen steht auch ein Instrumentarium zur Verfügung, mit dem die Einflussfaktoren MTO in ihrem Zusammenwirken von der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde bewertet werden können.

Die WKP des Genehmigungsinhabers an sicherheitstechnisch wichtigen Komponenten begleiten Sachverständige der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden in festgelegten Intervallen. Neben solchen anlassunabhängigen Inspektionen finden auch Inspektionen aufgrund meldepflichtiger Ereignisse oder sonstiger Befunde statt, bei denen sich die jeweils zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde und Sachverständige vor Ort ein eigenes Bild des Befundes machen.

Die Genehmigungsinhaber sind, z. B. durch Genehmigungsaufgaben, zur Vorlage von schriftlichen Berichten zu verschiedenen Themenbereichen verpflichtet. Hierzu gehören z. B. Sachverhalte des Betriebs, der Sicherheit, des Strahlenschutzes einschließlich der Umgebungsüberwachung sowie zum Bestand und Verbleib radioaktiver Stoffe sowie zur Anlagensicherung. Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden, nachgeordnete Behörden oder zugezogene Sachverständige werten diese Berichte aus.

Der aktuelle Betriebszustand der Kernanlagen wird mit Hilfe des KFÜ (→ Artikel 15, Seite 120) direkt von der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes oder einer nachgeordneten Behörde verfolgt. Durch dieses Übermittlungssystem können Behördenmitarbeitende wichtige Betriebsparameter und Emissionsdaten der Anlage online beobachten. Die übermittelten Werte werden in kurzen Zeitabständen aktualisiert und

abgespeichert, so dass sie bei Bedarf auch im Nachhinein für Recherchen zur Verfügung stehen. Bei Überschreitung von spezifizierten Grenzwerten wird die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde automatisch alarmiert.

Umsetzung der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“

Die im Rahmen der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“ geforderte SÜ wurden seit den 1990er Jahren in Deutschland durchgeführt. Im Jahr 2002 wurde die Pflicht der zehnjährlichen SÜ der Kernanlagen im Leistungsbetrieb im § 19a AtG verankert. Auf Grundlage der Ergebnisse der SÜ wurden Nachrüstungen an den bestehenden Anlagen durchgeführt, um, wie in § 19a AtG gefordert, die Sicherheit der Anlagen kontinuierlich zu verbessern.

Durch kontinuierliche Nachrüstung in den deutschen Kernanlagen wurde deren Sicherheitsniveau bis zur Einstellung des Leistungsbetriebes erhalten bzw. verbessert.

Für Kernanlagen, die ab dem Jahr 2015 endgültig vom Leistungsbetrieb in den Nachbetrieb übergegangen sind, hatte der Genehmigungsinhaber jeweils eine Sicherheitsanalyse für die Nachbetriebsphase auf Basis der „Merkpostenliste für die Durchführung einer Bewertung des aktuellen Sicherheitsstatus der Anlage für die Nachbetriebsphase“ durchzuführen.

15 Strahlenschutz

ARTICLE 15 RADIATION PROTECTION

Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that in all operational states the radiation exposure to the workers and the public caused by a nuclear installation shall be kept as low as reasonably achievable and that no individual shall be exposed to radiation doses which exceed prescribed national dose limits.

Artikel 15 Strahlenschutz

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass die von einer Kernanlage ausgehende Strahlenbelastung für die Beschäftigten und die Öffentlichkeit in sämtlichen Betriebsphasen so gering wie vernünftigerweise erzielbar gehalten wird und dass niemand einer Strahlendosis ausgesetzt wird, welche die innerstaatlich vorgeschriebenen Grenzwerte überschreitet.

Überblick zum Regelwerk

Regulatorische Grundlagen

Rechtliche Grundlagen für den Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung sind das StrlSchG und die StrlSchV. Das StrlSchG und die StrlSchV enthalten Vorschriften, mit denen Mensch und Umwelt vor Schäden durch ionisierende Strahlung zivilisatorischen und natürlichen Ursprungs geschützt werden. Es werden Anforderungen und Grenzwerte festgelegt, die bei der Nutzung und Einwirkung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung zivilisatorischen und natürlichen Ursprungs Anwendung finden. Organisatorische und physikalisch-technische Schutzmaßnahmen und ärztliche Überwachungen für beruflich exponierte Personen werden vorgeschrieben. Zudem sind Genehmigungspflichten für den Umgang mit künstlich erzeugten radioaktiven Stoffen, für ihre Ein- und Ausfuhr und für ihre Beförderung geregelt.

Maßgeblich für Tätigkeiten im Sinne des StrlSchG sind die darin verankerten Strahlenschutzgrundsätze

- Rechtfertigung,
- Dosisbegrenzung sowie
- Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung.

Gemeinsam mit dem Verhältnismäßigkeitsprinzip, das als Verfassungsgrundsatz stets zu berücksichtigen ist, ergibt sich aus diesen Grundsätzen ein Optimierungsgebot für den Strahlenschutz im Sinne des ALARA-Prinzips (As Low As Reasonably Achievable).

Die wesentlichen im Strahlenschutzrecht festgelegten Dosisgrenzwerte zu jährlichen effektiven Dosen, Organ-Äquivalentdosen und Lebenszeitdosen sind in Tabelle 15-1 zusammengestellt.

Anforderungen an den Schutz der Beschäftigten

In § 78 Abs. 1 S. 1 StrlSchG ist als Grenzwert der Körperdosis für beruflich exponierte Personen eine effektive Dosis von 20 mSv im Kalenderjahr festgelegt. Nach dessen Satz 2 kann die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde im Einzelfall für ein einzelnes Jahr eine effektive Dosis von 50 mSv (bzw. Organ-Äquivalentdosis der Augenlinse von ebenfalls 50 mSv) zulassen, wobei für fünf aufeinander folgende Jahre 100 mSv nicht überschritten werden dürfen. Weitere Grenzwerte sind für Organe und Gewebe festgelegt. Personen unter 18 Jahren unterliegen strengeren Grenzwerten (§ 78 Abs. 3 StrlSchG). Für die Berufslebensdosis wird in § 77 S. 1 StrlSchG ein Grenzwert von 400 mSv für die effektive Dosis festgelegt. Eine Exposition in Höhe dieses Grenzwerts entspricht einem Anstieg des lebenslangen Krebsrisikos um insgesamt etwa 4 %. Die zuständige Behörde kann im Benehmen mit einem ermächtigten Arzt eine zusätzliche berufliche Exposition zulassen, wenn diese nicht mehr als 10 mSv beträgt und die beruflich exponierte Person einwilligt (§ 77 S. 2 StrlSchG).

In Notfällen ist gemäß § 114 Abs. 1 StrlSchG anzustreben, dass die Exposition von Einsatzkräften unterhalb der Werte bleibt, die als für beruflich exponierte Personen in § 78 StrlSchG festgesetzt sind. Wenn dies mit angemessenem Aufwand nicht sichergestellt werden kann, sind unter weiteren Voraussetzungen zur Rettung von Leben, der Vermeidung schwerer strahlungsbedingter Gesundheitsschäden oder der Vermeidung oder Bekämpfung einer Katastrophe bis zu 500 mSv als Referenzwert für die effektive Dosis möglich (§ 114 Abs. 3 S. 2 StrlSchG).

Tabelle 15-1 Grenz- und Referenzwerte für Körperdosen nach StrlSchG und StrlSchV

§	Geltungsbereich	Zeitraum	Dosis [mSv]
Dosisgrenzwert für die Berufslebensdosis			
§ 77 StrlSchG	Effektive Dosis	Berufsleben	400
Dosisgrenzwerte für beruflich exponierte Personen über 18 Jahren			
§ 78 StrlSchG	Effektive Dosis	Kalenderjahr	20
	Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse	Kalenderjahr	20
	Organ-Äquivalentdosis für die Haut, gemittelt über jede beliebige	Kalenderjahr	500
	Organ-Äquivalentdosis jeweils für Hände, Unterarme, Füße und Knöchel	Kalenderjahr	500
	Organ Äquivalentdosis der Gebärmutter (bei gebärfähigen Frauen)	Monat	2
	Effektive Dosis für ungeborenes Kind (aufgrund der beruflichen Tätigkeit der Mutter)	Schwangerschaft	1
	Im Einzelfall nach Zulassung durch die zuständige Behörde		
	Effektive Dosis	Kalenderjahr	50
	Organ-Äquivalentdosis für Augenlinse	Kalenderjahr	50
§ 74 StrlSchV	Besonders zugelassene Expositionen in außergewöhnlichen Umständen (nur freiwillige Erwachsene der Kategorie A; keine Schwangeren, keine Auszubildenden und Studierenden, Stillende nur, wenn Inkorporation/Kontamination ausgeschlossen ist; nur nach behördlicher Zulassung)		
	Effektive Dosis	Berufsleben	100
	Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse	Berufsleben	100
	Organ-Äquivalentdosis für Hände, Unterarme, Füße und Knöchel	Berufsleben	1000
	Organ-Äquivalentdosis für die Haut (lokale Hautdosis)	Berufsleben	1000
Dosisgrenzwerte für beruflich exponierte Personen unter 18 Jahren			
§ 78 StrlSchG	Effektive Dosis	Kalenderjahr	1
	Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse	Kalenderjahr	15
	Organ-Äquivalentdosis für die Haut (lokale Hautdosis)	Kalenderjahr	50
	Organ-Äquivalentdosis für Hände, Unterarme, Füße und Knöchel	Kalenderjahr	50
	Im Einzelfall nach Zulassung durch die zuständige Behörde		
	Effektive Dosis für Auszubildende und Studierende im Alter von 16 bis 18 Jahren	Kalenderjahr	6
	Organ-Äquivalentdosis für Haut, Hände, Unterarme, Füße und Knöchel	Kalenderjahr	150
Dosisgrenzwerte für Einzelpersonen der Bevölkerung			
§ 80 StrlSchG	Effektive Dosis	Kalenderjahr	1
	Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse	Kalenderjahr	15
	Organ-Äquivalentdosis für Haut (lokale Hautdosis)	Kalenderjahr	50
Dosisgrenzwerte aufgrund Ableitungen mit Luft und Ableitungen mit Wasser			

§	Geltungsbereich	Zeitraum	Dosis [mSv]
§ 99 StrlSchV	Effektive Dosis je Ableitungspfad	Kalenderjahr	0,3
§ 104 StrlSchV	Störfallplanungswerte für Kernanlagen		
	Effektive Dosis	Ereignis	50
	Organ-Äquivalentdosis für die Schilddrüse	Ereignis	150
	Organ-Äquivalentdosis für Haut, Hände, Unterarme, Füße, Knöchel	Ereignis	500
	Organ-Äquivalentdosis für die Augenlinse, Keimdrüsen, Gebärmutter und rotes Knochenmark	Ereignis	50
	Organ-Äquivalentdosis für die Knochenoberfläche	Ereignis	300
	Organ-Äquivalentdosis für Dickdarm, Lunge, Magen, Blase, Brust, Leber, Speiseröhre, andere Organe oder Gewebe, soweit nicht oben genannt	Ereignis	150
Referenzwert für Einzelpersonen der Bevölkerung in Notfallexpositionssituationen			
§ 93 StrlSchG	Effektive Dosis	Jahr	100
Referenzwerte für Einsatzkräfte in Notfallexpositionssituationen			
§ 114 StrlSchG	Im Notfalleinsatz ist anzustreben, dass die Dosiswerte (Referenzwerte) nicht überschritten werden, die den Grenzwerten für beruflich exponierte Personen nach § 78 StrlSchG entsprechen. Nur wenn dies mit angemessenem Aufwand nicht möglich ist, können für bestimmte Einsatzzwecke folgende höhere Referenzwerte gelten:		
	— Einsatz dient dem Schutz von Leben oder Gesundheit (keine Schwangeren oder Personen unter 18 Jahren)	Notfallereignis	100
	— Einsatz dient der Rettung von Leben, der Vermeidung schwerer strahlungsbedingter Gesundheitsschäden oder der Vermeidung oder Bekämpfung einer Katastrophe (nur Freiwillige, keine Schwangeren oder Personen unter 18 Jahren)	Notfallereignis	250
	— Einsatz dient der Rettung von Leben, der Vermeidung schwerer strahlungsbedingter Gesundheitsschäden oder der Vermeidung oder Bekämpfung einer Katastrophe in Ausnahmefällen (nur Freiwillige, keine Schwangeren oder Personen unter 18 Jahren)	Notfallereignis	500

Zur Ermittlung der Körperdosen wird die Personendosis in der Regel mit betrieblichen elektronischen Dosimetern durch den Genehmigungsinhaber und mit amtlichen passiven Dosimetern gemessen. Zusätzlich zur Messung der Dosis infolge äußerer Exposition wird die Dosis durch Inkorporation, in der Regel durch Überwachung der luftgetragenen Aktivitätskonzentration, oder durch Ganz- bzw. Teilkörpermessungen ermittelt.

Die in der Regel monatlich erhobenen Messwerte der amtlichen Dosimetrie übermitteln die von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden bestimmten Messstellen dem Strahlenschutzverantwortlichen bzw. Strahlenschutzbeauftragten und dem zentralen Strahlenschutzregister.

Für beruflich exponierte Personen werden gemäß § 71 Abs. 1 StrlSchG die Kategorien A und B unterschieden. Personen mit einer möglichen beruflich bedingten effektiven Dosis von mehr als 6 mSv pro Kalenderjahr, einer höheren Organ-Äquivalentdosis als 15 mSv pro Kalenderjahr für die Augenlinse oder 150 mSv pro Kalenderjahr für Haut, Hände, Unterarme, Füße und Knöchel werden in die Kategorie A eingestuft (§ 71 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchV). Für diese Personen ist eine jährliche arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung von behördlich dazu ermächtigten Ärzten vorgesehen. Personen der Kategorie B werden nur nach spezieller Vorgabe der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde ärztlich untersucht (§ 77 StrlSchV). Für das Jahr 2023 wurden dem Strahlenschutzregister Dosismeldungen von 95.691 beruflich exponierten Personen der Kategorie A und 337.233 beruflich exponierten Personen der Kategorie B übermittelt.

Darüber hinaus ist für Personen, die in fremden Strahlenschutzbereichen tätig werden, nach § 68 StrlSchV ein Strahlenpass zu führen. Gleiches gilt für Personen, die entsprechende Tätigkeiten außerhalb eines Strahlenschutzgebietes ausführen, wenn diese Tätigkeiten zu einer effektiven Dosis von mehr als 1 mSv pro Kalenderjahr führen können. Festlegungen zum Strahlenpass trifft § 174 StrlSchV sowie die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Strahlenpass (AVV Strahlenpass). Es ist sicherzustellen, dass alle Expositionen aus Tätigkeiten oder im Zusammenhang mit Arbeiten im Umfeld natürlich vorkommender Radionuklide für diesen Personenkreis berücksichtigt werden und damit die Einhaltung der Grenzwerte auf Basis der Gesamtexposition aus allen Anwendungsbereichen gewährleistet wird.

Zur Dosisreduzierung und Vermeidung unnötiger Expositionen ist nach § 72 Abs. 1 S. 1 StrlSchV eine Prüfung durch den Genehmigungsinhaber vorgesehen, ob die Festlegung von Dosisrichtwerten für beruflich exponierte Personen ein geeignetes Instrument zur Optimierung des Strahlenschutzes ist. Die Festlegung von Dosisrichtwerten soll insbesondere dann in die Planung des betrieblichen Strahlenschutzes aufgenommen werden, wenn die jeweilige Tätigkeit mit Expositionen verbunden ist, die eine Einstufung der beruflich exponierten Personen in die Kategorie A erforderlich machen, und für die die Optimierung des Strahlenschutzes nicht bereits durch andere Maßnahmen der Strahlenschutzplanung gewährleistet ist. Andere Maßnahmen, die die Optimierung des Strahlenschutzes gewährleisten, sind in der Kerntechnik insbesondere die Vorgaben der „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)“ sowie die Festlegung von innerbetrieblichen Tagesrichtwerten, bei deren Überschreitung eine Überprüfung der Arbeitssituation eingeleitet wird, wie sie im nachgeordneten Regelwerk durch die KTA-Regel 1301.2 „Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken, Teil 2: Betrieb“ vorgegeben wird. Diese Regeln sind nach dem „Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 des Atomgesetzes“ auch in der gesamten Stilllegung unter Betrachtung des aktuellen Anlagenzustands und des Gefährdungspotenzials zu berücksichtigen.

Umsetzung des ALARA-Prinzips

Der Schutz der in Kernanlagen tätigen Personen wurde schon bei der Auslegung der Kernanlagen berücksichtigt. Hierzu dienen die Vorschriften des Strahlenschutzrechts und des nachgeordneten Regelwerkes (z. B. die „Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor: Teil 1“ und die KTA-Regel 1301.1, „Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken; Teil 1: Auslegung“). Die Aspekte der Auslegung werden auch bei wesentlichen Änderungen von Kernanlagen berücksichtigt. Darüber hinaus werden organisatorische und technische Maßnahmen zur Reduzierung der Exposition des Personals während des Betriebes und der Stilllegung vorgegeben (insbesondere „Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen, Teil 2“ und KTA-Regel 1301.2, „Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken; Teil 2: Betrieb“).

Die Planungsprozesse bzgl. erforderlicher Strahlenschutzmaßnahmen bei der Durchführung von Tätigkeiten in Kernanlagen sind dabei abhängig von den zu erwartenden Individual- und Kollektivdosen sowie den radiologisch relevanten Randbedingungen. Grundsätzlich ist der Strahlenschutz frühzeitig in die Planung mit einzubeziehen. Abhängig vom Einzelfall ist die Planung auch Gegenstand von Prüfungen der zuständigen Aufsichtsbehörde.

Generell fließen die Grundgedanken des ALARA-Prinzips in die Strahlenschutzmaßnahmen der Genehmigungsinhaber ein. Das ALARA-Prinzip spiegelt sich z. B. wieder in

- der Einbeziehung des Managements in die Strahlenschutzverantwortung und Unterstützung der Umsetzung,
- der Entscheidungsfindungsstrategie zur Lösung komplexer Strahlenschutzanforderungen,
- der Verhältnismäßigkeit der Strahlenschutzmaßnahmen und
- der Erfahrungsauswertung und dem Erfahrungsrückfluss.

Die rechtlichen Vorgaben in Verbindung mit dem gewachsenen Strahlenschutzbewusstsein des Personals und die Beteiligung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden bei der Überprüfung der Planung der Strahlenschutzmaßnahmen und ihrer Umsetzung bilden eine gute Basis für die Implementierung des ALARA-Prinzips, mit dem Ziel der Reduktion der Exposition und Optimierung der Strahlenschutzmaßnahmen in den Anlagen.

Ein Beispiel zur Verbesserung der radiologisch relevanten Randbedingungen stellt die Primärkreislauf-Systemdekontamination dar, die in einigen Kernanlagen, insbesondere für die Kernanlagen im Nachbetrieb bzw. der Stilllegung, durchgeführt wurde. Durch diese Maßnahme kann die Exposition des Personals während der anstehenden Tätigkeiten dauerhaft reduziert werden.

Anforderungen an den Schutz der Bevölkerung

Exposition der Bevölkerung im bestimmungsgemäßen Betrieb

Für die Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch Kernanlagen im bestimmungsgemäßen Betrieb gelten die in § 80 StrlSchG und §§ 99 – 102 sowie Anlage 11 StrlSchV festgelegten Dosisgrenzwerte und Anforderungen.

Radioaktive Ableitungen mit der Fortluft und dem Abwasser werden nuklidspezifisch bilanziert und ermöglichen damit die Berechnung der Exposition in der Umgebung von Kernanlagen. Die dabei zu verwendenden Rechenmodelle und Parameter zur Ermittlung der Exposition der Bevölkerung sind in §§ 100 und 101 StrlSchV und in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu den §§ 100 und 101 StrlSchV zur „Ermittlung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch genehmigungs- oder anzeigebedürftige Tätigkeiten“ vorgegeben. Danach ist die Exposition für eine repräsentative Person für alle Expositionspfade an den jeweils ungünstigsten Einwirkungsstellen so zu berechnen, dass die zu erwartende Exposition des Menschen nicht unterschätzt wird (Abschnitt 3.1 „Ziele und Grundsätze zur Ermittlung der Exposition“ der genannten AVV).

Exposition der Bevölkerung bei Störfällen

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens muss der Antragsteller durch eine radiologische Konsequenzenanalyse nachweisen, dass die Dosisgrenzwerte (u. a. 50 mSv pro Ereignis für die effektive Dosis, → Tabelle 15-1) bei einem Auslegungstörfall nicht überschritten werden. Damit sind jedoch nicht alle möglichen Störfälle oder Notfälle abgedeckt. Bei einem radiologischen Notfall (→ Artikel 15, Seite 110) können die Störfallplanwerte überschritten werden.

Nach § 104 Abs. 3 StrlSchV sind bei Stilllegungsvorhaben nach § 7 Abs. 3 AtG bauliche und technische Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des potenziellen Schadensausmaßes zu treffen, um die Exposition bei Störfällen zu begrenzen. Die Genehmigungsbehörde legt Art und Umfang der Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des Einzelfalls, insbesondere des Gefährdungspotenzials der Anlage und der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Störfalls fest. Gemäß § 104 Abs. 6 StrlSchV sollen die Schutzziele zur Störfallvorsorge durch allgemeine Verwaltungsvorschriften präzisiert werden. Bis zu deren Inkrafttreten gilt nach § 194 StrlSchV ein Störfallplanungswert für die effektive Dosis von 50 mSv. Einige der bereits für die Errichtung und den Betrieb der in Stilllegung befindlichen Anlage durchgeführten Sicherheitsbetrachtungen (Störfallanalysen) können weiter herangezogen werden. Solange sich während der Stilllegung noch Kernbrennstoff über den in § 2 Abs. 3 AtG genannten Massen oder Konzentrationen in der Anlage befindet, müssen alle dafür erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen weiter berücksichtigt und in die entsprechenden Betrachtungen einbezogen werden.

Exposition der Bevölkerung bei Notfällen

Notfälle sind aufgrund der Auslegung der Kernanlagen sehr unwahrscheinlich. Es wurden, u. a. bestätigt durch die Ergebnisse von Risikostudien und PSA, organisatorische und technische Maßnahmen im Rahmen des anlageninternen Notfallschutzes zum Schutz der Bevölkerung ergriffen (z. B. Einrichtung von Notfallorganisationen innerhalb der Anlage oder Vorhaltung von Notstromaggregaten), um auslegungsüberschreitende Anlagenzustände zu beherrschen oder zumindest in ihren Auswirkungen innerhalb und außerhalb der Anlage zu reduzieren (→ Artikel 18 (i), Seite 151). Es sollen hierdurch radiologische Situationen vermieden werden, die einschneidende Schutzmaßnahmen wie Evakuierungen oder längerfristige Umsiedlungen erfordern. Unbenommen dieser Maßnahmen auf Seiten der Anlage können bei Bedarf zusätzliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung im Rahmen des anlagenexternen Notfallschutzes (→ Artikel 16, Seite 121) ergriffen werden, wenn nennenswerte Freisetzungen aus einer Anlage erfolgen oder zu befürchten sind.

Emissions- und Immissionsüberwachung

Höchstzulässige Aktivitätsmengen und -konzentrationen für die Ableitung radioaktiver Stoffe werden von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden im Rahmen der Betriebs- und Stilllegungsgenehmigung festgelegt.

Sie sind so bemessen, dass unter Berücksichtigung der standortspezifischen Ausbreitungsbedingungen und Expositionspfade die aus den Ableitungen resultierende potentielle Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung die Grenzwerte des § 99 StrlSchV (→ Tabelle 15-1, Seite 107) nicht überschreitet. Zusammen mit dem Beitrag durch Direktstrahlung dürfen die Grenzwerte des § 80 StrlSchG (→ Tabelle 15-1, Seite 107) nicht überschritten werden.

Die Ableitungen radioaktiver Stoffe sind unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles auch unterhalb der in der Genehmigung festgelegten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten (ALARA-Prinzip). Daher bestanden beispielsweise hohe Anforderungen an die Qualität der BE, die Zusammensetzung der Materialien und die Reinheit des im Primärsystem eingesetzten Wassers zur Begrenzung der Aktivierung und zur Vermeidung der Kontamination von Komponenten und Systemen. Zusätzlich sind die Kernanlagen mit Einrichtungen zur Rückhaltung radioaktiver Stoffe ausgerüstet.

Emissionsüberwachung

Grundlage für die Überwachung und Bilanzierung der Emissionen bilden §§ 99 und 103 StrlSchV. Die Programme zur Emissionsüberwachung im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen entsprechen

- der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen“ (REI),
- der KTA-Regel 1503.1 „Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe; Teil 1: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßen Betrieb“,
- der KTA-Regel 1503.2 „Teil 2: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei Störfällen“,
- der KTA-Regel 1503.3 „Teil 3: Überwachung der nicht mit der Kaminfortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe“ und
- der KTA-Regel 1504 „Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser“.

Die Genehmigungsinhaber der Kernanlagen führen diese Überwachungsmaßnahmen durch und legen die Ergebnisse den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden vor. In Unterstützung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden führt das BfS Kontrollmessungen durch und teilt diesen die Messergebnisse mit. Die Qualität der Kontrollmessungen wird durch Vergleichsmessungen und Vergleichsanalysen mit dem Genehmigungsinhaber gesichert.

Die Probenentnahme- und Messverfahren orientieren sich an den beiden Aufgabenstellungen der Überwachung einerseits durch kontinuierliche Messung und andererseits durch Probenentnahme zur Bilanzierung der Ableitung radioaktiver Stoffe nach Art und Menge über die Pfade Fortluft und Wasser. Die Bilanzierung der Ableitung mit der Fortluft umfasst die folgenden Nuklide bzw. Nuklidgruppen:

- radioaktive Edelgase
- an Schwebstoffen gebundene radioaktive Stoffe
- radioaktives gasförmiges Iod
- Tritium
- radioaktives Strontium
- Alphastrahler
- Kohlenstoff-14

Auf dem Wasserpfad werden gammastrahlende Nuklide, radioaktives Strontium, Alphastrahler, Tritium, Eisen-55 und Nickel-63 bilanziert. Über die bilanzierten Ableitungen wird der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde in der Regel vierteljährlich und jährlich berichtet.

Freisetzungen, die als Folge von Störfällen auftreten können, werden durch Einrichtungen mit erweiterten Messbereichen ermittelt. Neben den Messgeräten der Genehmigungsinhaber gibt es z. T. weitere Geräte der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden, deren Daten online über das KFÜ übertragen werden.

Die von der Anlage ausgehende Direktstrahlung wird durch Dosismessungen am Zaun des Standorts der Kernanlage überwacht.

Zur Beurteilung der Auswirkungen abgeleiteter radioaktiver Stoffe werden die für die Ausbreitung und Ablagerung radioaktiver Stoffe bedeutsamen meteorologischen und hydrologischen Parameter standortspezifisch vom Genehmigungsinhaber der Kernanlage erfasst. Die Anforderungen an die meteorologischen Instrumentierungen sind in der KTA-Regel 1508 „Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre“ zusammengefasst.

Immissionsüberwachung

Die Genehmigungsinhaber der Kernanlagen führen ein durch die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden angeordnetes Programm zur Immissionsüberwachung in der Umgebung der Anlage durch. Zusätzlich veranlasst die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde Messungen durch eine unabhängige Messstelle.

Die Immissionsüberwachung ergänzt die Emissionsüberwachung. Sie ermöglicht die zusätzliche Kontrolle der Ableitungen sowie die Kontrolle der Einhaltung der Dosisgrenzwerte in der Umgebung der Anlage. In der REI sind Programme zur Immissionsüberwachung vor Inbetriebnahme, im bestimmungsgemäßen Betrieb, im Störfall oder Notfall, während der Stilllegung, des sicheren Einschlusses und des Abbaus von Anlagen für den Genehmigungsinhaber und die unabhängige Messstelle spezifiziert. Standortspezifische Besonderheiten werden zusätzlich berücksichtigt.

Durch Messungen vor Inbetriebnahme wurde die noch unbeeinflusste Umweltradioaktivität und Exposition erfasst. Mit Überwachungsmaßnahmen im Betrieb sollen u. a. langfristige Veränderungen überwacht werden, die als Folge der Ableitungen radioaktiver Stoffe auftreten können. Die Überwachung während der Stilllegung, des sicheren Einschlusses und des Abbaus ist so lange durchzuführen, wie in diesen Anlagen Kernbrennstoffe, Spalt- oder Aktivierungsprodukte vorhanden und Emissionen radioaktiver Stoffe oder Expositionen durch Direktstrahlung möglich sind. Der Umfang der Messungen orientiert sich zunächst an den Messungen im bestimmungsgemäßen Betrieb. Er kann durch die zuständige Behörde entsprechend der Art und Aktivität der in der Anlage verbliebenen radioaktiven Stoffe unter Beachtung deren noch möglicher Auswirkungen auf die Umgebung angepasst werden. Vorbereitete Störfallmessprogramme bilden die Grundlage für die Probenentnahme-, Mess- und Auswertverfahren im Störfall oder Notfall. Probenentnahme- und Messverfahren garantieren, dass relevante Dosisbeiträge für die Bevölkerung durch äußere Bestrahlung, Inhalation und Ingestion im bestimmungsgemäßen Betrieb bzw. während der Stilllegung, des sicheren Einschlusses und des Abbaus zu erkennen sowie im Störfall oder Notfall zu ermitteln sind. Die Ergebnisse der Immissionsüberwachung werden der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde vorgelegt und zentral beim BfS erfasst, bewertet und veröffentlicht.

Selbst bei Anwendung empfindlichster Analysemethoden werden keine Immissionen in der Umgebung festgestellt, die aus Ableitungen mit der Fortluft resultieren. Die Untersuchung der bodennahen Luft, des Niederschlages, des Bodens, des Bewuchses, der pflanzlichen und tierischen Nahrungsmittel zeigt, dass der Gehalt an langlebigen radioaktiven Stoffen wie Cäsium-137 und Strontium-90 sich nicht von den an anderen Orten in Deutschland gemessenen Werten unterscheidet. Kurzlebige Nuklide, die aus den betrieblichen Ableitungen mit der Fortluft stammen könnten, werden ebenfalls nicht nachgewiesen.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen ist in Oberflächenwasserproben aus dem Nahbereich der jeweiligen Standorte meistens nachweisbar. Durch Ableitungen radioaktiver Abwässer aus Kernanlagen werden die Tritiumgehalte der Fließgewässer in der Regel signifikant erhöht. Die Werte liegen überwiegend unter 100 Bq/l. Direkt an den Auslaufbauwerken werden erhöhte Tritium-Konzentrationen von einigen 100 Bq/l bis einigen 1000 Bq/l gemessen. Infolge der Durchmischung entlang der Fließstrecke gehen die Tritium-Konzentrationen aber rasch wieder zurück. Die Aktivitätskonzentrationen anderer relevanter Spalt- und Aktivierungsprodukte unterschreiten meist die Nachweisgrenze der REI von 0,05 Bq/l. Insbesondere Strontium-90 und Cäsium-137 sind wegen der Vorbelastung aus anderen Quellen (Kernwaffen-Fallout und Reaktorunfall in Tschernobyl) nicht explizit aufzuzeigen. Dies gilt auch für Iod-131, das auf nuklearmedizinische Anwendungen zurückzuführen ist. Transurane werden in der Regel nicht nachgewiesen.

In Sediment- und Schwebstoffproben werden regelmäßig Cobalt-60 und in einigen Fällen Iod-131, Cäsium-137, Americium-241, Cobalt-58 und Mangan-54 mit spezifischen Aktivitäten zumeist unter 50 Bq/kg Trockenmasse (TM) nachgewiesen. Insbesondere in Seen (z. B. Starnberger See, Schollener See, Schaalsee, Wittensee) treten für Cäsium-137 infolge des Reaktorunfalls in Tschernobyl aber auch dreistellige Werte bis etwa 200 Bq/kg TM auf. Ansonsten liegen die mittleren spezifischen Aktivitäten der anlagentypischen Radionuklide unterhalb der Nachweisgrenze der REI von 5 Bq/kg TM.

Die durch Ableitungen radioaktiver Abwässer aus Kernanlagen verursachte Aufstockung der Gehalte an Spalt- und Aktivierungsprodukten in Oberflächenwasser ist aus radiologischer Sicht vernachlässigbar. Auch in Fischen, Wasserpflanzen, Grund- und Trinkwasser sind keine radiologisch relevanten Mengen an radioaktiven Stoffen nachweisbar, die dem Betrieb einer Kernanlage zugeordnet werden können.

Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS)

Zusätzlich zur standortbezogenen Überwachung der Umgebung der Kernanlagen wird die allgemeine Umweltradioaktivität in der Bundesrepublik Deutschland großräumig auf Grundlage des StrlSchG durch das IMIS erfasst. Die Überwachung umfasst alle relevanten Umweltbereiche von der Atmosphäre und den Oberflächengewässern bis hin zu Probenentnahmen bei Nahrungsmitteln und Trinkwasser. Kernstück ist ein derzeit etwa 1.800 Messstellen umfassendes Messnetz zur kontinuierlichen Erfassung der Gamma-Ortsdosisleistung. Das Messnetz richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten und kann angepasst werden. Alle gemessenen Daten laufen bei der Zentralstelle des Bundes (ZdB) zur Überwachung der Umweltradioaktivität im BfS zusammen und werden von dort an das BMUKN weitergeleitet.

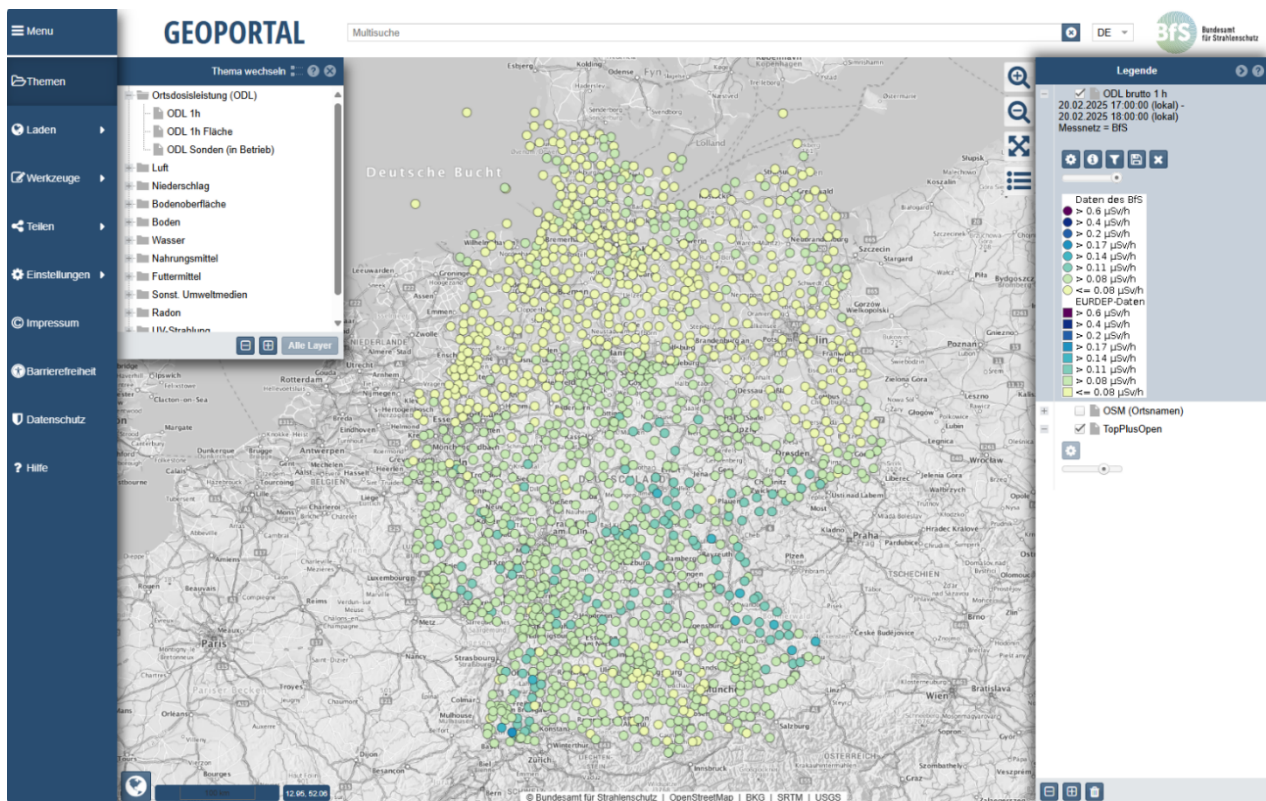
Die gesammelten Daten werden automatisch und regelmäßig über internationale Plattformen auf europäischer (European Radiological Data Exchange Platform (EURDEP)) und globaler (International Radiation Monitoring Information System (IRMIS)) Ebene ausgetauscht. Über EURDEP werden Überwachungsdaten von automatischen Überwachungssystemen in 39 Ländern gesammelt. Die europäischen Daten werden dann von der EURDEP in IRMIS, dem von der IAEA betriebenen Internationalen Strahlungsüberwachungs-Informationssystem eingepflegt. Als Mitgliedstaat des Ostseerates (Council of the Baltic Sea States (CBSS)) tauscht Deutschland außerdem radiologische Daten multilateral zwischen allen CBSS-Mitgliedstaaten gemäß einem verbindlichen Protokoll aus. Darüber hinaus gibt es bilaterale Pläne/Kodizes für den direkten Austausch von Informationen und Daten zwischen Deutschland und einigen Nachbarländern. Beim bilateralen Austausch werden die Messdaten in der Regel alle zehn Minuten übermittelt, während die EURDEP routinemäßig stündlich Daten erhält.

Durch die Messungen lassen sich mittels IMIS schon geringfügige Änderungen der Umweltradioaktivität schnell und zuverlässig erfassen und bewerten, und die Öffentlichkeit kann jederzeit informiert werden. Bei radioaktiven Einträgen in das Bundesgebiet wird auf Veranlassung des BMUKN vom Routinebetrieb auf einen Intensivbetrieb umgeschaltet, der im Wesentlichen in einer erhöhten Mess- und Probenentnahmefrequenz besteht.

Die Daten aus IMIS werden auch im internationalen Informationsaustausch verwendet (→ Artikel 16 (2), Seite 139).

Die Messdaten des IMIS werden im Internet unter www.imis.bfs.de/geoportal/ für die Öffentlichkeit bereitgestellt. Aktivitätskonzentrationen in der Luft werden mit täglicher Aktualisierung und Gamma-Ortsdosisleistungen mit stündlicher Aktualisierung in Kartendarstellung für das Bundesgebiet dargestellt. Die Abbildung 15-1 zeigt beispielhaft Daten zur Ortsdosisleistung aus dem Jahr 2025.

Abbildung 15-1 Beispiel für die Ermittlung der Umweltradioaktivität auf Grundlage von Gamma-Ortsdosisleistungsmessungen



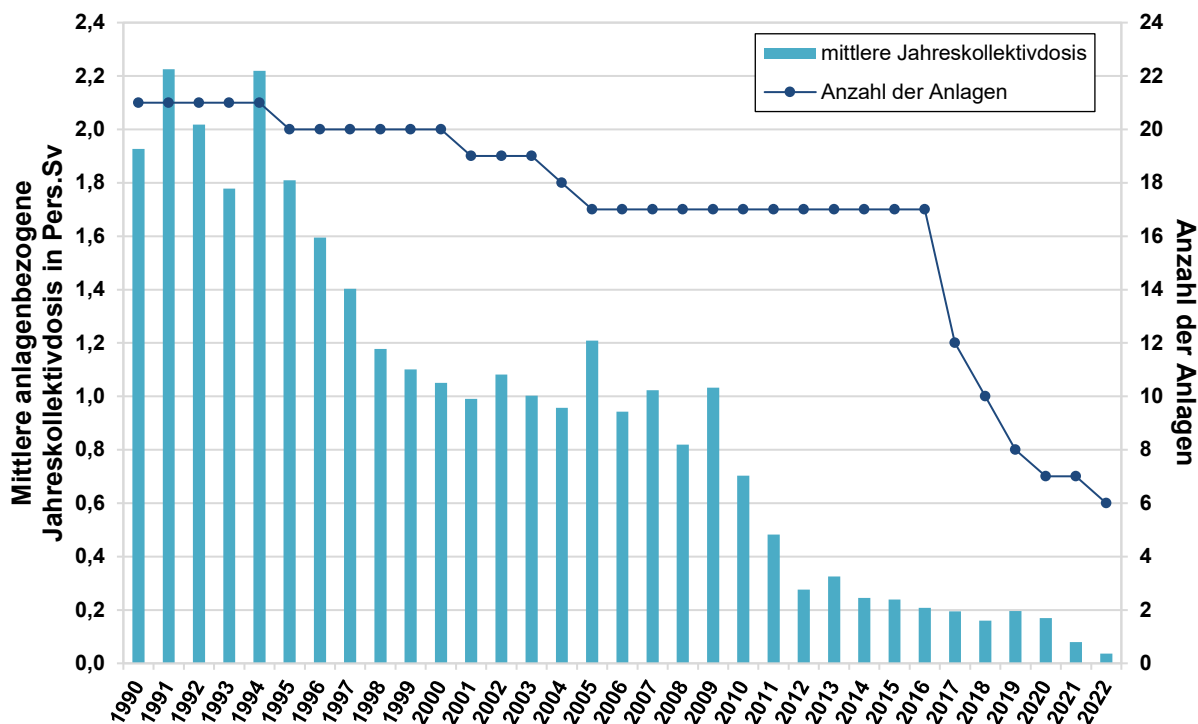
Ergebnisse der Umsetzung der Strahlenschutzmaßnahmen durch den Genehmigungsinhaber

Exposition des Personals

Im Gegensatz zu den vorherigen Nationalen Berichten werden in der folgenden Abbildung 15-2 die mittleren anlagenbezogenen Jahreskollektivdosen beruflich exponierter Personen der in Betrieb und im Nachbetrieb befindlichen Kernanlagen nicht mehr nach DWR-Generationen und SWR-Baulinien unterschieden. Dies ist darin begründet, dass sich ab dem Jahr 2019 bzw. 2020 nur noch jeweils eine Anlage der SWR-Baulinie 72 bzw. der DWR-Baulinie 3 in Betrieb befanden und eine gemittelte Darstellung für diese SWR- und DWR-Baulinien daher ab diesem Jahr nicht mehr sinnvoll erscheint.

