

Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2019

**Abteilung Nukleare Sicherheit und atomrechtliche
Aufsicht in der Entsorgung**

Ines Bredberg
Johann Hutter
Andreas Koch
Kerstin Kühn
Katarzyna Niedzwiedz
Klaus Hebig-Schubert
Rolf Wähning

BASE-KE-01/20

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:

urn:nbn:de:0221-2020092123025

Zur Beachtung:

Die BASE-Berichte und BASE-Schriften können von den Internetseiten des Bundesamtes für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung unter <http://www.base.bund.de> kostenlos als Volltexte heruntergeladen werden.

Salzgitter, September 2020

Statusbericht zur Kernenergie- nutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2019

BASE

**Abteilung Nukleare Sicherheit und atomrechtliche
Aufsicht in der Entsorgung**

Ines Bredberg
Johann Hutter
Andreas Koch
Kerstin Kühn
Katarzyna Niedzwiedz
Klaus Hebig-Schubert
Rolf Wähning

Inhalt

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	6
1 ELEKTRISCHE ENERGIEERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND	11
1.1 ALLGEMEINES	11
1.2 DAS ERNEUERBARE-ENERGIEN-GESETZ.....	12
1.3 AUSSTIEG AUS DER STROMERZEUGUNG DURCH KERNENERGIE	12
1.3.1 Stand der Atomgesetzgebung in Deutschland	13
1.3.2 Erzeugung und Übertragung von Elektrizitätsmengen	13
1.3.3 Aufgaben des Bundesamtes für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE).....	14
2 KERNKRAFTWERKE.....	16
2.1 KERNKRAFTWERKE IN BETRIEB.....	18
2.1.1 Verfügbarkeiten und meldepflichtige Ereignisse	18
2.1.2 Anlagen- und Genehmigungsstatus	18
2.2 KERNKRAFTWERKE ENDGÜLTIG ABGESCHALTET	20
2.3 KERNKRAFTWERKE IN STILLLEGUNG	21
2.4 KERNKRAFTWERKE AUS DEM ATOMGESETZ ENTLASSEN	28
2.5 EINGESTELLTE KERNKRAFTWERKSVORHABEN	29
3 FORSCHUNGSREAKTOREN	31
3.1 FORSCHUNGSREAKTOREN IN BETRIEB	31
3.2 FORSCHUNGSREAKTOREN ENDGÜLTIG ABGESCHALTET	32
3.3 FORSCHUNGSREAKTOREN IN STILLLEGUNG	34
3.4 FORSCHUNGSREAKTOREN AUS DEM ATOMGESETZ ENTLASSEN.....	36
4 ANLAGEN DER NUKLEAREN VER- UND ENTSORGUNG.....	39
4.1 URANANREICHERUNGSANLAGEN.....	39
4.2 BRENNLEMENTFABRIKEN	39
4.2.1 Brennelementfabrik in Betrieb	39
4.2.2 Brennelementfabriken aus dem Atomgesetz entlassen	39
4.3 LAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNLEMENTE	41
4.3.1 Lagerung in Kernkraftwerken.....	41
4.3.2 Lagerung in dezentralen Zwischenlagern.....	41

4.3.3	Lagerung in zentralen Zwischenlagern.....	45
4.4	ZWISCHENLAGERUNG VON RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN UND KERNBRENNSTOFFEN	48
4.4.1	Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen	48
4.4.2	Staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen	48
4.5	DIE WIEDERAUFARBEITUNG VON KERNBRENNSTOFFEN.....	48
4.6	KONDITIONIERUNG VON BRENNELEMENTEN.....	50
4.7	ENDLAGERUNG.....	51
4.7.1	Gesetzliche Grundlagen für die Endlagerung.....	51
4.7.2	Stand des Standortauswahlverfahrens für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle	53
4.7.3	Zuständigkeiten bei der Aufsicht und Genehmigung von Endlagern	55
4.7.4	Endlager und Stilllegungsprojekte	55
	ANHÄNGE – ÜBERSICHT.....	58
	ANHANG I – KERNKRAFTWERKE	59
	ANHANG II – FORSCHUNGSREAKTOREN	69
	ANHANG III – ANLAGEN DER NUKLEAREN VER- UND ENTSORGUNG	77

ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Bericht mit dem Stand 31.12.2019 gibt einen Überblick über die Nutzung der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland. Im Bericht aufgeführt sind die wesentlichen Daten aller Kernkraftwerke, Forschungsreaktoren und der Anlagen der Kernbrennstoffver- und -entsorgung. Im Berichtszeitraum waren sieben Kernkraftwerksblöcke und am 31.12.2019, 24:00 Uhr nur noch sechs Kernkraftwerke in Betrieb. Das Kernkraftwerk Philippsburg 2 wurde mit Ablauf des Jahres 2019 endgültig abgeschaltet. Die Stromerzeugung durch Kernenergie im Jahr 2019 betrug insgesamt ca. 75,1 TWh (2018: 76,0 TWh). Der Anteil der Kernenergie an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung betrug 12,4 % (2018: 12,0 %)¹.

Für die Kernkraftwerke enthält der Bericht in zusammengefasster Form die wesentlichen Betriebsergebnisse und Hinweise auf die im Berichtsjahr erteilten atomrechtlichen Genehmigungen. Zu den abgeschalteten bzw. stillgelegten Kernkraftwerken sowie den eingestellten Vorhaben wird eine Kurzbeschreibung des gegenwärtigen Status gegeben. Für die Forschungsreaktoren sind die wesentlichen Angaben zum Typ, den Kenndaten (thermische Leistung, thermischer Neutronenfluss) und dem Nutzungszweck der Anlage dargestellt. Des Weiteren wird ein Überblick über die Genehmigungs- und Betriebshistorie sowie den aktuellen Betriebszustand gegeben. Zu den Anlagen der Kernbrennstoffver- und -entsorgung werden Angaben zu Zweckbestimmung und Leistungsgröße gemacht. Dargestellt werden weiterhin die Genehmigungshistorie und der momentane Betriebs- und Genehmigungszustand. Im Bereich der Endlagerung werden die neuen gesetzlichen Strukturen sowie die aufsichtlichen Tätigkeiten beschrieben. Die Informationen sind am Ende des Berichts zu einer Übersicht in Tabellenform zusammengefasst. Der Bericht wird jährlich in aktualisierter Form herausgegeben.

Mit Wirkung ab 01.01.2020 wurde durch das „Gesetz zur Änderung des Umweltauditgesetzes, des Atomgesetzes, des Standortauswahlgesetzes, der Endlagervorausleistungsverordnung und anderer Gesetze und Verordnungen“ vom 12.12.2019 das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) in „Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (*BASE*)“ umbenannt. Mit dieser Bezeichnung sowie der Abkürzung soll eine sprachlich bessere Unterscheidbarkeit der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde gegenüber den Bundesunternehmen, aber auch dem Bundesamt für Strahlenschutz erreicht werden. Die Bezeichnung *BASE* wird in diesem Bericht durchgehend genutzt.