Stattdessen sind in Abbildung 15-2 die Jahreskollektivdosen gemittelt über alle deutschen Anlagen (SWR und DWR) in Betrieb und Nachbetrieb sowie die Anzahl der jeweils berücksichtigten Anlagen pro Jahr gezeigt.

Abbildung 15-2 Mittlere Jahreskollektivdosen beruflich exponierter Personen der in Betrieb und Nachbetrieb befindlichen Kernanlagen pro Jahr und Anlage



Ab dem Jahr 1995 ist ein deutlicher Abfall der mittleren Kollektivdosen zu beobachten. Dieser ist auf umfangreiche Um- und Nachrüstungen insbesondere in den älteren Anlagen zurückzuführen. Beispielsweise wurde in unterschiedlichem Umfang kobalthaltiges Material ausgetauscht sowie der Gerüstbau und die Handhabung temporärer Abschirmungen optimiert. Diese Maßnahmen trugen zur langfristigen Reduktion der Kollektivdosen in den älteren Anlagen bei, während sie bei den DWR-Baulinien 3 und 4 frühzeitig und grundlegend zu günstigen radiologischen Ausgangssituationen führten.

Im Zeitraum von 2001 bis 2010 schwankten die Werte der mittleren Jahreskollektivdosis von Jahr zu Jahr. Dieser Verlauf ist maßgeblich durch den Revisionsrhythmus insbesondere der älteren DWR-Anlagen (Baulinie 2) bestimmt.

In den Jahren 2005 und 2009 führten die langandauernden und umfangreichen Revisionen in zwei DWR der 2. Baulinie zu einem entsprechenden Anstieg der Kollektivdosen. Infolge der kürzeren und im Umfang wieder reduzierten Revisionen dieser Anlagen im Jahr 2010 sanken die Werte wieder. Die in den Jahren 2011 und 2012 zu beobachtende weitere Reduktion der Kollektivdosen hängt vor allem mit den Abschaltungen der älteren Anlagen (SWR der Baulinie 69 und DWR der 2. Baulinie) aufgrund des 13. AtGÄndG vom 6. August 2011 und dem vorangegangenen Moratorium vom 15. März 2011 zusammen. Seit dem Jahr 2017, in dem fünf der sich bis dahin im Nachbetrieb befindlichen Anlagen aufgrund der Erteilung der Stilllegungsgenehmigungen in der Grafik nicht mehr berücksichtigt wurden, liegen die mittleren anlagenbezogenen Jahreskollektivdosen auf einem konstant niedrigen Niveau unter 0,2 Pers.Sv.

Die durchschnittliche Dosis pro Person im Jahr 2022 lag für das Anlagenpersonal bei ca. 0,05 mSv, während die durchschnittliche Dosis für das Fremdpersonal ca. 0,07 mSv betrug.

Ableitung radioaktiver Stoffe beim Anlagenbetrieb

Ergebnisse der Emissionsüberwachung

Die jährlichen Ableitungen betragen, abgesehen von Tritium, nur wenige Prozent der festgelegten Genehmigungswerte. Die Daten über die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser werden in den jährlichen Berichten der Bundesregierung an den deutschen Bundestag über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ und ausführlicher in den gleichnamigen Berichten des BMUKN veröffentlicht. Die Ableitungen aus deutschen Kernanlagen sind in den Abbildungen 15-3 und 15-4 zusammengestellt.

Abbildung 15-3 **Jährliche mittlere Ableitung radioaktiver Stoffe der in Betrieb befindlichen DWR und SWR mit der Fortluft**

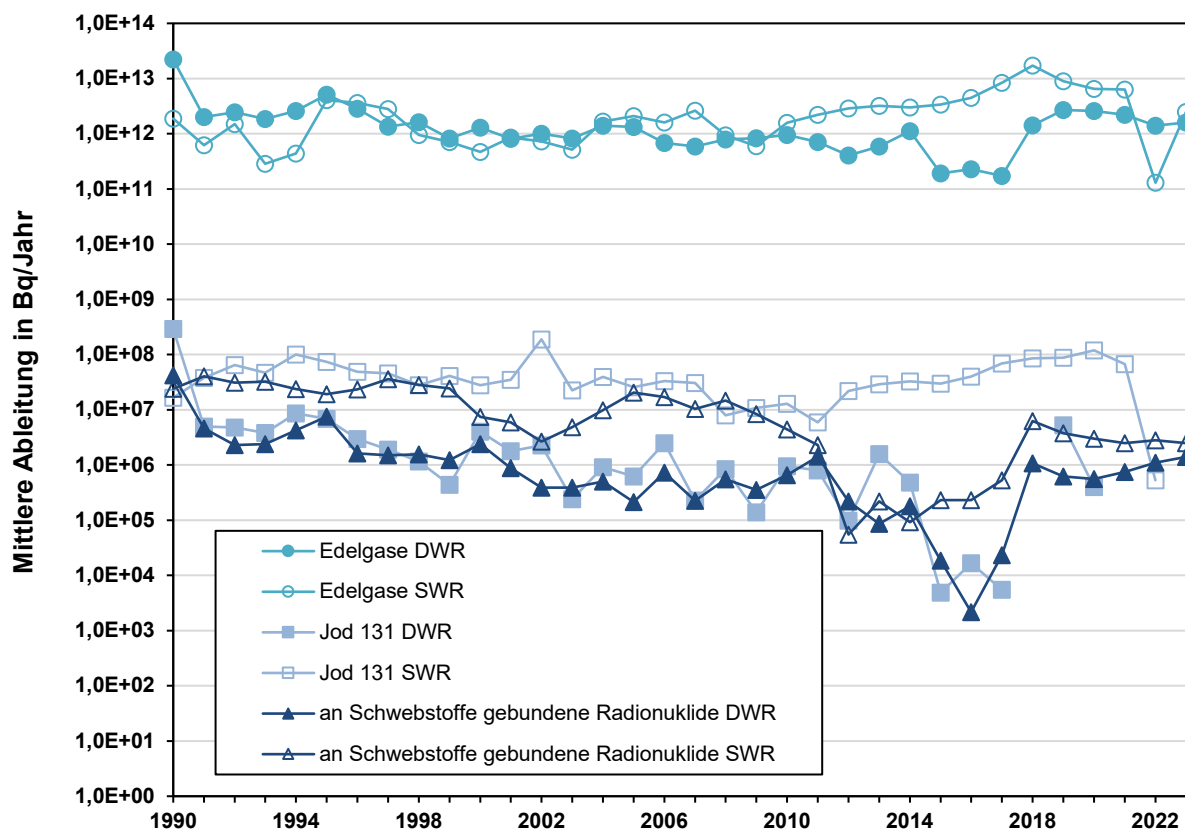
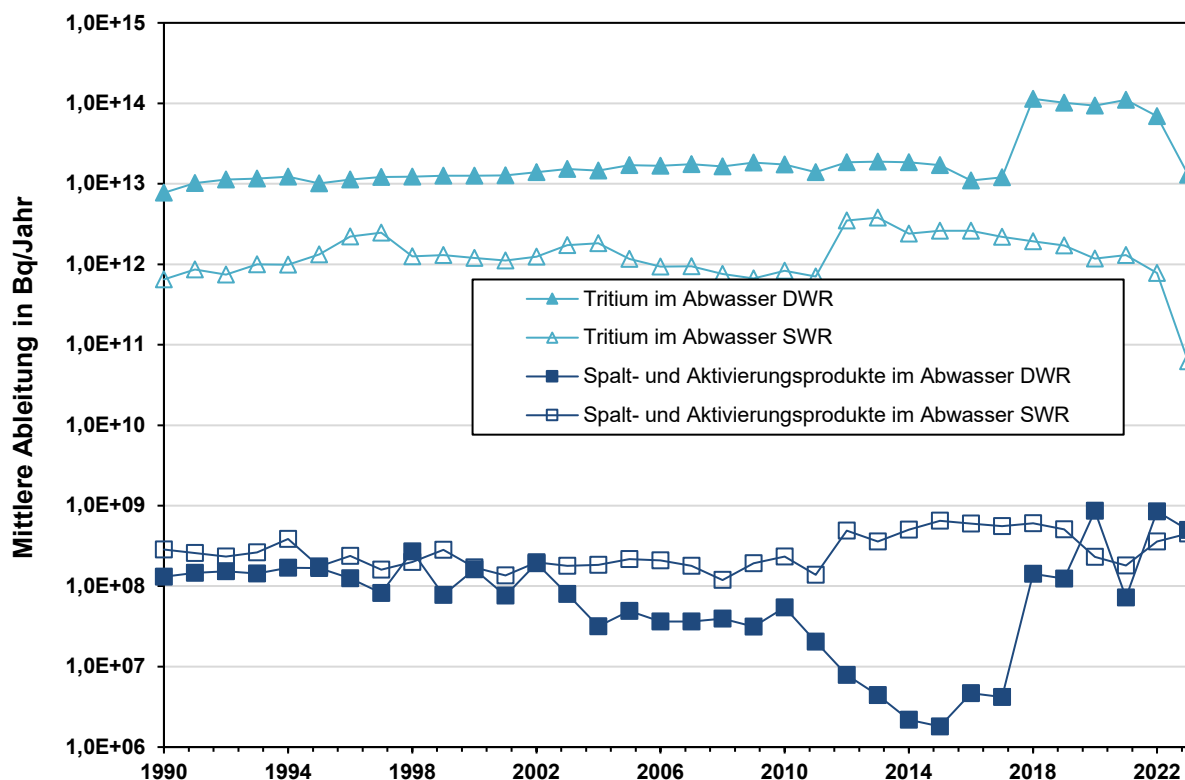


Abbildung 15-4 Jährliche mittlere Ableitung radioaktiver Stoffe der in Betrieb befindlichen DWR und SWR mit dem Abwasser



Exposition der Bevölkerung im bestimmungsgemäßen Betrieb

Die Ergebnisse der Berechnung der Exposition der Bevölkerung zeigen, dass die Ableitungen über die Fortluft, aufgrund der Maßnahmen der Kernanlagen im Betrieb, der Filterung und der geringen BE-Defekte, nur zu Dosen im Bereich von wenigen μSv im Jahr führen ($\rightarrow$ Abbildungen 15-5, 15-6 Seite 118). Der einschlägige Grenzwert von $0,3 \text{ mSv}$ für die effektive Dosis für eine repräsentative Person wird nur zu einem sehr geringen Bruchteil ausgeschöpft. Für das Abwasser ($\rightarrow$ Abbildung 15-7 Seite 119) liegen die resultierenden Expositionen mit Werten von in der Regel weniger als $1 \mu\text{Sv}$ noch niedriger. Diese Berechnungen wurden bis einschließlich des Kalenderjahres 2019 entsprechend der AVV „Ermittlung der Exposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen“ vom 28. August 2012 durchgeführt. Ab dem Kalenderjahr 2020 wurden den Berechnungen die Anforderungen der AVV „Ermittlung der Exposition von Einzelpersonen der Bevölkerung durch genehmigungs- oder anzeigebedürftige Tätigkeiten“ vom 8. Juni 2020 zugrunde gelegt. Aufgrund der neuen Berechnungsgrundlage ergeben sich im Bereich Abwasser nun etwas höhere Dosiswerte für Erwachsene und Kleinkinder, während im Bereich Fortluft die Berechnung der Schilddrüsendosis für Kleinkinder nicht mehr erforderlich ist.

Abbildung 15-5 Exposition im Jahr 2023 in der Umgebung der in Betrieb befindlichen Kernanlagen durch Ableitungen mit der Fortluft

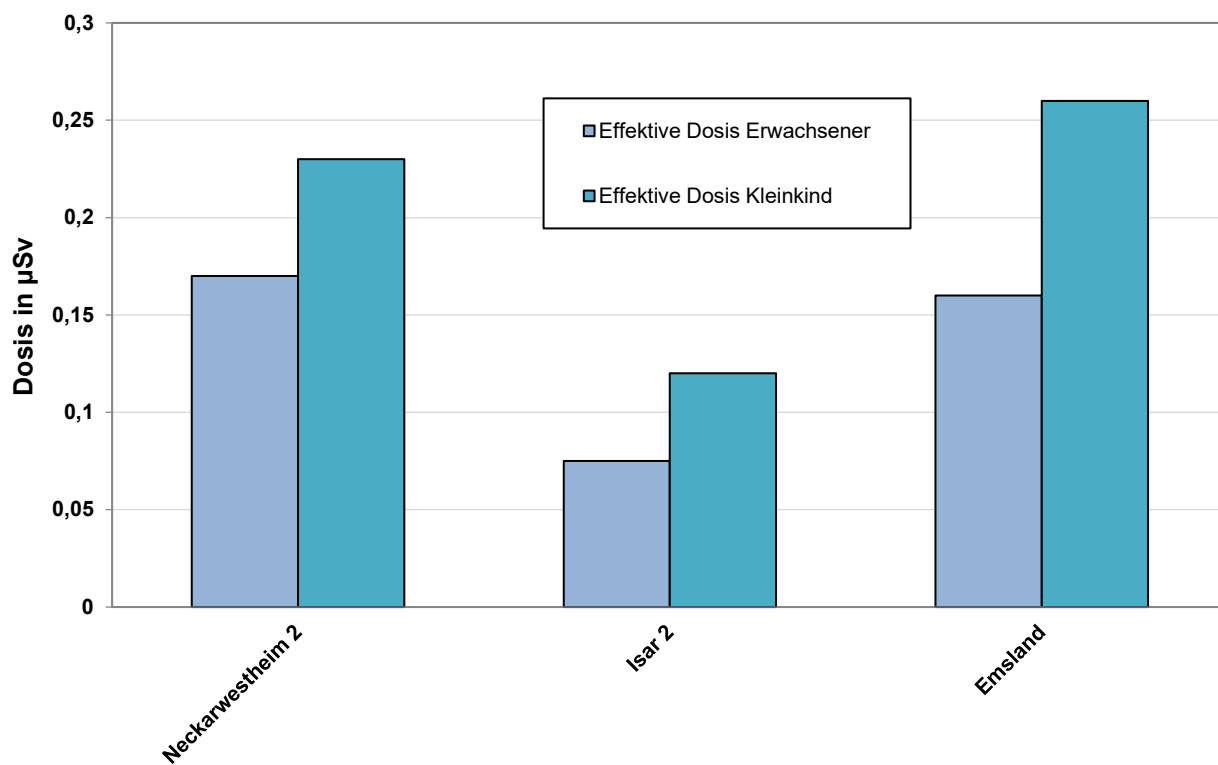


Abbildung 15-6 Mittlere Exposition in der Umgebung der in Betrieb befindlichen Kernanlagen durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft

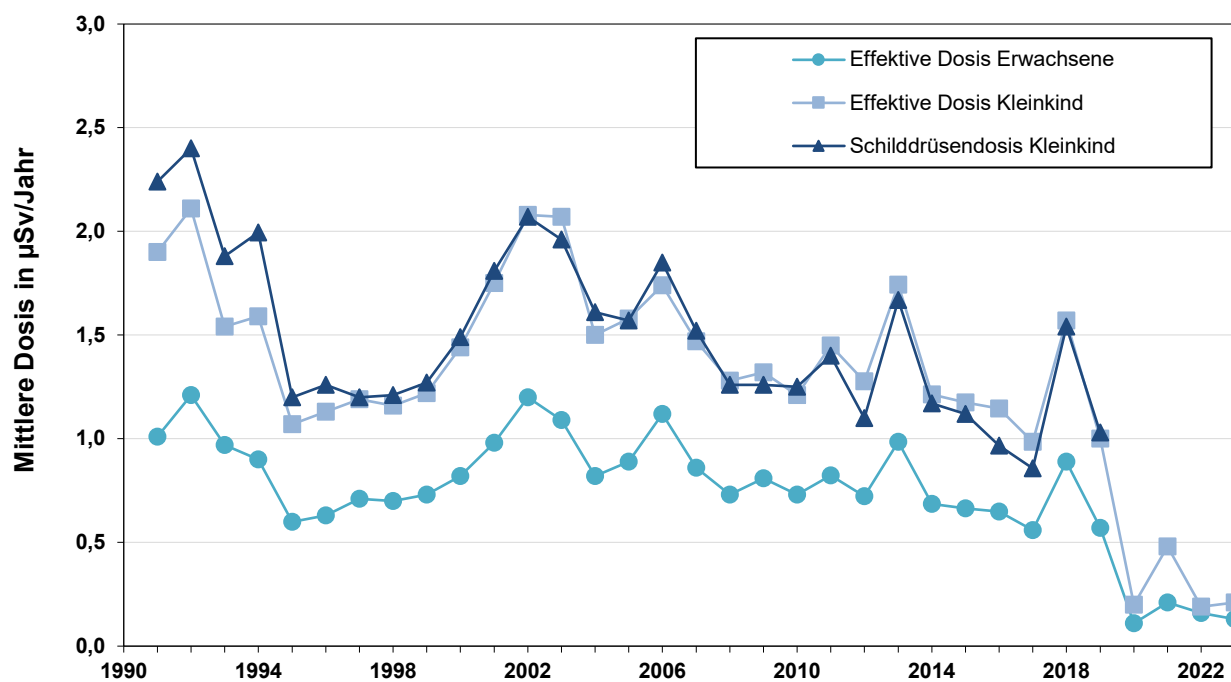
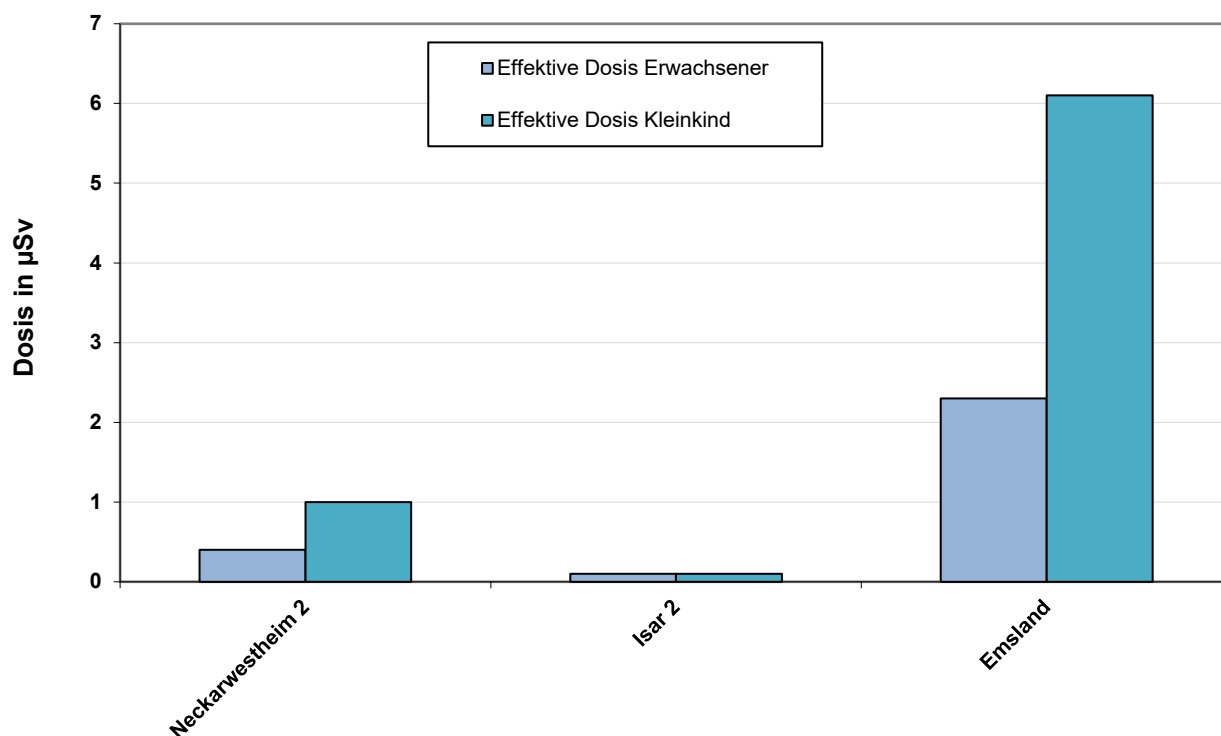


Abbildung 15-7 Exposition im Jahr 2023 in der Umgebung der in Betrieb befindlichen Kernanlagen durch Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser



Anmerkung: Werte < 0,1 µSv werden als 0,1 µSv angezeigt.

Behördliche Überprüfung und Überwachung

Emissionsüberwachung

Für die Emissionsüberwachung ist in erster Linie der Genehmigungsinhaber als Verursacher selbst verantwortlich (Eigenüberwachung). Er muss seine Ableitungen radioaktiver Stoffe nach Art und Aktivität bilanzieren und gegenüber der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde die Einhaltung der maximal zulässigen (genehmigten) Abgaben nachweisen. Durch ein zusätzliches Messprogramm zur Überwachung der näheren Umgebung der Anlage oder Einrichtung ergänzt der Genehmigungsinhaber seinen Nachweis, die Dosisgrenzwerte einzuhalten.

Die Überprüfung der Emissionsmessungen durch den Genehmigungsinhaber (Eigenüberwachung) ist in § 103 Abs. 4 StrlSchV dem BfS zugewiesen. Das Kontrollmessprogramm für Emissionen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser ist in der Richtlinie zur „Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken“ festgelegt. Es umfasst für den Bereich Fortluft die Bestimmung der Aktivitäten bzw. Aktivitätskonzentrationen von an Schwebstoffen gebundenen radioaktiven Stoffen, Jodisotopen, Tritium und Kohlenstoff-14 auf unterschiedlichen Sammelmedien wie Schwebstofffiltern, Aktivkohle und Molekularsieben sowie Vergleichsmessungen zum Ermitteln der Emission radioaktiver Edelgase. Im Bereich Abwasser werden Proben auf gammastrahlende Nuklide, Tritium, Strontium-89/-90, Eisen-55, Nickel-63 und Alphastrahler untersucht. Die Ergebnisse der Kontrollmessungen werden den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden vorgelegt. Stimmen die Messergebnisse des Genehmigungsinhabers im Rahmen der messtechnischen Fehlertoleranz mit denjenigen des BfS überein, kann davon ausgegangen werden, dass die radioaktiven Emissionen richtig erfasst und bilanziert werden.

Die Genehmigungsinhaber sind darüber hinaus zur Teilnahme an Ringversuchen verpflichtet.

Immissionsüberwachung

Die von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder in den Umgebungen der Kernanlagen und Einrichtungen durchgeführten Immissionsmessungen ergänzen die Emissionsüberwachung von Genehmigungsinhaber und BfS. Darüber hinaus geben sie Aufschluss über mögliche langfristige Veränderungen der Umweltradioaktivität infolge der betrieblichen Ableitungen.

Im Rahmen der von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder in den Umgebungen der Kernanlagen und Einrichtungen durchgeführten Messprogramme werden an ausgewählten Orten oder Stellen die jeweilige Ortsdosis und Ortsdosisleistung ermittelt sowie Proben von verschiedenen Umweltmedien (Luft, Wasser, Boden) und landwirtschaftlichen Erzeugnissen (Futter- und Nahrungsmittel) für die spätere Laborauswertung genommen.

Neben den unmittelbaren Maßnahmen der Aufsicht im Strahlenschutz in den einzelnen Kernanlagen überwachen die jeweiligen zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden auch die Emission und Immission radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser. Für die Immissionsüberwachung betreiben die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder Messsysteme und Einrichtungen, um frühzeitig erhöhte Ableitungen radioaktiver Stoffe, z. B. im Fall eines Störfalles, erkennen zu können.

Im Rahmen seiner Verantwortung für die Emissionsüberwachung berichtet der Genehmigungsinhaber regelmäßig über die Ableitungen radioaktiver Stoffe an die für ihn zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde, die auf Vollständigkeit, Plausibilität und Konsistenz überprüft werden. Hierbei werden auch Daten aus der Immissionsüberwachung des Landes und des BfS berücksichtigt. Etwaigen Unstimmigkeiten wird im Rahmen der Aufsicht nachgegangen. Bei Bedarf werden auch zusätzliche Messungen (Sondermessungen) zur Klärung veranlasst. Darüber hinaus werden die korrekte Durchführung und Bilanzierung der Emissionsüberwachung durch Kontrollmessungen überprüft.

Fernüberwachung von Kernanlagen

Zusätzlich zur Eigenüberwachung des Genehmigungsinhabers betreiben die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder eigene Systeme zur kontinuierlichen Erhebung von Messdaten (KFÜ).

Schwerpunkt des KFÜ ist die kontinuierliche Emissionsüberwachung, die zum Teil zur Eigenüberwachung der Genehmigungsinhaber redundant ausgelegt ist, sowie die Immissionsüberwachung in der Umgebung der Kernanlagen. Weiterhin werden kontinuierlich meteorologische Daten an die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden übertragen. Verschiedene Betriebsparameter geben Hinweise auf den Betriebszustand der Kernanlagen.

Die Verwendung der im KFÜ erhobenen Daten umfasst vorrangig die aufsichtliche Verfolgung betrieblicher Vorgänge und Auslösung automatischer Alarmierungen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde bei Grenzwertüberschreitungen. Die Ergebnisse dienen somit auch den Zwecken des Katastrophenschutzes.

Fortschritte und Veränderungen

Im Bereich des gesetzlichen Regelwerks wurde im Jahr 2017 das StrlSchG verkündet. Einzelne Teile dieses Gesetzes, insbesondere zum Notfallschutz und zur Überwachung der Umweltradioaktivität, sowie eine ergänzende IMIS-Zuständigkeitsverordnung, traten schon im Jahr 2017 in Kraft. Die verbleibenden Bestimmungen des StrlSchG traten dann zusammen mit der StrlSchV am 31. Dezember 2018 in Kraft. Die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) wurde überarbeitet, insbesondere um Erfahrungen aus dem Vollzug zu berücksichtigen und eine Anpassung an das neue Strahlenschutzrecht zu ermöglichen. Die überarbeitete Richtlinie wird seit dem 01. Oktober 2023 dem Vollzug des Strahlenschutzgesetzes zugrunde gelegt.

16 Notfallvorsorge

ARTICLE 16 EMERGENCY PREPAREDNESS

1. Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that there are on-site and off-site emergency plans that are routinely tested for nuclear installations and cover the activities to be carried out in the event of an emergency. For any new nuclear installation, such plans shall be prepared and tested before it commences operation above a low power level agreed by the regulatory body
2. Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that, insofar as they are likely to be affected by a radiological emergency, its own population and the competent authorities of the States in the vicinity of the nuclear installation are provided with appropriate information for emergency planning and response.
3. Contracting Parties which do not have a nuclear installation on their territory, insofar as they are likely to be affected in the event of a radiological emergency at a nuclear installation in the vicinity, shall take the appropriate steps for the preparation and testing of emergency plans for their territory that cover the activities to be carried out in the event of such an emergency.

Artikel 16 Notfallvorsorge

- (1) Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass Notfallpläne sowohl innerhalb als auch außerhalb der Kernanlage zur Verfügung stehen, die regelmäßig erprobt werden und die im Notfall zu ergreifenden Maßnahmen enthalten. Für jede neue Kernanlage sind solche Pläne auszuarbeiten und zu erproben, bevor der Betrieb das von der staatlichen Stelle zugelassene niedrige Leistungs-niveau übersteigt.
- (2) Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass ihre eigene Bevölkerung und die zuständigen Behörden der Staaten in der Nachbarschaft einer Kernanlage, soweit sie von einem strahlungsbedingten Notfall betroffen sein könnten, die entsprechenden Informationen für die Notfallplanung und -bekämpfung erhalten.
- (3) Vertragsparteien, die in ihrem Gebiet keine Kernanlage haben, jedoch von einem radiologischen Notfall in einer benachbarten Kernanlage betroffen sein könnten, treffen die geeigneten Maßnahmen zur Vorbereitung und Erprobung von Notfallplänen für ihr Gebiet, welche die in einem solchen Notfall zu ergreifenden Maßnahmen enthalten.

Struktur des rechtlichen und administrativen Rahmens für die Notfallvorsorge

Die anlageninterne Notfallvorsorge obliegt dem Genehmigungsinhaber. Die legislativen Anforderungen dafür sind überwiegend im AtG, im StrlSchG und in darauf gestützten Rechtsverordnungen enthalten.

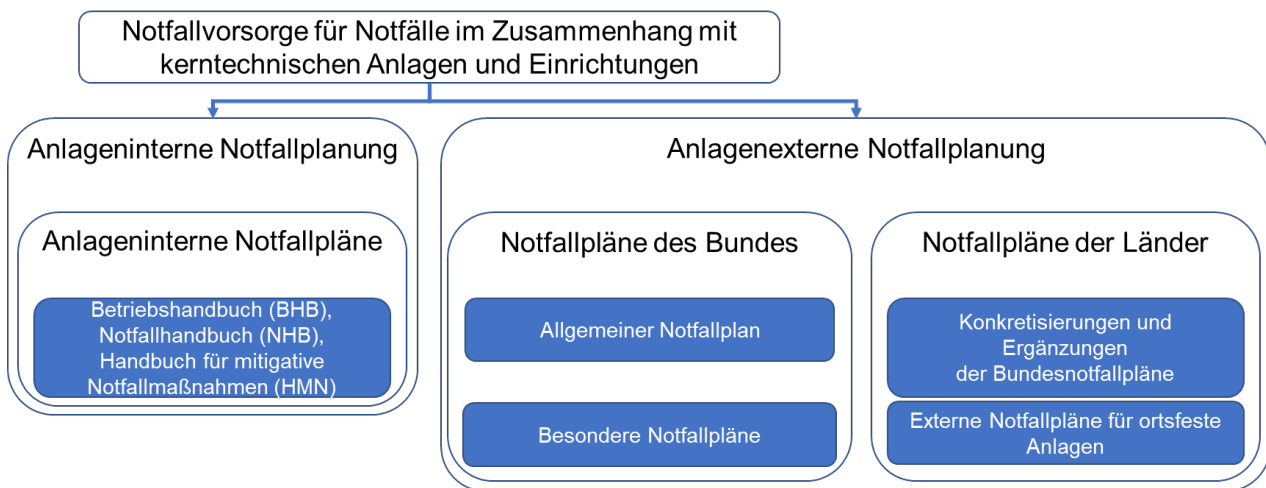
Der Rahmen für die anlagenexterne Notfallvorsorge und -reaktion wird der Richtlinie 2013/59/Euratom folgend im StrlSchG als Notfallmanagementsystem des Bundes und der Länder bezeichnet. Grundlage für das Notfallmanagementsystem sind neben dem StrlSchG und seinen Verordnungen die allgemeinen Rechtsvorschriften des Bundes und der Länder, die der Abwehr von Gefahren für die menschliche Gesundheit, die Umwelt oder die öffentliche Sicherheit dienen, sowie entsprechende unmittelbar anwendbare Rechtsakte der EU und Euratom (vgl. Kapitel 2 ANoPI-Bund).

Sowohl im Bereich des anlageninternen als auch anlagenexternen Notfallschutzes werden die legislativen Anforderungen (→ Artikel 7, Seite 31) jeweils in einer Vielzahl von untergesetzlichen regulatorischen Dokumenten konkretisiert und ergänzt, die weitere Elemente der Notfallpläne im Sinne des Artikels 16 Abs. 1 enthalten.

Die Notfallvorsorge umfasst die anlageninternen und anlagenexternen Planungen sowie die Bereitstellung von technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Bewältigung einer drohenden oder bereits eingetretenen Notfallexpositionssituation (→ Abbildung 16-1, Seite 122).

Die anlageninterne Notfallplanung wird durch interne Regelungen für technische und organisatorische Maßnahmen der Genehmigungsinhaber realisiert, die in Kernanlagen zur Beherrschung eines Ereignisses oder zur Begrenzung seiner Auswirkungen ergriffen werden können.

Abbildung 16-1 Struktur der Notfallvorsorge für Notfälle im Zusammenhang mit kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen



Die anlagenexterne Notfallplanung ist Bestandteil des Notfallmanagementsystems, das alle rechtlichen, administrativen, technischen und organisatorischen Maßnahmen umfasst, die von Bund und Ländern legislativ und exekutiv ergriffen werden, damit entsprechend der im StrlSchG festgelegten Notfallschutzgrundsätze im Fall eines Notfalls

- die Referenzwerte, die im StrlSchG für den Schutz der Bevölkerung und der Einsatzkräfte festgelegt sind, möglichst unterschritten werden und
- die Exposition der Bevölkerung und der Einsatzkräfte sowie die Kontamination der Umwelt unter Beachtung des Standes der Wissenschaft und unter Berücksichtigung aller Umstände des jeweiligen Notfalls durch angemessene Maßnahmen auch unterhalb der Referenzwerte so gering wie möglich gehalten werden kann.

16 (1) Notfallvorsorge, Notfallpläne

Gesetzliche und regulatorische Anforderungen

Gesetzliche und regulatorische Anforderungen für anlageninterne Notfallpläne

Das NHB stellt den anlageninternen Notfallplan des Genehmigungsinhabers dar. Anforderungen über die Inhalte des NHB werden gesetzlich durch die §§ 7c und 7d AtG vorgegeben und in den SiAnf sowie der KTA-Regel 1203 „Anforderungen an das Notfallhandbuch“ konkretisiert (→ Artikel 12, Seite 84).

Gesetzliche und regulatorische Anforderungen für anlagenexterne Notfallpläne

Das StrlSchG enthält eine Reihe legislativer Vorgaben für die noch nicht vollständig abgeschlossene Aufstellung neuer, aufeinander abgestimmter Notfallpläne des Bundes (§§ 98, 99 StrlSchG) und der Länder (§ 100 StrlSchG) sowie für anlagenspezifische externe Notfallpläne für ortsfeste Anlagen und Einrichtungen mit besonderem Gefährdungspotential (§ 101 StrlSchG). Im Kontext dieses Berichtes werden die vorgenannten den anlagenexternen Notfallschutz betreffenden Pläne „anlagenexterne Notfallpläne“ genannt. Dies dient der Abgrenzung von den „anlageninternen Notfallplänen“ der Betreiber (→ Abbildung 16-1, Seite 84).

Die zuständigen deutschen Regierungs- und Verwaltungsstellen sind bei der Aufstellung der anlagenexternen Notfallpläne an Rechtsakte der EU und Euratom sowie an Vorschriften des Bundes und der Länder gebunden. Zu den Rechtsakten zählt u. a. die Verordnung (Euratom) Nr. 2016/52 des Rates vom 15. Januar 2016 zur Festlegung von Höchstwerten an Radioaktivität in Lebens- und Futtermitteln im Falle eines nuklearen Unfalls oder eines anderen radiologischen Notfalls und zur Aufhebung der Verordnung (Euratom) Nr. 3954/87 des Rates und der Verordnungen (Euratom) Nr. 944/89 und (Euratom) Nr. 770/90 der Kommission, die die Europäische Kommission ermächtigt, im Fall eines nuklearen Unfalls oder eines anderen radiologischen Notfalls für den europäischen Binnenmarkt einheitliche Grenzwerte radioaktiver Kontaminationen festzulegen, bei deren Überschreitung kontaminierte Lebens- und Futtermittel nicht in den Verkehr gebracht werden dürfen. Weitere Regelungen, die den

Notfallschutz betreffen, finden sich in der NDWV mit festgelegten Dosiswerten für die Maßnahmen „Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden“, „Aufforderung zur Einnahme von Jodtabletten“ und „Evakuierung“ sowie der StrlSchV, mit Vorgaben hinsichtlich des Schutzes von Einsatzkräften.

Bestandteil der Planungen sind Festlegungen hinsichtlich des Entscheidungsprozesses für Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung und der Einsatzkräfte sowie eine Darstellung der Zuständigkeiten im föderalen System.

In dem im Jahr 2023 erlassenen Allgemeinen Notfallplan des Bundes nach § 98 (ANoPI-Bund) werden auf Basis von Bewertungen möglicher Notfälle im In- und Ausland bestimmte Referenzszenarien festgelegt, die dem Bund und den Ländern als gemeinsame Grundlage ihrer Planungen angemessener Reaktionen auf diese und andere mögliche Notfälle dienen. Die Referenzszenarien werden anhand ihres voraussichtlichen wesentlichen Auswirkungsbereichs jeweils vorläufig einer der drei Notfalleinstufungen überregionaler, regionaler oder lokaler Notfall zugeordnet. Auf dieser Basis gibt der ANoPI-Bund grundlegende Schutzstrategien für überregionale/regionale sowie für lokale Notfälle vor, die insbesondere folgende Punkte umfassen sollen:

- Dosiswerte, die als radiologisches Kriterium für die Angemessenheit bestimmter Schutzmaßnahmen dienen (soweit nicht bereits in der NDWV festgelegt)
- Kriterien für die Alarmierung und für das Ergreifen bestimmter Schutzmaßnahmen (Auslösekriterien), insbesondere Messgrößen oder Indikatoren der Bedingungen am Ort der Strahlungsquelle
- Grenz- oder Richtwerte für das Vorliegen einer notfallbedingten Gefahr durch ionisierende Strahlung, die sich auf bestimmte, unmittelbar messbare Folgen des Notfalls beziehen, z. B. Dosisleistungen, Kontaminationswerte oder Aktivitätskonzentrationen
- Kriterien für die Anpassung und Aufhebung von Maßnahmen, die insbesondere in einem ergebnisoffenen Prüfprozess für die Beibehaltung, Anpassung oder Aufhebung von Maßnahmen heranzuziehen sind

Im ANoPI-Bund sind des Weiteren die bereits im StrlSchG geregelten Vorgaben und Instrumente zur Überprüfung und Anpassung der Schutzstrategie und Maßnahmen an die sich fortentwickelnde radiologische Lage und Veränderungen der anderen relevanten Umstände des jeweiligen Notfalls, zu konkretisieren. Dies betrifft insbesondere die Festlegung von radiologischen Kriterien für eine mögliche Aufhebung von Maßnahmen.

Der ANoPI-Bund ist nach § 99 StrlSchG durch Besondere Notfallpläne des Bundes (BNoPI-Bund) für bestimmte Verwaltungs- und Wirtschaftsbereiche zu konkretisieren. Die Pläne des Bundes werden durch allgemeine und besondere Notfallpläne der Länder länderspezifisch ergänzt und konkretisiert. Die BNoPI-Bund enthalten je nach Bedarf und der zu erwartenden Betroffenheit der jeweiligen Verwaltungs- und Wirtschaftsbereiche weitere ausdifferenzierte Schutzstrategien.

Bis zum Erlass der Notfallpläne des Bundes gelten die bisher gültigen entsprechenden Festlegungen und Darstellungen in allgemeinen Verwaltungsvorschriften, Empfehlungen der SSK und anderen Planungsdokumenten, die in der Anlage 4 des StrlSchG genannt werden, vorläufig als Notfallpläne des Bundes. Bis zum Erlass der Notfallpläne der Länder gelten bestimmte Dokumente und Festlegungen als vorläufige Notfallpläne der Länder (§ 97 Abs. 5 StrlSchG).

Bei lokalen radiologischen Notfällen werden insbesondere die Einsatzteams der Feuerwehr aktiviert. Die SSK hat in ihrer Empfehlung „Der Strahlenunfall – Ein Leitfaden für Erstmaßnahmen“ für solche Ereignisse Richtlinien herausgegeben. Die Feuerwehren und Polizeieinheiten verfügen zudem über Vorgaben zum Vorgehen bei CBRN-Lagen, die in der Feuerwehrdienstvorschrift 500 und im Polizeileitfaden 450 festgelegt sind.