¹ Vorläufige Werte/ Quelle: BDEW März 2020

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ADIBKA	Abbrandmessung differentieller Brennelemente mit kritischer Anordnung
AGEB	AG Energiebilanzen
AKR-2	Ausbildungsreaktor der Technischen Universität Dresden
ANEX	Anlage für Nullleistungs-Experimente
ANF (AREVA)	Advanced Nuclear Fuels GmbH, Französischer Industriekonzern, Hauptgeschäftsfeld: Nukleartechnik
AtG	Atomgesetz
AVR	Atomversuchskernkraftwerk Jülich
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung ²
BB	Brandenburg
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BE	Berlin
BeHA	Bereitstellungshalle
BER II	Berliner-Experimentier-Reaktor II
BfE	Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit ³
BfKEG	Gesetz über die Errichtung eines Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGE mbH	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
BGZ mbH	Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH
BLG	Brennelementlager Gorleben GmbH
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (seit März 2018)
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (im Dezember 2013 wurde das damalige BMU in BMUB umbenannt, eine erneute Umbenennung in BMU erfolgte durch Organisationserlass im März 2018)
BNFL	British Nuclear Fuels Ltd.
Bq	Becquerel
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
BZA	Brennelement-Zwischenlager-Ahaus-GmbH
CASTOR®	Cask for Storage and Transport of Radioactive material
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives
COGEMA	Compagnie Générale des Matières Nucléaires, AREVA-Gruppe
CSD-C	Colis Standard de Déchets Compactés
DAHER-NCS	Nuclear Cargo + Service GmbH
DBG	Dauerbetriebsgenehmigung
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DIDO	Schwerwassermoderierter und -gekühlter Forschungsreaktor im Forschungszentrum Jülich
DKFZ	Deutsches Krebsforschungszentrum
DNT	DAHER Nuclear Technologies GmbH
DWK	Deutsche Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH
DWR	Druckwasserreaktor
ELK	Einlagerungskammer
ELMA	Erweiterungslager für mittelaktive Abfälle
EnBW	Energiewerke Baden-Württemberg AG
EnKK	EnBW Kernkraft GmbH
EntsorgungÜG	Entsorgungsübergangsgesetz

² Zum 01.01.2020 wurde das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) in „Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE)“ umbenannt (Erläuterung siehe Zusammenfassung, S. 5).

³ Siehe BASE, Fußnote 2.

E.ON	E.ON Kernkraft GmbH, jetzt PreussenElektra
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
ERU	Enriched-Uranium (angereichertes Uran)
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EW	Entwurfsunterlage
EWN	Energiewerke Nord GmbH, seit 02.02.2017 EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH
FDR	Fortschrittlicher Druckwasserreaktor
FMRB	Forschungs- und Messreaktor Braunschweig
FR 2	Forschungsreaktor Karlsruhe 2
FRF 1	Forschungsreaktor Frankfurt 1
FRF 2	Forschungsreaktor Frankfurt 2
FRG-1	Forschungsreaktor Geesthacht 1
FRG-2	Forschungsreaktor Geesthacht 2
FRH	Forschungsreaktor der Medizinischen Hochschule Hannover
FRJ-1	Forschungsreaktor Jülich 1
FRJ-2	Forschungsreaktor Jülich 2
FRM	Forschungsreaktor München
FRM-II	Forschungsreaktor München II, Hochflussneutronenquelle
FRMZ	Forschungsreaktor TRIGA Mark II der Universität Mainz
FRN	Forschungsreaktor Neuherberg
FZJ	Forschungszentrum Jülich GmbH
FZK	Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
GKN 1	Kernkraftwerk Neckarwestheim Block 1
GKN 2	Kernkraftwerk Neckarwestheim Block 2
GKSS	Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH, jetzt: Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH
GNS	Gesellschaft für Nuklear Service mbH
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH
GWh	Gigawattstunde
HAW	High Active Waste
HAWC	High Active Waste-Concentrate
HB	Hansestadt Bremen
HBPI	Hauptbetriebsplan
HDR	Heißdampfreaktor Großwelzheim
HE	Hessen
HEU	High Enriched Uranium
HH	Hansestadt Hamburg
HKG	Hochtemperatur-Kernkraftwerk GmbH
HMGU	Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH
HOBEG	Hochtemperatur-Brennelement Gesellschaft
HTR	Hochtemperaturreaktor
HWL	High Active Waste Lager
JEN	Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH
K	Kelvin
KAHTER	Kritische Anlage für Hochtemperaturreaktoren
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf
KEITER	Kritisches Experiment zum Incore-Thermionik-Reaktor
KGR	Kernkraftwerk Greifswald
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel
KKE	Kernkraftwerk Emsland
KKG	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld
KKG-BELLA	Standortzwischenlager für Brennelemente
KKI 1	Kernkraftwerk Isar 1
KKI 2	Kernkraftwerk Isar 2
KKK	Kernkraftwerk Krümmel
KKN	Kernkraftwerk Niederaichbach

KKP 1	Kernkraftwerk Philippsburg Block 1
KKP 2	Kernkraftwerk Philippsburg Block 2
KKR	Kernkraftwerk Rheinsberg
KKS	Kernkraftwerk Stade
KKU	Kernkraftwerk Unterweser
KKW	Kernkraftwerk
KMK	Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich
KNK II	Kompakte natriumgekühlte Kernreaktoranlage, Karlsruhe
KRB A	Kernkraftwerk Gundremmingen Block A
KRB-II-B	Kernkraftwerk Gundremmingen Block B
KRB-II-C	Kernkraftwerk Gundremmingen Block C
KWB A	Kernkraftwerk Biblis Block A
KWB B	Kernkraftwerk Biblis Block B
KWG	Gemeinschaftskernkraftwerk Grohnde
KWL	Kernkraftwerk Lingen
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim
KWU	Siemens AG, Fachbereich Kraftwerk-Union
KWW	Kernkraftwerk Würgassen
LAVA	Anlage zur Lagerung und Verdampfung hochaktiver Abfallflüssigkeiten
LAW	Low Active Waste
LEU	Low Enriched Uranium
LUnA	Zwischenlager für leicht- und mittelradioaktive Abfälle
LWR	Leichtwasserreaktor
MERLIN	Medium Energy Research Light Water Moderated Industrial Nuclear Reactor im FZ Jülich
MEU	Medium Enriched Uranium
MLU	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt
MOX	Mischoxid (-Brennstoff)
MTR	Materials Testing Reactor
MV	Mecklenburg-Vorpommern
MW _e	Megawatt elektrische Leistung
MWh	Megawattstunde
MW _{th}	Megawatt thermische Leistung
mvK	mit verändertem Korb
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor, Karlsruhe
NBauO	Niedersächsische Bauordnung
NBG	Nationales Begleitgremium
NCS	Nuclear Cargo + Service GmbH, seit 01.10.2015 DAHER-NCS
NI	Niedersachsen
NMU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (seit November 2017 Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz)
NUKEM	NUKEM GmbH Alzenau
NW	Nordrhein-Westfalen
OH	Otto Hahn
oHG	Offene Handelsgesellschaft
OVG	Oberverwaltungsgericht
PEL	PreussenElektra GmbH
PFB	Planfeststellungsbeschluss
PKA	Pilotkonditionierungsanlage
PSÜ	Periodische Sicherheitsüberprüfung
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
PuO ₂	Plutoniumdioxid
RAKE	Rosendorfer Anordnung für Kritische Experimente
RDB	Reaktordruckbehälter
RFR	Rosendorfer Forschungsreaktor
RP	Rheinland-Pfalz
RRR	Rosendorfer Ringzonenreaktor
RSK	Reaktor-Sicherheitskommission