Gesetzliche und regulatorische Anforderungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität und zur Bewertung der radiologischen Lage

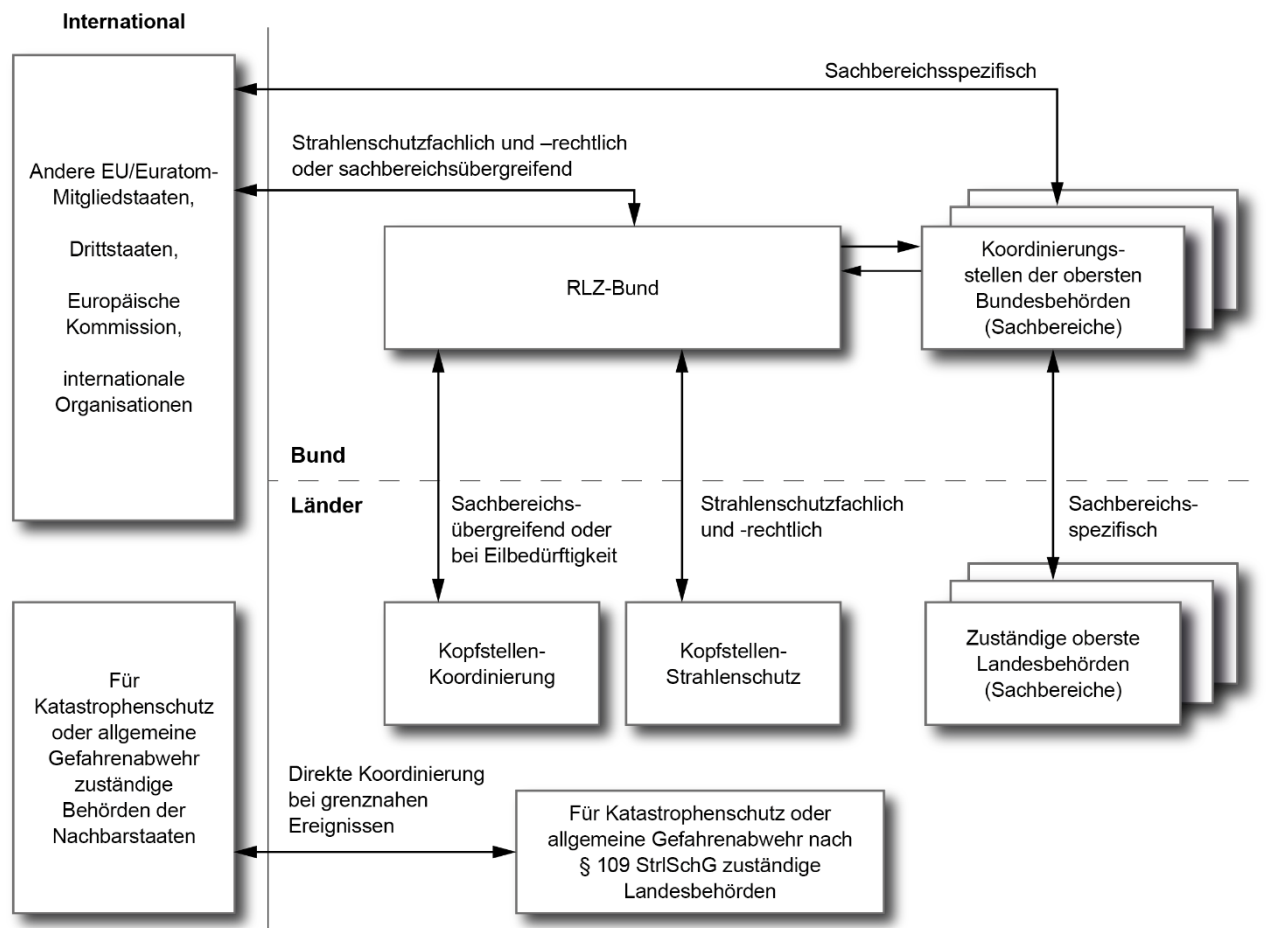
Ebenfalls im StrlSchG festgelegt sind die Aufgaben und Befugnisse der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder hinsichtlich der Überwachung der Umweltradioaktivität und der Bewertung der radiologischen Lage bei einem radiologischen Notfall. Darüber hinaus sind die Aufgaben anderer Bundes- und Landesbehörden geregelt, die auch bei anderen Ereignissen für die Abwehr von Gefahren für die menschliche Gesundheit, die Umwelt oder die öffentliche Sicherheit zuständig sind. Zu diesem Zweck enthält das StrlSchG u. a. Regelungen

- zu Messaufgaben des Bundes und der Länder zur Überwachung der Umweltradioaktivität,
- zum Betrieb eines IMIS in der Verantwortlichkeit der ZdB beim BfS,

- zur Ermächtigung, durch Rechtsverordnungen verbindliche Grenzwerte für notfallbedingte Kontaminationswerte oder Dosisleistungen festzulegen, die alle Bereiche von Trinkwasser, über Lebensmittel, Futtermittel, Bedarfsgegenstände, Arzneimittel und sonstige Produkte sowie den grenzüberschreitenden Verkehr und kontaminierte Gebiete bis hin zu Festlegungen von notfallbedingten Dosis- und Kontaminationswerten für Einzelpersonen der Bevölkerung betreffen,
- zu Ermächtigungen, die Entsorgung von Abfällen, die infolge eines Notfalls radioaktiv kontaminiert sind oder kontaminiert sein können, durch Rechtsverordnung zu regeln,
- zu Auskunftsverlangen, Betretensrechte, Mitwirkungs- und Duldungspflichten bezogen auf Personen, die mit Abfällen, die infolge eines Notfalls radioaktiv kontaminiert sind oder kontaminiert sein können, Umgang haben,
- zu behördlichen Informationen der Bevölkerung im Notfall und Empfehlungen für das Verhalten im Notfall,
- zum Inhalt eines RLB, eines während eines Notfalls regelmäßig erarbeiteten Berichtes mit allen relevanten Informationen zur radiologischen Lage und zu den Aufgaben bei der Ermittlung und Auswertung der radiologischen Lage sowie
- zur Einrichtung des Radiologischen Lagezentrum des Bundes (RLZ-Bund).

Aufgaben und Zuständigkeiten

Die anlageninterne Notfallplanung ist Aufgabe des Genehmigungsinhabers einer Kernanlage. Für die anlagenexterne Notfallplanung sind die jeweils zuständigen Behörden von Bund und Ländern verantwortlich. Behörden des Bundes und der Länder, die im Alltagsgeschäft oder bei anderen Krisenlagen Aufgaben der Gefahrenabwehr in einem bestimmten Lebens- oder Wirtschaftsbereich wahrnehmen (z. B. im Katastrophenschutz, bei der medizinischen Versorgung, bei der Sicherheit von Lebens- und Futtermitteln), behalten diese Zuständigkeit grundsätzlich (auch) bei radiologischen Notfällen. Die relevanten Stellen des Notfallmanagements von Bund und Ländern sind in Abbildung 16-2 dargestellt. Die Pfeile deuten die Schnittstellen und Informationsflussrichtungen zwischen den relevanten Stellen an.

Abbildung 16-2 Organisation der Notfallvorsorge**Aufgaben und Zuständigkeiten des Genehmigungsinhabers einer Kernanlage**

Der Genehmigungsinhaber ist in der anlageninternen Notfallplanung dafür verantwortlich, bei Stör- und Unfällen dafür zu sorgen, dass die Gefahren für Mensch und Umwelt so gering wie möglich gehalten werden.

Die Maßnahmen des Genehmigungsinhabers gliedern sich in präventive und mitigative Maßnahmen. Übergeordnete Ziele der präventiven Maßnahmen sind das Erreichen und Erhalten eines Anlagenzustandes, der zu keinen gefahrbringenden Auswirkungen führen kann, sowie die Vermeidung von Unfällen mit schweren BE-Schäden. Die mitigativen Maßnahmen dienen der Schadensbegrenzung bei drohenden oder eingetretenen Kernschäden. Für die Planung von Notfallschutzmaßnahmen des Genehmigungsinhabers wurden von RSK und SSK gemeinsam Rahmenempfehlungen formuliert, die zuletzt im Jahr 2014 überarbeitet wurden und zu den vorläufigen Notfallplänen des Bundes zählen. Hierbei wurden u. a. Erfahrungen aus dem Reaktorunfall in Fukushima integriert. Die Notfallpläne der Genehmigungsinhaber stellen sicher, dass diese Maßnahmen unverzüglich umgesetzt werden können.

Der Genehmigungsinhaber benachrichtigt beim Eintritt eines Notfalls unverzüglich die zuständigen Behörden, sobald die festgelegten Voraussetzungen für einen Alarm erfüllt sind. Er ist dazu verpflichtet, den Behörden die für die Gefahrenabwehr notwendigen Informationen zeit- und lagegerecht zur Verfügung zu stellen und die Behörden bei der Lageermittlung und bei der Entscheidung über Schutzmaßnahmen für die Bevölkerung zu beraten und zu unterstützen.

Aufgaben und Zuständigkeiten der Behörden der Länder

Das Notfallmanagementsystem des Bundes und der Länder umfasst auch Maßnahmen der Gefahrenabwehr durch den Katastrophenschutz. Dieser ist Aufgabe der Länder, die hierzu Katastrophenschutzgesetze erlassen haben. Der Katastrophenschutz ist in den Ländern den Innenbehörden angegliedert und wird dabei landesabhängig auf

regionale oder auch auf kommunale Ebene delegiert. Die Katastrophenschutzleitung hat dabei die Entscheidungskompetenz über die Anordnung von Maßnahmen der Gefahrenabwehr und leitet in Gebieten, für die ein Katastrophenalarm ausgerufen wurde, grundsätzlich auch den Einsatz aller anderen Landesbehörden und Hilfsorganisationen, die bei der Bekämpfung der Katastrophe mitwirken. Landesbehörden, die im Alltagsgeschäft oder bei anderen Krisenlagen Aufgaben der Gefahrenabwehr in einem bestimmten Lebens- oder Wirtschaftsbereich wahrnehmen, nehmen diese Aufgabe auch bei nuklearen Unfällen und radiologischen Notfällen auch in Gebieten wahr, für die kein Katastrophenalarm ausgerufen wurde oder wenn diese in einer späten Phase des Notfalls aufgehoben wurde.

Während eines Notfalls überwachen die Länderbehörden den Anlagenzustand und vergleichen die vom Genehmigungsinhaber erhaltenen Informationen mit den Daten aus dem KfÜ und im Fall einer radiologischen Freisetzung mit den von IMIS aufgenommenen Messdaten außerhalb des Anlagengeländes. Die Aufsichtsbehörden sind befugt, notwendige Untersuchungen auf dem Anlagengelände und in der Anlage durchzuführen.

Bei regionalen Notfällen ist i.d.R. das Land für die Erarbeitung des RLB zuständig, sofern diese Aufgabe nicht im Vorfeld per Verwaltungsvereinbarung nach § 108 Abs. 2 StrlSchG an das RLZ-Bund abgegeben wurde, oder das RLZ-Bund diese Aufgabe im Notfall an sich zieht. Derzeit werden Vereinbarungen zwischen BMUKN und antragstellenden Ländern vorbereitet, in denen die Modalitäten für eine fachliche Unterstützung durch das RLZ-Bund bei der Erstellung des RLB oder die vollständige Übernahme des RLB durch das RLZ-Bund festgelegt werden. Die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden betreiben in den Ländern mit Kernanlagen zur lokalen Überwachung der radiologischen Lage die KfÜ. Da in einigen Ländern Kernanlagen abgeschaltet wurden oder sich im Rückbau befinden und sich damit der Überwachungsschwerpunkt änderte, wurde dieses System mancherorts in Radiologische Fernüberwachung kerntechnischer Anlagen oder Reaktorfernüberwachung kerntechnischer Anlagen (beides als RFÜ abgekürzt) umbenannt.

Aufgaben und Zuständigkeiten der Behörden des Bundes

Bei überregionalen Notfällen, wozu per definitionem alle Notfälle in Kernanlagen gehören, ist immer das RLZ-Bund für die Erstellung des für alle behördlichen Entscheidungsträger verbindlichen RLB des Bundes zuständig. Das RLZ-Bund ist als Netzwerk aus BMUKN, BfS und der GRS und weiteren unterstützenden Bundesbehörden aufgebaut und steht dabei im engen Austausch mit den Bundesländern, anderen Bundesministerien und zuständigen ausländischen Behörden, insbesondere im benachbarten Ausland, sowie mit der Europäischen Kommission und der IAEO. Dem RLZ-Bund kommt dabei neben der Erstellung des RLB auch die Koordinierung der Maßnahmen und Messungen zu. Grundsätzlich ist im Gesetz angelegt, dass Bundesländer mit dem RLZ-Bund eine Verwaltungsvereinbarung schließen können, das RLB auch für regionale Notfälle, zu erstellen, also solche Notfälle, die typischerweise nur ein Bundesland betreffen.

Das BMUKN ist weiterhin zuständig für die Wahrnehmung der internationalen Informations- und Meldeverpflichtungen, z. B. zur Umsetzung des „Übereinkommens über die frühzeitige Benachrichtigung bei nuklearen Unfällen“ und des „Übereinkommens über Hilfeleistung bei nuklearen Unfällen oder radiologischen Notfällen“, der Internationalen Gesundheitsvorschriften³⁶ sowie für den Informationsaustausch entsprechend bilateraler Vereinbarungen für Notfälle, und kommt mit dem RLZ-Bund dieser Pflichten nach. Das RLZ-Bund ist zudem zuständig für die Koordinierung von Unterstützungsanfragen im Rahmen des „Response and Assistance Network“ (RANET).

Der Bund überwacht und bewertet die radiologische Lage mit der ZdB beim BfS. Hierzu nutzt er die IMIS-Daten, um die radiologische Lage in Deutschland sowohl im Routinebetrieb als auch bei Stör- oder Notfällen mit dann höherer Mess- und Probenentnahmefrequenz zu verfolgen (→ Artikel 15, Seite 112). Die ZdB ist in einem Notfall in das RLZ-Bund integriert.

Das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) ist bei radiologischen Notfällen im Ausland während des Alarmierungsvorgangs als nationale Kontaktstelle für die Alarmierung des RLZ-Bund zuständig.

³⁶ „Gesetz zur Durchführung der Internationalen Gesundheitsvorschriften (2005)“, IGV-Durchführungsgesetz (IGV-DG), 21. März 2013, BGBl. I 2013 S. 566; www.gesetze-im-internet.de/igv-dg/IGV-DG.pdf

Alarmierung und Notfallpläne

Für Stör- und Notfälle in Kernanlagen sind in Deutschland verschiedene Alarmierungswege vorgeplant. Für die Alarmierung durch den Genehmigungsinhaber sind neben anderen Festlegungen insbesondere die AtSMV, die externen Notfallpläne für ortsfeste Anlagen oder Einrichtungen mit besonderem Gefahrenpotential, die Alarmierungskriterien (vgl. Anlage 4 Nr. 2 StrlSchG) sowie die anlageninternen Notfallplanungen maßgeblich. Der Genehmigungsinhaber oder bestimmte Behörden haben die atomrechtliche Aufsichtsbehörde, die örtliche für öffentliche Sicherheit zuständige Behörde, die Katastrophenschutzbehörden und das gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) als ständig erreichbare Alarmierungsstelle des RLZ-Bund sowie das RLZ-Bund unverzüglich darüber zu informieren, wenn ein meldepflichtiges Ereignis bestimmte, festgelegte Alarmierungskriterien erfüllt. Diese Stellen alarmieren gegebenenfalls weitere in den allgemeinen und besonderen Notfallplänen von Bund und Ländern festgelegte Behörden, Organisationen, Nachbar- und betroffene Drittstaaten, die EU und internationale Organisationen.

Die erste Alarmierung der zuständigen deutschen Behörden erfolgt also

- bei Ereignissen in deutschen Kernanlagen in der Regel durch den Genehmigungsinhaber einer Kernanlage,
- bei Ereignissen im Ausland in der Regel durch die hierfür zuständigen ausländischen Behörden, die IAE oder andere internationale Organisationen, auf Grundlage der hierfür getroffenen internationalen oder bilateralen Vorschriften und Vereinbarungen oder
- bei Überschreitung bestimmter Parameter der automatisierten anlagenbezogenen Umweltüberwachung durch die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden oder
- bei Überschreitung bestimmter Parameter der IMIS-Überwachung durch die ZdB für die Überwachung der Umweltradioaktivität.

Der ANoPI-Bund sieht zudem für eine Vielzahl weiterer Situationen Alarmierungsmöglichkeiten vor. Dies umfasst u. a. sachbereichsspezifische Meldeverfahren wie das Europäische Schnellwarnsystem für Lebensmittel und Futtermittel (RASFF), das Europäische Schnellwarnsystem für gefährliche Verbraucherprodukte (RAPEX) oder die Möglichkeit einer Selbstalarmierung des RLZ-Bund oder einer anderen Behörde oder Organisation, um damit die Alarmierungskette bis zum RLZ-Bund auszulösen. Neben der Feststellung erhöhter Messwerte können bei der Selbstalarmierung u. a. Meldungen in sozialen Medien sowie Fernseh- und Rundfunkbeiträge und Pressemeldungen oder ad-hoc-Informationen, die von inländischen oder ausländischen Behörden oder Organisationen oder von internationalen Organisationen auch auf nicht-formalem Wege übermittelt werden, als Auslöser einer solchen Alarmierung genutzt werden.

Alarmierung und Notfallpläne – anlagenintern

Die Alarmordnung des Genehmigungsinhabers einer Kernanlage enthält die Regelungen zur Alarmierung in Stör- und Notfällen. Sie ist Teil des BHB und gehört zu den Sicherheitsspezifikationen. Die RSK und SSK haben hierzu gemeinsam „Kriterien für die Alarmierung der Katastrophenschutzbehörde durch die Betreiber kerntechnischer Einrichtungen“ empfohlen, die ebenfalls zu den vorläufigen Notfallplänen des Bundes gehören. Es werden hierbei die beiden Alarmstufen „Voralarm“ und „Katastrophenalarm“ unterschieden:

- Voralarm wird ausgelöst, wenn bei einem Ereignis in der Kernanlage bisher noch keine oder nur eine im Vergleich zu den Auslösekriterien für Katastrophenalarm geringe Auswirkung auf die Umgebung aufgetreten ist, jedoch aufgrund des Anlagenzustandes nicht ausgeschlossen werden kann, dass Auswirkungen, die den Auslösekriterien für Katastrophenalarm entsprechen, eintreten könnten.
- Katastrophenalarm wird ausgelöst, wenn bei einem Unfall in der Kernanlage eine Gefahr bringende Freisetzung von Radionukliden in die Umgebung festgestellt wird oder droht.

In der Alarmordnung des Genehmigungsinhabers sind hierzu anlagenspezifische Emissions- und Immissionskriterien sowie technische Kriterien für Voralarm und Katastrophenalarm festgelegt. Bei deren Erfüllung alarmiert der Genehmigungsinhaber die Katastrophenschutzbehörden mit Angabe der jeweiligen Alarmierungsstufe, die zuständige Aufsichtsbehörde und das RLZ-Bund. Dabei sind die technischen Kriterien, z. B. sehr hohe Temperatur oder niedriger Füllstand im RDB, von besonderer Bedeutung, da sie frühzeitig auf eine Verletzung von Schutzzielen hindeuten und eine frühzeitige Alarmierung erfordern.

Zur Bewältigung von Notfällen richtet der Genehmigungsinhaber einen Krisenstab ein. Die einzelnen organisatorischen Regelungen sind in einer separaten Unterlage, dem NHB, beschrieben (→ Artikel 19 (iv), Seite 164). Festlegungen zum Inhalt und zur Gestaltung des NHB sind in der KTA-Regel 1203 „Anforderungen an das Notfallhandbuch“ zusammengestellt (→ Artikel 7 (2i), Seite 84). Die genannten Regelungen, d. h. insbesondere die Alarmordnung, das NHB, das HMN (→ Artikel 18 (i), Seite 151) sowie das Ausbildungs- und Trainingsprogramm, stellen in ihrer Gesamtheit die Notfallplanung des Genehmigungsinhabers dar. Hier sind u. a. enthalten

- Maßnahmen zum Herstellen der Arbeitsfähigkeit der Krisenorganisation,
- Kriterien zur Alarmierung der zuständigen Behörden,
- technische Maßnahmen zum Vermeiden und Begrenzen von Schäden,
- Messprogramme zum kurzfristigen Ermitteln der radiologischen Lage und
- Maßnahmen für die effiziente Kommunikation und Zusammenarbeit mit externen Stellen wie den zuständigen Behörden und für die Information der Öffentlichkeit.

Zur Unterstützung stehen der Krisenstab des Kraftwerksherstellers und die Kerntechnische Hilfsdienst GmbH (KHG) zur Verfügung. Der Krisenstab des Herstellers berät den Genehmigungsinhaber in technischen Fragen der Lagebeurteilung und der Wiederherstellung des sicheren Anlagenzustandes, während die KHG mit ihren Manipulatoren und ihrer messtechnischen Ausrüstung am Standort innerhalb und außerhalb der Anlage eingesetzt werden kann. Zusätzlich bestehen Vereinbarungen zwischen den Genehmigungsinhabern der Kernanlagen zur gegenseitigen Unterstützung.

Übergeordnete Anforderungen an die Notfallorganisation sind in den Empfehlungen „Rahmenempfehlung für die Planung von Notfallschutzmaßnahmen durch Betreiber von Kernkraftwerken“ der SSK und der RSK formuliert. Maßnahmen zur Herstellung der Funktionsfähigkeit der Notfallorganisation zielen in erster Linie auf die Bildung eines fähigen Teams ab, das über alle notwendigen Fähigkeiten zur Beurteilung der Lage und zur Einleitung von Abhilfemaßnahmen verfügt. Darüber hinaus sind Mittel für die Durchführung von Maßnahmen wie Transportmittel, Ausrüstung und ein Notfallzentrum vorhanden.

Notfallpläne – anlagenextern

Die zuständigen Katastrophenschutzbehörden erstellen gemäß § 101 StrlSchG nach Maßgabe ihrer jeweiligen landesrechtlichen Vorschriften externe Notfallpläne für die Umgebung von ortsfesten Anlagen oder Einrichtungen mit besonderem Gefahrenpotential, insbesondere für Kernanlagen. Sie schreiben die Planungen kontinuierlich fort und überprüfen sie in regelmäßigen Abständen (grundsätzlich jährlich). Inhaltliche Grundlage der Planungen sind bis zu dem im StrlSchG vorgesehenen Erlass der allgemeinen und der besonderen Notfallpläne des Bundes und der Länder, die als einer der vorläufigen Notfallpläne des Bundes fortgeltenden „Rahmenempfehlungen“³⁷. Schwerpunkte der externen Notfallpläne sind das Zusammenwirken von behördlicher Planung und behördlichen Maßnahmen (insbesondere der Maßnahmen des Katastrophenschutzes) und der Planungen und Maßnahmen des Genehmigungsinhabers. Bestandteil der Planungen sind darüber hinaus die erforderlichen Messungen zur Lageermittlung.

Für Notfälle im Zusammenhang mit ausländischen Kernanlagen, bei denen aufgrund der grenznahen Lage Maßnahmen des Katastrophenschutzes auf deutschem Gebiet erforderlich werden können, wird die Notfallplanung in gleicher Weise und in Abstimmung mit den betroffenen Nachbarstaaten getroffen.

Für eine erste medizinische Betreuung und Dekontamination der von einer Freisetzung betroffenen Bevölkerung und der Einsatzkräfte sind Notfallstationen vorgesehen. Die Regelungen zu deren Aufbau und Betrieb sowie die Liste der Ärzte, die sich für den Dienst in Notfallstationen zur Verfügung stellen, werden durch die verantwortlichen Länder gepflegt.

Der vom BMUKN herausgegebene Katalog „Hilfsmöglichkeiten bei kerntechnischen Unfällen“ ist eine fortlaufend aktualisierte Liste von Beratern, Kernanlagen, Messorganisationen und regionalen Strahlenschutzzentren und wird den zuständigen Behörden im Ereignisfall zur Verfügung gestellt, um bei den aufgeführten Stellen über bestehende Vorkehrungen hinaus zusätzliche Hilfeleistungen zu ersuchen. Darüber hinaus unterhält das BMUKN

³⁷ SSK-Empfehlung „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“; 274. Sitzung der SSK, 19./20. Februar 2015; https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/DE/2015/Rahmenempfehlungen_Katastrophenschutz.html

eine Datenbank zu medizinischen Hilfsmöglichkeiten, in der aktuelle Daten zu Kliniken, die im Falle eines kerntechnischen Unfalls Hilfe leisten können und für Strahlenunfallpatienten die geeignete Ausstattung haben, enthalten sind.

Die Notfallplanungen von Bund und Ländern erstrecken sich auf viele weitere Bereiche wie Trinkwassergewinnung und -versorgung, die Produktion pflanzlicher und tierischer Erzeugnisse, Lebensmittel, Futtermittel, Arzneimittel und deren Ausgangsstoffe, sonstige Produkte, Gegenstände und Stoffe, die Beförderung von Gütern, den grenzüberschreitenden Verkehr von Personen, Fahrzeugen, Gütern und Gepäck und den Umgang mit kontaminierten Gebieten sowie die Entsorgung von Abfällen und Abwässern.

Lagebeurteilung

Für Unfälle in Kernanlagen und alle anderen Notfälle, die nicht nur lokale, sondern auch regionale oder überregionale Auswirkungen haben können, sieht das StrlSchG die Erstellung eines einheitlichen RLB vor. Dieses ist für alle Behörden des Bundes und der Länder, die über bei diesem Notfall angemessene Maßnahmen entscheiden müssen, für die Bewertung der radiologischen Lage maßgeblich. Im RLB werden alle zum jeweiligen Zeitpunkt verfügbaren relevanten Informationen zur radiologischen Lage und ihrer weiteren zu erwartenden Entwicklung aufbereitet, dargestellt und bewertet. Für das operative Geschäft der zuständigen Behörden, die ohne eigene radiologische Kompetenzen kurzfristig über die angemessenen Schutzmaßnahmen entscheiden sollen, werden leicht nachvollziehbare, diagnostische oder prognostische Darstellungen vorgelegt. Dabei handelt es sich insbesondere um Karten, die darstellen, in welchen Gebieten die in den Rechtsverordnungen und den Notfallplänen des Bundes als radiologische Kriterien im Voraus für bestimmte Schutzmaßnahmen festgelegten Dosiswerte, Auslösekriterien, Grenz- oder Richtwerte bereits erfüllt sind oder zu welchem Zeitpunkt sie dort möglicherweise überschritten werden. Diese Informationen werden den beteiligten Organisationen in einem standardisierten Datenformat zur Verfügung gestellt. Das RLB wird allen Behörden und Organisationen zur Verfügung gestellt, die Aufgaben und Zuständigkeiten bei radiologischen Notfällen haben. Dies gilt auch für die Aktualisierungen, die in regelmäßigen Abständen erarbeitet werden. Auf Basis des RLB und unter Berücksichtigung aller sonstigen entscheidungserheblichen (d. h. nicht radiologischen) Umstände des Notfalls entscheiden die zuständigen Behörden über die Angemessenheit (und damit Durchführung) der in ihrem Zuständigkeitsbereich infrage kommenden Maßnahmen.

Die Lageermittlung wird mit den jeweils verfügbaren Informationen über den Anlagenzustand, die meteorologische Lage und die Emissions- und Immissionssituation durchgeführt. Sie beruht zunächst auf automatischen Messungen und Prognosen. Später erlangen zusätzliche Messungen in der Umgebung eine zunehmende Bedeutung. Aufgrund der Erkenntnisse aus dem Reaktorunfall in Fukushima hat die SSK im Jahr 2014 Anforderungen an die „Prognose und Abschätzung von Quelltermen bei Kernkraftwerksunfällen“³⁸ im Rahmen einer Empfehlung erarbeitet. Die Empfehlung „Quellterme und frühe Schutzmaßnahmen bei Kernkraftwerksunfällen mit unklarer Lage“ aus dem Jahr 2019 stellt eine Ergänzung dieser Empfehlung dar³⁹.

Vor einer Freisetzung von Radionukliden in die Umwelt wird die zu erwartende radiologische Lage in der Umgebung der Kernanlage aufgrund von Prognosedaten des Quellterms basierend auf einer PSA oder anlagentechnischen Parametern sowie der meteorologischen Situation abgeschätzt. Hierzu wird das zentral vom BfS betriebene Entscheidungshilfesystem RODOS (Real-Time Online Decision Support System), gegebenenfalls in Verbindung mit dem KFÜ des Landes oder länderspezifischen Systemen (→ Artikel 15, Seite 120), eingesetzt. Mit RODOS können lokale, regionale und überregionale Auswirkungen von Freisetzungen sowie die Wirkung von Schutzmaßnahmen berechnet und damit Lageinformationen und Konsequenzabschätzungen im Rahmen des RLB als Entscheidungshilfe für die zuständigen Behörden bereitgestellt werden. Die prognostischen Quelltermdaten für das wahrscheinlichste Unfallszenario sowie ein „Worst-Case-Szenario“ liefert der Genehmigungsinhaber aufgrund seiner Lageeinschätzung. Für die Systeme erforderliche Wetterdaten resultieren aus den am Standort gemessenen Daten des KFÜ oder der länderspezifischen Systeme sowie aus den numerischen Wetterprognosen des Deutschen Wetterdienstes.

³⁸ SSK-Empfehlung „Prognose und Abschätzung von Quelltermen bei Kernkraftwerksunfällen“; 270. Sitzung der SSK, 17./18. Juli 2014, <https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/DE/2014/Quellterm.html>

³⁹ SSK-Empfehlung „Quellterme und frühe Schutzmaßnahmen bei Kernkraftwerksunfällen mit unklarer Lage“; 300. Sitzung der SSK, 27./28. Juni 2019; <https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/DE/2019/2019-06-27Quell.html>

Während der Freisetzung soll der Genehmigungsinhaber den Quellterm auf der Basis von anlagentechnischen, radiologischen und gegebenenfalls meteorologischen Informationen ermitteln. Gegebenenfalls stehen zusätzlich Daten des KFÜ oder der länderspezifischen Systeme zur Verfügung. Zur Beurteilung der radiologischen Lage stehen in dieser Phase weiterhin die Daten der im Nahbereich der Kernanlagen fest installierten Ortsdosisleistungssonden des KFÜ oder der länderspezifischen Systeme, des IMIS und gegebenenfalls erste Daten von Messtrupps zur Verfügung. Auch hier kommt das beschriebene Entscheidungshilfesystem RODOS zum Einsatz. Sobald Daten der Messungen entsprechend den vorgesehenen Messprogrammen (→ Abbildung 16-3, Seite 131) vorliegen, wird die prognostizierte Lage überprüft und an die durch Messungen ermittelte Lage angepasst. Das BfS und die GRS verfügen über eine Datenbank, die vorkalkulierte Quellterme für DWR und SWR enthält, die genutzt werden können, sollte der Genehmigungsinhaber keinen Quellterm liefern können.

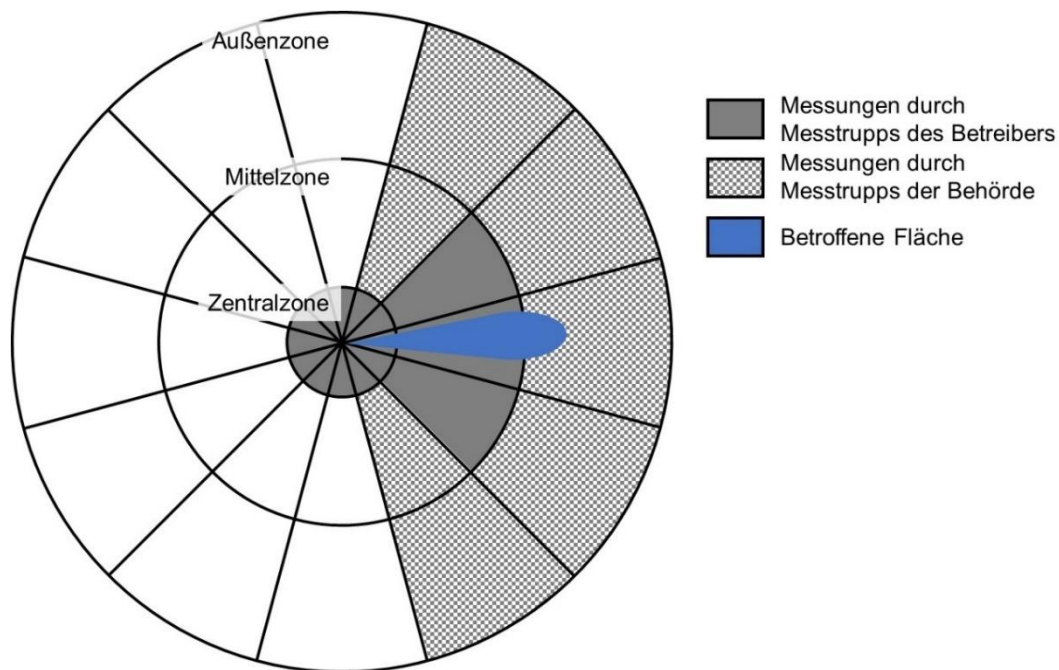
Nach einer Freisetzung liefern die Mess- und Probenahmedienste des Genehmigungsinhabers und der Behörden – entsprechend den Vorgaben der REI und den Vorgaben aus dem allgemeinen Notfallplan des Bundes – Daten zur Ermittlung der radiologischen Lage, die durch Anschlussmessungen von Strahlenspürtrupps (Einsatzkräfte der Katastrophenschutzbehörden) und des BfS ergänzt werden. Die Bodenkontamination in der weiteren Umgebung der Kernanlage sowie die Identifizierung von Bereichen erhöhter Dosisleistung (hot spots) werden mittels mobiler Messungen (z. B. Aerogammaspektrometrie oder fahrzeuggestützter Messungen) dargestellt. Die Messdienste werden vom RLZ-Bund übergeordnet koordiniert.

Die großräumige Entwicklung der radiologischen Lage in Deutschland wird mit dem IMIS ermittelt und dargestellt.

Die Notwendigkeit, eine große Zahl von Behörden und Organisationen über die aktuelle Lage im Fall eines radiologischen Ereignisses kurzfristig und effektiv informieren zu können, hat zur bundesweiten Einführung des elektronischen Lage-Informationssystems ELAN (Elektronische Lagedarstellung für den Notfallschutz) geführt, mit dem internetbasiert das RLB sowie, falls notwendig, weitergehende Daten und Informationen für die zuständigen bzw. angeschlossenen Behörden und Organisationen bereitgestellt werden.

Da bei einem Notfall verschiedene andere Verwaltungs- und Wirtschaftsbereiche betroffen sind und diese im Rahmen des Notfallmanagementsystems von Bund und Ländern in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich zusätzlich Mess- und Probenahmen vorsehen können, wird derzeit beim BfS eine „Grundlegende Messstrategie für überregionale und regionale Notfälle einschließlich Standards für die Übermittlung von Messdaten an das RLZ-Bund“ als ein den ANoPI-Bund ergänzendes Dokument entwickelt.

Um hinsichtlich der Dosisabschätzung bei einem Notfall eine nachvollziehbare und einheitliche Bewertungsgrundlage, insbesondere für die zu verwendenden Berechnungsverfahren, Annahmen und die zu berücksichtigenden Expositionspfade, zu haben, erstellt das BfS derzeit die „Standards für die Abschätzung der notfallbedingten Dosis der Bevölkerung“ ebenfalls als ein den ANoPI-Bund ergänzendes Dokument.

Abbildung 16-3 Einsatzgebiete der Mess- und Probenahmedienste

Maßnahmen außerhalb der Anlage

Kriterien für Maßnahmen des Notfallmanagements

Aus der verfassungsrechtlichen Pflicht, das Leben und die körperliche Unversehrtheit zu schützen, ergeben sich im Einklang mit Art. 97 Abs. 3 der Richtlinie 2013/59/Euratom die folgenden radiologischen Schutzziele, die bei der Notfallplanung sowie bei der Notfallreaktion zu berücksichtigen sind:

1. Schwerwiegende deterministische Effekte sind möglichst zu vermeiden. Zu diesem Zweck ist die notfallbedingte Strahlendosis der Bevölkerung und der Einsatzkräfte durch geeignete Maßnahmen möglichst auf Werte unterhalb der Schwellendosen solcher Effekte zu begrenzen (→ Tabelle 15-1, Seite 107).
2. Das Risiko für das Auftreten stochastischer Effekte bei der Bevölkerung und den Einsatzkräften ist durch angemessene Maßnahmen zur Reduzierung der notfallbedingten effektiven Dosis so gering wie möglich zu halten.

Als Einsatzkräfte gelten hierbei alle Personen, die bei einem Notfall oder einer anderen Gefahrenlage eine festgelegte Aufgabe wahrnehmen, und die bei ihrem Einsatz einer Exposition ausgesetzt sein können.

Der Begriff „Einsatzkraft“ im Strahlenschutzrecht ist weit auszulegen. Er umfasst z. B. das Anlagenpersonal, die Sicherheits- und Rettungskräfte (z. B. Polizei, Werks- und öffentliche Feuerwehr oder Rettungsdienste) aber auch das bei Schutzmaßnahmen mitwirkende Unterstützungspersonal.

Um die Einhaltung der radiologischen Schutzziele möglichst zu gewährleisten und die an der Notfallreaktion beteiligten Behörden und Organisationen in die Lage zu versetzen, im Notfall rechtzeitig Entscheidungen über die Durchführung angemessener Schutzmaßnahmen zu treffen, werden verschiedene radiologische Kriterien in Form von Dosiswerten und Grenz- oder Richtwerten als Teil der optimierten Schutzstrategien des ANoPI-Bund festgelegt.

Empfehlungen aus den Publikationen 103 und 109 der ICRP, die „Basic Safety Standards“⁴⁰ der IAEA, die Richtlinie 2013/59/Euratom und Erfahrungen aus dem Reaktorunfall in Fukushima sind in diese Festlegungen mit einfließen. Für eine schnelle Umsetzung von Maßnahmen des Notfallmanagements in den frühen Phasen eines

⁴⁰ „Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards“, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, 2014

drohenden, bereits eintretenden oder eingetretenen Freisetzungseignisses, werden Dosiswerte⁴¹ vorgegeben, die eine Einhaltung des Referenzwertes der verbleibenden Dosis im ersten Jahr sicherstellen. Für radiologische Entscheidungskriterien über Schutzmaßnahmen des Notfallmanagements ist der Referenzwert der verbleibenden Dosis im ersten Jahr maßgeblich.

Der ANoPI-Bund legt radiologische Kriterien fest, bei deren Unterschreitung die Aufhebung zuvor ergriffener Schutzmaßnahmen zu prüfen ist. Für die meisten Maßnahmen sind die Kriterien identisch zu den Kriterien für die Ergreifung von Maßnahmen. Bei der Prüfung einer möglichen Aufhebung von Schutzmaßnahmen sollen nach den §§ 109 und 111 StrlSchG die Wirksamkeit der bereits getroffenen Maßnahmen, die Dosis, die betroffene Bevölkerungsgruppen bereits aufgenommen haben und voraussichtlich noch aufnehmen werden (Dosisabschätzung), Änderungen der radiologischen Lage und andere Umstände des Notfalls berücksichtigt werden. Nach § 118 StrlSchG ist eine Voraussetzung für die Überführung einer Notfallexpositionssituation in einer bestehenden Expositionssituation eine sichergestellte Unterschreitung des Wertes der effektiven Dosis von 20 mSv pro Jahr bei der betroffenen Bevölkerung.

Die Tabelle 16-1 enthält die in der NDWV festgelegten Dosiswerte für bestimmte frühe Schutzmaßnahmen des Katastrophenschutzes, die unter Annahme eines unterstellten unbedingten Daueraufenthaltes im Freien aus dem gesetzlichen Referenzwert abgeleitet wurden (projizierte Dosis).

⁴¹ „Artikel 2 – Verordnung zur Festlegung von Dosiswerten für frühe Notfallschutzmaßnahmen (Notfall-Dosiswerte-Verordnung – NDWV)“, verkündet als Art. 2 der „Verordnung zur weiteren Modernisierung des Strahlenschutzrechts“, 29. November 2018; (BGBl. I S. 2034); Inkrafttreten gem. Art. 20 Abs. 1 S. 1 dieser Verordnung am 31. Dezember 2018

Tabelle 16-1 Dosiswerte für frühe Schutzmaßnahmen

Maßnahme	Organdosis (Schilddrüse)	Effektive Dosis	Erläuterungen zu Integrationszeiten und Expositionspfaden
Aufenthalt in Gebäuden		10 mSv	Summe aus effektiver Dosis durch äußere Exposition in sieben Tagen und effektiver Folgedosis durch die in diesem Zeitraum inhalierten Radionuklide unter der Annahme eines Aufenthalts im Freien und ohne Berücksichtigung von Schutzfaktoren
Einnahme von Jodtabletten	50 mSv Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren sowie Schwangere		Organ-Folgedosis (Schilddrüse) durch das im Zeitraum von sieben Tagen inhalierte Radiojod unter der Annahme eines Aufenthalts im Freien und ohne Berücksichtigung von Schutzfaktoren
	250 mSv Personen von 18 bis 45 Jahren		
Evakuierung		100 mSv	Summe aus effektiver Dosis durch äußere Exposition in sieben Tagen und effektiver Folgedosis durch die in diesem Zeitraum inhalierten Radionuklide unter der Annahme eines Aufenthalts im Freien und ohne Berücksichtigung von Schutzfaktoren

Frühe Schutzmaßnahmen

Die anlagenexterne Notfallplanung bezieht sich auf die Vorbereitung und Durchführung von Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor den Auswirkungen von Radionuklidfreisetzungen, die Kontaminationen und erhöhte Expositionen zur Folge haben. Prioritär zur Umsetzung dieser Ziele sind als frühe Schutzmaßnahmen des Katastrophenschutzes

- der Aufenthalt in Gebäuden,
- die Einnahme von Kaliumjodidtabletten (Jodtabletten), auch Jodblockade genannt, sowie
- die Evakuierung

vorgesehen. Dabei sind die in der NDWV festgelegten Dosiswerte (→ Tabelle 16-1, Seite 131) als radiologische Kriterien für die Angemessenheit der drei dort genannten Schutzmaßnahmen zugrunde zu legen. Die frühen Schutzmaßnahmen werden situationsabhängig durch verschiedene Begleitmaßnahmen sowie Verhaltensempfehlungen (insbesondere Verzehrempfehlungen) ergänzt.

Planungsgebiete für obige Maßnahmen beruhen bisher auf einer Empfehlung der SSK, die Risikoanalysen des BfS berücksichtigt und zu den vorläufigen Notfallplänen des Bundes gehört. Diese Risikoanalysen berücksichtigen dabei die potenziellen Auswirkungen eines Unfalls. Die angegebenen Abgrenzungen der einzelnen Zonen erfolgen abgestuft nach dem Gefährdungspotential und sind dabei an die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten anzupassen. Die Planungsradien von Kernanlagen sind mit entsprechenden Maßnahmen in Tabelle 16-2 angegeben. Für Kernanlagen, die dauerhaft abgeschaltet sind, sollen die Planungsradien des Leistungsbetriebs zunächst so lange bestehen bleiben, wie noch Kernbrennstoffe in der Anlage sind, jedoch längstens für die Dauer von drei Jahren ab dem Tag der letzten Abschaltung. Danach gelten reduzierte Radien. Die Vorkehrungen zur Jodblockade sind für die Dauer eines Jahres ab dem Tag der letzten Abschaltung beizubehalten. Die Zeitangaben für die Maßnahme „Evakuierung“ gelten ab dem Zeitpunkt der Alarmierung. Zukünftig werden die Planungsgebiete für unterschiedliche Anlagen und daran geknüpfte Anforderungen in einem der BNoPl-Bund festgelegt.

Tabelle 16-2 Planungsradien für frühe Schutzmaßnahmen in der Umgebung von Kernanlagen

Kernanlage	Zone	Radius	Vorgeplante Maßnahmen
Kernanlagen im Leistungsbetrieb Dauerhaft abgeschaltete Kernanlagen mit bestrahlten BE in den ersten 3 Jahren ab dem Tag der letzten Abschaltung	Zentralzone	5 km	— Aufenthalt in Gebäuden — Jodblockade — Evakuierung innerhalb 6 h
	Mittelzone	20 km	— Aufenthalt in Gebäuden — Jodblockade — Evakuierung innerhalb 24 h
	Außenzone	100 km	— Aufenthalt in Gebäuden — Jodblockade
		im gesamten Bundesgebiet	— Jodblockade für Kinder, Jugendliche und Schwangere
Dauerhaft abgeschaltete Kernanlagen mit bestrahlten BE nach 3 Jahren ab dem Tag der letzten Abschaltung	Zentralzone	2 km	— Aufenthalt in Gebäuden — Evakuierung innerhalb 6 h
	Mittelzone	10 km	— Aufenthalt in Gebäuden — Evakuierung innerhalb 24 h
	Außenzone	25 km	— Aufenthalt in Gebäuden
Forschungsreaktoren	Zentralzone	bis 2 km	— Aufenthalt in Gebäuden — Jodblockade — Evakuierung innerhalb 24 h
	Mittelzone	bis 8 km	— Aufenthalt in Gebäuden — Jodblockade
	Außenzone	bis 20 km	— Aufenthalt in Gebäuden — Jodblockade für Kinder, Jugendliche und Schwangere

Merkblätter zur Information über die Verwendung von Jodtabletten sind in der SSK-Empfehlung „Verwendung von Jodtabletten zur Jodblockade der Schilddrüse bei einem Notfall mit Freisetzung von radioaktivem Jod“ enthalten. Die SSK empfiehlt insbesondere Ärzten und Apothekern in potentiellen Verteilungsgebieten, sich vorab mit den Jodmerkblättern und Informationen über die Jodblockade zu versorgen, um mit Patienten vorab eine individuelle Vorgehensweise für den Ereignisfall besprechen zu können.

Darüber hinaus stehen umfangreiche Informationen für die Bevölkerung im Zusammenhang mit der Einnahme von Jodtabletten zur Verfügung, die auf der Internetseite www.jodblockade.de abrufbar sind. Die Jodtabletten werden üblicherweise nur in der Zentralzone vorverteilt, während sie in den anderen Zonen im Ernstfall an Abholzentren verteilt werden. Die genaue Umsetzung ist jedoch Sache der lokalen Katastrophenschutzbehörde. Diese hat sicherzustellen, dass die Verteilung der Jodtabletten in der Zentralzone innerhalb von sechs Stunden und in der Mittelzone innerhalb von zwölf Stunden abgeschlossen ist.

Für den Fall schnell ablaufender Ereignisse mit drohender Kernschmelze ist eine kurzfristige Veranlassung der in Tabelle C.2.5 des ANoPI-Bund festgelegten Reflexmaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung (Warnung der Bevölkerung, Aufenthalt in Gebäuden, Einnahme von Jodtabletten) vorgesehen, die dann ohne Prognoserechnungen ergriffen werden können.

Ergänzend zu diesen Maßnahmen werden für das prognostizierte Gebiet Maßnahmen zur Minderung des Dosisbeitrags über den Nahrungspfad ergriffen sowie Warnungen vor dem Verzehr frisch geernteter kontaminierter Nahrungsmittel ausgesprochen. Wenn keine Prognosen möglich sind, erfolgt dies bis zu den in Tabelle C.2.12 des ANoPI-Bund festgelegten Entfernungen. Nach Vorliegen belastbarer Prognosen oder entsprechender Messdaten werden diese Maßnahmen an die Lage angepasst. Darüber hinaus sind folgende weitere Maßnahmen in die Planungen einzubeziehen:

- Warnung und Unterrichtung der Bevölkerung
- Verkehrslenkung, -regelung und -einschränkung des Straßenverkehrs
- Einrichtung und Betrieb von Notfallstationen
- Dekontamination und ärztliche Betreuung der Einsatzkräfte
- Veranlassung von Verkehrseinschränkungen für Schienenverkehr, Schifffahrt und gegebenenfalls Luftverkehr
- Information der Wassergewinnungs- und Wasserverteilstellen
- Sperrung kontaminierter Wassergewinnungsstellen
- Warnung der Bevölkerung vor Gebrauch des Wassers, vor Wassersport und Fischfang
- Unterrichtung der Schifffahrt
- Sperrung stark kontaminierter Flächen
- Gewährleistung der Nahrungsmittelversorgung
- Gewährleistung der Wasserversorgung
- Versorgung der Tiere mit Futtermitteln, in Sonderfällen Verlegung, gegebenenfalls Tötung und Beseitigung stark kontaminierter Tiere
- Dekontamination von Verkehrswegen, Häusern, Gerätschaften und Fahrzeugen
- Unterbindung des Inverkehrbringens kontaminierter Nahrungs- und Futtermittel

Schutzmaßnahmen und sonstige Maßnahmen in späteren Notfallphasen

Maßnahmen des Notfallmanagements in späteren Notfallphasen dienen dazu, die Exposition der Bevölkerung auch in Gebieten, in denen die frühen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr durch den Katastrophenschutz nicht oder nicht mehr gerechtfertigt sind, zu reduzieren. Hierzu gehören u. a.

- Maßnahmen in Form von Verhaltensempfehlungen für die Bevölkerung,
- Maßnahmen im landwirtschaftlichen Bereich zur Vermeidung oder Verringerung der Kontamination landwirtschaftlicher Produkte sowie landwirtschaftlich genutzter Flächen,
- Maßnahmen zur Dekontamination,
- Maßnahmen zur Unterbindung des Inverkehrbringens kontaminierter Produkte sowie
- Maßnahmen für die Entsorgung von Abfällen und Abwässern.

Fachinformation zu Maßnahmen bei Notfällen

Als fachliche Hilfestellung für die für die Anordnung der Maßnahmen zuständigen Behörden liegt derzeit ein Maßnahmenkatalog als vorläufiger Notfallplan gemäß Anlage 4 Nr. 5 StrlSchG vor. Dieser wird derzeit aktualisiert und soll dann unter dem Titel „Loseblattsammlung zu Schutzmaßnahmen bei radiologischen Notfällen“ als ein den ANoPI-Bund ergänzendes Dokument herausgegeben werden. Die Loseblattsammlung besteht aus zahlreichen Maßnahmenblättern, die sich jeweils interdisziplinär (d. h. aus Sicht des Strahlenschutzes und anderer von der Maßnahme betroffener Sachbereiche) mit einer bestimmten Schutzmaßnahme befassen. Die Maßnahmenblätter enthalten u. a. technisch-organisatorische Informationen, die die zuständigen Behörden bei der Entscheidung über Schutzmaßnahmen sowie bei deren Vorbereitung und Durchführung unterstützen sollen.

Maßnahmen innerhalb der Anlage

Die Vorgehensweisen des Genehmigungsinhabers der Kernanlagen bei Störungen, Störfällen und Notfällen sind in Artikel 19 (iv) beschrieben. Maßnahmen zur Reduzierung der Eintrittshäufigkeit für Unfälle mit schweren BE-Schäden (präventive Notfallmaßnahmen) oder Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen von Unfällen mit schweren BE-Schäden (mitigative Notfallmaßnahmen) wurden bei Errichtung der Kernanlagen implementiert bzw. bei vorhandenen Kernanlagen nachgerüstet. Diese sind in den Artikeln 14 (i) und 18 (i) beschrieben.

Übungen

Um im Ereignisfall die erforderlichen Schutzmaßnahmen erfolgreich durchführen zu können, wird Notfallschutzübungen des Genehmigungsinhabers und der zuständigen Behörden sowie dem Training der Einsatzkräfte innerhalb und außerhalb der Anlage große Bedeutung beigemessen.

Aufgrund der föderalen Struktur in Deutschland ist die Koordination der Notfallmaßnahmen zwischen den verschiedenen Akteuren auf Bundes- und Länderebene sehr komplex. Dies gilt insbesondere für grenznahe ausländische Kernanlagen, bei denen ein schneller Austausch und die Koordination von Informationen über den Anlagenzustand und die Abstimmung von Schutzmaßnahmen über Ländergrenzen hinweg erforderlich ist. Dies berührt die Zuständigkeiten verschiedener Bundes- und Landesbehörden. Auch das Zusammenspiel zwischen dem RLZ-Bund und den anderen Akteuren des deutschen Notfallmanagementsystems sowie den internationalen Partnern wird von den beteiligten Behörden kontinuierlich weiter optimiert.

Übungen des Genehmigungsinhabers einer Kernanlage

Die vorgesehenen Maßnahmen des Genehmigungsinhabers werden durch regelmäßige Übungen trainiert, überprüft und weiterentwickelt. Übungen, die den Einsatz aller in die Notfallorganisation des Genehmigungsinhabers eingebundenen Organisationseinheiten beinhalten, werden entsprechend den „Rahmenempfehlungen für die Planung von Notfallschutzmaßnahmen durch Betreiber von Kernkraftwerken“⁴² im Allgemeinen einmal pro Jahr pro Anlage durchgeführt.

Um möglichst realitätsnah üben zu können, werden die den Übungen zugrundeliegenden Unfallszenarien in der Regel sehr detailliert ausgearbeitet. Typische Übungsszenarien sind Ereignisse mit Kühlmittelverlust, EVA-Ereignisse, Ereignisse mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (Anticipated Transient Without Scram, ATWS) und Ereignisse mit Station Blackout. Diese Ereignisse sind kombiniert mit unzureichender Kernkühlung oder Nachwärmeabfuhr oder unzureichendem Gebäudeabschluss, um entsprechend den Übungszielen auslegungsüberschreitende Situationen zu simulieren. Weiterhin finden auch Ereignisse aus dem Bereich der Anlagensicherung Eingang in das Übungsprogramm der Genehmigungsinhaber. Geübt wird in den Kernanlagen möglichst realistisch, wobei für Übungsszenarien mit Kernanlagen auch die Kraftwerkssimulatoren genutzt werden.

Die jährlichen Übungen sind in der Regel auf den Standort der Kernanlagen begrenzt. In größeren Zeitabständen wird das Zusammenwirken mit dem Krisenstab des Herstellers, der KHG und den für die anlagenexterne Notfallplanung zuständigen Behörden geübt. Dabei werden die Transporte zum und vom Standort sowie der Strahlenschutz im Notfall von der KHG übernommen. Das Werkspersonal wird eingesetzt, um seine „üblichen“ Aufgaben gemäß NHB mit Strahlenschutzrüstung zu erfüllen.

Die zuständigen Behörden werden über die Durchführung einer anlageninternen Übung informiert und nehmen häufig selbst teil, um gleichzeitig die Abläufe innerhalb ihrer eigenen Notfallorganisation zu üben. Diese Zusammenarbeit wird flankiert durch Aufsichtsbesuche, z. B. in Aufsichtsschwerpunkten seitens der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde am Standort. Die Genehmigungsinhaber präsentieren und diskutieren Übungen im Rahmen des Erfahrungsaustausches und -rückflusses, z. B. in VGB-Arbeitskreisen. Standortübergreifend werden auch Übungen anderer Kernanlagen beobachtet.

⁴² Empfehlung der SSK und der RSK „Rahmenempfehlungen für die Planung von Notfallschutzmaßnahmen durch Betreiber von Kernkraftwerken“, zuletzt verabschiedet in der 468. Sitzung der RSK (4. September 2014) und in der 271. Sitzung der SSK (21. Oktober 2014); https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/DE/2014/Notfallmassnahmen_Betreiber_Kernkraftwerke.html

Neben Übungen unter Beteiligung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde und der Sachverständigen finden auch interne Übungen zum Notfallschutz einschließlich der Schnittstellen zum Katastrophenschutz statt. Im aktuellen Berichtszeitraum von 2022 bis 2025 wurden u. a. Übungen

- zum Brandschutz,
- zur Erreichbarkeit,
- zur Anlagensicherung und zum Objektschutz (sonstige Einwirkungen Dritter),
- zu einem auslegungüberschreitenden Störfall bei abgeschalteter Anlage,
- des Krisenstabes sowie
- des Sanitäts- und Rettungsdienstes

durchgeführt. Teilweise fanden Übungen am Simulator unter Einbeziehung des Lagezentrums und des KFÜ des Landes statt.

Übungsberichte über den Verlauf anlageninterner Übungen und wesentliche Erkenntnisse fließen in die Notfallplanung ein und werden den Unterlagen des Notfallschutzes beigelegt. In Schulungsmaßnahmen erhalten die Mitarbeitenden ein Feedback. Die Unterlagen zum Notfallschutz werden regelmäßig auf Vollständigkeit und Richtigkeit überprüft.

Anlagenexterne Übungen

Gemäß den Bestimmungen des StrlSchG führen die Behörden und Organisationen, die gemäß den Notfallplänen des Bundes und der Länder an der Notfallreaktion beteiligt sind, sowie die für die Aus- und Fortbildung der Einsatzkräfte Verantwortlichen regelmäßig Notfallübungen durch. Diese Notfallübungen sind nach Art der Übung, Umfang, Notfallszenarien und Beteiligten angemessen zu differenzieren. Zu erproben und zu üben sind insbesondere

1. die organisatorischen Vorkehrungen für die Notfallreaktion und
2. entsprechend den Notfallplänen der Informationsaustausch und die Zusammenarbeit der an der Notfallreaktion beteiligten Behörden, Organisationen und Strahlenschutzverantwortlichen bei:
 - der Lageerfassung und Lagebewertung,
 - der Abstimmung der Entscheidungen der zuständigen Behörden und
 - der Durchführung angemessener Schutzmaßnahmen.

Die Katastrophenschutzbehörden auf Landes- und Regionalebene führen an den Standorten von Kernanlagen regelmäßig, aufgrund des großen Aufwandes jedoch in Zeitabständen von mehreren Jahren, Katastrophenschutzübungen durch. An diesen externen Übungen nimmt neben den zuständigen Behörden und den fachlichen Beratungsgremien auch der Genehmigungsinhaber der Anlage teil. Bisher wurde eine aktive Beteiligung der potenziell betroffenen Bevölkerung an den Übungen nicht durchgeführt. In einigen Übungen wurde die Verteilung von Jodtabletten bis zu dem Punkt geübt, an dem sie dann an die Bevölkerung ausgehändigt worden wären. Es ist vorgesehen, in künftigen Übungen die Bevölkerung für die Übung der Krisenkommunikation zu involvieren.

Ziele solcher Übungen sind u. a. die Verbesserung der Kommunikation und Zusammenarbeit der verschiedenen beteiligten Stellen und Organisationen im Rahmen des Notfallmanagements sowie das Sicherstellen einer effektiven Arbeit im Notfallschutz. Weitere Übungsziele sind der praktische Einsatz von Kräften im Rahmen der Messaufgaben und spezieller Unterstützungsleistungen, wie etwa die Erprobung kurzfristig eingerichteter Notfallstationen zur Information über Dekontaminationsmaßnahmen und die medizinische Versorgung der Bevölkerung.

Ein Übungsszenario mit dem Schwerpunkt auf anlagenexternen Maßnahmen wird in der Regel von der Behörde erarbeitet. Dabei werden die wesentlichen Aufgaben des Stabes im Katastrophenschutzmanagement geübt. Hierzu gehören insbesondere die Bewertung des RLB, Art und Umfang von Maßnahmen, die Führung der Einsatzkräfte sowie die Information der Bevölkerung.

Lag der Schwerpunkt der bislang durchgeführten Übungen meist auf einem Szenario mit einer unterstellten Freisetzung von Radionukliden in die Umgebung, ohne den konkreten Unfallablauf in der Anlage selbst zu betrachten, werden mit zunehmender Tendenz standortbezogene, sog. integrierte Übungen, abgehalten. Dabei üben sowohl der Genehmigungsinhaber als auch die zuständigen Behörden potenziell betroffener Länder ein anlagenspezifisches Szenario. Diese Übungen zielen darauf ab, die anlagentechnischen Abläufe zu integrieren und die damit

verbundene Kooperation und Kommunikation zwischen Genehmigungsinhaber und zuständigen Behörden zu üben.

Zur Verbesserung der Maßnahmen für den Katastrophenschutz liegen Übungsschwerpunkte zum einen auf Einrichtungen, die auf der Nutzung moderner Informationstechnologien basieren. Hierzu zählen etwa eine gemeinsame Messzentrale, ein Management- und Informationssystem für Katastrophenschutzdaten oder eine ELAN mit entsprechendem Kommunikationskonzept. Zum anderen werden Übungen verstärkt auf die übergreifende Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Organisationen, die mit der Bewältigung eines Unfalls betraut sind, ausgerichtet. Ein Beispiel hierfür ist die LÜKEX-Übung, die im Jahr 2023 durchgeführt wurde und einen Cyberangriff auf das Regierungshandeln unterstellte, und bei der die Aufrechterhaltung der Staats- und Regierungsfunktionen, u. a. durch eine Priorisierung von Geschäftsprozessen, das Ziel für die Übenden war. Im Jahr 2024 beteiligte sich das RLZ-Bund in Form einer Stabsrahmenübung gemeinsam mit Stäben der an der Übung teilnehmenden Bundesländern an einer von Deutschland organisierten Notfallschutzübung. Die Übung unterstellte einen Reaktorunfall eines in der Ostsee havarierten zivilen Eisbrechers und hatte das Ziel, die Kommunikations- und Abstimmungsverfahren zwischen den nationalen behördlichen Strukturen, insbesondere mit dem deutschen Havariekommando, zu prüfen.

Ein weiterer Bestandteil des Übungsgeschehens sind regelmäßig stattfindende Mess- und Probenahmeübungen, um die Einsatzbereitschaft der Messteams und ggf. Beteiligte anderer Stellen wie Labore sicherzustellen und die Abläufe zu optimieren. Im Jahr 2023 war hierzu eine fiktive Freisetzung von Radionukliden aus einer grenznahen ausländischen Kernanlage unterstellt worden, die zu einer Ausrufung des sog. Intensivbetriebs des IMIS führte und damit die Durchführung von Probennahmen und Messungen in einer Vielzahl unterschiedlichen Umweltmedien durch die Messstellen der Länder und der Bundesbehörden notwendig machte. Im Jahr 2024 wurde eine Übung unangekündigt durchgeführt, um die Einsatzbereitschaft und die dann tatsächlich verfügbaren Kapazitäten zur Erfüllung des IMIS-Intensivbetriebs zu überprüfen. Dabei wurden jedoch, anders als in der Übung des Jahres 2023, keine realen Probenahmen vorgenommen. Im Zusammenhang mit dieser sog. IMIS-Übung fand eine Übung der Alarmierungswege zwischen dem RLZ-Bund und den Alarmierungsstellen der Länder sowie den Kopfstellen Strahlenschutz der Länder statt. Ziel war die Überprüfung der dem RLZ-Bund vorliegenden Kontaktdaten der jeweils zu alarmierenden Stellen in den Ländern.

Anlagenexterne Übungen mit internationaler Beteiligung

Im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit sind aufgrund bilateraler Verträge Behörden benachbarter Staaten bei Übungen grenznaher Kernanlagen aktiv oder zumindest beobachtend beteiligt.

Anfang des Jahres 2024 beteiligten sich das RLZ-Bund an einer trilateralen Kommunikationsübung mit Frankreich und Luxemburg. Grundlage war ein von Frankreich unterstelltes Ereignis in einer französischen Kernanlage.

Grundsätzlich nehmen an den regelmäßigen Übungen der EU (ECURIE⁴³-Übungen), der IAEO (CONVEX-Übungen) und der OECD/NEA (INEX-Übungen) entsprechend ihrer Zuständigkeit Mitarbeitende des RLZ-Bund teil. Darüber hinaus sind je nach Übungslage auch unterstützende Stellen, andere Bundesressorts und die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder beteiligt. Im Jahr 2024 nahm das RLZ-Bund zusammen mit Fachbehörden aus diversen Sachbereichen an vier Modulen der als Planspiel konzipierten INEX 6-Übung teil, die insbesondere die Phasen nach einer Freisetzung in den Fokus nahm. Deutschland plant, im Jahr 2025 an einer CONVEX-3 Übung teilzunehmen.

Um die nukleare Notfallvorsorge international auf einem ausreichend hohen Stand fortzuschreiben und zu harmonisieren, arbeiten Personal des BMUKN und Fachleute im Auftrag des BMUKN für Deutschland in den entsprechenden Gremien mit, wie z. B. OECD/NEA, IAEO und EU sowie in der Arbeitsgruppe zum radiologischen Notfallschutz „Working Group Emergencies“ (WGE), der Heads of European Radiation Control Authorities (HERCA) des europäischen Verbandes der Regulatoren im Strahlenschutz.

⁴³ European Community Urgent Radiological Information Exchange

Behördliche Überprüfung

Anlageninterne behördliche Überprüfungen

Das Thema „Vorkehrungen für Notfälle“ ist ein eigenständiger Inspektionsbereich und umfasst u. a. die Kontrolle der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Notfallübungen der Betreiber. Dies wird durch die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden regelmäßig überprüft.

Anlagenexterne Überprüfungen

Die externen Notfallpläne für ortsfeste Anlagen oder Einrichtungen mit besonderem Gefahrenpotential werden genau wie die übrigen Notfallpläne von Bund und Ländern regelmäßig hinsichtlich Veränderungen des Standes von Wissenschaft und Technik, der Erfahrungsrückflüsse aus Notfallübungen und Erkenntnissen aus Notfällen im In- oder Ausland überprüft und gegebenenfalls von den zuständigen Behörden und Organisationen angepasst.

16 (2) Information der Bevölkerung und der Nachbarstaaten

Information der Bevölkerung

Die Information der Bevölkerung im Zusammenhang mit radiologischen Notfällen ist im StrlSchG, in der StrlSchV sowie im ANoPI-Bund geregelt. Dies betrifft sowohl behördliche Zuständigkeiten und Pflichten der Betreiber als auch die zu übermittelnden Inhalte. Weitere Konkretisierungen werden in einem den ANoPI-Bund ergänzenden Krisenkommunikationsplan sowie den weiteren Notfallplänen des Bundes und der Länder festgelegt. Grundsätzlich wird zwischen der Information über mögliche Notfälle im Rahmen der Notfallvorsorge und der Information bei einem eingetretenen Notfall unterschieden.

Information der Bevölkerung im Rahmen der Notfallvorsorge

Nach Maßgabe der gesetzlichen Regelungen veröffentlichen die zuständigen Stellen des Bundes und der Länder die jeweiligen Notfallpläne.

Nach Maßgabe des § 105 StrlSchG und des § 106 StrlSchV sind der Bevölkerung, die von Notfällen betroffen sein kann, weitere Informationen zur Verfügung zu stellen. Dazu gehören u. a.

- Grundbegriffe der Radioaktivität und Auswirkungen der Radioaktivität auf Menschen und Umwelt,
- die in den Notfallplanungen berücksichtigten Notfälle und ihre Folgen für Bevölkerung und Umwelt,
- geplante Maßnahmen zur Warnung und zum Schutz der Bevölkerung und
- Empfehlungen für das Verhalten der Bevölkerung bei möglichen Notfällen.

Realisiert wird dies durch Informationen auf Internetseiten und Broschüren. Die relevante Informationsseite der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden ist das vom BMUKN herausgegebene Informationsportal von Bund und Ländern (→ Artikel 8 (ii), Seite 66), das u. a. auch Verlinkungen zu anderen Internetseiten beinhaltet, wie etwa jener zur Jodblockade und zur Broschüre „Ratgeber für Notfallvorsorge und richtiges Handeln in Notsituationen“ des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK). Die Genehmigungsinhaber erarbeiteten Broschüren, die an die Haushalte in der Umgebung der Kernanlagen zugestellt wurden und die auf deren Internetseiten abrufbar sind. Die zum Schutz der Öffentlichkeit bestimmten Informationen und die Art und Weise, in der die Informationen zu geben, zu wiederholen und auf den neusten Stand zu bringen sind, sind mit den zuständigen Katastrophenschutzbehörden abzustimmen.

Auch die Informationen und Verhaltensempfehlungen der zuständigen Behörden des Bundes und der Länder sind regelmäßig und bei wesentlichen Änderungen zu aktualisieren und in aktualisierter Fassung unaufgefordert zu veröffentlichen. Sie müssen der Öffentlichkeit ständig zugänglich sein.

Information der Bevölkerung im Notfall

Bei einem sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignis in einer Kernanlage, das zu einem Notfall in der Umgebung führen kann oder führen wird, unterrichten die zuständigen Behörden nach Maßgabe des § 112 StrlSchG i.V.m. Anlage 7 StrlSchG und des ANoPI-Bund unverzüglich und wiederkehrend die möglicherweise betroffene Bevöl-

kerung und geben Verhaltensempfehlungen. Sofern der Notfall zu einer Katastrophe führt oder führen kann, bestehen parallele Zuständigkeiten der Katastrophenschutzbehörden und des RLZ-Bund. Die Abgrenzung dieser Zuständigkeiten sowie die erforderliche Abstimmung sind im ANoPI-Bund geregelt und werden im Krisenkommunikationsplan weiter konkretisiert. Die an die Bevölkerung zu übermittelnden Informationen betreffen u. a.

- Art und Merkmale des Notfalls, insbesondere Ursprung, Ausbreitung und voraussichtliche Entwicklung,
- Verhaltensempfehlungen (z. B. Verbleib im Haus, Verzehreinschränkungen) und Warnhinweise für bestimmte Bevölkerungsgruppen und
- die Empfehlung, den Anweisungen und Aufrufen der zuständigen Behörden Folge zu leisten.

Die erste Alarmierung der Bevölkerung kann mittels des Modulare Warnsystems (MoWaS) des BBK erfolgen. Dieses System kann im Kernnetz auch bei einem Ausfall der öffentlichen Stromversorgung sowie des Internets betrieben werden. Eine im Bevölkerungsschutz verantwortliche Person kann unmittelbar alle in ihrem Verantwortungsbereich vorhandenen Alarmierungs- und Warnsysteme zeitgleich auslösen. Zu diesen Systemen zählen beispielsweise Radio, Fernsehen, digitale Stadtinformationstafeln, Sirenen und Fahrgastinformationssysteme. Mit der in Deutschland zum 23. Februar 2023 neu eingeführten Technik „Cell Broadcast“ werden Warnungen über den Mobilfunk direkt an moderne Mobiltelefone und Smartphones geschickt. Die Notfall-Informations- und Nachrichten-App des Bundes (Warn-App NINA) ist an MoWaS angeschlossen und eine von mehreren Warn-Apps, die beliefert werden. Über die Warn-App NINA können z. B. schnell und effektiv Warnmeldungen und Notfalltipps auf Smartphones herausgegeben werden. Für Notfälle ist das RLZ-Bund mit einem MoWaS-Terminal ausgestattet. Zudem können alle Lagezentren der Länder und viele bereits angeschlossenen Leitstellen von Städten und Kommunen (untere Katastrophenschutzbehörden) das Warnsystem nutzen. Die technische Basis für MoWaS wurde aus dem bundeseigenen, für den Zivilschutz konzipierten, Satellitengestützten Warnsystem weiterentwickelt. Derzeit sind in der Bundesrepublik Deutschland ca. 108 nutzungsberechtigte MoWaS-Stationen im gesicherten Kernnetz angeschlossen. Über webbasierte Zugänge sind weitere ca. 130 Stationen im Netz, die jedoch auf die Funktion des Internets angewiesen sind.

Bei einer Vorwarnstufe (Voralarm) sind z. B. folgende Informationen und Anweisungen an die Bevölkerung zu geben:

- Aufforderung, Rundfunk- und Fernsehgeräte einzuschalten
- vorbereitende Anweisungen für bestimmte Institutionen
- Empfehlungen für besonders betroffene Berufszweige

Neben Regelungen der Zuständigkeiten sind Verfahren enthalten, nach denen die verschiedenen beteiligten Institutionen die Inhalte ihrer Informationen abstimmen. Weiterhin ist festgelegt, wie es dem Bürger ermöglicht wird, mit den zuständigen Behörden für den Katastrophenschutz in Kontakt zu treten und über welche Medien die Öffentlichkeit informiert wird. Mustertexte für die Information der Bevölkerung sind in den „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“⁴⁴ niedergelegt. Die Eignung der vorbereiteten Maßnahmen zur Information der Öffentlichkeit wird in den Übungen überprüft.

Gemäß den Bestimmungen des StrlSchG arbeiten bei einem Notfall die Behörden und Organisationen, die an Entscheidungen über Schutzmaßnahmen oder deren Durchführung beteiligt sind, nach Maßgabe der Notfallpläne zusammen. Die Entscheidungen und Schutzmaßnahmen, einschließlich der Verhaltensempfehlungen, sind im erforderlichen Umfang aufeinander abzustimmen, soweit die rechtzeitige Durchführung angemessener Schutzmaßnahmen dadurch nicht verhindert oder unangemessen verzögert wird. Das RLZ-Bund ist zuständig für die Koordinierung der Schutzmaßnahmen und der Maßnahmen zur Information der Bevölkerung innerhalb der Bundesregierung und mit den Ländern sowie mit ausländischen Staaten, der EU und mit internationalen Organisationen.

Information der Nachbarstaaten

Gemäß der Richtlinie 2013/59/Euratom arbeiten die EU-Mitgliedstaaten hinsichtlich möglicher Notfälle, die sich in ihrem Hoheitsgebiet ereignen und auf andere Mitgliedstaaten oder Drittländer auswirken können, mit anderen Mitgliedstaaten und Drittländern zusammen, um die Organisation des Strahlenschutzes in diesen Mitgliedstaaten bzw. Drittländern zu erleichtern. Im StrlSchG wurde hierzu festgelegt, dass die für die Ausarbeitung der Notfallpläne zuständigen Behörden sich im Rahmen ihrer Zuständigkeiten nach den Grundsätzen der Gegenseitigkeit

⁴⁴ SSK-Empfehlung „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ 274. Sitzung der SSK, 19./20. Februar 2015; https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/DE/2015/Rahmenempfehlungen_Katastrophenschutz.html

und Gleichwertigkeit mit Drittstaaten, um eine Abstimmung ihrer Notfallpläne mit anderen Mitgliedstaaten der EU und Euratom bemühen, soweit dies zur Vorbereitung einer koordinierten Notfallreaktion erforderlich ist. Deutschland hat mit einigen Nachbarländern, wie z. B. den Niederlanden und der Schweiz, bilaterale Pläne/Kodizes für den direkten bilateralen Daten- und Informationsaustausch vereinbart. Diese Dokumente regeln organisatorische und technische Details des Datenaustausches in unterschiedlicher Ausführlichkeit. In der Regel ist das BfS für den internationalen Datenaustausch zuständig. Insbesondere bei Kernanlagen im Grenzbereich kann der grenzüberschreitende Datenaustausch aber auch auf Länderebene erfolgen. Bilaterale Arbeitsgruppen überprüfen routinemäßig die gemeinsamen Regeln für den Daten- und Informationsaustausch und bewerten und aktualisieren deren Umsetzung auf jährlichen Treffen. An diesen Sitzungen nimmt in der Regel Personal der Bundes-, Landes- und Kommunalbehörden teil.

In Deutschland ist das RLZ-Bund zuständig für den Informationsaustausch über die radiologische Lage und über deren Bewertung mit ausländischen Staaten, der EU und internationalen Organisationen sowie für die Koordinierung der Schutzmaßnahmen und der Maßnahmen zur Information, soweit keine andere Zuständigkeit durch ein Gesetz oder aufgrund eines Gesetzes festgelegt ist.

Die in den Überwachungsprogrammen erhobenen Messdaten und die vom Genehmigungsinhaber übermittelten Lageeinschätzungen bilden in einer Notfallexpositionssituation die Grundlagen für das RLB. Das RLB bildet die Basis für die Berichterstattungen nach der EU-Vereinbarung zum beschleunigten Informationsaustausch und nach dem „Übereinkommen über die frühzeitige Benachrichtigung bei nuklearen Unfällen“ und dient ebenso als Grundlage für den Informationsaustausch zur Erfüllung bilateraler Vereinbarungen. Dadurch wird eine zeitgerechte Information der Nachbarstaaten Deutschlands sichergestellt.

Bilaterale Vereinbarungen zur Hilfeleistung in Katastrophenfällen hat Deutschland mit allen neun Nachbarstaaten abgeschlossen. Darüber hinaus bestehen entsprechende Hilfeleistungsvereinbarungen mit Litauen, Ungarn und der Russischen Föderation. Aufgrund derartiger Vereinbarungen bestehen auf regionaler Ebene an den grenznahen Standorten von Kernanlagen direkte Informations- und Datenaustauschwege zwischen den für diese Anlage zuständigen Katastrophenschutzbehörden oder den Organisationen zur Ermittlung der radiologischen Lage und den Behörden des Nachbarlandes.

Die sonstige grenzüberschreitende Zusammenarbeit mit benachbarten und anderen Ländern zur nuklearen Sicherheit wird unter Artikel 17 (iv) behandelt.

16 (3) Notfallvorsorge bei Vertragsparteien ohne Kernanlagen

Entfällt für Deutschland.

Fortschritte und Veränderungen seit 2022

Im Berichtszeitraum wurde im Bereich der Notfallvorsorge im November 2023 der ANoPI-Bund als allgemeine Verwaltungsvorschrift erlassen.

Dieser stellt eine wichtige Ergänzung des rechtlichen und administrativen Rahmens für die Notfallvorsorge und -reaktion dar und soll auf Grundlage im Voraus abgestimmter optimierter Schutzstrategien ein rechtzeitiges, effektives und koordiniertes Handeln aller an der Notfallreaktion beteiligten Behörden und Organisationen und eine einheitliche Bewertung der radiologischen Lage sicherstellen.

Im Jahr 2023 fand eine IRRS Follow-up Mission statt. Im Zusammenhang mit der Notfallvorsorge und -reaktion gab es aus der IRRS Hauptmission zwei Hinweise, die im Rahmen der Follow-up Mission erfolgreich abgeschlossen werden konnten⁴⁵.

Das BMUKN beauftragte die SSK mit Beratungen zu diversen Fragestellungen, die für die Notfallvorsorge und -reaktion relevant sind. Im Berichtszeitraum publizierte die SSK drei Empfehlungsdokumente. Im Jahr 2023 wurden Empfehlungen zu Mindestanforderungen an Kliniken hinsichtlich struktureller, personeller und apparativer Kapazitäten und zu Inhalten für ein Curriculum sowie ein Vorschlag zur Implementierung dieser Empfehlungen in das Notfallmanagementsystem des Bundes und der Länder mit dem Dokument „Medizinisches Management von Strahlennotfällen – Voraussetzungen und Organisation“ herausgegeben. Auf Grundlage der Erfahrungen aus

⁴⁵ „Report of the IRRS Follow-up Mission to Germany“, Oktober 2023,
https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/irrs_follow-up_mission_final_report_bf.pdf

dem Reaktorunfall in Fukushima und der aktuellen Leitlinie der WHO zur Jodblockade der Schilddrüse veröffentlichte die SSK im Jahr 2024 auf Wunsch des BMUKN eine Aktualisierung der Publikation „Verwendung von Jodtabletten zur Jodblockade der Schilddrüse bei einem kerntechnischen Unfall“. Infolge einer veränderten Einschätzung der Sicherheitslage in Deutschland wurde die SSK im März 2022 vom BMUKN mit der Bewertung beauftragt, inwiefern die verschiedenen für radiologische Notfälle vorgeplanten Schutzmaßnahmen auch im Falle eines Nuklearschlags grundsätzlich effektiv und aus radiologischer Sicht angemessen sein können und welche besonderen Anforderungen bei der Durchführung dieser Maßnahmen zu beachten wären. Die Empfehlung wurde im letzten Quartal des Jahres 2024 veröffentlicht und zielt auf eine angemessene Verbesserung der aktuellen Vorbereitung in Deutschland ab.

17 Standortwahl

ARTICLE 17 SITING

Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that appropriate procedures are established and implemented:

- i) for evaluating all relevant site-related factors likely to affect the safety of a nuclear installation for its projected lifetime;
- ii) for evaluating the likely safety impact of a proposed nuclear installation on individuals, society and the environment;
- iii) for re-evaluating as necessary all relevant factors referred to in sub-paragraphs (i) and (ii) so as to ensure the continued safety acceptability of the nuclear installation;
- iv) for consulting Contracting Parties in the vicinity of a proposed nuclear installation, insofar as they are likely to be affected by that installation and, upon request providing the necessary information to such Contracting Parties, in order to enable them to evaluate and make their own assessment of the likely safety impact on their own territory of the nuclear installation.

Artikel 17 Standortwahl

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen, dass geeignete Verfahren geschaffen und angewendet werden,

- i) um die Bewertung aller standortbezogenen einschlägigen Faktoren zu ermöglichen, welche die Sicherheit einer Kernanlage während ihrer vorgesehenen Lebensdauer beeinträchtigen könnten;
- ii) um die Bewertung der mutmaßlichen Auswirkungen unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit einer vorgesehenen Kernanlage auf den Einzelnen, die Gesellschaft und die Umwelt zu ermöglichen;
- iii) um soweit notwendig die Neubewertung aller einschlägigen Faktoren, auf die unter den Ziffern i und ii Bezug genommen wird, zu ermöglichen, damit die Sicherheitsakzeptanz gewährleistet bleibt;
- iv) um Konsultationen mit Vertragsparteien in der Nachbarschaft einer vorgesehenen Kernanlage aufnehmen zu können, soweit sie durch diese Anlage betroffen sein könnten und um die Übermittlung der notwendigen Informationen an solche Vertragsparteien auf deren Verlangen zu ermöglichen, damit diese die mutmaßlichen Auswirkungen auf die Sicherheit ihres Gebiets selbst beurteilen und eigene Bewertungen vornehmen können.

Wie bereits in der Einführung beschrieben sind aufgrund der in Deutschland beendeten Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität (Leistungsbetrieb von Kernanlagen) einige der dargestellten Informationen nicht mehr relevant.

17 (i) Standortbewertung

Da in Deutschland nach § 7 Abs. 1 AtG keine weiteren Genehmigungen „für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität“ erteilt werden dürfen, beschränken sich die Ausführungen zu Artikel 17 auf die den Kernanlagen zugrundeliegenden Auslegungsanforderungen sowie auf die periodische Neubewertung der Standorteigenschaften im Rahmen der SÜ. Bei der Auslegung der deutschen Kernanlagen wurden die damals gültigen Anforderungen des nationalen kerntechnischen Regelwerks zu EVA, insbesondere Erdbeben, Hochwasser, FLAB und Explosionsdruckwelle, berücksichtigt. Im Rahmen der alle zehn Jahre durchzuführenden SÜ diente das zum Zeitpunkt der Überprüfung gültige nationale kerntechnische Regelwerk als Bewertungsmaßstab.

Vorgehensweisen und Kriterien bei der Standortwahl

Die bundeseinheitlichen Bewertungskriterien für die Standortwahl sind in den „Bewertungsdaten für Kernkraftwerksstandorte“ beschrieben. Diese enthalten wesentliche Aspekte, die die Eignung des Standortes hinsichtlich Raumordnung und Landesplanung sowie Umweltschutz, Naturschutz und Landschaftspflege betreffen. Bezüglich der kerntechnischen Sicherheit wurden u. a. folgende Punkte berücksichtigt:

- Meteorologie hinsichtlich der Ausbreitungsbedingungen
- Hydrologie hinsichtlich Kühlwasserverfügbarkeit, Ableitungen radioaktiver Stoffe über den Wasserpfad und Trinkwasserschutz
- Bevölkerungsverteilung in der Umgebung des Standorts
- geologische Beschaffenheit des Baugrundes inklusive seismologischer Betrachtungen zum Standort
- weitere naturbedingte oder zivilisatorische EVA (u. a. Hochwasser, FLAB, Explosionsdruckwelle, Eindringen gefährlicher Stoffe)

- Verkehrswege hinsichtlich Zugänglichkeit und Zufahrtsmöglichkeiten
- Abstand zu militärischen Anlagen

Auslegung gegen zivilisatorische und naturbedingte Einwirkungen von außen

Bei der Errichtung der deutschen Kernanlagen wurden für die Anforderungen an die Auslegung und an die Schutzmaßnahmen gegen EVA die Vorgaben des jeweils gültigen nationalen kerntechnischen Regelwerks zugrunde gelegt. In den Fällen, in denen das nationale kerntechnische Regelwerk noch keine detaillierten Vorgaben enthielt, wurden konkrete Festlegungen im Genehmigungsverfahren getroffen. Auf wesentliche Entwicklungsschritte der Anforderungen wird nachfolgend eingegangen. Die in diesem Zusammenhang relevante Neubewertung von Kernanlagen wird in Artikel 17 (iii) behandelt.

Alle Kernanlagen an Standorten mit entsprechender Gefährdung wurden bei ihrer Errichtung nicht nur gegen naturbedingte EVA wie Wind und Schnee, sondern auch gegen Hochwasser und Erdbeben ausgelegt. Dabei kamen sowohl kerntechnische Regeln als auch konventionelle bautechnische Regelwerke zur Anwendung. Je nach Auslegung der Kühlwasserversorgung des Not- und Nachkühlsystems der Anlage bestehen auch zusätzliche sicherheitstechnische Anforderungen. Entsprechend der jeweiligen Standortgegebenheiten wurde gegebenenfalls nachgewiesen, dass die Kühlwasserversorgung auch unter möglichen ungünstigen Bedingungen, wie z. B. Niedrigwasser des Flusses oder Versagen einer Staustufe, sichergestellt ist.

Auslegung gegen Hochwasser

Die Anforderungen für Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser aufgrund hoher Abflussraten im Fluss und aufgrund von Sturmfluten sind in der KTA-Regel 2207 „Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser“ enthalten, die Ende 2022 überarbeitet wurde. Gemäß dieser Regel ist grundsätzlich ein permanenter Hochwasserschutz vorzusehen. Unter speziellen Randbedingungen darf die Differenzhöhe zwischen dem Wasserstand beim Hochwasser mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von $10^{-2}/a$ und dem Bemessungswasserstand von $10^{-4}/a$ auch durch temporäre Maßnahmen abgedeckt werden. Eine zusätzliche Bewertung der Robustheit der Kernkraftwerke gegen Hochwasser wurde von der RSK nach dem Reaktorunfall in Fukushima durchgeführt. Grundlage für diese Bewertung war die Annahme eines Hochwassers mit einer um eine Größenordnung geringeren Wahrscheinlichkeit als das Bemessungshochwasser (d. h. ein Hochwasser mit einer Eintrittshäufigkeit von $10^{-5}/a$). Die Bewertung führte zu dem Ergebnis, dass selbst für ein Hochwasserereignis mit dieser geringen Wahrscheinlichkeit genügend Sicherheitsreserven vorhanden sind. Die Bewertung wurde von den Betreibern im Hinblick auf die der Auslegung zugrundeliegenden Untersuchungen und Nachuntersuchungen im Rahmen des Nationalen Aktionsplans nach Fukushima erneut bewertet. Es ergaben sich keine zusätzlichen notwendigen Maßnahmen.