RWE	Rheinisch-Westfälische Elektrizitätsgesellschaft
SAAS	Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (der ehemaligen DDR)
SAR	Siemens Argonaut Reaktor
SE	Sicherer Einschluss
SEWD	Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter
SG	Stilllegungsgenehmigung
SH	Schleswig-Holstein
SL	Saarland
SM	Schwermetall
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
SN	Sachsen
SNEAK	Schnelle Nullenergie-Anordnung
SNR	Schneller natriumgekühlter Reaktor
ST	Sachsen-Anhalt
StandAG	Standortauswahlgesetz
STARK	Schnell-Thermischer Argonaut Reaktor
StMUV	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
SUA	Siemens-Unterkritische Anordnung
SUR	Siemens-Unterrichtsreaktor
SWR	Siedewasserreaktor
SZL	Standort-Zwischenlager
TBG	Teilbetriebsgenehmigung
TBH-KBR	Transportbereitstellungshalle Kernkraftwerk Brokdorf
TBL	Transportbehälterlager
TBL-A	Transportbehälterlager Ahaus
TBL-G	Transportbehälterlager Gorleben
TEG	Teilerrichtungsgenehmigung
TG	Teilgenehmigung
TH	Thüringen
THTR-300	Thorium-Hochtemperaturreaktor, Hamm-Uentrop
TRIGA	Training Research Isotope General Atomics
TRIGA HD I	Forschungsreaktor TRIGA HD I Heidelberg
TRIGA HD II	Forschungsreaktor TRIGA HD II Heidelberg
TSG	Teilstilllegungsgenehmigung
TUM	Technische Universität München
TWh	Terawattstunde
U-235	Uranisotop 235
U ₃ O ₈	Triuranoxoxid
UAG	Urananreicherungsanlage Gronau
UF ₆	Uranhexafluorid
UNS	Unabhängiges Notstandssystem
UO ₂	Urandioxid
UTA	Urantrennarbeit
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VAK	Versuchsatomkraftwerk Kahl
VBA	Verlorene Betonabschirmung
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft (e.V.)
VEK	Verglasungseinrichtung Karlsruhe
VGB	Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber (e.V.)
VKTA	Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rossendorf (e.V.)
WAK	Rückbauprojekt Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe WAK
WAW	Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
WWER	Wassergekühlter, wassermoderierter Energiereaktor (DWR russischen Typs)

WWR-S (M) Wassergekühlter, wassermoderierter Reaktor russischen Typs; S steht für Serienfertigung und M für Modifizierung (beim RFR: Veränderungen am Kern und am Brennstoff)

ZLN Zwischenlager Nord, Rubenow

1 ELEKTRISCHE ENERGIEERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND

1.1 ALLGEMEINES

Im Jahr 2019 wurden in der Bundesrepublik Deutschland insgesamt ca. 604,1 TWh elektrische Energie erzeugt (2018: 635,6 TWh; Anmerkung: Bruttoerzeugung exklusive Einspeisungen, d.h. ohne Stromsaldo). Die Bruttostromerzeugung in Deutschland ging im Vergleich zum Vorjahr um rund 5 % zurück (siehe Tabelle 1.1).

Tabelle 1.1: Anteile der Energieträger an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung in Prozent

***	2017		2018		2019*	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Kernenergie	76,3	11,7	76,0	12,0	75,1	12,4
Braunkohle	148,4	22,7	145,6	22,9	113,9	18,9
Steinkohle	92,9	14,2	82,6	13,0	57,3	9,5
Mineralöl	5,6	0,9	5,2	0,8	5,1	0,8
Erdgas	86,7	13,3	82,5	13,0	91,0	15,1
Erneuerbare, darunter	216,2	33,1	223,3	35,1	242,0	40,1
Wind	105,6	16,2	110,4	17,4	126,1	20,9
Wasser	20,2	3,1	17,9	2,8	20,1	3,3
Biomasse	45,0	6,9	44,6	7,0	44,5	7,4
Photovoltaik	39,4	6,0	44,0	6,9	45,3	7,5
Müll (nur erneuerbarer Anteil)	6,0	0,9	6,2	1,0	5,7	0,9
Geothermie	0,2	****	0,2	****	0,2	****
Übrige (gesamt) **	27,5	4,2	20,5	3,2	19,7	3,3
GESAMT	653,6	100,0	635,6	100,0	604,1	100,0

* Alle Zahlen des Jahres 2019 sind vorläufige Werte. Abweichungen zwischen den vorläufigen (geschätzten) Werten und den endgültigen Werten sind möglich.

** Die Kategorie „Übrige“ Energieträger ist in den Angaben des BDEW spezifiziert in Pumpspeicher, Hausmüll (nicht-regenerativer Anteil) sowie Industrieabfall.

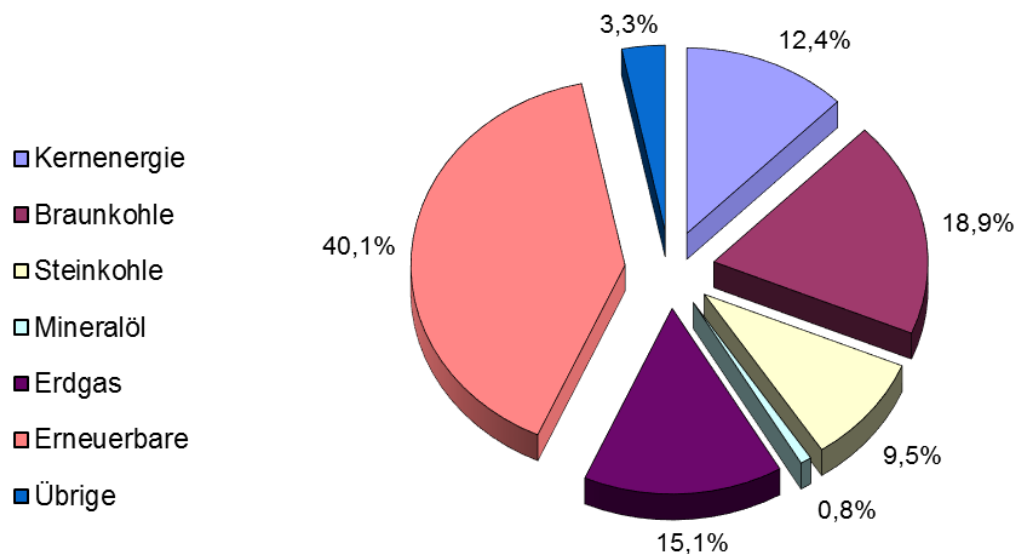
*** alle Werte enthalten Rundungen

**** Wert sehr klein und wird hier nicht angegeben

[Quellen: AGEB, BDEW, Stand März 2020]

Der Anteil der Kernenergie an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung betrug 12,4 % (2018: 12,0 %). Am 31.12.2019 wurde das Kernkraftwerk Philippsburg 2 endgültig abgeschaltet. Zum Zeitpunkt 31.12.2019, 24:00 Uhr betrug die Gesamt-Bruttolistung der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke 8.545 MWe (siehe Tabelle 2.1).

Der Einsatz von Braun- und Steinkohle zur Stromerzeugung ging im Berichtsjahr merklich zurück, der Verbrauch an Erdgas erhöhte sich. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung ist erneut gestiegen. Dies lässt sich u.a. durch die außergewöhnlichen Witterungserscheinungen begründen. Dabei lagen die durchschnittlichen Winderträge über denen der Vorjahre.



Die in der Grafik angegebenen Zahlen sind vorläufige Werte. Abweichungen zwischen den vorläufigen (geschätzten) Werten und den endgültigen Werten sind möglich.

Abb. 1: Anteile der Energieträger an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung 2019 (Basis: 604,1 TWh)

1.2 DAS ERNEUERBARE-ENERGIEN-GESETZ

Die verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energieträger ist Bestandteil der deutschen Klimaschutzstrategie. Diese ist verankert im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das im Jahr 2000 erstmals in Kraft getreten und seitdem ständig weiterentwickelt worden ist. In der EEG-Novelle 2014 wurde der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung festgelegt. Demnach soll ihr Anteil bis zum Jahr 2025 auf 40 bis 45 %, bis zum Jahr 2035 auf 55 bis 60 % und bis zum Jahr 2050 auf mindestens 80 % steigen. Damit der Ausbau besser gesteuert werden kann, wurde ein verbindlicher Ausbaukorridor festgelegt. Das EEG 2017 hat die nächste Phase der Energiewende eingeläutet. Es ist das zentrale Instrument, um eine effektive jährliche Mengensteuerung zu erreichen und die erneuerbaren Energien stärker an den Markt heranzuführen.