Vor dem Hintergrund internationaler Entwicklungen, z. B. Issue T der WENRA SRL, hat die RSK verschiedene Aspekte im Zusammenhang mit der Ermittlung des Bemessungshochwassers diskutiert und geprüft, inwieweit Festlegungen im Verhältnis zu den einschlägigen aktuellen Anforderungen im deutschen Regelwerk zu empfehlen sind. Als wichtigste Aspekte wurden eine systematische Bewertung von Unsicherheiten innerhalb der Hochwassergefahrenanalyse und ein Vergleich des ermittelten Bemessungshochwassers mit historischen Ereignissen identifiziert.

Die Standorte der Kernanlagen liegen größtenteils an Flüssen im Landesinnern und in einigen Fällen an Flussmündungen mit Tideeinfluss. In den meisten Fällen wurden ausreichend hoch gelegene Standorte gewählt. In allen anderen Fällen wurden sicherheitsrelevante Bauwerke mit einer Abdichtung versehen, der Beton wasserundurchlässig ausgeführt und grundsätzlich die Höhenlage von Öffnungen (z. B. Türen) oberhalb des höchsten zu erwartenden Hochwassers festgelegt. Teilweise schließt das Hochwasserschutzkonzept auch Deiche mit ein. Falls diese permanenten Schutzmaßnahmen nicht ausreichen, sind mobile Barrieren zur Absperrung von Öffnungen vorhanden.

Die Anforderungen an den Hochwasserschutz wurden im Jahr 2016 durch eine Stellungnahme der RSK⁴⁶ dahingehend ergänzt, dass die Unsicherheiten bei der Ermittlung des Bemessungshochwassers systematisch zu erfassen und zu bewerten sind. Hinsichtlich epistemischer Unsicherheiten soll dies durch die Anwendung unterschiedlicher

⁴⁶ RSK-Stellungnahme „Aspekte der Ermittlung des standortspezifischen Bemessungshochwassers“; 481. Sitzung der RSK, 10. Februar 2016; www.rskonline.de/sites/default/files/reports/epanlagersk481homepage_0.pdf

Verfahren zur Ermittlung des Bemessungshochwassers und durch einen Vergleich der Ergebnisse erfolgen. Zusätzlich soll das erzielte Berechnungsergebnis auch mit historischen Hochwasserereignissen in der Region verglichen werden.

Auslegung gegen Erdbeben

Für die Auslegung gegen Erdbeben wird seit 1990 entsprechend der KTA-Regel 2201.1 „Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen; Teil 1: Grundsätze“ ein Bemessungserdbeben (früher „Sicherheits-erdbeben“) zugrunde gelegt. Das nach der früheren Fassung aus dem Jahr 1975 zusätzlich zu berücksichtigende, sog. Auslegungserdbeben wurde durch ein „Inspektionsniveau“ ersetzt, bei dessen Überschreitung der Anlagenzustand zu überprüfen ist. Seit Inkrafttreten der Fassung der KTA-Regel 2201.1 im November 2011 wird das Bemessungserdbeben auf der Grundlage deterministischer und probabilistischer Analysen ermittelt. Nach den früheren Fassungen der KTA-Regel 2201.1 wurde das Bemessungserdbeben rein deterministisch ermittelt. Bei beiden Vorgehensweisen ist eine größere Umgebung des Standortes (mindestens 200 km Umkreis) zu berücksichtigen. Für die deterministische Bestimmung des Bemessungserdbebens ist auf Grundlage aufgetretener Ereignisse ein Erdbeben mit den für den Standort größten anzunehmenden seismischen Einwirkungen zugrunde zu legen, das nach wissenschaftlichen Erkenntnissen zu erwarten ist. Die probabilistische Bestimmung der Kenngrößen des Bemessungserdbebens ist für eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von $10^{-5}/a$ (Median) vorzunehmen. Das Bemessungserdbeben wird dann unter Abwägung der Ergebnisse beider Analysen endgültig festgelegt. Je nach Standort liegt die Intensität des der Auslegung zugrunde gelegten Bemessungserdbebens zwischen VI (Mindestauslegung für Standorte mit geringer seismischer Gefährdung) und maximal VIII (MSK-Skala). Der RSK-Ausschuss Anlagen- und Systemtechnik (AST) hat drei Nachbewertungen für Einwirkungen an deutschen Kernkraftwerksstandorten diskutiert und kam zu dem Schluss, dass die Anforderungen der KTA 2201.1 nach Stand der Technik eine angemessene Bewertungsgrundlage für Erdbeben bilden.

Die Bauwerke, Komponenten und Anlagenteile wurden bei den nicht mehr im Leistungsbetrieb befindlichen Kernanlagen älterer Baulinien zum Teil mit vereinfachten (quasistatischen) Verfahren und daraus folgenden konstruktiven Vorgaben bemessen. Im Rahmen der SÜ wurden zur Nachbewertung auch bei diesen Anlagen zusätzlich dynamische Analysemethoden angewendet.

Ergeben Nachbewertungen bei Kernkraftwerken, die den Leistungsbetrieb eingestellt haben, dass sich die Erdbebengefährdung erhöht hat, kann die Behörde aufsichtliche Maßnahmen einleiten und Auflagen erteilen (z. B. die Auslagerung des radioaktiven Materials oder Nachrüstungen wie verstärkte Halterungen für Rohre). Dabei wird die Angemessenheit der Maßnahme berücksichtigt.

Im Rahmen der zehnjährigen Sicherheitsüberprüfung (SÜ) der kerntechnischen Anlagen wird auch der Einfluss des Standortes auf die Sicherheit der kerntechnischen Anlagen neu bewertet. Darüber hinaus wurde im Rahmen des EU-Stresstests eine außerplanmäßige Überprüfung des Einflusses der Standortbedingungen auf die Sicherheit aller kerntechnischen Anlagen durchgeführt. Die Überprüfung ergab u. a., dass für das Erdbebenrisiko an allen Standorten aufgrund der konservativen Auslegung und der seismischen Aktivität an den Standorten Sicherheitsmargen gegenüber den Auslegungsanforderungen bestehen.

Somit ist das radioaktive Material auch in einer Anlage, die nicht mehr in Betrieb ist, ausreichend gegen Erdbeben geschützt.

Schutz gegen Flugzeugabsturz (FLAB)

Der Schutz gegen FLAB bezieht sich auf den zufälligen unfallbedingten Absturz eines Flugzeuges auf sicherheitsrelevante Anlagenbereiche. Die Schutzmaßnahmen wurden vor dem Hintergrund der in den 1970er Jahren zunehmenden Anzahl von Kernanlagen in Deutschland und unter dem Eindruck der damals hohen Absturzrate von Militärflugzeugen implementiert. Basis war eine Analyse der Absturzhäufigkeiten (Trefferhäufigkeit für sicherheitstechnisch wichtige Gebäude im Mittel etwa 10^{-6} pro Jahr und Anlage) und der mit einem solchen Absturz verbundenen Belastungen des Reaktorgebäudes. Ab Mitte der 1970er Jahre wurden Lastannahmen für die Einwirkungen des Absturzes eines schnell fliegenden Militärflugzeuges entwickelt, die für die Schutzmaßnahmen bei den nachfolgend errichteten Kernanlagen zur weiteren Risikominderung zugrunde gelegt wurden. Die in den SiAnf enthaltenen Anforderungen zum Schutz gegen FLAB gehen auf die Empfehlungen der RSK aus dem Jahr 1981 zurück. Als Lastannahme wird ein standortunabhängiges Stoßlast-Zeit-Diagramm entsprechend dem Aufprall einer schnellfliegenden Militärmaschine vom Typ „Phantom“ (Masse: 20 t, Geschwindigkeit: 215 m/s) auf

eine starre Wand festgelegt. Weiterhin wurde u. a. festgelegt, dass die Auswirkungen von Trümmern und Treibstoffbränden sowie die durch den Flugzeugaufprall induzierten Erschütterungen bei der Auslegung zu beachten sind. Seit Ende der 1980er Jahre ist die Absturzrate schnell fliegender Militärflugzeuge aber erheblich zurückgegangen, so dass die Absturzhäufigkeit heute um etwa zwei Größenordnungen geringer einzuschätzen ist.

Bei den älteren Baulinien der nicht mehr im Leistungsbetrieb befindlichen Kernanlagen wurde der anlagentechnische Schutz gegen die Folgen eines FLAB durch zusätzliche, räumlich von der zu schützenden eigentlichen Reaktoranlage getrennte Notstandssysteme verbessert. Die Notstandssysteme können das Einhalten der Schutzziele („Kontrolle der Reaktivität“, „Kühlung der Brennelemente“ und „Einschluss der radioaktiven Stoffe“ (→ Artikel 19 (iv), Seite 163)) auch dann gewährleisten, wenn wichtige Anlagenteile in Folge von EVA zerstört werden. Durch die geografische Anordnung der Gebäude ist gewährleistet, dass die sowohl im zentralen Reaktorbereich als auch in den Notstandssystemen vorhandenen Sicherheitseinrichtungen in Folge der unterstellten Schadensereignisse nicht gleichzeitig funktionsunfähig werden. Die Reichweite des Schutzes dieser Kernanlagen gegen FLAB wurde durch nachträgliche Überprüfungen der Auslegungsreserven der sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude ausgewiesen und im Rahmen von Nachrüstmaßnahmen ausgeweitet. So wurden neue Gebäude nach den erhöhten Anforderungen ausgelegt und die Maßnahmen gegen induzierte Erschütterungen verbessert.

Die Auslegung der neueren Baulinien gegen FLAB erstreckte sich neben dem Reaktorgebäude auch auf weitere Gebäude mit Systemen, die der Beherrschung dieses Ereignisses dienen (z. B. das Notspeisegebäude bei neueren DWR). Weiterhin wurden Schutzmaßnahmen gegen die im Fall eines FLAB induzierten Erschütterungen von Einbauten und Komponenten durchgeführt, z. B. durch Entkopplung von Decken und Innenwänden von der Außenwand oder durch eine spezielle Bemessung.

Die SiAnf fordern neben dem Stoßlast-Zeit-Diagramm als Lastannahme die Berücksichtigung folgender Punkte:

- induzierte Erschütterungen durch den Aufprall eines Flugzeugs
- Treibstoffbrand auf dem Anlagengelände
- Explosion von Treibstoff außerhalb von Gebäuden
- Brand oder Explosion von ins Gebäude eingedrungenen Treibstoffs
- Eindringen von Verbrennungsprodukten in Lüftungssysteme
- Schutz gegen Einwirkungen von Trümmerteilen

Komponenten und Systeme, die hohe Aktivitäten von radioaktiven Stoffen enthalten (z. B. Ionenaustauscher der Kühlmittelreinigungsanlage), sind gesondert gegen die Einwirkungen bei FLAB zu schützen, um eine Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu vermeiden.

Die RSK hat im Jahr 2021 die „Zusammenfassende Stellungnahme der RSK zu zivilisatorisch bedingten Einwirkungen, Flugzeugabsturz“⁴⁷ veröffentlicht.

Schutz gegen Explosionsdruckwelle

Die Anforderungen zum Schutz von Kernanlagen gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen bei Unfällen außerhalb der Anlage sind in den 1970er Jahren aufgrund standortspezifischer Gegebenheiten an Flüssen mit entsprechendem Schiffsverkehr und explosionsfähigem Transportgut entstanden. Die Schutzmaßnahmen gehen von einem maximalen Überdruck von 0,45 bar am Ort der Anlage und der Annahme aus, so dass ein bestimmter Sicherheitsabstand zu potentiellen Explosions- bzw. Freisetzungsorten (z. B. Transportwege, Industrieanlagen) eingehalten wird. Sie sind in der „Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen durch Auslegung der Kernkraftwerke hinsichtlich ihrer Festigkeit und induzierten Schwingungen sowie durch Sicherheitsabstände“ geregelt.

Behördliche Maßnahmen

Nach der Standortvorauswahl durch den Antragsteller folgte ein dem atomrechtlichen Genehmigungsverfahren vorgelagertes Raumordnungsverfahren. Dieses berücksichtigte alle Einflüsse des vorgesehenen Projektes auf Be-

⁴⁷ RSK-Stellungnahme „Zusammenfassende Stellungnahme der RSK zu zivilisatorisch bedingten Einwirkungen, Flugzeugabsturz“, 524. Sitzung der RSK, 21. Oktober 2021, https://www.rskonline.de/sites/default/files/reports/EP_Anlage1_RSK524_Stgn_FLAB_hp.pdf

völkerung, Verkehrswege, Landesentwicklung, Landschaftsschutz und den Naturschutz. Im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren (→ Artikel 7 (2ii), Seite 42) wurde neben den Eigenschaften des Standortes die Auslegung der Anlage gegen EVA geprüft. Weiterhin wurde geprüft, ob öffentliche Interessen der Wahl des Standortes entgegenstehen. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wurde von den jeweils zuständigen Behörden untersucht, ob auch die Anforderungen des Wasserrechts, des Immissionsschutzes sowie des Naturschutzes eingehalten werden. Die Errichtungs- und Betriebsgenehmigungen der deutschen Kernanlagen wurden alle vor Inkrafttreten der europäischen „Richtlinie 2011/92/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2011 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten“ (UVP-Richtlinie) erteilt. Prüfungen zu den Umweltauswirkungen wurden ausschließlich nach nationalem Recht vorgenommen.

Bei atomrechtlichen Genehmigungsverfahren im Rahmen von wesentlichen Anlagenänderungen werden gemäß AtG auch die Umweltauswirkungen nach dem UVPG geprüft.

17 (ii) Bewertung der mutmaßlichen Auswirkungen der Anlage auf die Umgebung

Bei den Auswirkungen, die eine in Betrieb befindliche Kernanlage auf die Umgebung und die dort lebende Bevölkerung hat oder haben kann, ist zu unterscheiden zwischen konventionellen Auswirkungen, wie sie auch von anderen Industrieanlagen ausgehen können, und den radiologischen Auswirkungen sowohl bei bestimmungsgemäßem Betrieb der Anlage als auch bei Störfällen.

Konventionelle Auswirkungen der Anlage auf die Umgebung

Die Wärmeeinleitung in Flüsse oder Gewässer durch Abgabe von aufgewärmtem Kühlwasser im Leistungsbetrieb darf die im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren festgelegten Grenzwerte nicht überschreiten. Hierbei setzen die wasserrechtlichen Vorschriften hinsichtlich der Erwärmung des Flusswassers in der Regel engere Grenzen als die sicherheitstechnischen Anforderungen. Sofern aufgrund extremer Witterungsbedingungen eine Überschreitung der zulässigen Aufwärmspanne absehbar ist, muss die betroffene Kernanlage entsprechend ihren Regelungen im BHB das Leistungsniveau reduzieren oder gegebenenfalls abfahren.

Die zuletzt in Deutschland noch in Betrieb befindlichen Kernanlagen sind Anlagen an Flusstandorten. Die zulässigen Wärmeabgaben sind in den anlagen- und standortspezifischen Genehmigungen geregelt. Grundlage hierfür sind u. a. die Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie) und das Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Technisch gesehen spielen die hydrologischen Parameter des jeweiligen Flusses, wie Abfluss, Fließgeschwindigkeit, vorhandene Wassertemperatur, jahreszeitliche Veränderungen etc. eine wesentliche Rolle bei der Bestimmung der zulässigen Grenztemperaturen und Heizspannen, die in der Regel zu einer spezifischen Wärmeabgabe über Kühltürme führen. Für eine ungefähre Einordnung des Temperaturbereichs werden im Folgenden exemplarische Werte, die bei verschiedenen Anlagen variieren können, angegeben:

- Die berechnete Mischtemperatur des Flusswassers nach Einleiten und vollständiger Durchmischung des Kühlwassers darf 28 °C nicht überschreiten.
- Die Kühlwassertemperatur an der Einleitungsstelle (vor der Vermischung) darf 35 °C nicht überschreiten.
- Das in den Fluss eingeleitete Kühlwasser darf bei Durchlaufkühlung und Einleitungskühlung nicht um mehr als 10 K wärmer sein als das dem Fluss entnommene Wasser.
- Die berechnete Erwärmungsspanne im Fluss durch das eingeleitete Kühlwasser darf 1 K nicht überschreiten.

Für die Nutzung von Wasser und die Einleitung von Kühl- und Abwasser wird ein eigenes Genehmigungsverfahren nach dem Wasserrecht in Abstimmung mit dem atomrechtlichen Genehmigungsverfahren durchgeführt.

Weiterhin sind Auswirkungen der Anlage oder von Anlagenteilen auf die Umwelt (z. B. Luft, Lärm, Licht) gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und den zugehörigen Verordnungen zu betrachten. Dazu wurden bei der Errichtung der Anlage entsprechende Genehmigungen von der atomrechtlichen Genehmigung mit einbezogen (§ 8 AtG). Nachträgliche Änderungen der Anlage oder des BImSchG erfordern entsprechende Änderungsverfahren. Das betrifft z. B. die meist konventionell befeuerte Hilfskesselanlage und freistehende Transformatoren > 220 kV. Sofern die Änderungen auch Einfluss auf die kerntechnische Sicherheit haben, ist ebenfalls die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde einzubinden, ansonsten ist diese lediglich zu informieren.

Radiologische Auswirkungen beim Betrieb der Anlage und bei Störfällen

Im bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage und bei Störfällen sind die im Strahlenschutzrecht festgelegten Dosisgrenzwerte und Planungswerte für die Exposition der Bevölkerung einzuhalten. Diese werden in Artikel 15 behandelt.

Umsetzung der Anforderungen im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren

Das atomrechtliche Genehmigungsverfahren (→ Artikel 7, Seite 31) ist in der AtVfV geregelt. Die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde kann eine Kernanlage gemäß § 15 Abs. 2 S. 1 AtVfV nur dann genehmigen, wenn die Genehmigungsvoraussetzungen erfüllt sind bzw. ihre Erfüllung durch Nebenbestimmungen sichergestellt werden kann. Zu den Genehmigungsvoraussetzungen gehören die in diesem Artikel beschriebenen Anforderungen an die konventionellen und radiologischen Auswirkungen der Kernanlage auf die Umgebung. Deren Einhaltung muss die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren überprüfen. Durch Regelungen der AtVfV ist sichergestellt, dass die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde diese Prüfung durchführt und bei ihrer Entscheidung berücksichtigt. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang § 14a AtVfV.

Der § 14a Abs. 1 AtVfV verpflichtet die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde bei UVP-pflichtigen Vorhaben – wie etwa der Errichtung oder gegebenenfalls auch der wesentlichen Veränderung einer Kernanlage – vor der Genehmigungsentscheidung eine zusammenfassende Darstellung zu erarbeiten. Sie umfasst die für die Entscheidung über den Genehmigungsantrag bedeutsamen Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt, d. h. den Menschen und seine Gesundheit, Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft, etc. Diese Darstellung beruht auf den Unterlagen des Antragsstellers, verschiedenen behördlichen Stellungnahmen, den Ergebnissen eigener behördlicher Ermittlungen sowie den Äußerungen und Einwendungen Dritter.

Der § 14a Abs. 2 S. 1 AtVfV bestimmt, dass die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt auf Grundlage der zusammenfassenden Darstellung nach den für ihre Entscheidung maßgeblichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften zu bewerten hat. Nach § 14a Abs. 2 S. 4 AtVfV hat die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde die vorgenommene Bewertung oder Gesamtbewertung bei der Entscheidung über den Antrag nach Maßgabe der hierfür geltenden Rechtsvorschriften zu berücksichtigen.

17 (iii) Neubewertung der standortspezifischen Gegebenheiten

Maßnahmen zur Neubewertung

Die Ausführungen zu Artikel 17 (i) beschreiben die Auslegung der deutschen Kernanlagen gegen EVA. Die im Abstand von zehn Jahren durchzuführenden SÜ (→ Artikel 14 (i), Seite 97) beinhalten auch Neubewertungen der getroffenen Schutzmaßnahmen gegen EVA unter Berücksichtigung der Fortentwicklung des Kenntnisstandes. Im Ergebnis dieser Überprüfungen wurden, sofern erforderlich, Maßnahmen getroffen bzw. geplant.

Als Maßstab für die Bewertung des Schutzes gegen EVI und EVA sowie des Schutzes gegen Notstandsfälle dienen die SiAnf (insbesondere Anhang A des „Leitfaden Sicherheitsstatusanalyse“).

In den SiAnf wird im Abschnitt 2.4 (1) gefordert: *„Alle Einrichtungen, die erforderlich sind, um den Kernreaktor sicher abzuschalten und in abgeschaltetem Zustand zu halten, die Nachwärme abzuführen oder eine Freisetzung radioaktiver Stoffe zu verhindern, sind so auszulegen und müssen sich dauerhaft in einem solchen Zustand befinden, dass sie ihre sicherheitstechnischen Aufgaben auch bei Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen erfüllen“* (→ Anhang 3, Seite 186). Dabei sind insbesondere folgende Einwirkungen zu berücksichtigen:

- naturbedingte EVA, wie Erdbeben, Überflutung, extreme meteorologische Bedingungen (z. B. hohe oder niedrige Temperaturen von Außenluft oder Kühlwasser, Sturm, Schneefall, Vereisung, Blitzschlag) oder biologische Einwirkungen, soweit sie standortspezifisch in Betracht zu ziehen sind, und
- zivilisatorisch bedingte EVA, wie FLAB, anlagenexterne Explosionen, Einwirkungen von gefährlichen Stoffen und sonstige zivilisatorisch bedingte Einwirkungen (z. B. Einwirkung von Treibgut, Verlust von Kühlwasser durch Staustufenversagen flussabwärts, Folgen aus Schiffsunfällen).

Unfallbedingter FLAB, Explosionsdruckwelle und die Einwirkung gefährlicher Stoffe werden im nationalen kern-technischen Regelwerk als Notstandsfälle bezeichnet. Notstandsfälle werden mit Hilfe besonders geschützter Notstandseinrichtungen beherrscht. An sie sind geringere Redundanzanforderungen zu stellen als an Einrichtungen zur Beherrschung von Auslegungsstörfällen, bei denen im Einwirkungsfall der Einzelfehler und der gleichzeitige Instandhaltungsfall beherrscht werden müssen.

Behördliche Bewertungen und Aktivitäten

Die gemäß AtG vorzulegenden bzw. vorgelegten SÜ der Kernanlagen werden mit Unterstützung von Sachverständigenorganisationen und unter Anwendung der aktuellen Leitfäden von der zuständigen Aufsichtsbehörde geprüft.

17 (iv) Konsultationen mit Nachbarstaaten

Internationale Abkommen und europäisches Recht

Deutschland ist Vertragspartei des „Übereinkommens über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen“ (Espoo-Konvention). Die Vorgaben der Espoo-Konvention werden auf Ebene der EU durch die UVP-Richtlinie umgesetzt. Diese internationalen und europäischen Pflichten zur grenzüberschreitenden Beteiligung wurden insbesondere durch eine Ergänzung der AtVfV umgesetzt. Insbesondere werden die Behörden benachbarter Staaten am atomrechtlichen Genehmigungsverfahren beteiligt, wenn ein Vorhaben erhebliche Auswirkungen in einem anderen Staat haben könnte.

Darüber hinaus wird die Europäische Kommission zur Prüfung eventueller Auswirkungen von Vorhaben auf Nachbarstaaten gemäß Artikel 37 des Euratom-Vertrags über jeden Plan zur Ableitung radioaktiver Stoffe aller Art unterrichtet. Hierzu werden allgemeine Angaben über den Standort und die wesentlichen Merkmale der Kernanlage, mindestens sechs Monate bevor diese Ableitungen von den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden genehmigt werden, übermittelt. Dies dient zur Feststellung möglicher Auswirkungen in anderen Mitgliedsländern. Nach Anhörung einer Sachverständigengruppe nimmt die Kommission Stellung zum Vorhaben.

Bilaterale Abkommen mit Nachbarstaaten

Deutschland tauscht regelmäßig Informationen mit seinen Nachbarstaaten in Angelegenheiten der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes aus.

So bestehen derzeit mit acht der neun Nachbarstaaten Deutschlands (Belgien, Niederlande, Frankreich, Schweiz, Österreich, Tschechien, Dänemark und Polen) bilaterale Abkommen zum zwischenstaatlichen Informationsaustausch insbesondere über grenznahe kerntechnische Einrichtungen.

Mit diesen Ländern finden jährliche Treffen zur Konsultation zwischen den atomrechtlichen Aufsichtsbehörden in Fragen der kerntechnischen Sicherheit und des Strahlenschutzes statt. Der zwischenstaatliche Informationsaustausch beinhaltet insbesondere die Berichterstattung über

- Entwicklungen in der Atomenergiepolitik und im Strahlenschutz,
- Entwicklungen des Atom- und Strahlenschutzrechts sowie des untergesetzlichen Regelwerks,
- technische oder genehmigungsrelevante Änderungen kerntechnischer Einrichtungen, sowie
- Betriebserfahrung, insbesondere zu meldepflichtigen Ereignissen.

Bei den jährlich stattfindenden bilateralen Sitzungen sind von deutscher Seite das BMUKN, die zuständigen Behörden der angrenzenden Bundesländer sowie ggf. anlassbezogen weitere Teilnehmerinnen und Teilnehmer vertreten.

Durch den Informationsaustausch im Rahmen der bilateralen Zusammenarbeit werden die Nachbarstaaten in die Lage versetzt, mögliche Auswirkungen grenznaher kerntechnischer Einrichtungen auf die Sicherheit des eigenen Landes besser einzuschätzen. Die Informations- und Hilfevereinbarungen für Notfälle mit benachbarten und anderen Ländern und weitere Vereinbarungen mit anderen Ländern sowie mit der IAEO und der EU werden in Artikel 16 (2) behandelt.

Umsetzung der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“

Im Rahmen der in Artikel 14 (i) beschriebenen zehnjährlichen SÜ der Kernanlagen wird auch der Einfluss des Standortes auf die Sicherheit der Kernanlagen jeweils neu bewertet (→ Artikel 17 (iii), Seite 148). Zusätzlich wurde im Rahmen des EU-Stresstests eine außerplanmäßige Überprüfung des Einflusses der Standortbedingungen auf die Sicherheit für alle Kernanlagen durchgeführt. Die Überprüfung ergab u. a.,

- dass sich für die Gefährdung durch Erdbeben an allen Standorten zeigte, dass aufgrund der konservativen Auslegung und der seismischen Aktivität an den Standorten Sicherheitsmargen gegenüber den Auslegungsanforderungen bestehen und
- dass das Schutzkonzept aller Kernanlagen in Deutschland gegen Überflutung oberhalb des Auslegungserignisses (Überschreitungswahrscheinlichkeit 10^{-4} pro Jahr) zusätzliche Sicherheitsmargen enthält.

Auf Grundlage weiterer Untersuchungen der Genehmigungsinhaber geht die RSK davon aus, dass auch hinsichtlich auslegungsüberschreitender wetterbedingter Einwirkungen Sicherheitsmargen vorhanden sind.

Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder bestätigten, dass sich die Berichte der Genehmigungsinhaber in Übereinstimmung mit den EU-Stresstest-Anforderungen befinden.

18 Auslegung und Bau

ARTICLE 18 DESIGN AND CONSTRUCTION

Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that:

- i) the design and construction of a nuclear installation provides for several reliable levels and methods of protection (defense in depth) against the release of radioactive materials, with a view to preventing the occurrence of accidents and to mitigating their radiological consequences should they occur;
- ii) the technologies incorporated in the design and construction of a nuclear installation are proven by experience or qualified by testing or analysis;
- iii) the design of a nuclear installation allows for reliable, stable and easily manageable operation, with specific consideration of human factors and the man-machine interface.

Artikel 18 Auslegung und Bau

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen,

- i. dass die Auslegung und der Bau einer Kernanlage mehrere zuverlässige Ebenen und Methoden zum Schutz (Konzept der gestaffelten Sicherheitsebenen) gegen die Freisetzung radioaktiven Materials vorsehen, um Unfälle zu verhüten und, falls sie eintreten, ihre radiologischen Folgen zu mildern;
- ii. dass sich die bei der Auslegung und dem Bau einer Kernanlage eingesetzten Techniken durch Erfahrung beziehungsweise durch Erprobung oder Analyse bewährt haben;
- iii. dass die Auslegung einer Kernanlage den zuverlässigen, beständigen und leicht zu handhabenden Betrieb ermöglicht, wobei die menschlichen Faktoren und die Mensch-Maschine-Schnittstelle besondere Berücksichtigung finden.

Wie bereits in der Einführung beschrieben sind aufgrund der in Deutschland beendeten Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität (Leistungsbetrieb von Kernanlagen) einige der dargestellten Informationen nicht mehr relevant.

18 (i) Umsetzung des gestaffelten Sicherheitskonzepts

Überblick

Das AtG fordert nach § 7 Abs. 2 die Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb von Kernanlagen. Hierfür wird der Stand von Wissenschaft und Technik als Maßstab für die Erteilung einer Genehmigung definiert. In den SiAnf wird in Abschnitt 2 (1) gefordert: *„Zur Einhaltung der radiologischen Sicherheitsziele sind die im Kernkraftwerk vorhandenen radioaktiven Stoffe durch technische Barrieren bzw. Rückhaltefunktionen mehrfach einzuschließen und deren Strahlung ausreichend abzuschirmen. Die Wirksamkeit der Barrieren und Rückhaltefunktionen ist durch die Erfüllung von Schutzzielen abzusichern. Es ist ein gestaffeltes Sicherheitskonzept zu realisieren, das die Erfüllung der Schutzziele und die Erhaltung der Barrieren und Rückhaltefunktionen auf mehreren gestaffelten Sicherheitsebenen sowie bei Einwirkungen von innen und außen gewährleistet“.*

Konkretisiert wird dies durch Anforderungen hinsichtlich eines Konzeptes der gestaffelten Sicherheitsebenen, eines Konzeptes des gestaffelten Einschlusses der radioaktiven Inventare (Barrierenkonzept), eines Schutzzielkonzeptes, eines Schutzkonzeptes gegen EVI und EVA sowie gegen Notstandsfälle.

Umsetzung

Die wesentlichen Anforderungen der SiAnf sind bereits in der Auslegung der ersten Baulinien zugrunde gelegt worden. Für die Planung, Implementierung und Durchführung von Maßnahmen sowie für die Auslegung, Fertigung und den Betrieb von Einrichtungen auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4a sind folgende sicherheitsfördernde Grundsätze anzuwenden:

- begründete Sicherheitszuschläge in Abhängigkeit der sicherheitstechnischen Bedeutung des Systems
- inhärent sicher wirkende Mechanismen
- Verwendung qualifizierter Werkstoffe, Fertigungs- und Prüfverfahren
- Instandhaltungs- und prüffreundliche Gestaltung von Einrichtungen
- ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze
- hohe Qualität bei Fertigung, Errichtung und Betrieb
- Durchführung von WKP

- Überwachung des Anlagenzustandes
- Konzept zur Erkennung von betriebs- und alterungsbedingten Schäden
- Auswertung und sicherheitsbezogene Berücksichtigung von Betriebserfahrung

Für die Sicherheitssysteme auf der Sicherheitsebene 3 sind folgende Auslegungsgrundsätze anzuwenden, um die erforderliche Zuverlässigkeit zu gewährleisten:

- Redundanz
- Diversität
- Entmaschung redundanter Teilsysteme
- räumliche Trennung redundanter Teilsysteme
- sicherheitsgerichtetes Systemverhalten bei Fehlfunktion von Teilsystemen oder Anlagenteilen
- Bevorzugung passiver Sicherheitseinrichtungen
- hohe Verfügbarkeit von erforderlichen Hilfs- und Versorgungssystemen
- Automatisierung (Handmaßnahmen durch die Schichtmannschaft in den ersten 30 Minuten eines Störfallablaufs nicht notwendig, aber möglich)

Hauptziel des 30-Minuten-Kriteriums ist es, dem Wartenpersonal ausreichend Zeit zu geben, die Unfallsequenz zu erkennen, die Erfüllung der grundlegenden Sicherheitsfunktionen zu überprüfen und mit Hilfe der im BHB und NHB beschriebenen Verfahren zu entscheiden, welche Maßnahmen eingeleitet werden müssen, um den Auslegungsstörfall zu beherrschen und eine Eskalation zu schwereren Unfallbedingungen zu vermeiden (→ Artikel 19(iii), Seite 161). Für einige wenige Auslegungsereignisse (z. B. Dampferzeugerrohrbrüche) sind im BHB manuelle Verfahren beschrieben, um eine optimierte Strategie für den Umgang mit dem spezifischen Ereignis zu verfolgen.

Diese Prinzipien sind anlagenspezifisch in allen deutschen Kernanlagen, soweit technisch möglich und sinnvoll, realisiert.

Die Redundanztrennung ist nicht nur bei der Verfahrenstechnik, sondern gleichermaßen bei der Leit- und Elektrotechnik realisiert. Durch physikalische oder räumliche Trennung sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen ist eine Beeinflussung von Nachbarredundanzen beispielsweise bei systemeigenen Störungen (z. B. durch Strahlkräfte), bei Überflutung, im Brandfall oder bei EVA ausgeschlossen. Das Prinzip der Diversität ist auf Komponentenebene vor allem dort realisiert, wo das Potential für systematische Fehler (z. B. aufgrund GVA) groß und von hoher sicherheitstechnischer Bedeutung ist.

Im Folgenden werden die Sicherheitsebenen beschrieben. Die Nachrüstmaßnahmen zur Stärkung des gestaffelten Sicherheitskonzepts werden aufgeführt. Weitere Nachrüstmaßnahmen sind in Artikel 14 beschrieben.

Sicherheitsebene 1

Ziel der Sicherheitsebene 1 ist die Gewährleistung des Normalbetriebs (ungestörter, bestimmungsgemäßer Betrieb) und die Vermeidung von Störungen.

Sicherheitsebene 2

Ziel der Sicherheitsebene 2 ist die Beherrschung von Störungen und die Vermeidung von Störfällen. Die Sicherheitsebene ist charakterisiert durch den gestörten, bestimmungsgemäßen Betrieb.

Eine besondere Bedeutung kommt auf der Sicherheitsebene 2 den Begrenzungseinrichtungen zu, die dem Reaktorschutzsystem vorgelagert sind. Nach Aufgabe und Anforderung werden drei Arten von Begrenzungseinrichtungen unterschieden. Die Begrenzungen sollen bei Betriebsstörungen automatisch Prozessvariablen auf vorgegebene Werte begrenzen, um die Verfügbarkeit der Anlage zu erhöhen (Betriebsbegrenzungen), um Ausgangszustände für zu berücksichtigende Störfälle einzuhalten (Zustandsbegrenzungen) und Sicherheitsvariablen auf Werte zurückführen, bei denen die Fortführung des bestimmungsgemäßen Betriebes zulässig ist (Schutzbegrenzungen).

Ziel ist es, insgesamt eine weitgehende Automatisierung zur Entlastung des Menschen von kurzzeitigen Maßnahmen sowie umfassende präventive Maßnahmen gegen Ausweitungen von Betriebsstörungen zu Störfällen und eine hohe Toleranz gegen menschliche Fehlhandlungen zu erreichen.

Sicherheitsebene 3

Ziel der Sicherheitsebene 3 ist die Beherrschung von Auslegungsstörfällen und das Verhindern von Mehrfachversagen von Sicherheitseinrichtungen. Hierzu werden hochzuverlässige Sicherheitssysteme und das Reaktorschutzsystem eingesetzt.

Sicherheitsebene 4a

Ziel der Sicherheitsebene 4a ist die Beherrschung von Ereignissen mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (ATWS).

Sicherheitsebene 4b

Ziel der Sicherheitsebene 4b ist die Beherrschung von Ereignissen mit Mehrfachversagen von Sicherheitssystemen zur Vermeidung von Unfällen mit schweren BE-Schäden.

Hierzu kommen präventive Maßnahmen des anlageninternen Notfallschutzes (Sicherheitsebene 4b) zum Einsatz, welche der Erhaltung oder Wiederherstellung der Kernkühlung dienen und die Anlage in einen sicheren Zustand überführen sollen.

Sicherheitsebene 4c

Nach den SiAnf (Abschnitt 2.1 (3b)), sind auf der Sicherheitsebene 4c „mitigative Maßnahmen des anlageninternen Notfallschutzes vorzusehen, mit denen, unter Einschluss aller verfügbaren Maßnahmen und Einrichtungen, bei Unfällen mit schweren Brennelementschäden die Integrität des Sicherheitsbehälters so lange wie möglich erhalten wird, Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung unter Beachtung von Nummer 2.5 (1) ausgeschlossen oder begrenzt werden und ein langfristig kontrollierbarer Anlagenzustand erreicht werden kann“.

Durch die mitigativen Maßnahmen der Sicherheitsebene 4c sollen Ereignisse, die zu

- Freisetzungen radioaktiver Stoffe aufgrund eines frühzeitigen Versagens des Sicherheitsbehälters sowie
- Freisetzungen radioaktiver Stoffe, welche räumlich umfangreiche und zeitlich langandauernde Maßnahmen des anlagenexternen Notfallschutzes erfordern,

führen könnten, unter Einschluss aller verfügbaren Maßnahmen und Einrichtungen, praktisch ausgeschlossen werden. Ist dies nicht möglich sollen die radiologischen Auswirkungen so weit begrenzt werden, dass Maßnahmen des anlagenexternen Notfallschutzes nur in räumlich und zeitlich begrenztem Umfang erforderlich werden. Der praktische Ausschluss von Ereignissen mit frühen oder großen Freisetzungen wird für die im Leistungsbetrieb befindlichen Kernanlagen durch das Zusammenwirken von Anlagenbetrieb, hoher Zuverlässigkeit des Sicherheitssystems und einem umfassenden anlageninternen Notfallschutz nachgewiesen.

Nach den SiAnf kann das Eintreten eines Ereignisses, einer Ereignisfolge oder eines Zustands als ausgeschlossen gelten, wenn sein Eintreten physikalisch unmöglich ist oder wenn mit einem hohen Maß an Aussagesicherheit das Eintreten als extrem unwahrscheinlich angesehen werden kann. In den deutschen Rechtsverordnungen gibt es keine ausdrücklichen quantitativen Ausschlusskriterien. Richtwerte für die Gruppierung von Ereignissen gibt die RSK-Stellungnahme „RSK-Verständnis der Sicherheitsphilosophie“.⁴⁸

Die SiAnf fordern in Abschnitt 4.4 „Unfälle mit schweren Brennelementschäden“, dass für Ereignisabläufe oder Anlagenzustände, für die keine Notfallmaßnahmen vorgeplant wurden oder für die die implementierten Notfallmaßnahmen nicht wirksam sind, Handlungsempfehlungen für den Krisenstab vorzuhalten sind. In allen deutschen Kernanlagen werden diese Handlungsempfehlungen für den Krisenstab in Form des HMN als Ergänzung zum

⁴⁸ RSK-Stellungnahme „RSK-Verständnis der Sicherheitsphilosophie“, 460. Sitzung der RSK, 29.08.2013; <https://www.rskonline.de/sites/default/files/reports/epanlagersk460hp05122013.pdf>

bestehenden NHB vorgehalten. Die in diesen Handbüchern enthaltenen Strategien und Prozeduren entsprechen den internationalen Empfehlungen zu SAMG.

Verbesserungen in der Anlagentechnik aufgrund deterministischer und probabilistischer Bewertungen seit 2022

Die kontinuierliche Verbesserung der nuklearen Sicherheit ist seit jeher ein wichtiges Merkmal des deutschen Regelungsumfelds. Seit Beginn der Nutzung der Kernenergie in Deutschland wurden kontinuierlich sicherheitstechnische Nachrüstungen an deutschen Kernanlagen durchgeführt. Diese Nachrüstungen basierten technisch auf Erkenntnissen aus Lessons Learned, Betriebserfahrungen, Sicherheitsanalysen sowie Erkenntnissen aus Forschung und Entwicklung. Das nationale kerntechnische Regelwerk in Deutschland wird ständig weiterentwickelt und kontinuierlich an den fortschreitenden Stand von Wissenschaft und Technik angepasst. Das BMUKN hält sich kontinuierlich über die Entwicklungen im Bereich der nuklearen Sicherheit auf dem Laufenden. Liegen im Rahmen der laufenden Aufsicht (§ 19 AtG) neue sicherheitstechnische Erkenntnisse vor, wird deren Übertragbarkeit auf andere kerntechnische Anlagen und die Notwendigkeit möglicher Nachrüstungsmaßnahmen geprüft. Durch die im deutschen Regelwerk verankerten Prozesse sind in deutschen Kernanlagen zahlreiche Sicherheitsverbesserungen umgesetzt worden. Insbesondere wurden sicherheitstechnische Verbesserungen aufgrund einer umfangreichen Analyse der Betriebserfahrungen in- und ausländischer Kernanlagen identifiziert. Die Änderungs- und Verbesserungsmaßnahmen seit 2022 resultierten maßgeblich aus dem Erfahrungsrückfluss aufgrund von WLN der GRS. Auch konnten die Ergebnisse der Robustheitsanalysen zum Erhalt der Vitalfunktionen bei auslegungüberschreitenden Einwirkungen und Anlagenzuständen zur Umsetzung gebracht werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Deutschland sehr gute Erfahrungen mit dem Ansatz der kontinuierlichen Verbesserung seiner Kernanlagen gemacht hat, sowohl durch kontinuierliche als auch durch ergänzende periodische SÜ. Diese Verfahren gewährleisteten im Berichtszeitraum, dass die deutschen Kernanlagen ein hohes Sicherheitsniveau erreichten, das den notwendigen Vorkehrungen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik zur Schadensvermeidung entsprach.

Behördliche Überprüfungen und Überwachung

Die Auslegung und Errichtung einer Kernanlage nach dem nationalen kerntechnischen Regelwerk und der Genehmigungsvorgang sind in Artikel 7 beschrieben. In diesem Rahmen werden die international anerkannten Auslegungsgrundsätze wie z. B. Redundanz, Einzelfehlerkonzept und räumliche Trennung berücksichtigt. Im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren wurde z. B. nachgewiesen, dass die für alle Auslegungsstörfälle (Ereignisse der Sicherheitsebene 3) unter konservativen Randbedingungen ermittelten Freisetzungen radioaktiver Stoffe zu Dosen führen, die deutlich unterhalb der Planungswerte des § 94 StrlSchV liegen.

Nach dem gleichen Verfahren wie bei der Errichtung einer Kernanlage (→ Artikel 7, Seite 31) wird bei Nachrüstungen oder sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenänderungen vorgegangen. Hier gibt es jedoch ein abgestuftes Vorgehen, das sich an der sicherheitstechnischen Bedeutung der geplanten Maßnahme orientiert. Die behördlich festgelegten Vorgehensweisen bei Änderungen oder Nachrüstungen sind im Grundsatz für alle Kernanlagen gleich. Es wird zwischen Änderungen unterschieden, die einem formalisierten Änderungsverfahren unterliegen, und Änderungen, die diesem Verfahren nicht unterliegen. Zu den ersten gehören sicherheitsrelevante Änderungen an Systemen, Komponenten, Bauwerken und Betriebsvorschriften. Die Ersatzteilbeschaffung, redaktionelle Änderungen in Unterlagen oder Änderungen an nicht qualifizierten Komponenten unterliegen z. B. nicht dem Änderungsverfahren. Um den Aufwand zu begrenzen, sind Änderungen in Kategorien aufgeteilt. Dabei orientiert sich die Zuordnung einer Änderung zu einer Kategorie an der sicherheitstechnischen Bedeutung der Änderung. Änderungen der niedrigsten Kategorie können in Eigenverantwortung des Genehmigungsinhabers durchgeführt werden. Änderungen der nächsthöheren Kategorie bedürfen der Zustimmung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde, während Änderungen der höchsten Kategorie der Genehmigung durch die zuständige Genehmigungsbehörde des Landes bedürfen. Zur ersten Kategorie gehören beispielsweise Änderungen, die eine Zunahme des Aktivitätsinventars in der Anlage aufgrund einer Leistungserhöhung zur Folge haben. Zur niedrigsten Kategorie gehören Änderungen, die das Sicherheitsniveau der Anlage nicht berühren können. Dem Änderungsverfahren unterliegen neben technischen Änderungen und Änderungen bei betrieblichen Festlegungen z. B. auch organisatorische Änderungen. Abhängig von der Änderungsmaßnahme, werden am atomrechtlichen Genehmigungsverfahren auch andere Behörden wie Baubehörden, Gewerbeaufsicht oder Umweltschutzbehörden beteiligt.

Die Zweckmäßigkeit und Wirksamkeit aller ursprünglich vorhandenen und nachgerüsteten Einrichtungen und Maßnahmen wird laufend anhand der anfallenden Betriebserfahrung (→ Artikel 14, Seite 94 und Artikel 19,

Seite 170) und der GEA einschließlich des Zusammenspiels von MTO (→ Artikel 12, Seite 84 und Artikel 19, Seite 170) auch im Hinblick auf weitere Optimierungsmöglichkeiten überprüft. Eine weitere behördliche Kontrolle erfolgt im Rahmen der SÜ (→ Artikel 14, Seite 97).

18 (ii) Eignung und Bewährung der eingesetzten Technologien

Gesetzliche und regulatorische Anforderungen für den Einsatz von betriebsbewährten oder ausreichend geprüften Technologien

Die SiAnf fordern im Abschnitt 3 „Technische Anforderungen“ die Verwendung qualifizierter Werkstoffe und betriebsbewährter oder ausreichend geprüfter Einrichtungen.

Ein Qualitätssicherungssystem gemäß KTA-Regel 1401 „Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung“ stellt sicher, dass die Anforderungen erfüllt und aufrechterhalten werden. Das Regelwerk des KTA stellt weitere weitreichende Anforderungen an Eignung und Bewährung der eingesetzten Technologien und die Zuverlässigkeit der sicherheitstechnisch wichtigen Strukturen, Systeme und Komponenten (SSC). Die Anforderungen sind entsprechend der sicherheitstechnischen Bedeutung der Einrichtung gestuft. Präzisierungen zur technischen Ausführung sind in Regeln und Richtlinien enthalten. Dies sind im Wesentlichen die folgenden Regeln der KTA-Reihen:

- 1400 „Qualitätssicherung“
- 3200 „Primär- und Sekundäreinschluss“
- 3400 „Sicherheitseinschluss“
- 3500 „Instrumentierung und Reaktorschutz“
- 3700 „Energie- und Medienversorgung“
- 3900 „Systeme, sonstige“

Maßnahmen zur Einführung bewährter Technologien

Werkstoffe und Konstruktion

Für die eingesetzten Werkstoffe gibt es allgemeine Anforderungen nach dem konventionellen und nationalen kerntechnischen Regelwerk zum Eignungsnachweis. Die Eignungsnachweise folgen weitgehend der sich aus der technischen Erfahrung gebildeten Praxis für überwachungsbedürftige Industrieanlagen und aus den bauaufsichtlichen Vorschriften. Bei Kernanlagen sind der Umfang und die Art der Nachweise entsprechend der sicherheitstechnischen Bedeutung der Komponenten gegenüber den konventionellen Anforderungen ausgeweitet.

Bezüglich der konstruktiven Ausführung von Rohrleitungen, Behältern und Tragkonstruktionen bestehen Anforderungen an eine spannungsgünstige und prüfgerechte Gestaltung. Sofern spezifisch kerntechnische Einflüsse z. B. durch Strahlung zu erwarten sind, wird dies in den werkstofftechnischen Vorgaben und im Eignungsnachweis besonders berücksichtigt.

Der Einfluss von bekannt gewordenen qualitätsmindernden Faktoren auf die Sicherheitsreserven bei der Herstellung der Komponenten wurde mit konservativen Annahmen untersucht und der Nachweis erbracht, dass die in den Regeln enthaltenen Vorgaben ausreichende Reserven berücksichtigen.

Die Anforderungen zum Nachweis der Eignung der eingesetzten Herstellungsverfahren sind im Einzelnen in Regeln festgelegt. Diese Regeln unterscheiden nach Werkstoffen, Vorprodukten und Einsatz- oder Anwendungsbereich, z. B. druckführende Umschließung, sekundäre Systeme, Sicherheitsbehälter und Hebezeuge. Die Eignungsprüfung der Herstellungsverfahren wird unter praxisnahen Bedingungen und für jeden Hersteller separat durchgeführt und in festgelegten Zeitintervallen erneuert. Bei wichtigen Verfahrensschritten zum Nachweis der Eignung von Werkstoffen, Herstellungsverfahren und Komponenten ist eine unabhängige Sachverständigenstelle beteiligt. Die Ergebnisse der Prüfungen werden dokumentiert und die Bewertungen des Sachverständigen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde vorgelegt.

Aktive Komponenten

Bei den meisten aktiven Komponenten und ihren Betriebsmitteln greifen die Anlagenhersteller und Genehmigungsinhaber der Kernanlagen auf Serienerzeugnisse zurück, für die umfangreiche industrielle Erfahrungen vorliegen. Dies gilt insbesondere für die Einrichtungen der Elektro- und Leittechnik, wie z. B. Elektromotoren, Stellantriebe, Schaltanlagen, Messwertaufnehmer, Messwertverarbeitung und Kabel. Aber auch bei maschinentechnischen Komponenten kommen Serienerzeugnisse zum Einsatz, wie z. B. Armaturen und Pumpen, soweit sie nicht zur Druckführende Umschließung gehören, sondern z. B. in Kühlwasser- und Hilfssystemen und im Turbinenbereich eingesetzt sind. Solche Einrichtungen kommen sowohl in konventionellen Energieerzeugungsanlagen als auch in der chemischen Prozessindustrie zum Einsatz. Dies gilt auch für die verwendeten Hilfsstoffe, wie z. B. Öle, Schmierstoffe, Treibstoffe, Gase und Chemikalien (z. B. zur Wasseraufbereitung).

Die Art und der Umfang der Eignungsnachweise sind entsprechend der sicherheitstechnischen Bedeutung sowohl im kerntechnischen als auch im konventionellen Regelwerk festgelegt. Sofern spezifisch kerntechnische Einflüsse, z. B. durch die Umgebungsbedingungen, zu erwarten sind, wird die Eignung durch ergänzende, häufig experimentelle Nachweise belegt. Dies gilt z. B. für die Störfallfestigkeit. Sofern für bestimmte Komponenten keine industrielle Erfahrung vorliegt, wird die Eignung der vorgesehenen Technik in umfangreichen Testserien aufgezeigt, und die erreichten Ergebnisse werden der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde zur Prüfung vorgelegt.

Analysen, Tests und experimentelle Methoden für die Qualifizierung eingesetzter Technik und neuer Technologien

Die Eignung und Bewährung der eingesetzten Technologien werden nachgewiesen durch

- praktische Erfahrung im langfristigen Einsatz bei vergleichbaren Betriebsbedingungen,
- experimentelle Untersuchungen zum Verhalten der eingesetzten Werkstoffe und Komponenten bei Betriebs- und Störfallbedingungen oder seismischen Einwirkungen,
- Nachweise auf der Basis verifizierter Modelle,
- Nachweis des Langzeitverhaltens durch Voralterung,
- Zuverlässigkeitsangaben oder Betriebsbewährungsnachweise für Komponenten der Elektro- und Leittechnik und
- Grenzbelastungsanalysen.

Zur Beurteilung der Eignung und Bewährung der eingesetzten Techniken und Technologien ist der Erfahrungsrückfluss sowohl aus der Herstellung als auch aus dem Betrieb bedeutsam (→ Artikel 19, Seite 170).

Weiterhin wurde die Instrumentierung zur genauen Erfassung lokaler Belastungen, z. B. thermischer Schichtungen und Wechselbeanspruchungen, bei allen Kernanlagen erweitert. Die Ergebnisse dieser Messungen werden sowohl für die Optimierung der Betriebsweise als auch in der Alterungsbeurteilung zur verbesserten Bestimmung des erreichten Ausnutzungsgrades von Komponenten verwertet.

Im Anhang 5 der SiAnf werden detaillierte Anforderungen an die Nachweisführung und Dokumentation gestellt. Danach ist die Anwendbarkeit der Analysewerkzeuge für sicherheitstechnische Nachweise zu validieren.

Behördliche Überprüfungen und Überwachung

Alle Prüfprogramme werden der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde zur Zustimmung vorgelegt und von zugezogenen Sachverständigen geprüft (§ 20 AtG). Die Sachverständigen nehmen darüber hinaus an Tests und Erprobungen teil (zum Teil auch beim Hersteller). Für sicherheitstechnisch bedeutsame Sachverhalte werden eigene Analysen mit vorzugsweise unabhängigen Rechenmodellen von den zugezogenen Sachverständigen durchgeführt.

Für die zu beurteilenden Sachverhalte prüft der Sachverständige im Einzelfall, ob dazu, über die bestehenden Regeln hinaus, Zusatzanforderungen erforderlich sein könnten und schlägt diese der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde vor. Entscheidungen trifft die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde.

18 (iii) Auslegung für einen zuverlässigen, stabilen und einfach zu handhabenden Betrieb der Anlage

Überblick über die regulatorischen Grundlagen

Die grundlegenden Anforderungen an die Auslegung von Kernanlagen, Anforderungen an einfache Systemgestaltung (Ergonomie), räumliche Trennung redundanter Teilsysteme sowie Zugänglichkeit für Prüfung, Wartung und Reparatur sind in den SiAnf festgelegt.

Eine hohe Zuverlässigkeit von Systemen und Komponenten wurde durch die Beachtung von Auslegungsgrundsätzen schon bei der Auslegung, Konstruktion und Fertigung erreicht. Hierzu zählten die Verwendung hochwertiger Werkstoffe sowie eine umfassende Qualitätssicherung. Durch ein Instandhaltungskonzept wird die hohe Zuverlässigkeit bzw. Verfügbarkeit von Systemen und Komponenten für die Lebensdauer der Anlage gewährleistet. Insofern wurde bereits durch eine entsprechende Auslegung und Qualität der Einrichtungen der Sicherheitsebene 1 ein zuverlässiger störungsfreier Betrieb gewährleistet und die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten von Störungen und Störfällen gesenkt.

Der Abschnitt 3 „Technische Anforderungen“ der SiAnf enthält Anforderungen an die ergonomische Gestaltung der Voraussetzungen für zuverlässiges Handeln des Personals. Detailanforderungen sind u. a. in den KTA-Regeln festgelegt. Die technischen Maßnahmen sowie die Vorkehrungen bei der Organisation und Durchführung von Arbeitsabläufen werden in den Regeln der KTA-Reihen 1200 „Allgemeines, Administration, Organisation“ und 3200 „Primär- und Sekundärkreis“ gefordert.

Personalqualifikation

Für die Sicherheit der Kernanlagen sind neben den technischen auch die menschlichen und organisatorischen Vorkehrungen sowie deren Wechselwirkungen untereinander von großer Bedeutung. Im AtG und dem weiter genannten gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerk werden deshalb als Voraussetzung für die Genehmigung gleichberechtigt neben der erforderlichen Vorsorge gegen Schäden, Anforderungen an die Zuverlässigkeit, an die erforderliche Fachkunde und an die notwendigen Kenntnisse der dort definierten Personenkreise erhoben. Diese Anforderungen sind umfassend zu verstehen und erstrecken sich auch auf die wirtschaftliche Zuverlässigkeit und auf die Eignung der Organisation (→ Artikel 9, Seite 67).

Integritätskonzept

Ende der 1970er Jahre wurde das Konzept der Basissicherheit entwickelt. Dieses enthält detaillierte Vorgaben, um ein katastrophales Versagen druckführender Komponenten aufgrund herstellungsbedingter Mängel auszuschließen. Im nationalen kerntechnischen Regelwerk ist dieses Konzept in den SiAnf und in den KTA-Regeln verankert. Die Basissicherheit eines Anlagenteils wird bestimmt durch folgende Grundsätze:

- hochwertige Werkstoffeigenschaften, insbesondere Zähigkeit
- konservative Begrenzung der Spannungen
- Vermeidung von Spannungsspitzen durch optimale Konstruktion
- Gewährleistung der Anwendung optimierter Herstellungs- und Prüftechnologien
- Kenntnis und Beurteilung gegebenenfalls vorliegender Fehlerzustände
- Berücksichtigung des Betriebsmediums

Zur Gewährleistung der Komponentenintegrität beim Betrieb von Leichtwasserreaktoren wurde in Deutschland das Konzept der Basissicherheit zum Integritätskonzept weiterentwickelt. Jüngste Entwicklungen beziehen Alterungsvorgänge und deren Beherrschung in das Gesamtkonzept ein. Dieses setzt alle Aspekte des Integritätsnachweises in Beziehungen zueinander (→ Anhang 3, Seite 186). Die wesentlichen Prozesselemente des Integritätsnachweises sind in einem Ablaufschema in die KTA-Regel 3201.4 „Komponenten des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren; Teil 4: Wiederkehrende Prüfungen und Betriebsüberwachung“ eingeflossen.

Von hoher Relevanz ist der Nachweis der Integrität für Rohrleitungssysteme mit Bruchausschluss. Die Auslegung dieser Rohrleitungen hat so zu erfolgen, dass bei den WKP keine Anzeigenveränderungen oder betriebsbedingte, rissartige Befunde festgestellt werden dürfen. Das Integritätskonzept hat sich in der Praxis bewährt und stellt

einen wesentlichen Beitrag zur Anlagensicherheit nach der Schadensvorsorge dar. Die technische Grundlage hierfür bildet die KTA-Regel 3206 „Nachweise zum Bruchausschluss für druckführende Komponenten in Kernkraftwerken“.

Von den Genehmigungsinhabern eingeführte Maßnahmen und technische Verbesserungen

Im aktuellen Berichtszeitraum von 2022 bis 2025 gab es keine grundlegenden Änderungen.

Überwachung und Kontrolle durch die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden

Sicherheitstechnisch wichtige Änderungen der Anlage oder des Betriebs müssen vor der Durchführung vom Genehmigungsinhaber einer Kernanlage der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde zur Genehmigung oder zur Zustimmung im Aufsichtsverfahren vorgelegt werden (→ Artikel 18 (i), Seite 151). In der Regel werden für die behördliche Prüfung Sachverständige hinzugezogen. Dabei wird geprüft, ob die Anforderungen des nationalen kerntechnischen Regelwerks eingehalten sind. Die Prüfung beinhaltet auch die Berücksichtigung von Erkenntnissen aus der Betriebserfahrung sowie menschlicher Faktoren und der Mensch-Maschine-Schnittstelle.

Umsetzung der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“

Wie bezüglich Artikel 6 beschrieben, ist Punkt 1 der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“ in Deutschland nicht relevant, da entsprechend § 7 Abs. 1 S. 2 AtG eine Genehmigung „für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität“ nicht mehr erteilt werden darf.

In Deutschland wird für bestehende Kernanlagen bereits der Ausschluss von Ereignissen, die zu frühen oder großen Freisetzungen führen könnten, durch die in diesem Artikel unter dem Stichpunkt „Sicherheitsebene 4c“ beschriebenen Maßnahmen gefordert und ist auch von den Genehmigungsinhabern der Kernanlagen nachzuweisen. Der Nachweis kann durch die Erfüllung der Anforderungen an den Anlagenbetrieb, an die hohe Zuverlässigkeit des Sicherheitssystems und an einen umfassenden anlageninternen Notfallschutz erbracht werden. In diesem Rahmen wurden die deutschen Kernanlagen bereits nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl im präventiven Bereich umfassend nachgerüstet.

19 Betrieb**ARTICLE 19 OPERATION**

Each Contracting Party shall take the appropriate steps to ensure that:

- i) the initial authorization to operate a nuclear installation is based upon an appropriate safety analysis and a commissioning programme demonstrating that the installation, as constructed, is consistent with design and safety requirements;
- ii) operational limits and conditions derived from the safety analysis, tests and operational experience are defined and revised as necessary for identifying safe boundaries for operation;
- iii) operation, maintenance, inspection and testing of a nuclear installation are conducted in accordance with approved procedures;
- iv) procedures are established for responding to anticipated operational occurrences and to accidents;
- v) necessary engineering and technical support in all safety-related fields is available throughout the lifetime of a nuclear installation;
- vi) incidents significant to safety are reported in a timely manner by the holder of the relevant licence to the regulatory body;
- vii) programmes to collect and analyse operating experience are established, the results obtained and the conclusions drawn are acted upon and that existing mechanisms are used to share important experience with international bodies and with other operating organizations and regulatory bodies;
- viii) the generation of radioactive waste resulting from the operation of a nuclear installation is kept to the minimum practicable for the process concerned, both in activity and in volume, and any necessary treatment and storage of spent fuel and waste directly related to the operation and on the same site as that of the nuclear installation take into consideration conditioning and disposal.

Artikel 19 Betrieb

Jede Vertragspartei trifft die geeigneten Maßnahmen, um sicherzustellen,

- i) dass die Erlaubnis für den Betriebsbeginn einer Kernanlage auf einer geeigneten Sicherheitsanalyse und einem Programm zur Inbetriebnahme beruht, aus denen hervorgeht, dass die Anlage, wie sie gebaut wurde, den Auslegungs- und Sicherheitsanforderungen entspricht;
- ii) dass die aus der Sicherheitsanalyse, den Erprobungen und der Betriebserfahrung hervorgehenden betrieblichen Grenzwerte und Bedingungen festgelegt und bei Bedarf überarbeitet werden, um die Grenzen eines sicheren Betriebs festzustellen;
- iii) dass Betrieb, Wartung, Inspektion und Erprobung einer Kernanlage in Übereinstimmung mit genehmigten Verfahren erfolgen;
- iv) dass Verfahren festgelegt sind, um auf mögliche Betriebsstörungen und Unfälle zu reagieren;
- v) dass die notwendige ingenieurtechnische und technische Unterstützung in allen sicherheitsbezogenen Bereichen während der gesamten Lebensdauer der Kernanlage zur Verfügung steht;
- vi) dass für die Sicherheit bedeutsame Ereignisse vom Inhaber der entsprechenden Genehmigung der staatlichen Stelle rechtzeitig gemeldet werden;
- vii) dass Programme zur Sammlung und Analyse von Betriebserfahrungen aufgestellt werden, die erzielten Ergebnisse und Schlussfolgerungen als Grundlage des Handelns dienen und dass vorhandene Mechanismen dazu genutzt werden, um wichtige Erfahrungen mit internationalen Gremien, anderen Genehmigungsinhabern und staatlichen Stellen auszutauschen;
- viii) dass die Erzeugung radioaktiven Abfalls durch den Betrieb einer Kernanlage sowohl hinsichtlich der Aktivität als auch des Volumens auf das für das jeweilige Verfahren mögliche Mindestmaß beschränkt wird und dass bei jeder notwendigen Behandlung und Lagerung von abgebranntem Brennstoff und Abfall, die mit dem Betrieb in unmittelbarem Zusammenhang stehen und auf demselben Gelände der Kernanlage stattfinden, Konditionierung und Beseitigung Berücksichtigung finden.

Wie bereits in der Einführung beschrieben sind aufgrund der in Deutschland beendeten Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität (Leistungsbetrieb von Kernanlagen) einige der dargestellten Informationen nicht mehr relevant.

19 (i) Erstgenehmigung

Die Erteilung einer Genehmigung ist im § 7 AtG sowie in der AtVfV geregelt. Die Genehmigung für Errichtung und Betrieb der drei zuletzt noch zum Leistungsbetrieb berechtigten Kernanlagen in Deutschland wurde in mehreren Teilgenehmigungen erlassen. Hierfür musste jede Anlage einen entsprechenden Sicherheitsbericht vorlegen und die Erfüllung der Auslegungs- und Sicherheitsanforderungen des damals gültigen nationalen kerntechnischen Regelwerks nachweisen.

Eine detaillierte Beschreibung des atomrechtlichen Genehmigungsprozesses ist in Artikel 7 (2 ii) enthalten.

Sicherheitsanalyse

Die Betriebsgenehmigung der Kernanlagen basiert auf den Ergebnissen einer Sicherheitsanalyse und deren detaillierter Prüfung durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes. Details zur Durchführung der Sicherheitsanalyse sind in Artikel 14 (i) beschrieben.

Inbetriebsetzungsprogramm

Die Inbetriebsetzungsprogramme wurden in Deutschland generell in vier Phasen durchgeführt:

- Inbetriebsetzung der Systeme
Während der Systeminbetriebsetzung wurden alle notwendigen Funktions- und Leistungsnachweise erbracht, um Einzelkomponenten oder Systeme funktionsfähig bereitzustellen.
- Warmprobetrieb 1
Während des Warmprobetriebs 1 wurde erstmalig das Reaktorkühlsystem zusammen mit den Reaktorhilfsanlagen und anderen Systemen betrieben. So wurde die Funktionsfähigkeit der Gesamtanlage nachgewiesen. In dieser Phase erfolgte der Nachweis bei unbeladenem Reaktor.
- Warmprobetrieb 2
Im Warmprobetrieb 2 wurde die Funktionsfähigkeit und Sicherheit der Gesamtanlage vor Aufnahme des nuklearen Betriebs im Anschluss an die Erstbeladung des Reaktors nachgewiesen.
- Nulllast- und Leistungsprüfungen
Nach dem erstmaligen Erreichen der Kritikalität wurden umfangreiche Nulllast- und Leistungsprüfungen bei jeweils zweckmäßiger Leistungsstufe durchgeführt.

Begleitende Kontrolle bei der Errichtung

Parallel zur Errichtung und Inbetriebnahme des Reaktors wurden die Herstellung und der Einbau sicherheitstechnisch relevanter Systeme und Komponenten kontrolliert. Hierbei wurde durch den Genehmigungsinhaber sowie hinzugezogene Sachverständige der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde die Konformität der Systeme und Komponenten mit den damals geltenden Anforderungen überprüft.

Behördliche Aufsicht

Der Umfang der atomrechtlichen Aufsicht durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde bei der Errichtung und Inbetriebnahme von Kernanlagen richtete sich nach den damals gültigen Sicherheits- und Auslegungsanforderungen des nationalen kerntechnischen Regelwerks.

19 (ii) Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebs

Gesetzliche und regulatorische Anforderungen

Gemäß den Anforderungen der AtVfV waren mit den Antragsunterlagen für eine Betriebsgenehmigung alle für die Sicherheit der Kernanlage und ihren Betrieb wichtigen Dokumente vorzulegen.

Die Anforderungen an das BHB sowie die Sicherheitsspezifikationen sind in der KTA-Regel 1201 „Anforderungen an das Betriebshandbuch“ festgelegt. Weitere detailliertere Anforderungen zu den Sicherheitsspezifikationen enthält die „Richtlinie über die Anforderungen an Sicherheitsspezifikationen für Kernkraftwerke“.

Alle betriebs- und sicherheitstechnischen Anweisungen, Grenzwerte und Bedingungen für den sicheren Betrieb einer Anlage sind im BHB enthalten, darunter alle betriebstechnischen und sicherheitstechnischen Regeln und die Sicherheitsspezifikationen, die für den sicheren Betrieb, zur Beseitigung von Störungen und zur Beherrschung von Störfällen erforderlich sind.

Die Sicherheitsspezifikationen jeder Kernanlage werden anlagenspezifisch erstellt. Darin sind die betrieblichen Grenzwerte für verschiedene Anlagenzustände definiert und dargestellt welchen Einfluss eine Über- bzw. Unterschreitung auf den sicheren Betrieb der Anlage haben können.

Die Sicherheitsspezifikationen sind Teil des atomrechtlichen Genehmigungsprozesses und müssen durch den Antragsteller als Voraussetzung für die Erteilung einer Betriebsgenehmigung vorgelegt werden. Sie sind eine verbindliche und aktuelle Dokumentation des sicherheitstechnisch zulässigen Rahmens für die Betriebsweise einer Anlage.

Festlegung von Grenzwerten und Bedingungen

Das BHB enthält alle betriebstechnischen und sicherheitstechnischen Anweisungen, Grenzwerte und Bedingungen, die für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage und zur Beherrschung von Störungen und Störfällen erforderlich sind, sowie Betriebsordnungen. Diese gelten für das gesamte in der Kernanlage tätige Personal.

Die Sicherheitsspezifikationen sind im BHB enthalten und als solche besonders gekennzeichnet.

Bei Abweichungen von Grenzwerten oder Bedingungen des vorgegebenen Bereichs sind die zu ergreifenden Maßnahmen im BHB festgelegt. Unabhängig davon, wie schnell der Normalbetriebszustand wiederhergestellt werden kann, wird das Ereignis dokumentiert und, wenn die entsprechenden Kriterien erfüllt sind, dem internen Erfahrungsrückfluss als Störmeldung zugeführt (→ Artikel 19 (vi), Seite 166).

Überprüfung und Überarbeitung von Grenzwerten und Bedingungen

Während des Betriebs einer Kernanlage kann sich z. B. infolge von Erkenntnissen aus der Betriebserfahrung oder aufgrund anderer neuer Erkenntnisse Änderungsbedarf für die Sicherheitsspezifikationen ergeben. In diesem Fall werden diese überprüft und angepasst. Die Überprüfung und Anpassung kann sowohl auf Initiative des Genehmigungsinhabers der Kernanlage als auch auf Anordnung der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde erfolgen.

Das betroffene Schichtpersonal wird bei Änderungen der Sicherheitsspezifikationen unmittelbar durch Besprechungen oder Mittellungen informiert. Zum Erhalt der Fachkunde (→ Artikel 11 (2), Seite 80) werden bei Bedarf ebenfalls die dafür vorgeschriebenen Simulatorschulungen genutzt, um gegebenenfalls neue Abläufe gezielt zu üben.

Behördliche Aufsicht

Änderungen von Sicherheitsspezifikationen als Teil des BHB bedürfen der Zustimmung durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde. Liegen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde Hinweise auf erforderliche Änderungen der Sicherheitsspezifikationen vor, kann diese ihrerseits Prüfungen veranlassen und notwendige Änderungen durchsetzen.

Die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder überwachen die Einhaltung der Sicherheitsspezifikationen. Hierzu werden die Aufzeichnungen der Kernanlagen sowie die Berichte der Genehmigungsinhaber der Kernanlagen kontrolliert. Dies geschieht anhand der getroffenen Regelungen in der jeweiligen atomrechtlichen Genehmigung.

19 (iii) Verfahren für Betrieb, Instandhaltung und Prüfungen

Verfahren für den Betrieb

Der Genehmigung einer Kernanlage liegen neben technischen auch personelle und organisatorische Voraussetzungen zugrunde (→ Artikel 9, Seite 67). Die genehmigten Verfahrensweisen für den Betrieb, einschließlich Instandhaltung und Prüfungen, aber auch für die Beherrschung von Störungen und Störfällen (→ Artikel 19 (iv), Seite 163), bestimmen die Aufbau- und Ablauforganisation der Kernanlage. Aufbau- und Ablauforganisation sind im BHB der jeweiligen Kernanlage detailliert festgelegt.

Für den sicheren Betrieb ist der Leiter der Anlage oder bei Abwesenheit sein Stellvertreter zuständig. Qualitätssicherung und Strahlenschutz sind von den für den Betrieb und die Instandhaltung zuständigen Fachbereichen getrennt und unabhängig organisiert.

Weitere Verfahren sind im BHB, NHB und Prüfhandbuch festgelegt. Die sicherheitstechnischen Anforderungen sind in den folgenden KTA-Regeln enthalten:

- KTA-Regel 1201 „Anforderungen an das Betriebshandbuch“
- KTA-Regel 1202 „Anforderungen an das Prüfhandbuch“

- KTA-Regel 1203 „Anforderungen an das Notfallhandbuch“

Betriebshandbuch (BHB)

Die Aufbau- und Ablauforganisation für den normalen Betrieb einer Anlage ist im BHB detailliert beschrieben und festgelegt. Dieses enthält im operativen Teil ebenfalls Maßnahmen zur Beseitigung von Störungen und Beherrschung von Störfällen. Das BHB wird durch einen Revisionsdienst aktualisiert und unterliegt dem atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsprozess. In jeder Warte muss das aktuelle und gültige BHB jederzeit für das Personal der Warte leicht zugänglich sein. Zusätzlich ist in der Notsteuerstelle mindestens ein aktuelles Exemplar vorzuhalten. Das BHB setzt sich aus den folgenden Teilen zusammen:

- Betriebsordnungen
Aufbauorganisation mit Weisungsrecht, Aufgaben, Verantwortlichkeiten, Unterstellungen, Warten- und Schichtordnung, Instandhaltungsordnung, Strahlenschutzordnung, Wach- und Zugangsordnung, Alarmordnung, Brandschutzordnung und Erste-Hilfe-Ordnung
- Betrieb der Gesamtanlage
Voraussetzungen und Bedingungen für alle Betriebsphasen, sicherheitstechnisch wichtige Grenzwerte, Prüfliste, Kriterien über meldepflichtige Ereignisse, Handlungsanweisungen für normalen und anomalen Betrieb
- Störfälle
Zustandsorientierte (schutzzielorientierte) und ereignisorientierte Störfallbehandlung für den Leistungs- und Nichtleistungsbetrieb, Ergänzung durch Störfalleitschema und Übergang zum NHB, falls die Schutzziele nicht erfüllt werden und die Erkennungskriterien für einen Notfall gegeben sind.
- Betrieb der Systeme
Handlungsanweisungen für Betriebsvorgänge aller Systeme bei festgelegten Ausgangsbedingungen oder Betriebszuständen
- Stör- und Gefahrenmeldung
Stör- und Gefahrenmeldungen und die zugehörigen systembezogenen automatischen oder von Hand auszulösenden Maßnahmen
- Anhänge
Auflistungen zu Unterlagen aus der Genehmigung der Anlage. Auflistung von Unterlagen und ergänzenden Unterlagen, die nicht Bestandteil von Teil 1 bis 5 sind (z. B. Chemiehandbuch)

Notfallhandbuch

Das anlagenspezifische NHB enthält organisatorische Regelungen und Maßnahmen für auslegungsüberschreitende Ereignisse. Es beinhaltet die Organisations-, Aufgaben- und Tätigkeitsbeschreibung, Anweisungen, Unterlagen und Hilfsmittel zur Bewältigung eines solchen Ereignisablaufs. Dadurch sollen auslegungsüberschreitende Ereignisabläufe frühzeitig erkannt, kontrolliert und in ihren möglichen Auswirkungen innerhalb und außerhalb der Anlage möglichst begrenzt werden. Es handelt sich um vorgeplante Maßnahmen des anlageninternen Notfallschutzes sowie um situationsbedingte Maßnahmen im präventiven und mitigativen Bereich. Die Übergänge vom BHB in das NHB und wieder zurück in das BHB sind festgelegt und beschrieben. Das NHB wird durch einen Revisionsdienst aktualisiert und unterliegt dem atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsprozess. In jeder Warte muss das derzeit aktuelle und gültige NHB jederzeit für das Personal der Warte leicht zugänglich sein. Zusätzlich ist in der Notsteuerstelle und den Einsatzorten des Krisenstabs mindestens je ein aktuelles Exemplar vorzuhalten.

Das NHB ist zustandsorientiert aufgebaut. Im Bedarfsfall können ereignisorientierte Maßnahmen ergänzt werden. Die Kapitel der Notfallmaßnahmen sind vorzugsweise entsprechend der Schutzziele gegliedert.

Die Beschreibung der Notfallmaßnahmen enthält das Ziel der Maßnahme, Kriterien für die Auswahl der Notfallmaßnahme, Einsatzfälle, systemtechnische Voraussetzungen, Personalbedarf, Tätigkeitsort, Hilfsmittel und Zeitbedarf, Karenzzeiten, die erwartete Wirksamkeit, die Beschreibung der Maßnahme und die Wirksamkeitskontrolle.

Instandhaltungs- oder Änderungsarbeiten

Die Instandhaltung setzt sich aus Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Soll-Zustandes der Anlage zusammen. Des Weiteren wird der Ist-Zustand (einschließlich WKP) festgestellt und beurteilt. Hierbei fließen auch die Aspekte Qualitätssicherung, Anlagensicherheit, Strahlenschutz und Personenschutz mit ein.

Die Instandhaltung gliedert sich zum einen in die vorbeugende Instandhaltung durch Inspektion und Wartung, ein weiterer Teil ist die Instandsetzung durch Reparatur. Die Arbeitsschritte von der Planung der Maßnahme und deren Durchführung bis zur Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft und der Dokumentation sind vorgegeben.

Die Prüf- und Instandhaltungskonzepte wurden seit der Errichtung der Kernanlagen (1969 bis 1989) durch neu gewonnene Erkenntnisse aus Betriebserfahrung und Ergebnissen der Sicherheitsforschung mittels deterministischer und probabilistischer Methoden weiterentwickelt.

Die Anforderungen an Instandhaltungs- oder Änderungsarbeiten sind in der „Instandhaltungsrichtlinie“ vorgegeben und werden durch Kapitel 5 der KTA-Regel 1402 „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken“ ergänzt.

Prüfhandbuch

Das Prüfhandbuch regelt die Häufigkeit und den Ablauf der vom Genehmigungsinhaber einer Kernanlage durchzuführenden WKP an sicherheitstechnisch wichtigen Systemen und deren Komponenten. Es enthält Anwendungshinweise, die Prüfliste sowie dazugehörige Prüfanweisungen für WKP. Das Prüfhandbuch wird durch einen Revisionsdienst aktualisiert und unterliegt dem atomrechtlichen Aufsichtsprozess.

Des Weiteren sind im Prüfhandbuch die Vorgehensweise bei einer Beteiligung von Sachverständigen, die Organisation der Prüfdurchführung und -bewertung sowie Verhaltensregeln zur Einhaltung der Prüfanweisungen, der Toleranzbereich der Prüfintervalle und Vorgehensweisen zur Änderung des Prüfhandbuches enthalten.

In der Prüfliste sind alle sicherheitstechnisch wichtigen WKP aufgeführt. Sie enthält den Prüfgegenstand, die Prüfmart, den Prüfumfang, die eindeutige Bezeichnung der Prüfanweisung, das Prüfintervall oder den Prüfanlass sowie den Betriebszustand der Anlage bei der Prüfung.

Behördliche Aufsicht

Die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde überprüft bei Inspektionen in den Kernanlagen, ob die im BHB festgelegten Regelungen für die Aufbauorganisation auch in der Praxis eingehalten werden. Es werden Anlagenbegehungen, Kontrollen auf der Warte sowie Kontrollen von organisatorischen Abläufen durchgeführt. Hier werden z. B. das Führen des Schichtbuchs, die Durchführung vorgeschriebener Rundgänge oder die Abwicklung von Störmeldungen geprüft. Weiterhin wird im Bereich des Strahlenschutzes z. B. die Einhaltung von Dosisgrenzwerten geprüft. Befunde aus Inspektionen und Überwachung werden ausgewertet und entsprechende Maßnahmen ergriffen, um den geforderten Anlagenzustand wiederherzustellen.

Gemäß § 7 AtG ist der Genehmigungsinhaber verpflichtet, kontinuierlich die Sicherheitsvorkehrungen der Anlage dem fortschreitenden Stand von Wissenschaft und Technik anzupassen.

Eine Pflicht zur Prüfung von Instandhaltungsstrategien und -maßnahmen durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde ergibt sich aus den SiAnf und dem nachgeordneten kerntechnischen Regelwerk (z. B. KTA-Regeln, DIN, etc.), dessen permanente Erfüllung bzw. Einhaltung grundsätzlich einer Überprüfung unterliegt. Teilweise ist diese in den atomrechtlichen Genehmigungsunterlagen festgeschrieben.

19 (iv) Vorgehensweisen bei betrieblichen Ereignissen und Störfällen

Rechtliche und regulatorische Anforderungen

Der § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG fordert die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden bei der Errichtung und dem Betrieb einer Anlage. Radiologische Anforderungen an Betrieb, Störfälle und Notfälle sind in den §§ 99 – 104, 106 – 110, 112, 150 – 152 StrlSchV sowie in der AtSMV enthalten. Die untergesetzlichen SiAnf enthalten weitere sicherheitstechnische Anforderungen.

Unterstellte Ereignisse: Störungen, Störfälle und Notfälle

In Deutschland werden neben dem Normalbetrieb die Ereignisarten Störungen, Störfälle und Notfälle betrachtet. Nach dem Eintritt eines Ereignisses wird von der Schichtmannschaft die Einhaltung der Schutzziele kontrolliert. Diese sind:

- Kontrolle der Reaktivität (Unterkritikalität)
- Kühlung der BE (im RDB sowie im BE-Lagerbecken)
- Einschluss der radioaktiven Stoffe (Erhalt der Barrieren)

Bei länger andauernden Ereignisabläufen und unabhängig von der Vorgehensweise zur Störfallbehebung werden die Schutzziele wiederholt überprüft und die gewählte Vorgehensweise gegebenenfalls angepasst.

Jedem Schutzziel sind bestimmte Anlagenparameter zugeordnet. Sollte eines der Schutzziele gefährdet oder verletzt sein, wird durch schutzzielorientierte Prozeduren versucht, die Anlagenparameter wieder in den Normalbereich zurückzuführen. Dieses Vorgehen orientiert sich am beobachteten Anlagenzustand (Symptomen) und erfordert nicht die Identifizierung des eingetretenen Ereignisses.

Für die Störfallbeherrschung stehen dem Schichtpersonal schutzzielorientierte oder ereignisorientierte Prozeduren zur Verfügung. Anhand des sog. Störfallleitschemas wird entschieden, wie bei der Beherrschung von Störfällen vorzugehen ist.

Ist ein Störfall eindeutig zu identifizieren, und sind die Schutzziele nicht gefährdet oder verletzt, wird nach ereignisorientierten Prozeduren vorgegangen. Dabei wird die Anlage anhand vorgegebener detaillierter Schrittprogramme in einen langfristig sicheren Zustand gebracht.

In den ereignisorientierten Prozeduren sind folgende Informationen enthalten:

- Kriterien zum Erkennen des Anlagenzustandes oder Ereignisses (z. B. Störfall-Entscheidungsbaum)
- Nennung der sicherheitstechnisch wichtigen, automatisch ablaufenden Maßnahmen
- Nennung der wesentlichen, zur Beherrschung des Störfalls erforderlichen, von der Schichtmannschaft manuell einzuleitenden Maßnahmen
- Angaben zur Kontrolle der Wirksamkeit der Maßnahmen mit Angabe der Anlagenparameter, deren Einhaltung besonders überwacht werden muss

Parallel hierzu wird regelmäßig überprüft, ob die Schutzzielkriterien weiterhin eingehalten werden. Wird eine Verletzung der Schutzzielkriterien festgestellt, ist das ereignisorientierte Vorgehen abubrechen und weiter nach dem Schutzzielverfahren vorzugehen.

Während auslegungsüberschreitender Anlagenzustände (Notfall, Notstandsfall) werden Notfallprozeduren und anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen nach dem NHB durchgeführt.

Neben der Hauptschaltwarte steht in allen deutschen Kernanlagen jeweils eine Notsteuerstelle für bestimmte auslegungsüberschreitende Ereignisse zur Verfügung. Diese ist gegen EVA geschützt. Die Zugänglichkeit der Notsteuerstelle bei stark beschädigter Infrastruktur („Design Extension Conditions“) war bereits vor dem Reaktorunfall in Fukushima und dem daraufhin verabschiedeten Nationalen Aktionsplan Deutschlands umgesetzt.

Für alle deutschen Kernanlagen ist die Vorkehrung getroffen, dass eine Notfallorganisation und ein Krisenstab das Vorgehen während Notfällen organisatorisch unterstützen (→ Artikel 16, Seite 128).

Zusätzlich zum vorhandenen NHB wurde im Rahmen des Nationalen Aktionsplans nach dem Reaktorunfall in Fukushima⁴⁹ in allen deutschen Kernanlagen anlagenspezifisch ein HMN für den Krisenstab der Anlage bereitgestellt. Die in diesen Handbüchern enthaltenen Strategien und Prozeduren entsprechen den internationalen Empfehlungen zu SAMG.