Darüber hinaus vereinbarten CDU, CSU und SPD in ihrem Koalitionsvertrag der 19. Legislaturperiode den marktorientierten Ausbau erneuerbarer Energien und die Modernisierung der Stromnetze. Demnach soll der Anteil an Erneuerbaren bis zum Jahr 2030 auf 65 % steigen.

Weitere Informationen hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie unter <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html> veröffentlicht.

1.3 AUSSTIEG AUS DER STROMERZEUGUNG DURCH KERNENERGIE

Die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität wird in Deutschland – zeitlich gestaffelt – beendet. Das letzte Kernkraftwerk soll im Jahr 2022 abgeschaltet werden.

Das Ende der Betriebslaufzeit der einzelnen Kernkraftwerke ist im Atomgesetz (AtG) festgelegt. Nach endgültiger Abschaltung eines Kernkraftwerks schließt sich die Nachbetriebsphase an, währenddessen Arbeiten zur Vorbereitung der Stilllegung durchgeführt werden.

Aufgrund des Reaktorunfalls in der Kernkraftwerksanlage Fukushima Daiichi in Japan vom 11.03.2011 beschloss die Bundesregierung in einem Moratorium am 14.03.2011, alle in Deutschland befindlichen Kernkraftwerke, die bis einschließlich 1980 in Betrieb gegangen waren, übergangsweise für einen Zeitraum von drei Monaten vom Netz zu nehmen und herunterzufahren. Davon betroffen waren die Kernkraftwerke Biblis A und Biblis B, Neckarwestheim 1, Brunsbüttel, Isar 1, Unterweser und Philippsburg 1. Die Kernkraftwerke Biblis B und Brunsbüttel waren zu diesem Zeitpunkt bereits vom Netz, ebenso das Kernkraftwerk Krümmel.

Für diese acht abgeschalteten und zur damaligen Zeit neun noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke führte die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) eine Sicherheitsüberprüfung durch. Deren Ergebnisse sowie der gesamtgesellschaftliche Dialog unter Beteiligung der Ethikkommission "Sichere Energieversorgung" führten in Deutschland zu einer Neubewertung der Risiken der Nutzung der Kernenergie. Die Bundesregierung beschloss, die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität in Deutschland zu beenden.

1.3.1 Stand der Atomgesetzgebung in Deutschland

Mit dem 13. Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 31.07.2011 wurde festgelegt, dass die letzten Kernkraftwerke in Deutschland Ende 2022 außer Betrieb gehen werden.

Mit Inkrafttreten des neuen Atomgesetzes am 06.08.2011 war die weitere Berechtigung zum Leistungsbetrieb für die acht Kernkraftwerke Biblis A und B, Neckarwestheim 1, Brunsbüttel, Isar 1, Unterweser, Philippsburg 1 und Krümmel erloschen. Die Anlagen wurden somit endgültig abgeschaltet und Anträge auf Stilllegung gestellt. Davon haben bis Ende des Jahres 2018 sieben Kernkraftwerke die erste Stilllegungsgenehmigung erhalten.

Der Ausstieg aus der Kernenergienutzung wurde gemäß Atomgesetz (AtG) schrittweise weitergeführt. Am 27.06.2015 ging das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld endgültig vom Netz, für das am 11.04.2018 die erste Stilllegungsgenehmigung erteilt wurde. Am 31.12.2017 endete der Leistungsbetrieb des Kernkraftwerkes Gundremmingen B. Das Kernkraftwerk Philippsburg 2 wurde am 31.12.2019, 24 Uhr MEZ endgültig abgeschaltet.

Für die restlichen in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke legt das AtG folgende Termine für das Laufzeitende beziehungsweise die endgültige Abschaltung fest:

31.12.2021 Kernkraftwerke Grohnde, Gundremmingen C und Brokdorf

31.12.2022 Kernkraftwerke Isar 2, Emsland und Neckarwestheim 2.

Gemäß Atomgesetz kann die Berechtigung zum Leistungsbetrieb eines Kernkraftwerkes auch vor den oben genannten Abschaltterminen erlöschen, wenn die jeweils zugeordnete Elektrizitätsmenge erzeugt wurde.

1.3.2 Erzeugung und Übertragung von Elektrizitätsmengen

Bereits im Juni 2000 hatten die Bundesregierung und die Energieversorgungsunternehmen für jedes Kernkraftwerk eine bestimmte Elektrizitätsmenge vereinbart, die die einzelne Anlage mit Bezugsdatum zum 01.01.2000 noch produzieren darf (Konsensvereinbarung). Diese ergab für jedes Kernkraftwerk eine Betriebszeit von ungefähr 32 Jahren und wurde im April 2002 im Atomgesetz festgelegt. 2010 beschloss die Bundesregierung, die Laufzeit der Kernkraftwerke, die bis einschließlich 1980 den Leistungsbetrieb aufnahmen, um acht Jahre beziehungsweise die Laufzeit der jüngeren Kernkraftwerke um 14 Jahre zu verlängern. Entsprechend wies das im Dezember 2010 geänderte Atomgesetz den einzelnen Kernkraftwerken zusätzliche Elektrizitätsmengen zu. Unter dem Eindruck des Reaktorunfalls in Fukushima Daiichi beschloss die Bundesregierung, die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Elektrizitätserzeugung zu beenden. Das daraufhin im August 2011 geänderte Atomgesetz enthält wieder ausschließlich die bereits in dem früheren Atomgesetz vom April 2002 festgeschriebenen Elektrizitätsmengen für jedes einzelne Kernkraftwerk. Die im Dezember 2010 festgelegte Laufzeitverlängerung wurde rückgängig gemacht und die zusätzlichen Elektrizitätsmengen gestrichen.

Mit der Novellierung des Atomgesetzes im August 2011 wurde für jedes einzelne Kernkraftwerk erstmals ein konkretes Abschaltdatum gesetzlich festgelegt. Zusätzlich listet das Atomgesetz in der Spalte 2 der Anlage 3 zu § 7 Absatz 1a die mit Bezugsdatum 01.01.2000 noch produzierbaren Elektrizitätsmengen auf (siehe auch Spalte 2 der Tabelle in Abbildung 2), nach deren Erzeugung die Berechtigung zum Betrieb der Anlage erlischt. Gemäß Atomgesetz ist es möglich, Elektrizitätsmengen von einem auf ein anderes Kernkraftwerk zu übertragen. Sie können ganz oder teilweise von einem - in der Regel älteren und kleineren - Kernkraftwerk auf ein anderes Kernkraftwerk übertragen werden. Auch eine Übertragung der noch verbliebenen Strommengen von den ab 06.08.2011 gemäß Atomgesetz endgültig abgeschalteten Kernkraftwerken ist möglich. Die Übertragung von einem neueren auf ein älteres Kernkraftwerk bedarf nach dem Atomgesetz einer, im Einvernehmen mit dem Bundeskanzleramt und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, ergehenden Zustimmung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Aus Sicht des BMU ist in diesem Fall jeweils eine eigene vergleichende Sicherheitsanalyse beider betroffener Kernkraftwerke erforderlich. Übertragungen von Elektrizitätsmengen sind dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) mitzuteilen und werden bei der Erfassung der Elektrizitätsmengen berücksichtigt.