⁴⁹ „Abgeschlossener Aktionsplan zur Umsetzung von Maßnahmen nach dem Reaktorunfall in Fukushima“, BMUB, Dezember 2017; www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/aktionsplan_fukushima_bf.pdf

Behördliche Aufsicht

Ein wesentliches Instrument der atomrechtlichen Aufsicht über die Kernanlagen ist die Behandlung von Ereignissen. Die Meldung von Ereignissen durch die Genehmigungsinhaber an die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden ist in der AtSMV geregelt. Danach sind die Genehmigungsinhaber von Kernanlagen verpflichtet, Unfälle, Störfälle oder sonstige für die kerntechnische Sicherheit bedeutsame Ereignisse der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde zu melden. Ein Ereignis in einer Kernanlage ist dann meldepflichtig, wenn es die in Anlage 1 der AtSMV aufgeführten Meldekriterien erfüllt (→ Artikel 19 (vi), Seite 166).

Forschungsreaktoren mit einer thermischen Leistung über 50 kW unterliegen, wie Kernanlagen mit Leistungsreaktoren, der Meldepflicht gemäß AtSMV bei besonderen Vorkommnissen (→ Artikel 19 (vi), Seite 166). Mit der Änderung der AtSMV im Jahr 2010 wurden für Forschungsreaktoren eigene Meldekriterien in der Anlage 3 der AtSMV aufgestellt.

19 (v) Ingenieurtechnische und technische Unterstützung

Interne technische Unterstützung

Der für den Anlagenbetrieb unmittelbar zuständige Fachbereich Produktion bzw. Betrieb wird gemäß der in Kernanlagen überwiegend vorhandenen Organisationsstruktur durch Serviceeinheiten, z. B. für Technik, Instandhaltung und Überwachung, unterstützt. Diese Organisationseinheiten, deren Einbindung in die Organisationsstruktur von Kernanlagen unterschiedlich sein kann, haben klar definierte Aufgaben und halten zu deren Erfüllung das erforderliche Spezialwissen bereit:

- Technik:

Erhaltung und Optimierung der Funktionsfähigkeit und Betriebssicherheit der maschinentechnischen, elektro- und leittechnischen Komponenten und Systeme. Dazu gehören auch die Planung und Überwachung von Änderungsmaßnahmen.

- Instandhaltung:

Planung, Steuerung, Durchführung und Überwachung von Instandhaltungs-, Neubau- und Umbaumaßnahmen

- Überwachung:

Bearbeitung und Lösung aller auftretenden Fachfragen auf den Gebieten Physik, Chemie, Strahlenschutz, Umweltschutz, Brandschutz und Anlagensicherung, welche die Kernanlagen oder deren Betrieb betreffen

Daneben haben die Genehmigungsinhaber für die Bearbeitung von übergeordneten Fragestellungen eigene Abteilungen, zum Teil auch in den Hauptverwaltungen der Unternehmen, aufgebaut, in denen Mitarbeitende aus unterschiedlichen Disziplinen allgemeine und fachbereichsübergreifende Projekte bearbeiten.

Externe technische Unterstützung

Sollen in der Anlage Änderungsmaßnahmen umgesetzt werden, arbeiten die Genehmigungsinhaber der Kernanlagen oftmals mit externen Stellen zusammen. Sind für die zu erbringenden Sicherheitsnachweise weitere Analysen nötig, können die Genehmigungsinhaber auf den Service von Drittanbietern zurückgreifen.

Behördliche Aufsicht

Die aufsichtlichen Maßnahmen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder betreffen neben der Kontrolle der Qualitätssicherung und Dokumentation auch umfangreiche Vor-Ort-Prüfungen, um nachzuvollziehen, wie sicherheitstechnisch wichtige Maßnahmen umgesetzt werden. Die Verantwortung der Genehmigungsinhaber für die Sicherheit ihrer Kernanlagen bleibt davon unberührt.

Mit der Durchführung der Vor-Ort-Prüfungen in den Kernanlagen und der Klärung und Beurteilung technischer Sachverhalte werden unabhängige Sachverständigenorganisationen beauftragt (§ 20 AtG). Diese müssen über die erforderlichen fachlichen Kompetenzen und personellen Kapazitäten verfügen. Durch eine hohe Aufsichtsdichte wird erreicht, dass die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden und deren Sachverständige eine hohe Detailkenntnis über den Status der zu überwachenden Kernanlagen besitzen.

Das BMUKN geht darüber hinaus generischen und international sicherheitstechnisch bedeutsamen Fragestellungen nach. Die Finanzierung entsprechender Forschungsvorhaben erfolgt aus dem Bundeshaushalt.

19 (vi) Meldung von sicherheitsrelevanten Ereignissen

Rechtliche und regulatorische Anforderungen

Gemäß der AtSMV sind durch den Genehmigungsinhaber auftretende Ereignisse in den Kernanlagen (Unfälle, Störfälle und sonstige für die kerntechnische Sicherheit bedeutsame Ereignisse) zu melden und auszuwerten.

Eine Meldepflicht für sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse durch den jeweiligen Genehmigungsinhaber an die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes war bereits in der ursprünglichen Fassung des AtG aus dem Jahr 1959 festgelegt. Zur Klassifizierung meldepflichtiger Ereignisse sind Meldekriterien in der AtSMV vorgegeben. Anhand dieser Meldekriterien müssen die Genehmigungsinhaber kerntechnischer Einrichtungen sämtliche sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse innerhalb vorgegebener Fristen (abhängig von den Meldekategorien) an die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes melden. Die Meldekriterien bestehen aus einem radiologischen Teil, der für alle Anlagen gilt, sowie aus technischen Teilen, welche sich für die verschiedenen kerntechnischen Einrichtungen voneinander unterscheiden. Zu den Meldekriterien der AtSMV liegen separate Erläuterungen vor. Ziel der Erläuterungen zu den Meldekriterien ist neben der notwendigen Präzisierung und Beschreibung der radiologischen und anlagentechnischen Meldekriterien und der damit verbundenen genaueren Definition der Meldeschwelle auch die Berücksichtigung der bisherigen Erfahrungen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden beim Vollzug der AtSMV und eine Sicherstellung eines einheitlichen Vollzugs der AtSMV durch die zuständigen Aufsichtsbehörden der Länder. Deshalb werden die Erläuterungen kontinuierlich verbessert und angepasst.

Ein meldepflichtiges Ereignis wird schriftlich mittels eines amtlichen Meldeformulars an die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des jeweiligen Landes übermittelt. Es beinhaltet eine Beschreibung des Ereignisses selbst und dessen Ursachen und Auswirkungen sowie die durchgeführten Maßnahmen zur Behebung und Vorkehrungen gegen Wiederholung. Die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes meldet ihrerseits das Ereignis an die Störfallmeldestelle beim BASE sowie an das BMUKN und die GRS. Die meldepflichtigen Ereignisse werden von den Genehmigungsinhabern, Behörden, Sachverständigen und – soweit erforderlich – auch von den Herstellern ausgewertet.

Das BASE informiert in vierteljährlichen Berichten alle zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder, Sachverständigen, Hersteller und Genehmigungsinhaber der Kernanlagen sowie in monatlichen und jährlichen Berichten die Öffentlichkeit über die meldepflichtigen Ereignisse in kerntechnischen Einrichtungen gemäß der AtSMV. Auf die beim BASE geführte Datenbank der meldepflichtigen Ereignisse haben die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder, das BMUKN und die GRS Zugriff.

Die Genehmigungsinhaber der Kernanlagen sowie die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden informieren die Öffentlichkeit in geeigneter Weise über alle meldepflichtigen Ereignisse in ihren bzw. den von ihnen beaufsichtigten Kernanlagen. Die eigenen Mitarbeitenden werden intern über meldepflichtige Ereignisse in Kenntnis gesetzt.

Meldekategorien

Meldepflichtige Ereignisse werden anhand der Meldekriterien auf Grundlage einer ersten ingenieurtechnischen Einschätzung der Ereignisursache einer oder mehrerer Meldekategorien zugeordnet. Diese sind wie folgt:

— Kategorie S

Sofortmeldung, Meldefrist: unverzüglich

Ereignisse sind sofort der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes mitzuteilen, damit diese gegebenenfalls in kürzester Frist Prüfungen einleiten oder Maßnahmen veranlassen kann. Hierunter fallen auch Ereignisse, die auf akute sicherheitstechnische Mängel hinweisen.

— Kategorie E

Eilmeldung, Meldefrist: innerhalb von 24 Stunden

Diese Ereignisse erfordern keine Sofortmaßnahmen der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde. Die Ursache ist jedoch aus Sicherheitsgründen zeitnah zu klären und gegebenenfalls in angemessener Frist zu beheben. In der Regel handelt es sich um sicherheitstechnisch potentiell – aber nicht unmittelbar – signifikante Ereignisse.

— Kategorie N

Normalmeldung, Meldefrist: innerhalb von fünf Werktagen mittels Meldeformular

Ereignisse von geringer sicherheitstechnischer Bedeutung. Sie werden ausgewertet, um mögliche Schwachstellen bereits im Vorfeld von größeren Störungen zu erkennen.

Ereignisstatistiken

Eine Zusammenstellung der meldepflichtigen Ereignisse für die letzten zehn Jahre enthält Tabelle 19-1, wobei auch die Einstufung nach den Meldekategorien und nach INES-Stufen angegeben ist.

Tabelle 19-1 Anzahl meldepflichtiger Ereignisse pro Jahr aus Kernanlagen zur Stromerzeugung nach Meldekategorien

Jahr	Anzahl	Meldekategorien			INES-Stufen		
		S	E	N	0	1	2
2024	29	0	0	29	29	0	0
2023	36	0	0	36	36	0	0
2022	43	0	0	43	43	0	0
2021	39	0	1	38	39	0	0
2020	63	0	0	63	63	0	0
2019	50	0	2	48	49	1	0
2018	76	0	0	76	76	0	0
2017	53	0	2	51	53	0	0
2016	70	1	0	69	69	1	0
2015	60	0	2	58	60	0	0

Die Abbildungen 19-1 und 19-2 zeigen diese Ereignisse nach Art des Auftretens (spontan oder bei einer Prüfung bzw. Instandhaltung) sowie nach dem Betriebszustand der Anlage bei Erkennung des Ereignisses und den Auswirkungen auf den Betrieb. Die Abbildung 19-3 zeigt die Entwicklung der mittleren Anzahl der Reaktorschnellabschaltungen in den letzten zehn Jahren mit Darstellung ihrer wesentlichen Ursachen.

Abbildung 19-1 Meldepflichtige Ereignisse aus Kernanlagen zur Stromerzeugung nach Art des Auftretens

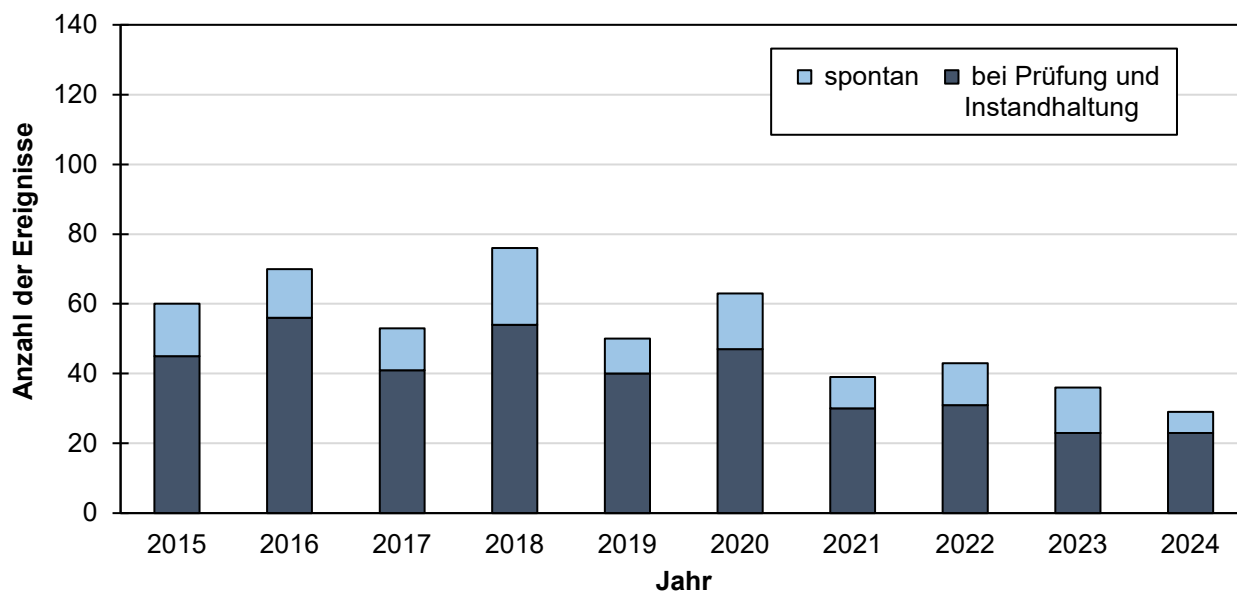


Abbildung 19-2 Meldepflichtige Ereignisse aus Kernanlagen zur Stromerzeugung nach Betriebszuständen und Auswirkungen auf den Betrieb (Leistungsbetrieb, An- und Abfahren)

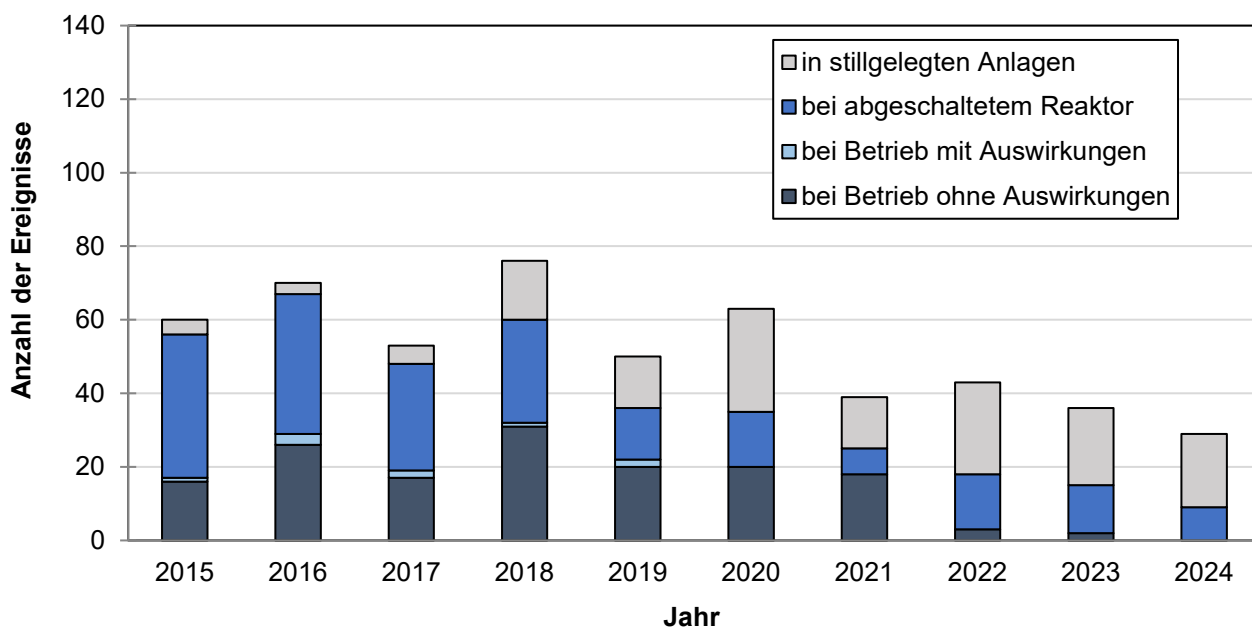
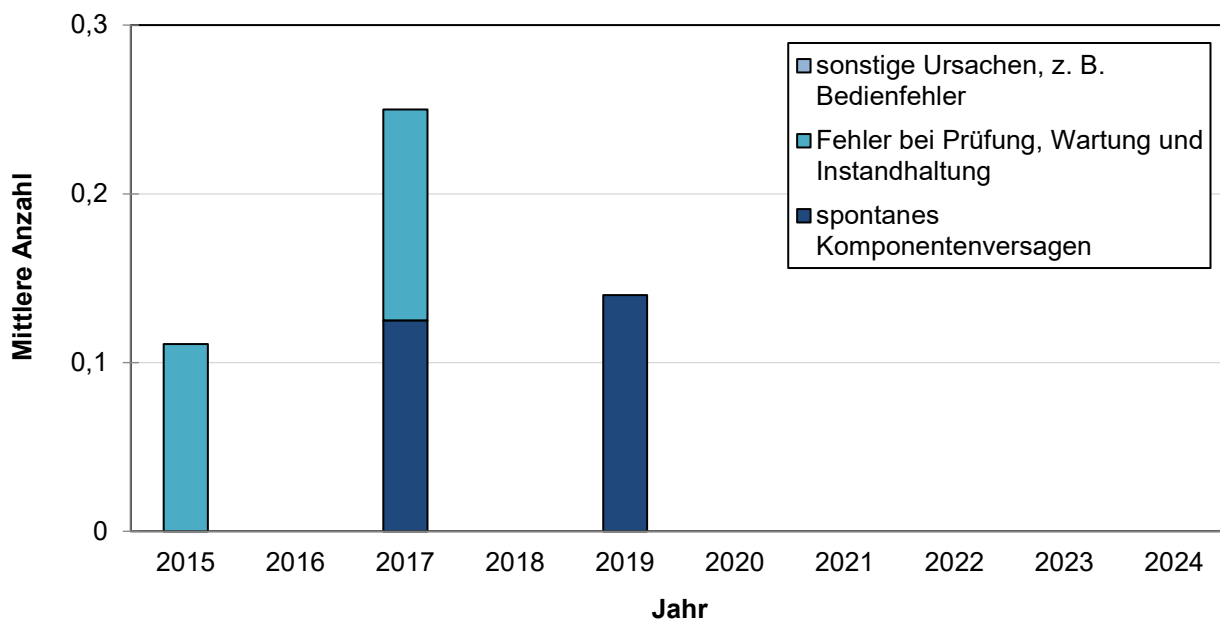


Abbildung 19-3 Mittlere Anzahl ungeplanter Reaktorschnellabschaltungen pro Anlage und Jahr

INES-Einstufung

Jedes meldepflichtige Ereignis wird durch den Genehmigungsinhaber einer Kernanlage nach der siebenstufigen INES-Bewertungsskala der IAEO bewertet. Die INES-Einstufung eines Ereignisses ist in der jeweiligen Meldung des Ereignisses (Meldeformular) enthalten und wird zusammen mit der AtSMV-Meldung übermittelt. Verantwortlich dafür ist der Leiter der Anlage. Der kerntechnische Sicherheitsbeauftragte hat gemäß AtSMV die Richtigkeit und Vollständigkeit der Meldung zu prüfen. Die dadurch erreichte Aufgabentrennung ist somit auch auf die INES-Einstufung übertragbar.

Die INES-Einstufung wird durch den vom BMUKN der IAEO offiziell benannten INES-Officer geprüft.

Behördliche Aufsicht

Erhält die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde Kenntnis von einem Sachverhalt, der die Meldekriterien nach der AtSMV erfüllt, oder der die Meldekriterien erfüllen könnte, wird dieser Sachverhalt bei der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde – meist unter Beteiligung von Sachverständigen nach § 20 AtG – geprüft und bewertet. Erforderlichenfalls legt die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde weitere Maßnahmen zur Abhilfe und die zu treffenden Vorkehrungen fest.

Der vollständige und finale Bericht zu einem meldepflichtigen Ereignis soll bei der zuständigen Aufsichtsbehörde eingereicht werden, sobald die noch fehlenden Daten vorhanden sind, jedoch spätestens zwei Jahre nach dem Ereignis, es sei denn, die Behörde hat einer späteren Einreichung zugestimmt. Der Sicherheitsbeauftragte ist nach § 9 AtSMV verpflichtet, bei meldepflichtigen Ereignissen Maßnahmen für die Aufbewahrung von Beweisen zu ergreifen (Sicherstellung von defekten Teilen, Anfertigung von Fotos und Vorbereitung einer umfassenden Dokumentation der Defekte), die eine spätere Nachvollziehbarkeit und Verifizierung der Ereignisursachen und Folgen erlauben. Zusätzlich werden von der Aufsichtsbehörde und den Sachverständigenorganisationen Berichte vom Genehmigungsinhaber angefordert zur Ursachenanalyse und Maßnahmen gegen ein Wiederauftreten des Ereignisses.

19 (vii) Austausch von Betriebserfahrung

Die AtSMV stellt die wesentliche Grundlage für die Auswertung von Betriebserfahrungen dar. Sie schreibt u. a. vor, dass der kerntechnische Sicherheitsbeauftragte an den Auswertungen

— von meldepflichtigen Ereignissen (→ Artikel 19 (vi), Seite 166),

- der sonstigen Störungen in der eigenen Anlage,
 - von Informationen über meldepflichtige Ereignisse in anderen Kernanlagen im Hinblick auf ihre Bedeutung für die eigene Anlage sowie
 - am Erfahrungsaustausch mit den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten anderer Kernanlagen über sicherheitstechnisch bedeutsame Betriebserfahrungen
- mitzuwirken hat.

Auswertung der Betriebserfahrung durch die Genehmigungsinhaber

In Deutschland werden meldepflichtige Ereignisse und Ereignisse unterhalb der Meldeschwelle der AtSMV, z. B. Störmeldungen im Rahmen von Instandhaltungen, von den Genehmigungsinhabern der Kernanlagen systematisch erfasst, ausgewertet und Maßnahmen zur Beseitigung wie auch zur Vorkehrung gegen Wiederholung gleichartiger Ereignisse, festgelegt. Innerhalb des SMS des Genehmigungsinhabers wird dieser Prozess abgebildet (Vorgaben dafür finden sich in der KTA-Regel 1402 „Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken“). Bei Erfordernis wird eine GEA durchgeführt. Dabei werden die beitragenden Faktoren aus den Bereichen MTO sowie deren Wechselwirkungen berücksichtigt. Für die Durchführung der Analyse hat die RSK im Jahr 2014 einen „Leitfaden für die Durchführung von ganzheitlichen Ereignisanalysen“ erstellt, der nach Abstimmung mit dem vgbe seit dem Jahr 2015 von den deutschen Genehmigungsinhabern der Kernanlagen angewendet wird.

Für den Austausch anlagenübergreifender Informationen steht den Genehmigungsinhabern mit der sog. Zentralen Melde- und Auswertungsstelle des vgbe (vgbe-ZMA) eine eigene Datenbank zur Verfügung. In die vgbe-ZMA sind alle deutschen Kernanlagen sowie die Kernanlagen des Herstellers KWU (heute Framatome GmbH) im Ausland mit eingebunden. Hierbei handelt es sich um die Kernanlagen Borssele (Niederlande), Gösgen (Schweiz), Trillo (Spanien) und Angra-2 (Brasilien). In diese Datenbank werden die meldepflichtigen Ereignisse zeitnah von den einzelnen Kernanlagen eingepflegt. Sie umfasst neben meldepflichtigen Ereignissen auch solche Vorkommnisse, welche unterhalb der Meldeschwelle liegen, jedoch für andere Kernanlagen von Interesse sind.

Die vgbe-ZMA funktioniert zusätzlich als Verbindungsstelle zum internationalen Meldesystem der WANO. In diesem Zusammenhang werden WANO-Meldungen auf ihre sicherheitstechnische Relevanz für deutsche Kernanlagen überprüft. Von den selektierten Meldungen wird monatlich eine Kurzfassung in deutscher Sprache an die Genehmigungsinhaber der Kernanlagen weitergeleitet und auf ihre Übertragbarkeit auf die eigenen Kernanlagen überprüft.

Des Weiteren besteht eine Anbindung an die Erfahrungsstelle der Framatome GmbH. Der Hersteller greift auf ausgewählte Ereignisse auf der vgbe-ZMA sowie auf WLN und Meldungen des IRS zu. Die Übertragbarkeit auf und die Relevanz für deutsche Kernanlagen wird überprüft, und die Ergebnisse für von Framatome GmbH gelieferte Anlagenteile werden mitgeteilt.

Die Leiter der Kernanlagen sowie weitere spezialisierte Fachkräfte sind in vgbe-Arbeitskreisen und Gremien organisiert und tauschen auf dieser Ebene weitere Erfahrungen aus.

Nationale und internationale Auswertung der Betriebserfahrung im Auftrag des BMUKN

Die nationale Störfallmeldestelle ist beim BASE organisiert. Das BASE führt eine Bewertung der aus den deutschen Kernanlagen gemeldeten Ereignisse einschließlich der Einstufung der Ereignisse nach AtSMV durch, listet alle Informationen in einer Datenbank auf und berichtet dem BMUKN in monatlichen Berichten. Auf die Datenbank der meldepflichtigen Ereignisse haben die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder, das BMUKN und die GRS Zugriff. In den Ausschüssen der RSK werden die aktuellen meldepflichtigen Ereignisse auf Basis der monatlichen Berichte des BASE erörtert.

Die Sachverständigenorganisation GRS wertet – zum Teil unter Beteiligung weiterer unabhängiger Sachverständigenstellen (Öko-Institut e.V. und Physikerbüro Bremen) – im Auftrag des BMUKN die nationale und internationale Betriebserfahrung ganzheitlich aus. Dabei werden besonders die im IRS der IAEO und in der EGOE der OECD/NEA berichteten internationalen Ereignisse systematisch hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf deutsche Kernanlagen ausgewertet.

Zusätzlich werden von der GRS im Auftrag des BMUKN auch bei besonderen Ereignissen in ausländischen Kernanlagen kurzfristig Stellungnahmen angefertigt.

Sollte sich aus der Analyse der von deutschen oder ausländischen Kernanlagen gemeldeten Ereignisse mit sicherheitstechnischer Bedeutung eine Übertragbarkeit auf deutsche Kernanlagen ergeben, erarbeitet die GRS im Auftrag des BMUKN WLN. Diese werden vom BMUKN freigegeben und durch die GRS an die zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden aller Länder mit Kernanlagen, die Sachverständigenorganisationen, die Genehmigungsinhaber der Kernanlagen, die Hersteller und andere Fachinstitutionen übermittelt.

Weiterleitungsnachricht (WLN)

Eine WLN setzt sich wie folgt zusammen:

- Beschreibung des Ereignisses
- Ursachenanalyse
- Bewertung der sicherheitstechnischen Bedeutung
- vom Genehmigungsinhaber ergriffene oder vorgesehene Maßnahmen
- Empfehlungen zur Überprüfung und gegebenenfalls Ergreifung von Abhilfemaßnahmen in anderen Kernanlagen als wesentliches Element einer WLN

Jeder Genehmigungsinhaber einer Kernanlage ist (z. B. durch Genehmigungsaufgaben) verpflichtet, nach Erhalt einer WLN eine Stellungnahme für die jeweils zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes zu erstellen. Der Fokus dieser Stellungnahme liegt dabei hauptsächlich auf der Umsetzung der Empfehlungen aus der betroffenen WLN. Die zuständige Aufsichtsbehörde prüft diese Stellungnahme (i.d.R. unter Zuziehung von Sachverständigen) im Hinblick darauf, ob die Maßnahmen zur Umsetzung ausreichend sind oder weitere Maßnahmen getroffen werden müssen. Die anlagenspezifischen Ergebnisse des Informationsrückflusses werden dann von der jeweiligen zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes an das BMUKN gemeldet. Dabei wird über die Umsetzung der ausgesprochenen Empfehlungen berichtet. Der Informationsrückfluss wird von der GRS ausgewertet und allen Empfängern der WLN zur Verfügung gestellt.

Die Verfahren zur Erfassung, Aufbereitung, Bewertung und Weiterleitung sicherheitsrelevanter Betriebserfahrung aus deutschen und ausländischen Kernanlagen haben sich über Jahre bewährt. Der Prozess ist im Aufsichtshandbuch verankert und wird regelmäßig überprüft und weiterentwickelt. Dies soll gewährleisten, dass neue Erkenntnisquellen erkannt und in den Erfahrungsrückfluss mit einbezogen werden können.

Darüber hinaus führt die GRS ebenfalls Precursor-Analysen⁵⁰ für die meldepflichtigen Ereignisse in deutschen Kernanlagen durch und beteiligt sich an internationalen Datenaustauschprojekten der OECD/NEA.

Erfahrungsaustausch

Sowohl seitens der Genehmigungsinhaber der Kernanlagen als auch seitens der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden und der Sachverständigenorganisationen gibt es verschiedene Arbeitskreise, in denen die anfallenden Betriebserfahrungen und die Schlussfolgerungen hinsichtlich der Sicherheit und anlagenübergreifenden Bedeutung regelmäßig diskutiert werden. Auch von der RSK werden die Berichte der Genehmigungsinhaber zum Anlagenbetrieb und zur Erfahrungsauswertung sowie die WLN und Auswertungen der GRS zu in- und ausländischen Ereignissen regelmäßig beraten.

Aus dem Erfahrungsrückfluss haben sich in Einzelfällen weitere Hinweise ergeben, dass die Eignung technischer Einrichtungen für den langfristigen Betrieb als unzureichend zu bewerten war oder hierfür begründete Zweifel vorlagen. Als Bestandteil der Sicherheitskultur in der Bundesrepublik Deutschland hat es sich in solchen Fällen bewährt, im Konsens der Beteiligten nach technischen Lösungen zu suchen, die über das sicherheitstechnisch zwingend erforderliche Maß hinaus langfristige Verbesserungen erwarten lassen. Beispiele für solche Fälle sind:

- Austausch von Rohrleitungen des Frischdampf- und Speisewassersystems von SWR innerhalb und außerhalb des Sicherheitsbehälters

⁵⁰ Als Precursor (englisch für „Vorläufer“) werden Ereignisse in Kernkraftwerken bezeichnet, die, durch eine Beeinträchtigung der Funktion sicherheitsrelevanter Einrichtungen, durch eine betriebliche Störung oder durch einen Störfall, die Wahrscheinlichkeit für einen Schaden am Reaktorkern vorübergehend deutlich erhöhen. Precursor-Analysen berechnen diese Wahrscheinlichkeit und liefern damit ein Maß für die sicherheitstechnische Bedeutung der Ereignisse.

Ursprünglich wurden die Frischdampf- und Speisewasserleitungen aus einem Stahl mit relativ hoher Festigkeit und daher geringer Wandstärke gefertigt. Dies führte zu Problemen aufgrund der Qualität der Rohrleitungen und des Versatzes an den Schweißnähten. Während des Betriebs wurden Risse aufgrund von Dehnungsrissskorrosion an den Stellen der Fehlausrichtung beobachtet. Die Leitungen wurden in den 1980er Jahren durch Rohre mit höherer Wandstärke und aus weniger festem Stahl ersetzt.

- Umrüstungen auf diversitäre Vorsteuerventile im Druckabsicherungssystem der SWR

In SWR wurden diverse Ventile eingebaut, die eine Begrenzung des Drucks im Falle eines Ausfalls der Hauptventile bei Unfällen ermöglichen. Außerdem können diese Pilotventile während bestimmter normaler Betriebsbedingungen eingesetzt werden, was die Druckregelung aufgrund ihrer kleineren Querschnitte im Vergleich zu den Hauptdruckbegrenzungsventilen verbessert.

- Umstellung aller DWR auf Hoch-AVT-Fahrweise (All Volatile Treatment) in der sekundärseitigen Wasserchemie

Die sekundärseitige Wasserchemie von DWR verwendete ursprünglich Phosphat als Alkalisierungsmittel, was zu einem Verlust (laminare Wandverdünnung) der Dampferzeugerrohre führte. Um dies zu vermeiden, wurde in den 1980er Jahren in allen Anlagen nach und nach eine Wasseraufbereitung mit hohem AVT-Gehalt eingeführt, die einen pH-Wert von $> 9,8$ im gesamten Kreislauf anstrebte. Diese Wasserchemie verursachte keine Verschwendung und unterdrückte wirksam die Erosionskorrosion. Als Vorbedingung mussten alle Wärmetauscher mit Messingrohren im Sekundärkreislauf ausgetauscht werden, da Messing bei diesem pH-Wert selektiv korrodiert.

- Herstellung besser prüfbarer Schweißnahtoberflächen für den Einsatz von Ultraschallverfahren durch Bearbeitung der Oberflächen sowie Neufertigung von Schweißnähten an Rohrleitungen und anderen Komponenten von DWR und SWR

Mit der Einführung der „Basis-Sicherheits-Prinzipien“ im Jahr 1979 mussten neben den primären (Klasse I) auch die Schweißnähte der sekundären (Klasse II) Rohrleitungen bei Durchmessern über 50 mm glatt und bei Durchmessern über 150 mm und Wandstärken über 10 mm sogar flach geschliffen werden. Ausnahmen wurden für austenitische Schweißnähte gemacht, wenn sie bereits glatt genug waren, um die entsprechenden zerstörungsfreien Prüfungen zu ermöglichen. Der Forderung nach Prüfbarkeit folgend wurden auch einige Schweißnähte in Betrieb befindlichen Anlagen nachgeschweißt, wenn sie für die vorgesehene Prüfung nicht geeignet waren, z. B. im Falle von Wurzelaustritten. Daneben gab es auch andere Gründe, Schweißnähte nachzuschweißen, wie z. B. verdächtige Ultraschallsignale, Spannungsrisskorrosion (Messerlinienangriff) an austenitischen Schweißnähten einiger Rohrleitungen in SWR.

Internationale Datenbanken

Besondere Vorkommnisse in deutschen Kernanlagen, die auch für die Sicherheit von Kernanlagen im Ausland von Interesse sind, werden von der GRS in Abstimmung mit dem BMUKN, der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes und dem Genehmigungsinhaber der Kernanlage an die IAEA gemeldet. Ereignisse mit der Einstufung INES 2 und höher werden kurzfristig an „IAEA-NEWS“ gemeldet (Vorgabe: innerhalb von 24 Stunden). Meldungen mit einer INES-Einstufung unter 2 werden dann weitergeleitet, wenn die Ereignisse von öffentlichem, internationalem Interesse sind. Deutschland hat seit der Einführung der INES insgesamt vier Ereignisse in Kernanlagen mit der Einstufung INES 2 gemeldet. Über Ereignisse in ausländischen Kernanlagen mit INES 2 oder höher informiert die GRS umgehend das BMUKN und erstellt eine Stellungnahme. Nach Freigabe der Stellungnahme wird diese durch das BMUKN an die Länder mit Kernanlagen versendet. Zusätzlich informiert das BMUKN die Länder im Arbeitskreis „Aufsicht-Reaktorbetrieb“ des LAA über die Ereignisse mit der Einstufung INES 2 in ausländischen Kernanlagen.

Behördliche Aufsicht

Die Verfahren der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden zur Erfassung, Aufbereitung, Bewertung und Weiterleitung von sicherheitsrelevanten Betriebserfahrungen aus deutschen Kernanlagen haben sich bewährt. Die Erfahrungen zeigen aber auch, dass die regelmäßige Überprüfung und Weiterentwicklung der Verfahren wichtig sind, um auf Dauer zu gewährleisten, dass neue Erkenntnisquellen in den Erfahrungsrückfluss einbezogen und erkannte Erkenntnislücken geschlossen werden können.

Die unabhängige Überprüfung durch verschiedene Beteiligte soll die hohe Qualität der Sicherheitsbewertung gewährleisten.

Behördliche Programme zum Erfahrungsaustausch

Mit den Nachbarstaaten Deutschlands mit Kernanlagen (Belgien, Frankreich, Niederlande, Schweiz, Tschechien) findet ein intensiver Austausch von Betriebserfahrungen im Rahmen der Konsultationen der jeweiligen bilateralen Kommissionen statt (→ Artikel 17 (iv), Seite 149).

Mit den Behörden der Vertragsstaaten Brasilien, Niederlande, Schweiz und Spanien, in denen Kernanlagen der ehemaligen KWU betrieben werden, besteht ein regelmäßiger Austausch im Rahmen der „KWU Regulators Group“.

19 (viii) Behandlung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle

In Deutschland haben die Verursacher radioaktiver Reststoffe gemäß § 9a Abs. 1 AtG dafür Sorge zu tragen, dass diese schadlos verwertet oder als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden. Seit dem 1. Juli 2005 ist die Abgabe bestrahlter BE aus Kernanlagen an Anlagen zur Wiederaufarbeitung verboten. Die bestrahlten BE werden am Standort der Kernanlagen zwischengelagert. Eine Ausfuhr der bestrahlten BE aus Forschungsreaktoren ist nach der Änderung des AtG im Zuge der Fortentwicklung des StandAG nur aus schwerwiegenden Gründen der Nichtverbreitung von Kernbrennstoffen oder aus Gründen einer ausreichenden Versorgung deutscher Forschungsreaktoren mit BE für medizinische und sonstige Zwecke der Spitzenforschung zulässig. Eine Ausnahme davon bildet die Verbringung solcher BE mit dem Ziel der Herstellung in Deutschland endlagerfähiger und endzulagernder Abfallgebinde. Eine Ausfuhrgenehmigung darf nicht erteilt werden, wenn die bestrahlten BE bereits auf Grundlage von § 6 AtG im Inland zwischengelagert sind.

Die allgemeinen Prinzipien für die Behandlung der kerntechnischen Abfälle in Deutschland sind im nationalen Programm für die verantwortungsvolle und sichere Behandlung von bestrahlten BE und radioaktiven Abfällen festgelegt:

- Die Behandlung von radioaktiven Abfällen soll in nationaler Verantwortung Deutschlands und die Entsorgung auf deutschem Staatsgebiet erfolgen.
- Es sind das Endlager Konrad für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und ein Endlager nach dem StandAG für Wärme-entwickelnde radioaktive Abfälle zu errichten.
- Kernkraftwerke, deren Berechtigung zum Leistungsbetrieb erloschen ist oder deren Leistungsbetrieb endgültig beendet ist und deren Betreiber Einzahlende nach § 2 Abs. 1 S. 1 des Entsorgungsfondsgesetzes sind, sind gemäß § 7 Abs. 3 AtG unverzüglich stillzulegen und abzubauen. Damit ist für solche Anlagen der sichere Einschluss keine Option mehr.
- Es ist geplant, dass das Endlager Konrad Ende 2029 fertiggestellt ist. Das genehmigte Abfallvolumen beträgt maximal 303.000 m³. Die Einlagerung soll Anfang der 2030er Jahre mit einer geplanten Betriebszeit von ca. 40 Jahren beginnen.
- Gemäß dem StandAG ist der Standort für das Endlager für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle bis 2031 festzulegen und das Endlager um das Jahr 2050 herum in Betrieb zu nehmen.

Das Management, die Finanzierung und die Verantwortung für die Stilllegung, den Rückbau und die Konditionierung der radioaktiven Abfälle liegen beim Genehmigungsinhaber, während die Finanzierung und Verantwortung für die Tätigkeiten zur Lagerung und Endlagerung beim Bund liegen. Dies ist im Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung geregelt, das am 16. Juni 2017 in Kraft getreten ist. Die Genehmigungsinhaber haben eine Summe von 24 Mrd. Euro an den Bund übergeben, die in einen Fond transferiert wurde. Zur Sicherung der Finanzierung der Kosten traten am 27. Januar 2017 das Gesetz zur Transparenz über die Kosten der Stilllegung und des Rückbaus der Kernkraftwerke sowie der Verpackung radioaktiver Abfälle (Transparenzgesetz) und das Gesetz zur Nachhaftung für Abbau- und Entsorgungskosten im Kernenergiebereich in Kraft.

Lagerung bestrahlter Brennelemente

Bestrahlte BE werden zunächst nass in den BE-Lagerbecken der Kernanlagen selbst und anschließend trocken in den Standortzwischenlagern (SZL) gelagert.

Die sicherheitstechnische Auslegung des BE-Lagerbeckens und der BE-Lagerbecken-Kühlung ist auf die Auswirkungen interner Ereignisse wie Störungen der Wärmeabfuhr, Kühlmittelverlust, Ausfall der Energieversorgung, Änderungen der Reaktivität und der Brennelementhandhabung und -lagerung sowie auf natürliche oder anthropogene Einwirkungen von außen ausgerichtet.

Verbesserungen der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit wurden durch die Anpassung der Betriebsvorschriften für die Beckenkühlung und die Funktionsweise der Kühlleitungen erreicht. Neben Untersuchungen zur Vermeidung von Cliff-Edge-Effekten wurden technische Maßnahmen für auslegungsüberschreitende Störfallszenarien umgesetzt, z. B. zusätzliche flusswasserunabhängige Kühl- und Nachspeisemöglichkeiten und mobile Stromversorgungen.

Diese Maßnahmen tragen dazu bei, die extrem geringe Schadenhäufigkeit von BE-Schäden im BE-Lagerbecken weiter zu reduzieren.

Die Genehmigungsinhaber der Kernanlagen haben im Zeitraum von 1998 bis 2000 die für die Lagerung bestrahlter BE in SZL erforderlichen Genehmigungen nach § 6 AtG beim BfS als zuständige Genehmigungsbehörde beantragt. Mit dem „Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung“ vom 26. Juli 2016, das am 30. Juli 2016 in Kraft getreten ist, ist die Zuständigkeit für Genehmigungsverfahren nach § 6 AtG an das BASE übergegangen. Im Rahmen der Neuordnung der Zuständigkeiten im Entsorgungsbereich sind die Genehmigungen der SZL mit Wirkung vom 1. Januar 2019 an die Bundesgesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) übergegangen. Die atom- und strahlenschutzrechtliche Aufsicht über die SZL wird von den Ländern ausgeführt. In den SZL werden bestrahlte BE in Transport- und Lagerbehältern trocken gelagert. Die Kapazität der Zwischenlager ist so bemessen, dass alle bis zur endgültigen Einstellung des Kraftwerkbetriebs anfallenden Mengen an bestrahlten BE und hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung aufgenommen und bis zur Inbetriebnahme eines Endlagers zwischengelagert werden können. Die Aufbewahrung ist ab Einlagerung des ersten Behälters für 40 Jahre genehmigt. Derzeit werden in Deutschland zwölf SZL betrieben (→ Tabelle 19-2).

Tabelle 19-2 Standortzwischenlager (SZL) für bestrahlte Brennelemente

SZL bei Kernanlage	Erteilung der 1. Genehmigung nach § 6 AtG	Masse Schwermetall [Mg]	Stellplätze gesamt (Ende 2024 belegt)	Baubeginn	Datum der 1. Einlagerung
SZL Biblis	22.09.2003	1400	135 (108)	01.03.2004	18.05.2006
SZL Brokdorf	28.11.2003	1000	100 (61)	05.04.2004	05.03.2007
SZL Brunsbüttel ⁵¹	28.11.2003	450	80 (20)	07.10.2003	05.02.2006
SZL Grafenrheinfeld	12.02.2003	800	88 (54)	22.09.2003	27.02.2006
SZL Grohnde	20.12.2002	1000	100 (68)	10.11.2003	27.04.2006
SZL Gundremmingen	19.12.2003	1850	192 (137)	23.08.2004	25.08.2006
SZL Isar	22.09.2003	1500	152 (88)	14.06.2004	12.03.2007
SZL Krümmel	19.12.2003	775	65 (42)	23.04.2004	14.11.2006
SZL Lingen	06.11.2002	1250	125 (47)	18.10.2000	10.12.2002
SZL Neckarwestheim	22.09.2003	1600	151 (99)	17.11.2003	06.12.2006

⁵¹ Mit der Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts vom 16. Januar 2015, die Beschwerde des BfS gegen Nichtzulassung der Revision im Verfahren um das SZL Brunsbüttel abzulehnen, ist das Urteil des Obergerichtes Schleswig, durch das die Aufbewahrungsgenehmigung für das SZL Brunsbüttel aufgehoben wird, rechtskräftig. Die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde hat eine atomrechtliche Anordnung gemäß § 19 AtG erlassen, mit der die Lagerung der Kernbrennstoffe bis zur Erteilung einer vollzieh- und ausnutzbaren Aufbewahrungsgenehmigung nach § 6 Abs. 1 und 3 AtG oder Erlass einer abweichenden Anordnung geduldet wird.

SZL bei Kernanlage	Erteilung der 1. Genehmigung nach § 6 AtG	Masse Schwermetall [Mg]	Stellplätze gesamt (Ende 2024 belegt)	Baubeginn	Datum der 1. Einlagerung
SZL Philippsburg	19.12.2003	1600	152 (106)	17.05.2004	19.03.2007
SZL Unterweser	22.09.2003	800	80 (40)	19.01.2004	18.06.2007

Behandlung, Konditionierung und Beseitigung radioaktiver Abfälle

Die Genehmigungsinhaber erstellen für die in ihren Kernanlagen anfallenden Abfälle ein Abfallkonzept, welches der zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde vorgelegt wird. Die Genehmigungsinhaber der Kernanlagen führen ebenfalls die Behandlung, Konditionierung und Beseitigung radioaktiver Abfälle durch. Zum Teil werden sie dabei durch spezialisierte Industrieunternehmen unterstützt.

Jährlich erfolgen eine Bestandsaufnahme sämtlicher bestrahlter BE und radioaktiver Abfälle sowie Schätzungen der künftigen Mengen, auch aus der Stilllegung. Hierbei werden auch das Aufkommen und der Bestand an radioaktiven Abfällen aus den Kernanlagen ermittelt. Aufgrund der Richtlinie 2011/70/Euratom und der daraus folgenden Erstellung eines Berichtes zum „Nationalen Entsorgungsprogramm“ wurde die Datenerhebung insbesondere um die Angabe, ob die Abfälle für das Endlager Konrad vorgesehen sind, und um ein neues Kategoriensystem angepasst.

Deutschland ist Vertragspartei des „Gemeinsamen Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter BE und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle“ (Joint Convention). Im Nationalen Bericht der Bundesrepublik Deutschland für die Überprüfungstagung zur Joint Convention⁵² wird regelmäßig umfangreich über die Inventare an radioaktiven Abfällen und bestrahlten BE berichtet.

Minimierung der Abfallmenge

Die Vorbehandlung radioaktiver Abfälle, die nicht freigegeben werden können, dient der Volumenreduzierung und Umwandlung der Rohabfälle in handhabbare, endlagergerecht konditionierbare Zwischenprodukte. Alle radioaktiven Abfälle werden bei ihrer Entstehung sortiert und nach Art, Inhalt und Aktivität dokumentiert. Die Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung (AtEV)) und die „Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle“ 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.

Entsorgung

Über die Aktivitäten zur Entsorgung bestrahlter BE und radioaktiver Abfälle, die Stilllegung von kerntechnischen Einrichtungen und den Umgang mit ausgedienten umschlossenen Strahlenquellen berichtet Deutschland regelmäßig im Rahmen des Nationalen Berichts sowie der Überprüfungstagung der Joint Convention. Die letzte, 8. Überprüfungstagung der Joint Convention fand vom 17. bis 28. März 2025 statt.

Freigabe

Die Freigabewerte für radioaktive Stoffe mit geringfügiger Aktivität und das Verfahren für eine Freigabe sind in der StrlSchV festgelegt. Diese legt für etwa 800 Radionuklide massenspezifische Freigabewerte für feste und brennbare flüssige Stoffe und Freigabewerte

- für Oberflächenkontaminationen,
- für die Freigabe von Gebäuden und Bodenflächen,
- für die Freigabe zur Beseitigung auf Deponien oder in Verbrennungsanlagen sowie

⁵² „Bericht der Bundesregierung für die achte Überprüfungstagung im März 2025 zur Erfüllung des Gemeinsamen Übereinkommens über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und über die Sicherheit der Behandlung radioaktiver Abfälle“, BMUV, August 2024; https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/jc_8_bericht_deutschland_atomenergie_bf.pdf

— für Metallschrott zur Wiederverwertung

auf der Basis des 10 µSv-Konzeptes fest. Die Freigabe ist ein behördlicher Akt. Die erforderlichen Freimessungen werden vom Genehmigungsinhaber einer Kernanlage durchgeführt und unterliegen der Aufsicht durch die zuständige Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Landes, die auch Kontrollmessungen veranlasst.

Umsetzung der „Vienna Declaration on Nuclear Safety“

In deutschen Kernanlagen wurden bereits viele Jahre vor dem Reaktorunfall in Fukushima Vorkehrungen für die Notfallorganisation und einen Krisenstab getroffen. Diese werden durch externe Stellen, wie den Krisenstab des Herstellers und der KHG, unterstützt.

Zusätzlich wurden im Rahmen des Nationalen Aktionsplans in allen deutschen Kernanlagen die HMN eingeführt. Diese sind anlagenspezifisch, dienen dem Krisenstab als Unterstützung und ergänzen die NHB. Die in diesen Handbüchern enthaltenen Strategien und Prozeduren entsprechen den internationalen Empfehlungen zu SAMG.

Anhang 1: Kernanlagen sowie Versuchs- und Demonstrationsreaktoren**Anhang 1-1: Kernanlagen sowie Versuchs- und Demonstrationsreaktoren in Stilllegung**

Lfd. Nr.	Kernanlagen zur Stromerzeugung sowie Versuchs- und Demonstrationsreaktoren in Stilllegung Standort	a) Letzter Genehmigungsinhaber (Betrieb) b) Hersteller c) Inhaber der Stilllegungsgenehmigung	Typ Bruttoleistung MWe	a) Erstkritikalität b) Abschaltung c) Erste Stilllegungsgenehmigung
1	Gundremmingen Block A (KRB A) Gundremmingen Bayern	a) Kernkraftwerk RWE-Bayernwerk b) AEG/General Electric c) RWE Nuclear GmbH	SWR 250	a) 14.08.1966 b) 13.01.1977 c) 26.05.1983
2	Lingen (KWL) Lingen Niedersachsen	a) Kernkraftwerk Lingen GmbH b) AEG/KWU c) Kernkraftwerk Lingen GmbH	SWR 252	a) 31.01.1968 b) 05.01.1977 c) 21.11.1985 (sicherer Einschluss) 21.12.2015 (Abbau)
3	Mehrzweckforschungsreaktor (MZFR) Eggenstein-Leopoldshafen Baden-Württemberg	a) Kernkraftwerk Betriebsgesellschaft mbH b) Siemens/KWU c) Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (KTE)	PHWR 57	a) 29.09.1965 b) 03.05.1984 c) 17.11.1987
4	Kompakte natriumgekühlte Reaktoranlage (KNK II) Eggenstein-Leopoldshafen Baden-Württemberg	a) Kernkraftwerk Betriebsgesellschaft mbH b) Interatom c) Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (KTE)	SNR 21	a) 10.10.1977 b) 23.08.1991 c) 26.08.1993
5	Thorium-Hochtemperaturreaktor (THTR 300) Hamm-Uentrop Nordrhein-Westfalen	a) Hochtemperatur Kernkraftwerk GmbH b) BBC/HRB/NUKEM c) Hochtemperatur Kernkraftwerk GmbH	HTR 308	a) 13.09.1983 b) 29.09.1988 c) 22.10.1993 21.05.1997 (sicherer Einschluss)
6	Atomversuchskraftwerk (AVR) Jülich Nordrhein-Westfalen	a) Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH b) BBC/Krupp Reaktorbau c) Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH	HTR 15	a) 26.08.1966 b) 31.12.1988 c) 09.03.1994 (sicherer Einschluss) 31.03.2009 (Abbau)
7	Rheinsberg (KKR) Rheinsberg Brandenburg	a) Energiewerke Nord GmbH b) VEB Kernkraftwerksbau Berlin c) EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH	DWR (WWER) 70	a) 11.03.1966 b) 01.06.1990 c) 28.04.1995
8	Greifswald Block 1 (KGR 1) Lubmin Mecklenburg-Vorpommern	a) Energiewerke Nord GmbH b) VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau c) EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH	DWR (WWER) 440	a) 03.12.1973 b) 18.12.1990 c) 30.06.1995
9	Greifswald Block 2 (KGR 2) Lubmin Mecklenburg-Vorpommern	a) Energiewerke Nord GmbH b) VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau c) EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH	DWR (WWER) 440	a) 03.12.1974 b) 14.02.1990 c) 30.06.1995

Lfd. Nr.	Kernanlagen zur Stromerzeugung sowie Versuchs- und Demonstrationsreaktoren in Stilllegung Standort	a) Letzter Genehmigungsinhaber (Betrieb) b) Hersteller c) Inhaber der Stilllegungsgenehmigung	Typ Bruttoleistung MWe	a) Erstkritikalität b) Abschaltung c) Erste Stilllegungsgenehmigung
10	Greifswald Block 3 (KGR 3) Lubmin Mecklenburg-Vorpommern	a) Energiewerke Nord GmbH b) VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau c) EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH	DWR (WWR) 440	d) 06.10.1977 e) 28.02.1990 f) 30.06.1995
11	Greifswald Block 4 (KGR 4) Lubmin Mecklenburg-Vorpommern	a) Energiewerke Nord GmbH b) VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau c) EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH	DWR (WWR) 440	a) 22.07.1979 b) 02.06.1990 c) 30.06.1995
12	Greifswald Block 5 (KGR 5) Lubmin Mecklenburg-Vorpommern	a) Energiewerke Nord GmbH b) VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau c) EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH	DWR (WWR) 440	a) 26.03.1989 b) 30.11.1989 c) 30.06.1995
13	Würgassen (KWW) Würgassen Nordrhein-Westfalen	a) PreussenElektra AG b) AEG/KWU c) PreussenElektra GmbH	SWR 670	a) 22.10.1971 b) 26.08.1994 c) 14.04.1997
14	Mülheim-Kärlich (KMK) Mülheim-Kärlich Rheinland-Pfalz	a) RWE Energie AG b) BBR c) RWE Nuclear GmbH	DWR 1302	a) 01.03.1986 b) 09.09.1988 c) 16.07.2004
15	Stade (KKS) Stade Niedersachsen	a) E.ON Kernkraft GmbH b) KWU c) PreussenElektra GmbH	DWR 672	a) 08.01.1972 b) 14.11.2003 c) 07.09.2005
16	Obrigheim (KWO) Obrigheim Baden-Württemberg	a) a)EnKK b) b)Siemens c) c)EnKK	DWR 357	a) 22.09.1968 b) 11.05.2005 c) 28.08.2008
17	Isar Block 1 (KKI 1) Essenbach Bayern	a) E.ON Kernkraft GmbH b) KWU c) PreussenElektra GmbH	SWR 912	a) 20.11.1977 b) 06.08.2011 c) 17.01.2017
18	Neckarwestheim Block I (GKN I) Neckarwestheim Baden-Württemberg	a) EnKK b) KWU c) EnKK	DWR 840	a) 26.05.1976 b) 06.08.2011 c) 03.02.2017
19	Biblis Block A (KWB A) Biblis Hessen	a) RWE Power AG b) KWU c) RWE Nuclear GmbH	DWR 1225	a) 16.07.1974 b) 06.08.2011 c) 30.03.2017
20	Biblis Block B (KWB B) Biblis Hessen	a) RWE Power AG b) KWU c) RWE Nuclear GmbH	DWR 1300	a) 25.03.1976 b) 06.08.2011 c) 30.03.2017
21	Philippsburg Block 1 (KKP 1) Philippsburg Baden-Württemberg	a) EnKK b) KWU c) EnKK	SWR 926	a) 09.03.1979 b) 06.08.2011 c) 07.04.2017
22	Unterweser (KKU) Esenshamm Niedersachsen	a) E.ON Kernkraft GmbH b) KWU c) PreussenElektra GmbH	DWR 1410	a) 16.09.1978 b) 06.08.2011 c) 05.02.2018

Lfd. Nr.	Kernanlagen zur Stromerzeugung sowie Versuchs- und Demonstrationsreaktoren in Stilllegung Standort	a) Letzter Genehmigungsinhaber (Betrieb) b) Hersteller c) Inhaber der Stilllegungsgenehmigung	Typ Bruttoleistung MWe	a) Erstkritikalität b) Abschaltung c) Erste Stilllegungsgenehmigung
23	Grafenrheinfeld (KKG) Grafenrheinfeld Bayern	a) E.ON Kernkraft GmbH b) KWU c) PreussenElektra GmbH	DWR 1345	a) 09.12.1981 b) 27.06.2015 c) 11.04.2018
24	Brunsbüttel (KKB) Brunsbüttel Schleswig-Holstein	a) Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG b) AEG/KWU c) Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG	SWR 806	a) 23.06.1976 b) 06.08.2011 c) 21.12.2018
25	Gundremmingen Block B (KRB-II B) Gundremmingen Bayern	a) Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH b) KWU c) RWE Nuclear GmbH	SWR 1344	a) 09.03.1984 b) 31.12.2017 c) 19.03.2019
26	Philippsburg Block 2 (KKP 2) Philippsburg Baden-Württemberg	a) EnKK b) KWU c) EnKK	DWR 1468	a) 13.12.1984 b) 31.12.2019 c) 17.12.2019
27	Gundremmingen Block C (KRB-II C) Gundremmingen Bayern	a) RWE Nuclear GmbH b) KWU c) RWE Nuclear GmbH	SWR 1344	a) 26.10.1984 b) 31.12.2021 c) 26.05.2021
28	Neckarwestheim Block II (GKN II) Neckarwestheim Baden-Württemberg	a) EnBW Kernkraft GmbH (EnKK) b) KWU c) EnKK	DWR 1400	a) 29.12.1988 b) 15.04.2023 c) 04.04.2023
29	Grohnde (KWG) Emmerthal Niedersachsen	a) E.ON Kernkraft GmbH b) KWU c) PreussenElektra GmbH, Gemeinschaftskraftwerk Grohnde GmbH & Co. oHG, Gemeinschaftskraftwerk Weser GmbH & Co. oHG	DWR 1430	a) 01.09.1984 b) 31.12.2021 c) 06.12.2023
30	Isar Block 2 (KKI 2) Essenbach Bayern	a) E.ON Kernkraft GmbH b) KWU c) PreussenElektra GmbH, Stadtwerke München GmbH	DWR 1485	a) 15.01.1988 b) 15.04.2023 c) 21.03.2024
31	Krümmel (KKK) Krümmel Schleswig-Holstein	a) Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG b) KWU c) Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG	SWR 1402	a) 14.09.1983 b) 06.08.2011 c) 20.06.2024
32	Emsland (KKE) Lingen Niedersachsen	d) Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH e) KWU f) RWE Nuclear GmbH	DWR 1406	a) 14.04.1988 b) 15.04.2023 c) 26.09.2024
33	Brokdorf (KBR) Brokdorf Schleswig-Holstein	a) PreussenElektra GmbH b) KWU c) PreussenElektra GmbH, Kernkraftwerk Brokdorf GmbH & Co. oHG	DWR 1480	a) 08.10.1986 b) 31.12.2021 c) 23.10.2024

Anhang 1-2: Kernanlagen vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen

Lfd. Nr.	Kernanlagen zur Stromerzeugung vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen Standort	a) Letzter Genehmigungsinhaber b) Hersteller	Typ Bruttoleistung MWe	a) Erstkritikalität b) Abschaltung c) Entlassung AtG
1	Heißdampfreaktor Großwelzheim (HDR) Karlstain Bayern	a) Forschungszentrum Karlsruhe b) AEG	Heißdampfreaktor 25	a) 14.10.1969 b) 20.04.1971 c) 14.05.1998
2	Niederaichbach (KKN) Niederaichbach Bayern	a) Forschungszentrum Karlsruhe b) Siemens	Druckröhrenreaktor 106	a) 17.12.1972 b) 31.07.1974 c) 17.08.1994
3	Versuchsatomkraftwerk Kahl (VAK) Karlstain Bayern	a) Versuchsatomkraftwerk Kahl b) AEG/General Electric	SWR 16	a) 13.11.1960 b) 25.11.1985 c) 17.05.2010

Anhang 1-3: Eingestellte Projekte

Lfd. Nr.	Eingestellte Projekte Standort	a) Letzter Genehmigungsinhaber b) Hersteller	Typ Bruttoleistung MWe	Stand
1	Greifswald Block 6 (KGR 6) Lubmin Mecklenburg-Vorpommern	a) Energiewerke Nord GmbH b) VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau	DWR (WWER) 440	Projekt eingestellt
2	Greifswald Block 7 (KGR 7) Lubmin Mecklenburg-Vorpommern	a) Energiewerke Nord GmbH b) VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau	DWR (WWER) 440	Projekt eingestellt
3	Greifswald Block 8 (KGR 8) Lubmin Mecklenburg-Vorpommern	a) Energiewerke Nord GmbH b) VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau	DWR (WWER) 440	Projekt eingestellt
4	SNR 300 Kalkar Nordrhein-Westfalen	a) Schnell-Brüter Kernkraftwerksgesellschaft b) Interatom/Belgonucléaire/Neratoom	SNR 327	Projekt eingestellt 20.03.1991
5	Stendal Block A Stendal Sachsen-Anhalt	a) Altmark Industrie b) VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau	DWR (WWER) 1000	Projekt eingestellt
6	Stendal Block B Stendal Sachsen-Anhalt	a) Altmark Industrie b) VEB Kombinat Kraftwerksanlagenbau	DWR (WWER) 1000	Projekt eingestellt

Anhang 2: Forschungsreaktoren**Anhang 2-1a: Forschungsreaktoren in Betrieb**

Lfd. Nr.	Forschungsreaktor Standort	Genehmigungsinhaber	Reaktortyp thermische Leistung [MWth] th. n-Fluss [$\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$]	Erstkritikalität
1	SUR-FW Furtwangen Baden-Württemberg	Hochschule Furtwangen Labor für Strahlungsmesstechnik	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^6$	28.06.1973
2	SUR-S Stuttgart Baden-Württemberg	Universität Stuttgart Institut für Kernenergetik und Energiesysteme	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^6$	24.08.1964
3	SUR-U Ulm Baden-Württemberg	Technische Hochschule Ulm Institut für Strahlenmesstechnik	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $5 \cdot 10^6$	01.12.1965
4	FRM II Garching Bayern	TU München	Schwimmbad/Kompaktkern 20 $8 \cdot 10^{14}$	02.03.2004
5	FRMZ Mainz Rheinland-Pfalz	Johannes Gutenberg-Universität Mainz Department Chemie	Schwimmbad/TRIGA Mark II 0,1 $4 \cdot 10^{12}$	03.08.1965
6	AKR-2 Dresden Sachsen	TU Dresden Institut für Energietechnik	SUR-Typ $2 \cdot 10^{-6}$ $3 \cdot 10^7$	22.03.2005 (AKR-1: 28.07.1978)

Anhang 2-1b: Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet

Lfd. Nr.	Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet, noch keine Stilllegungs-genehmigung erteilt Standort	Genehmigungsinhaber	Reaktortyp thermische Leistung [MWth] th. n-Fluss [$\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$]	a) Erstkritikalität b) Abschaltdatum c) Antrag auf Stilllegung
1	FRG-1 Geesthacht Schleswig-Holstein	Helmholtz-Zentrum Hereon GmbH (ehemals Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH)	Schwimmbad/MTR 5 $1 \cdot 10^{14}$	a) 23.10.1958 b) 28.06.2010 c) 21.03.2013
2	FRG-2 Geesthacht Schleswig-Holstein	Helmholtz-Zentrum Hereon GmbH (ehemals Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH)	Schwimmbad/MTR 15 $2 \cdot 10^{14}$	a) 16.03.1963 b) 28.01.1993 ⁵³ c) 21.03.2013 ⁵⁴
3	BER II Berlin	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH	Schwimmbad/MTR 10 $2 \cdot 10^{14}$	a) 09.12.1973 b) 11.12.2019 c) 24.04.2017

⁵³ Antrag auf Außerbetriebnahme und Teilabbau⁵⁴ Antrag auf Abbau der Forschungsreaktoranlage (bestehend aus dem FRG-1 und noch vorhandenen Anlagenteilen des FRG-2)

Anhang 2-2: Forschungsreaktoren in Stilllegung

Lfd. Nr.	Forschungsreaktoren in Stilllegung Standort	Genehmigungsinhaber	Reaktortyp therm. Leistung [MWth] th. n-Fluss [$\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$]	a) Erstkritikalität b) Abschaltung c) Erste Stilllegungsgenehmigung
1	FR-2 Eggenstein- Leopoldshafen Baden-Württemberg	Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe	Tank-Typ/D₂O-Reaktor 44 $1 \cdot 10^{14}$	a) 07.03.1961 b) 21.12.1981 c) 03.07.1986 20.11.1996 (sicherer Einschluss)
2	FRM Garching Bayern	TU München	Schwimmbad/MTR 4 $7 \cdot 10^{13}$	a) 31.10.1957 b) 28.07.2000 c) 03.04.2014
3	FRN Oberschleißheim Bayern	Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH	Schwimmbad/TRIGA Mark III 1 $3 \cdot 10^{13}$	a) 23.08.1972 b) 16.12.1982 c) 30.05.1983 24.05.1984 (sicherer Einschluss)
4	FMRB Braunschweig Niedersachsen	Physikalisch Technische Bundesanstalt Braunschweig	Schwimmbad/MTR 1 $6 \cdot 10^{12}$	a) 03.10.1967 b) 19.12.1995 c) 02.03.2001 28.07.2005 Anlage bis auf Zwischenlager aus AtG entlassen
5	FRJ-2 (DIDO) Jülich Nordrhein-Westfalen	Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH	Tank-Typ/D₂O-Reaktor 23 $2 \cdot 10^{14}$	a) 14.11.1962 b) 02.05.2006 c) 20.09.2012
6	SUR-AA Aachen Nordrhein-Westfalen	RWTH Aachen, Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^6$	a) 22.09.1965 b) seit 2002 außer Betrieb und seit 2008 kernbrennstofffrei c) 26.06.2020

Anhang 2-3: Forschungsreaktoren, Stilllegung beendet bzw. aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen

Lfd. Nr.	Stilllegung beendet bzw. aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen Standort	Letzter Genehmigungsinhaber	Reaktortyp therm. Leistung [MWth] th. n-Fluss [$\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$]	a) Erstkritikalität b) Abschaltung c) Stilllegung beendet
1	SNEAK Eggenstein-Leopoldshafen Baden-Württemberg	Kernforschungszentrum Karlsruhe	Homogener Reaktor $1 \cdot 10^{-3}$ $7 \cdot 10^6$	a) 15.12.1966 b) 11/1985 c) 06.05.1987
2	SUAK Eggenstein-Leopoldshafen Baden-Württemberg	Kernforschungszentrum Karlsruhe	Unterkritische Anordnung	a) 20.11.1964 b) 07.12.1978
3	STARK Eggenstein-Leopoldshafen Baden-Württemberg	Kernforschungszentrum Karlsruhe	Argonaut $1 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^8$	a) 11.01.1963 b) 03/1976 c) 1977
4	SUR-KA Eggenstein-Leopoldshafen Baden-Württemberg	Kernforschungszentrum Karlsruhe	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^6$	a) 07.03.1966 b) 09/1996 c) 26.06.1998
5	TRIGA HD I Heidelberg Baden-Württemberg	Deutsches Krebsforschungszentrum	Schwimmbad/TRIGA Mark I 0,25 $1 \cdot 10^{13}$	a) 26.08.1966 b) 31.03.1977 c) 13.12.2006
6	TRIGA HD II Heidelberg Baden-Württemberg	Deutsches Krebsforschungszentrum	Schwimmbad/TRIGA Mark I 0,25 $1 \cdot 10^{13}$	a) 28.02.1978 b) 30.11.1999 c) 13.12.2006
7	AEG Nullenergie Reaktor (TKA) Karlstein Bayern	Kraftwerk Union	Tank-Typ/Kritische Anordnung $1 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^8$	a) 23.06.1967 b) 1973 c) 21.12.1981
8	AEG Prüfreaktor PR-10 Karlstein Bayern	Kraftwerk Union	Argonaut $1,8 \cdot 10^{-4}$ $3 \cdot 10^{10}$	a) 27.01.1961 b) 1976 c) 22.02.1978
9	SAR Garching Bayern	TU München	Argonaut $1 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{11}$	a) 23.06.1959 b) 31.10.1968 c) 20.03.1998
10	SUA Garching Bayern	TU München	Unterkritische Anordnung	a) 06/1959 b) 1968 c) 20.03.1998
11	SUR-M Garching Bayern	TU München	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^6$	a) 28.02.1962 b) 10.08.1981 c) 20.03.1998
12	BER I Berlin	Hahn-Meitner-Institut	Homogener Reaktor 0,05 $2 \cdot 10^{12}$	a) 24.07.1958 b) 1972 c) 23.04.1974

Lfd. Nr.	Stilllegung beendet bzw. aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen Standort	Letzter Genehmigungsinhaber	Reaktortyp therm. Leistung [MWth] th. n-Fluss [$\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$]	a) Erstkritikalität b) Abschaltung c) Stilllegung beendet
13	SUR-B Berlin	TU Berlin, Institut für Energietechnik	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $5 \cdot 10^6$	a) 26.07.1963 b) 15.10.2007 c) 16.04.2013
14	SUR-HB Bremen	Hochschule Bremen	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^6$	a) 10.10.1967 b) 17.06.1993 c) 03/2000
15	SUR-HH Hamburg	Fachhochschule Hamburg	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^6$	a) 15.01.1965 b) 08/1992 c) 12/1999
16	FRF 1 Frankfurt Hessen	Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt	Homogener Reaktor 0,05 $1 \cdot 10^{12}$	a) 10.01.1958 b) 19.03.1968 c) 31.10.2006
17	FRF 2 Frankfurt Hessen	Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt	Modifizierter TRIGA 1 $3 \cdot 10^{13}$	a) keine Kritikalität b) Projekt eingestellt, kein Betrieb c) 31.10.2006
18	SUR-DA Darmstadt Hessen	Technische Hochschule Darmstadt	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^6$	a) 23.09.1963 b) 22.02.1985 c) 29.11.1996
19	FRH Hannover Niedersachsen	Medizinische Hochschule Hannover	Schwimmbad/ TRIGA Mark I 0,25 $9 \cdot 10^{12}$	a) 31.01.1973 b) 18.12.1996 c) 13.03.2008
20	ADIBKA (L77A) Jülich Nordrhein-Westfalen	Hochtemperatur Reaktorbau Köln	Homogener Reaktor $1 \cdot 10^{-4}$ $3 \cdot 10^8$	a) 18.03.1967 b) 30.10.1972 c) 12/1977
21	FRJ-1 (MERLIN) Jülich Nordrhein-Westfalen	Forschungszentrum Jülich	Schwimmbad/MTR 10 $1 \cdot 10^{14}$	a) 24.02.1962 b) 22.03.1985 c) 23.11.2007
22	KAHTER Jülich Nordrhein-Westfalen	Kernforschungsanlage Jülich	Kritische Anordnung $1 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^8$	a) 02.07.1973 b) 03.02.1984 c) 06/1988
23	KEITER Jülich Nordrhein-Westfalen	Kernforschungsanlage Jülich	Kritische Anordnung $1 \cdot 10^{-6}$ $2 \cdot 10^7$	a) 15.06.1971 b) 1982 c) 06/1988
24	RAKE Rossendorf Sachsen	Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V. (VKTA)	Tank-Typ/ Kritische Anordnung $1 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^8$	a) 03.10.1969 b) 26.11.1991 c) 28.10.1998
25	RRR Rossendorf Sachsen	Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V. (VKTA)	Argonaut $1 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{11}$	a) 16.12.1962 b) 25.09.1991 c) 11.05.2000

Lfd. Nr.	Stilllegung beendet bzw. aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen Standort	Letzter Genehmigungsinhaber	Reaktortyp therm. Leistung [MWth] th. n-Fluss [$\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$]	a) Erstkritikalität b) Abschaltung c) Stilllegung beendet
26	ZLFR Zittau Sachsen	Hochschule Zittau/Görlitz, Fachbereich Maschinenwesen	Tank-Typ/WWR-M $1 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^8$	a) 25.05.1979 b) 24.03.2005 c) 03.05.2006
27	ANEX Geesthacht Schleswig-Holstein	Forschungszentrum Geesthacht	Kritische Anordnung $1 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^8$	a) 05/1964 b) 05.02.1975 c) 01/1980
28	NS OTTO HAHN Geesthacht Schleswig-Holstein	Forschungszentrum Geesthacht	DWR Schiffsreaktor 38 $3 \cdot 10^{13}$	a) 26.08.1968 b) 22.03.1979 c) 01.09.1982
29	SUR-KI Kiel Schleswig-Holstein	Fachhochschule Kiel	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^6$	a) 29.03.1966 b) 11.12.1997 c) 02.04.2008
30	RFR Rossendorf Sachsen	VKTA – Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rossendorf e. V.	Tank-Typ/WWR-S(M) 10 $1 \cdot 10^{14}$	a) 16.12.1957 b) 27.06.1991 c) 19.09.2019
31	SUR-H Hannover Niedersachsen	Leibniz Universität Hannover, Institut für Kerntechnik und zerstörungsfreie Prüfverfahren	SUR-100 $1 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^6$	a) 09.12.1971 b) seit 2008 außer Betrieb und kernbrennstofffrei c) 18.09.2019

Anhang 3: Sicherheitstechnische Auslegungsmerkmale, DWR und SWR**1. Druckführende Umschließung****a) Druckführende Umschließung DWR**

Auslegungsmerkmale	Baulinie 3	Baulinie 4
Anzahl der Loops	Vier	Vier
Prüffähigkeit der Konstruktion für zerstörungsfreie Prüfungen	Ja	
Konstruktion		
– Nahtlose Schmiederinge für Behälter	RDB, Dampferzeuger, Druckhalter	
– Nahtlose Rohre	Hauptkühlmittelleitung	
Werkstoffe		
– Alterungsunempfindliche ferritische Feinkornbaustähle mit stabilisierter austenitischer Plattierung	Alle Komponenten und Rohrleitungen mit Nennweiten oberhalb von 400 mm	Wie Baulinie 3, aber optimierte Qualitäten
– Alterungsunempfindliche stabilisierte austenitische Stähle	Alle Rohrleitungen mit Nennweiten unterhalb von 400 mm und Komponenteneinbauten	
– Korrosionsbeständiger Dampferzeuger-Heizrohrwerkstoff (Incoloy 800)	Ja	
Umsetzung des Bruchausschlusskonzeptes	Vor Inbetriebnahme	Von Beginn der Planung
Verringerung der Neutronenversprödung	Optimierter Schweißwerkstoff und Vergrößerung des Wasserspalts im RDB zur Verringerung der Neutronenfluenz	

b) Druckführende Umschließung SWR

Auslegungsmerkmale	Baulinie 72
In den RDB integrierte Umwälzpumpen	Acht
Prüffähigkeit der Konstruktion für zerstörungsfreie Prüfungen	Ja
Konstruktion	
– Nahtlose Schmiederinge für RDB	Ja, außer: Deckel, Bodenkalotte
– Nahtlose Rohre	Ja
Werkstoffe	
– Alterungsunempfindliche ferritische Feinkornbaustähle	RDB, Frischdampf- und Speisewasserleitung
– Alterungsunempfindliche stabilisierte austenitische Stähle	Rohrleitungen ⁵⁵ , z. T. umgerüstet durch Austausch, außerdem RDB-Einbauten und -plattierung
Umsetzung des Bruchausschlusskonzeptes	Von Beginn der Planung; in der Begutachtung ⁵⁶
Verringerung der Neutronenversprödung	Besonderes Brennelementmanagement („low leakage Beladung“)

⁵⁵ Für KRB II: Es sind ausschließlich stabilisiert austenitische Rohrleitungen eingesetzt.

⁵⁶ Für KRB II: Der Bruchausschluss wurde mit einer Änderungs genehmigung behördlich genehmigt.

2. Kernnotkühlung

a) Kernnotkühlung DWR

Auslegungsmerkmale	Baulinie 3	Baulinie 4
Zahl der Notkühlstränge/Kapazität	4 x mindestens 50 %	
Förderhöhe Hochdruckpumpen	ca. 110 bar	
Abfahren Sekundärseite bei kleinen Lecks	Vollautomatisch	
Anzahl der Flutbehälter	Vier, teilweise als Doppelbehälter oder vier Flutbecken	
Förderhöhe Niederdruckpumpen	ca. 10 bar	
Druckspeicher (Einspeisedruck)	Zwei pro Loop (25 bar)	
Sumpfleitung vor der äußeren Absperrung	Doppelrohr mit Dichtheitsüberwachung	
Aufstellungsort der aktiven Notkühlsysteme	Ringraum	

b) Kernnotkühlung SWR

Auslegungsmerkmale	Baulinie 72
Zahl der Stränge der Hochdruckeinspeisung (Kapazität)	Drei Stränge (elektrisch angetriebene Pumpen, 3 x 70 kg/s)
Druckentlastung	Elf Sicherheits- und Entlastungsventile, zusätzlich drei motorbetätigte Entlastungsventile
Mitteldruckeinspeisesystem	Ein Strang (ZUNA; elektrisch angetriebene Pumpe, 40 bar)
Zahl der Niederdruck-Notkühlstränge/Kapazität	3 x 100 %
Rückförderung aus Containmentsumpf	Ja, über passives System mit vier Überlaufrohren
Aufstellungsort Notkühlsysteme	In getrennten Räumen des Reaktorgebäudes, Mitteldrucksystem in verbunkertem Gebäude

3. Sicherheitsbehälter**a) Sicherheitsbehälter DWR**

Auslegungsmerkmale	Baulinie 3	Baulinie 4
Typ	Kugelförmiger Stahlbehälter mit umgebender Betonumhüllung, Ringspalt und Unterdruckhaltung	
Auslegungsdruck (Überdruck)	5,3 bar	
Auslegungstemperatur	145°C	
Werkstoff Stahlhülle (Hauptstruktur)	FG51WS; 15MnNi63; Aldur 50/65D	15MnNi63
Wandstärke Stahlhülle im ungestörten Kugelbereich	bis 38 mm	38 mm
Schleusen		
– Materialschleuse	Doppeldichtungen mit Absaugung	
– Personenschleuse	Doppeldichtungen mit Absaugung	
– Notschleuse	Zwei mit Doppeldichtungen und Absaugung	
Durchdringungen		
– Frischdampfleitung	Eine Abschlussarmatur außen	
– Speisewasserleitung	Jeweils eine Abschlussarmatur innen und außen	
– Notkühl- und Hilfssysteme	Jeweils eine Abschlussarmatur innen und außen mit einzelnen Ausnahmen	Jeweils eine Abschlussarmatur innen und außen
– Lüftungssysteme	Jeweils eine Abschlussarmatur innen und außen	

b) Sicherheitsbehälter SWR

Auslegungsmerkmale	Baulinie 72
Typ	Zylindrischer Spannbetonbehälter mit ringförmiger Kondensationskammer
Auslegungsdruck (Überdruck)	3,3 bar
Auslegungstemperatur	ca. 150 °C
Werkstoff Stahlhülle (Hauptstruktur)	TTSTE29
Wandstärke Stahlhülle außerhalb der Betonauflage	8 mm Stahl liner
Anzahl der aktiven Kondensationsrohre	63
Eintauchtiefe der Kondensationsrohre	4,0 m
Inertisierung der Kondensationskammer	Ja
Inertisierung der Druckkammer	Nein
Schleusen	Generell Doppeldichtung mit Absaugung
– Materialschleuse	Keine
– Personenschleuse	Zum Steuerstabantriebsraum, für Personen und Materialtransporte
– Notschleuse	Zwei, eine vom Steuerstabantriebsraum und eine oberhalb der Kondensationskammer
Durchdringungen	
– Frischdampfleitung/Speisewasserleitung	Eine Abschlussarmatur innen und außen
– Notkühl- und Hilfssysteme	Notkühlsystem im Bereich der Kondensationskammer und einige Kleinleitungen mit zwei äußeren Absperrungen, sonst eine Absperrung innen und außen
– Lüftungssysteme	Zwei außen liegende Abschlussarmaturen

4. Begrenzungen und Sicherheitsleittechnik, einschließlich Reaktorschutz

4.1 DWR

4.1.1 Begrenzungen

Auslegungsmerkmale	Baulinie 3	Baulinie 4
Reaktorleistungsbegrenzung	Ja	
Steuerstabsfahrbegrenzung	Ja (Überwachung Abschaltreaktivität)	
Kühlmitteldruck-, Kühlmittelmassen-, Temperaturgradientenbegrenzung	Ja	

4.1.2 Sicherheitsleittechnik einschließlich Reaktorschutz

Auslegungsmerkmale	Baulinie 3	Baulinie 4
Anregekriterien aus Störfallanalyse abgeleitet	Ja	
Unterschiedliche physikalische Anregekriterien für den Reaktorschutz	Ja, oder diversitäre Anregekanäle	
Ausfallkombinationen	Zufallsausfall, systematischer Ausfall, Folgeausfälle, Ausfall wegen Instandhaltung	
Prüfbarkeit des Reaktorschutzsystems im Leistungsbetrieb	Ja, mit weitgehender automatischer Selbstüberwachung (der Funktionsbereitschaft)	
Aktivierung von Sicherheitseinrichtungen	Bis auf wenige Ausnahmen werden alle Aktionen automatisch ausgeführt und Handmaßnahmen sind frühestens 30 min nach Störfalleintritt erforderlich.	

4.2 SWR

4.2.1 Begrenzungen

Auslegungsmerkmale	Baulinie 72
Reaktorleistungsbegrenzung fest	Ja, Reduzierung Drehzahl Zwangsumwälzpumpen
Reaktorleistungsbegrenzung gleitend	Ja, Steuerstabsausfahrverriegelung, Hochfahrsperr für Zwangsumwälzpumpen
Lokale Leistungsbegrenzung	Ja, Steuerstabsausfahrverriegelung und Reduzierung Drehzahl Zwangsumwälzpumpen

4.2.2 Sicherheitsleittechnik einschließlich Reaktorschutz

Auslegungsmerkmale	Baulinie 72
Anregekriterien aus Störfallanalyse abgeleitet	Ja
Unterschiedliche physikalische Anregekriterien für den Reaktorschutz	Ja, oder diversitäre Anregekanäle
Ausfallkombinationen	Zufallsausfall, systematischer Ausfall, Folgeausfälle, Ausfall wegen Instandhaltung
Prüfbarkeit des Reaktorschutzsystems im Leistungsbe- trieb	Ja, mit weitgehend automatischer Überwachung (der Funktionsbereitschaft)
Aktivierung von Sicherheitseinrichtungen	Bis auf wenige Ausnahmen werden alle Aktionen automatisch ausgeführt und Handmaßnahmen sind frühestens 30 min nach Störfalleintritt erforderlich.

5. Elektrische Energieversorgung

5.1 DWR

Auslegungsmerkmale	Baulinie 3	Baulinie 4
Zahl der unabhängigen Netzanbindungen	Mindestens drei	
Generatorschalter	Ja	
Eigenbedarf bei Netzstörung	Ja, Lastabwurf auf Eigenbedarf	
Notstromversorgung	Vier Stränge mit je einem Diesel (4 x 50 %)	
Zusätzliche Notstromversorgung zur Beherrschung äußerer Einwirkungen	Vier Stränge mit je einem Diesel (4 x 50 %)	
Unterbrechungslose Gleichstromversorgung	3 x 4 Stränge	
Sicherstellung Gleichstromversorgung	Mindestens 10 h	
Strangtrennung	Weitgehend entmaschte Notstromversorgung, bauliche Trennung der Notstromnetze	

5.2 SWR

Auslegungsmerkmale	Baulinie 72
Zahl der unabhängigen Netzanbindungen	Mindestens drei unabhängige Netzanbindungen
Generatorschalter	Ja
Eigenbedarf bei Netzstörung	Ja, Lastabwurf auf Eigenbedarf
Notstromversorgung	Sechs Stränge mit je einem Diesel
Zusätzliche Notstromversorgung zur Beherrschung äußerer Einwirkungen	Drei Stränge mit je ein Diesel
Unterbrechungslose Gleichstromversorgung	Drei (220 V) + Sieben (24 V) Stränge
Sicherstellung Gleichspannungsversorgung	Mindestens 2 h, in der Praxis wurden deutlich höhere Zeiten ermittelt
Strangtrennung	Entmaschte Notstromversorgung, bauliche Trennung der Notstromstränge

6. Schutz gegen Einwirkungen von außen (EVA)**6.1 DWR**

Auslegungsmerkmale	Baulinie 3	Baulinie 4
Erdbeben	Auslegung der sicherheitsrelevanten Anlagenteile mit standortspezifischen Lastannahmen	
Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwelle	Auslegung gemäß Regelwerk (→ Artikel 17 (i), Seite 143), Notstandssysteme in Sicherheitssysteme integriert	

6.2 SWR

Auslegungsmerkmale	Baulinie 72
Erdbeben	Auslegung der sicherheitsrelevanten Anlagenteile mit standortspezifischen Lastannahmen
Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwelle	Auslegung gemäß Regelwerk (→ Artikel 17 (i), Seite 143), Notstandssysteme in Sicherheitssysteme integriert