Im Berichtszeitraum 2019 wurden folgende Übertragungen von Elektrizitätsmengen vorgenommen:

- Am 15. Januar 2019 wurde eine Elektrizitätsmenge von insgesamt 4,674 TWh auf das Kernkraftwerk Grohnde übertragen. Die übertragene Elektrizitätsmenge stammt aus Kontingenten der bereits stillgelegten Kernkraftwerke Grafenrheinfeld (0,247 TWh), Isar 1 (2,024 TWh) und Unterweser (2,403 TWh).
- Am 11. Juli 2019 wurde eine Elektrizitätsmenge von 10 TWh vom Kontingent des endgültig abgeschalteten Kernkraftwerk Krümmel auf das Kernkraftwerk Grohnde übertragen.
- Am 18. November 2019 wurde eine Elektrizitätsmenge von 5,122 TWh aus dem Kontingent des stillgelegten Kernkraftwerkes Mülheim-Kärlich auf das Kernkraftwerk Isar 2 übertragen.

1.3.3 Aufgaben des Bundesamtes für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE)

Das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung nimmt Regulierungs-, Genehmigungs- und Aufsichtsaufgaben des Bundes in der Endlagerung, Zwischenlagerung sowie für den Umgang und Transport von hochradioaktiven Abfällen wahr. Im Bereich der kerntechnischen Sicherheit unterstützt das *BASE*² das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

Das *BASE* hat mit dem 30.07.2016 die Aufgabe zur Erfassung und Dokumentation der in deutschen Kernkraftwerken erzeugten, übertragenen und verbleibenden Netto-Elektrizitätsmengen vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) übernommen.

Die Energieversorgungsunternehmen messen die erzeugten Elektrizitätsmengen, melden diese Daten seit Mai 2002 monatlich an das BfS, bzw. jetzt an das *BASE*, veranlassen eine jährliche Prüfung der Messgeräte durch unabhängige Sachverständigenorganisationen und bescheinigen jahresbezogen die mitgeteilten Strommengen durch eine Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. Dem *BASE* werden die Prüfberichte der Sachverständigen und Wirtschaftsprüfer vorgelegt.

Das *BASE* gibt die erzeugten, übertragenen und verbleibenden Elektrizitätsmengen gemäß Atomgesetz im Bundesanzeiger bekannt. Die Bekanntgabe erfolgt einmal jährlich. Die Abbildung 2 gibt den Stand der Elektrizitätsmengen zum 31.12.2019 wieder, der am 07.04.2020 als Jahresmeldung 2020 im Bundesanzeiger veröffentlicht wurde und auch auf der *BASE*-Website unter https://www.base.bund.de/DE/themen/kt/kta-deutschland/laufzeiten/laufzeiten_node.html in der aktuellen Fassung eingesehen werden kann.

Ist auf Grund der verbleibenden Elektrizitätsmenge eine Laufzeit von voraussichtlich weniger als sechs Monaten zu erwarten, erfolgt die Veröffentlichung monatlich.

Bekanntmachung gemäß § 7 Absatz 1 c Atomgesetz (AtG) - Jahresmeldung 2019 -							
Vom 1. Januar 2000 bis 31. Dezember 2019 erzeugte, übertragene und verbleibende Elektrizitätsmengen [GWh netto] gemäß § 7 Absatz 1a Anlage 3 Spalte 2 AtG							
Kernkraftwerk	Elektrizitätsmenge ab 1. Januar 2000	1. Januar 2000 bis 31. Dezember 2016	Summe 2017	Summe 2018	Summe 2019	Elektrizitäts- mengen übertragen bis 31. Dezember 2019	verbleibende Elektrizitäts- menge
1	2	3	4	5	6	7	8
Philippsburg 2 ¹⁰⁾	198610,00	177724,66	7380,93	10323,15	9963,12	8454,24	1672,38
Grohnde ^{12) 13)}	200900,00	178087,65	9133,02	10339,24	10113,33	14673,79	7900,55
Gundremmingen C ^{4) 5) 8) 9)}	168350,00	168194,05	9462,04	9874,20	9900,24	41000,00	11919,47
Brokdorf	217880,00	187422,03	5480,41	9838,25	9635,83		5503,48
Isar 2 ¹⁴⁾	231210,00	193519,88	10901,56	11477,22	11384,22	5122,00	9049,12
Emsland ¹¹⁾	230070,00	185591,21	10751,52	10915,03	10237,10	17700,00	30275,14
Neckarwestheim 2	236040,00	178749,37	9880,28	9099,37	9758,36		28552,62
Summe	1483060,00	1269288,85	62989,76	71866,46	70992,20		94872,76
Stade ¹⁾	23180,00	18394,47				-4785,53	0,00
Obrigheim ²⁾	8700,00	14199,89				5499,89	0,00
Mülheim-Kärlich ^{3) 4) 8) 9) 11) 14)}	107250,00					-72805,28	34444,72
Neckarwestheim 1	57350,00	57350,00					0,00
Isar 1 ¹²⁾	78350,00	76325,88				-2024,12	0,00
Biblis A ^{1) 8)}	62000,00	64591,29				2591,29	0,00
Biblis B ^{3) 7) 8)}	81460,00	81737,52				277,52	0,00
Brunsbüttel	47670,00	36670,33					10999,67
Unterweser ^{5) 6) 7) 8) 9) 12)}	117980,00	106777,14				-11202,86	0,00
Philippsburg 1 ^{2) 10)}	87140,00	73185,87				-13954,13	0,00
Grafenrheinfeld ^{6) 12)}	150030,00	150283,19				253,19	0,00
Krümmling ¹³⁾	158220,00	69974,89				-10000,00	78245,11
Gundremmingen B ^{4) 5) 7)}	160920,00	169899,47	9173,06			19200,00	1047,47
Gesamtsumme	2623310,00	2188678,79	72162,82	71866,46	70992,20		219609,73
Die Angaben in der Spalte 6 "Summe 2019" enthalten die von den Wirtschaftsprüfern gemäß § 7 Absatz 1 a AtG geprüften Werte.							
1) Übertragung der verbliebenen Elektrizitätsmenge des Kernkraftwerkes Stade von 4785,53 GWh am 11. Mai 2010 auf das Kernkraftwerk Biblis A (Spalte 7).							
2) Übertragung von insgesamt 5499,89 GWh vom Kernkraftwerk Philippsburg 1 auf das Kernkraftwerk Obrigheim am 23. Januar 2003 und 11. Mai 2005 (Spalte 7).							
3) Übertragung von 8100,00 GWh der verbliebenen Elektrizitätsmenge des stillgelegten Kernkraftwerkes Mülheim-Kärlich auf das Kernkraftwerk Biblis B am 30. Juni 2010 (Spalte 7).							
4) Übertragung von 8400,00 GWh auf das Kernkraftwerk Gundremmingen B sowie 1500,00 GWh auf das Kernkraftwerk Gundremmingen C aus dem verbliebenen Elektrizitätsmengenkontingent des stillgelegten Kernkraftwerkes Mülheim-Kärlich am 28. Mai 2015 (Spalte 7).							
5) Übertragung von 2800,00 GWh auf das Kernkraftwerk Gundremmingen B und 500,00 GWh auf das Kernkraftwerk Gundremmingen C aus dem verbliebenen Elektrizitätsmengenkontingent des abgeschalteten Kernkraftwerkes Unterweser am 28. Mai 2015 (Spalte 7).							
6) Übertragung von 500,00 GWh auf das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld vom Elektrizitätsmengenkontingent des abgeschalteten Kernkraftwerkes Unterweser am 5. Juni 2015 (Spalte 7).							
7) Übertragung von 8000,00 GWh auf Gundremmingen B: von Biblis B (6000,00 GWh) und von Unterweser (2000,00 GWh) am 27. Januar 2017 (Spalte 7).							
8) Übertragung von 8000,00 GWh auf Gundremmingen C: von Biblis A (2194,24 GWh), von Biblis B (1822,48 GWh), von Mülheim-Kärlich (1983,28 GWh) und von Unterweser (2000,00 GWh) am 27. Januar 2017 (Spalte 7).							
9) Übertragung von 31000,00 GWh auf Gundremmingen C: von Mülheim-Kärlich (30000,00 GWh) und von Unterweser (1000,00 GWh) am 10. Januar 2018 (Spalte 7).							
10) Übertragung der verbliebenen Elektrizitätsmenge des Kernkraftwerkes Philippsburg 1 von 8454,24 GWh auf das Kernkraftwerk Philippsburg 2 am 20. März 2018 (Spalte 7).							
11) Übertragung von 17700,00 GWh auf das Kernkraftwerk Emsland aus dem verbliebenen Elektrizitätsmengenkontingent des stillgelegten Kernkraftwerkes Mülheim-Kärlich am 15. Oktober 2018 (Spalte 7).							
12) Mit Wirkung vom 15. Januar 2019 wurden 4673,79 GWh auf das Kernkraftwerk Grohnde von den Anlagen Unterweser (2402,86 GWh), Grafenrheinfeld (246,81 GWh) und Isar 1 (2024,12 GWh) übertragen (Spalte 7).							
13) Mit Wirkung vom 11. Juli 2019 wurden 10000,00 GWh aus dem Elektrizitätsmengenkontingent des Kernkraftwerkes Krümmling auf das Kernkraftwerk Grohnde übertragen (Spalte 7).							
14) Mit Wirkung vom 18. November 2019 wurden 5122,00 GWh aus dem Elektrizitätsmengenkontingent des stillgelegten Kernkraftwerkes Mülheim-Kärlich auf das Kernkraftwerk Isar 2 übertragen (Spalte 7).							

Abb. 2: Erzeugte, übertragene und verbleibende Elektrizitätsmengen (netto) der deutschen Kernkraftwerke (Jahresmeldung 2019, Bundesanzeiger: 07.04.2020)

2 KERNKRAFTWERKE

In der Bundesrepublik Deutschland ergab sich zum Berichtszeitpunkt 31.12.2019, 24 Uhr MEZ folgender Status:

- 6 Kernkraftwerke in Betrieb,
- 2 Kernkraftwerke endgültig abgeschaltet⁴,
- 25 Kernkraftwerksblöcke in Stilllegung,
- 3 Kernkraftwerke Stilllegung beendet und aus dem Atomgesetz entlassen und
- 6 Kernkraftwerksvorhaben eingestellt.

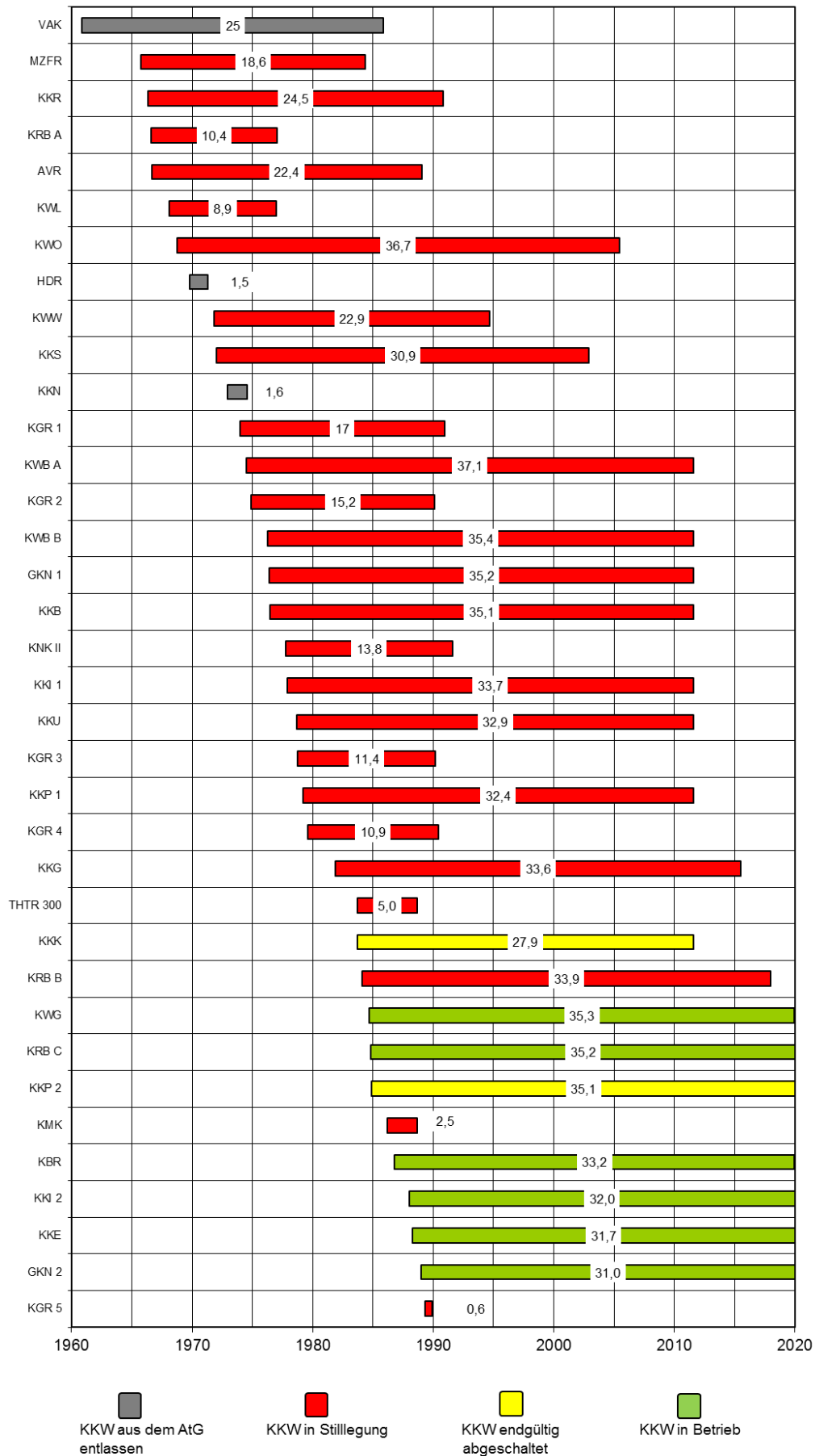
Tabelle 2.1: Kernkraftwerke in Deutschland 2019 (Stand: 31.12.2019, 24 Uhr MEZ)

Status	Druckwasser-reaktor (DWR)		Siedewasser-reaktor (SWR)		Sonstige		Gesamt	
	Anzahl	MWe (brutto)	Anzahl	MWe (brutto)	Anzahl	MWe (brutto)	Anzahl	MWe (brutto)
In Betrieb	5	7.201	1	1.344	—	—	6	8.545
Endgültig abgeschaltet	1	1.468	1	1.402	—	—	2	2.870
In Stilllegung	15	10.778	7	5.160	3	344	25	16.282
Vollständig abgebaut	—	—	1	16	2	131	3	147
Vorhaben eingestellt	5	3.320	—	—	1	327	6	3.647

Die einzelnen Kernkraftwerke werden gemäß ihrem Betriebszustand in den Kapiteln 2.1 bis 2.5 sowie in den entsprechenden Tabellen im Anhang I beschrieben.

Einen Überblick über die Standorte aller Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland gibt Abbildung I am Schluss des Berichtes im Anhang I. Darüber hinaus sind in der folgenden Abbildung die Betriebszeiten der Kernkraftwerke in Deutschland seit ihrer Erstkritikalität dargestellt.

⁴Hinweis: Das Kernkraftwerk Philippsburg 2 (KKP 2) wurde am 31.12.2019 endgültig abgeschaltet und wird hier zum Berichtszeitpunkt 31.12.2019 24:00 MEZ zu den endgültig abgeschalteten Anlagen gezählt. Im folgenden Berichtsteil, Kapitel 2.1, wird das KKP 2 jedoch noch unter den „In Betrieb befindlichen Anlagen“ geführt, da das Kernkraftwerk im Berichtszeitraum 2019 Strom produziert hat und erst zum Jahresende außer Betrieb genommen wurde. Von der bereits am 17.12.2019 erteilten Stilllegungsgenehmigung wurde erstmalig nach Redaktionsschluss am 30.01.2020 Gebrauch gemacht.



**Abb. 3: Betriebszeiten der Kernkraftwerke in Deutschland in Jahren seit Erstkritikalität
Stand 31.12.2019, 24 Uhr MEZ**

2.1 KERNKRAFTWERKE IN BETRIEB

Im Berichtsjahr 2019 waren sieben Kernkraftwerke in Betrieb.⁴ Eine Auflistung der im Berichtsjahr in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke mit ihren wesentlichen Kenndaten enthält Tabelle I.2 im Anhang I.

2.1.1 Verfügbarkeiten und meldepflichtige Ereignisse

In der Tabelle 2.2 sind die Verfügbarkeiten und die meldepflichtigen Ereignisse aus deutschen Kernkraftwerken der letzten 10 Jahre aufgelistet. Das *BASE²* hat mit dem 30.07.2016 die Aufgabe als Störfallmeldestelle vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) übernommen, Jahresberichte und Monatsberichte zu meldepflichtigen Ereignissen zu veröffentlichen. Diese Berichte enthalten die nach der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) gemeldeten Ereignisse in Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren der Bundesrepublik Deutschland, die von der Störfallmeldestelle des *BASE* erfasst werden.

Details und weitere Informationen zu meldepflichtigen Ereignissen sind im Internet auf der *BASE*-Homepage unter https://www.base.bund.de/DE/themen/kt/stoerfallmeldestelle/ereignisse/ereignisse_node.html abrufbar.

Tabelle 2.2: Durchschnittliche Verfügbarkeiten und Gesamtzahl meldepflichtiger Ereignisse der Kernkraftwerke

Jahr	Zeitverfügbarkeit* [%]	Arbeitsverfügbarkeit* [%]	Arbeitsausnutzung* [%]	Zahl meldepflichtiger Ereignisse
2019	90,8	88,9	85,2	50
2018	90,9	89,7	86,2	76
2017	82,0	80,2	76,3	54
2016	88,9	88,4	84,4	70
2015	91,8	91,2	82,2	60
2014	90,6	89,1	86,8	67
2013	89,2	88,7	87,2	78
2012	91,0	90,5	88,9	79
2011	82,1	81,9	68,2	103
2010	76,4	77,5	74,0	81

*Quelle: Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V. (VGB)

2.1.2 Anlagen- und Genehmigungsstatus

Im folgenden Abschnitt wird jeweils eine kurze Beschreibung der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke vorgenommen und auf die - durch die zuständigen atomrechtlichen Behörden gemäß Tabelle I.1 (Anhang I) - im Berichtszeitraum erteilten Genehmigungen nach § 7 AtG eingegangen. Darüber hinaus werden auch laufende Genehmigungsverfahren angesprochen, wenn ihnen eine besondere Bedeutung für den Anlagen- und Genehmigungsstatus zukommt.

Die Terror-Anschläge vom 11.09.2001 in den USA haben auch den Blick auf kerntechnische Anlagen als mögliche Ziele gelenkt. Obwohl nach Auffassung der Sicherheitsbehörden keine konkrete Gefährdung speziell für kerntechnische Anlagen besteht, sind auch die deutschen Kernkraftwerke in die Maßnahmenpakete zum Schutz gegen Terroranschläge mit Verkehrsflugzeugen eingebunden. Ziel ist zum einen, Eingriffe in den Flugverkehr zu erschweren, zum anderen, die möglichen Auswirkungen zu mindern. Im Rahmen dieses gesamten Komplexes wurden neben anlageninternen Maßnahmen, die sofort umgesetzt werden konnten, auch Anträge zur Erschwerung der Treffergenauigkeit im Fall eines gezielten terroristischen Flugzeugangriffs (Tarnschutz durch künstliche Vernebelung) gestellt. Für einige Anlagen sind hierzu atomrechtliche Genehmigungsbescheide nach § 7 AtG erteilt und umgesetzt worden.

Baden-Württemberg

Kernkraftwerk Neckarwestheim Block 2 (GKN 2)

Neckarwestheim 2 ist ein Druckwasserreaktor (DWR) der vierten Generation, eine Konvoi-Anlage, die 1988 mit einer Leistung von 1.316 MW_e in Betrieb genommen wurde. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.400 MW_e ergibt sich aufgrund mehrerer thermischer und elektrischer Leistungsänderungen.

Das Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 ist mit der Inbetriebnahme im Dezember 1988 das jüngste in Deutschland betriebene Kernkraftwerk. Das Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 verliert spätestens mit Ablauf des 31.12.2022 die Berechtigung zum Leistungsbetrieb.

Am 18.07.2016 hat die EnBW Kernkraft GmbH (EnKK) einen Antrag auf Stilllegung und Abbau des GKN 2 nach § 7 Absatz 3 AtG gestellt. Der Antrag wurde mit Schreiben vom 15.05.2017 aktualisiert. Das Vorhaben wurde am 22.06.2018 bekannt gemacht und die Unterlagen vom 02.07. bis zum 03.09.2018 öffentlich ausgelegt. Am 27.11.2018 fand der Erörterungstermin statt.

Kernkraftwerk Philippsburg Block 2 (KKP 2)

Beim Kernkraftwerk Philippsburg 2 handelt es sich um einen Druckwasserreaktor (DWR) der dritten Generation, eine Vor-Konvoi-Anlage. Die Anlage war im Jahre 1984 mit einer Leistung von 1.349 MW_e in Betrieb gegangen. Durch mehrere thermische und elektrische Leistungserhöhungen wurde die elektrische Leistung der Anlage sukzessive auf einen Wert von 1.468 MW_e erhöht.

Am 18.07.2016 hat die EnKK einen Antrag auf Stilllegung und Abbau des KKP 2 nach § 7 Absatz 3 AtG gestellt. Mit Schreiben vom 15.05.2017 wurde dieser Antrag aktualisiert. Am 17.12.2019 wurde für das KKP 2 die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung erteilt.

Die Erlaubnis zum Betrieb des Kernkraftwerkes erlosch gemäß § 7 Absatz 1a AtG mit dem 31.12.2019. Das KKP 2 wurde an diesem Tag endgültig abgeschaltet.

Bayern

Kernkraftwerk Isar Block 2 (KKI 2)

Das Kernkraftwerk Isar Block 2 ist eine Konvoi-Anlage mit DWR der vierten Generation. Sie wurde als erste der drei Konvoi-Anlagen (Neckarwestheim 2, Emsland) 1988 mit einer Leistung von 1.370 MW_e in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.485 MW_e ergibt sich aufgrund zweier thermischer und mehrerer elektrischer Leistungserhöhungen. Damit ist KKI 2 der derzeit leistungsstärkste Kernkraftwerksblock Deutschlands.

Für den Standort Isar wurde am 12. April 2018 ein „Antrag auf Genehmigung nach § 7 StrlSchV zum Umgang mit radioaktiven Stoffen in der Bereitstellungshalle (BeHa)“ gestellt.

Mit Datum vom 01.07.2019 wurden die Stilllegung und der Abbau des KKI 2 beantragt. Das Kernkraftwerk Isar 2 verliert spätestens mit Ablauf des 31.12.2022 die Berechtigung zum Leistungsbetrieb.

Durch die Umfirmierung der E.ON Kernkraft GmbH wechselte der Genehmigungsinhaber zum 01.07.2016. Aktueller Genehmigungsinhaber des KKI 2 ist die PreussenElektra GmbH (PEL).

Kernkraftwerk Gundremmingen Block C (KRB II C)

Das Kernkraftwerk Gundremmingen war als Doppelblockanlage mit baugleichen Blöcken KRB II B und KRB II C ausgelegt. In beiden Blöcken arbeiteten Siedewasserreaktoren (SWR) der Baureihe 72, die 1984 jeweils mit einer Leistung von 1.310 MWe in Betrieb genommen wurden. Die derzeitige Reaktorleistung des Blockes C beträgt 1.344 MWe. Am 08.12.2017 wurde der Beitritt der RWE Nuclear GmbH zu den für das Kernkraftwerk Gundremmingen erteilten atomrechtlichen Genehmigungen nach § 7 Absatz 1 Atomgesetz beschieden (15. Änderungsgenehmigung). Damit ist die RWE Power AG aus der atomrechtlichen Verantwortung entlassen.

Im Zuge der besseren Ausnutzung der Brennelemente beantragte die RWE am 27.08.2015, die Anlage mit Nachladebrennelementen des Typs ATRIUM 11 bis zu einer Anreicherung von nominal 4,6 w/o U-235 im Mischkern zu betreiben. Am 22.01.2018 wurde für das Kernkraftwerk Gundremmingen Block C die 16. Änderungsgenehmigung nach § 7 AtG zum Einsatz von Brennelementen des Typs ATRIUM 11 erteilt.

Das KRB II C verliert spätestens zum 31.12.2021 die Berechtigung zum Leistungsbetrieb. Der Rückbau ist in drei Phasen geplant. Alle Teilvorhaben werden gesondert beantragt und genehmigt. Eine erste Genehmigung zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage KRB II, 1. Teilschritt, wurde am 19.03.2019 bereits erteilt. Die erste Phase beinhaltet den Abbau des KRB II Block B. Im 2. Teilschritt ist dann der Abbau des Blockes C vorgesehen. Nach Erreichen der Kernbrennstofffreiheit können dann im dritten und letzten Teilschritt die restlichen Systeme und Anlagenteile sukzessive zurückgebaut werden. Ein Antrag auf Abbau von Anlagenteilen des KRB II C wurde am 31.07.2019 bei der zuständigen Landesbehörde gestellt.

Niedersachsen

Kernkraftwerk Grohnde (KWG)

Das Kernkraftwerk Grohnde ist ein DWR der dritten Generation (Vor-Konvoi) und wurde 1984 mit einer Leistung von 1.365 MW_e in Betrieb genommen. Eine thermische und zwei elektrische Leistungserhöhungen führten zur derzeitigen Reaktorleistung von 1.430 MW_e.

Am 26.10.2017 wurde ein Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage in der ersten Abbauphase (1. SAG) gestellt. In Verbindung mit diesem Antrag wurde am 30.11.2017 die Errichtung einer Transportbereitstellungsanlage gemäß § 7 Strahlenschutzverordnung beantragt. Die Unterlagen befinden sich in der Prüfung. Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung fand am 04.04.2019 ein Scoping-Termin zu beiden Verfahren statt.

Zum 15.01.2019 wurden 4.673,79 GWh aus den verbliebenen Strommengenkontingenten der stillgelegten Kernkraftwerke Unterweser, Grafenrheinfeld und Isar 1 auf das KWG übertragen. Des Weiteren wurden mit Wirkung vom 11.07.2019 10.000 GWh vom Kernkraftwerk Krümmel auf das Kernkraftwerk Grohnde übertragen (siehe Kapitel 1.3.2). Das Kernkraftwerk Grohnde verliert spätestens zum 31.12.2021 die Berechtigung zum Leistungsbetrieb.

Durch die Umfirmierung der E.ON Kernkraft GmbH wechselte der Genehmigungsinhaber zum 01.07.2016. Aktueller Genehmigungsinhaber des KWG ist die PreussenElektra GmbH (PEL).

Kernkraftwerk Emsland (KKE)

Die Anlage Emsland ist ein DWR der vierten Generation und somit eine der drei Konvoi-Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland. Die Anlage wurde 1988 mit einer Leistung von 1.316 MW_e in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.406 MW_e ergibt sich aufgrund einer thermischen und mehrerer elektrischen Leistungserhöhungen. Die letzte Leistungserhöhung um 6 MW erfolgte im Mai 2014 durch den Austausch der Hochdruckturbine.

Am 22.12.2016 hat die Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH einen Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau der Anlage gestellt. Das Kernkraftwerk Emsland verliert spätestens zum 31.12.2022 die Berechtigung zum Leistungsbetrieb.

Am 29.08.2019 hat die Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH einen Antrag zum Umgang mit radioaktiven Stoffen nach § 12 StrlSchG in einem neuen Technologie- und Logistikgebäude eingereicht.

Seit 01.01.2018 bündelt die RWE in der RWE Nuclear GmbH die Kernenergiesparte. Die RWE Nuclear GmbH hält als Gesellschafterin 87,5 % Anteile am Kernkraftwerk Emsland.

Schleswig-Holstein

Kernkraftwerk Brokdorf (KBR)

Beim Kernkraftwerk Brokdorf handelt es sich um einen DWR der dritten Generation (Vor-Konvoi). Die Anlage wurde 1986 mit einer Leistung von 1.380 MW_e in Betrieb genommen. Die Reaktorleistung beträgt derzeit 1.480 MW_e. Sie ergibt sich aus zwei thermischen und mehreren elektrischen Leistungserhöhungen.

Durch die Umfirmierung der E.ON Kernkraft GmbH wechselte der Genehmigungsinhaber zum 01.07.2016. Aktueller Genehmigungsinhaber des KBR ist die PreussenElektra GmbH (PEL).

Am 01.12.2017 wurde für das Kernkraftwerk Brokdorf die Stilllegung und der Abbau der Anlage in der ersten Abbauphase gemäß § 7 Absatz 3 AtG bei der Genehmigungsbehörde beantragt. Es sind zwei Abbauphasen vorgesehen. Der Beginn der Abbauphase eins ist mit Brennelementen auf der Anlage geplant. Am 08.12.2017 wurde ein Genehmigungsantrag nach § 7 StrlSchV zum Umgang mit radioaktiven Stoffen und Reststoffen in einer neu zu errichtenden Transportbereitstellungshalle (TBH-KBR) gestellt. Für beide Vorhaben fand im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung am 29.01.2019 ein Scoping-Termin statt. Das Kernkraftwerk Brokdorf verliert spätestens zum 31.12.2021 die Berechtigung zum Leistungsbetrieb.

2.2 KERNKRAFTWERKE ENDGÜLTIG ABGESCHALTET

Im nachfolgenden Kapitel sind die Kernkraftwerke dargestellt, die endgültig abgeschaltet wurden und noch keine Genehmigung zur Stilllegung der Anlage erhalten oder im Berichtszeitraum von der erteilten Stilllegungsgenehmigung noch keinen Gebrauch gemacht haben.

Tabelle I.3 des Anhangs I enthält die wichtigsten Daten zu den Kernkraftwerken dieser Kategorie.

Schleswig-Holstein

Kernkraftwerk Krümmel (KKK)

Beim Kernkraftwerk Krümmel handelt es sich um den leistungsstärksten SWR der Baureihe 69. Die Anlage wurde 1983 mit einer Leistung von 1.316 MWe in Betrieb genommen. Zum Abschluss des Leistungsbetriebes betrug die Reaktorleistung 1.402 MWe.

Nach einem Transformatorbrand im Juni 2007 war die Anlage abgeschaltet worden. Im Juni 2009 kam es nach kurzzeitigem Anfahren erneut zu einem Kurzschluss in einem Maschinentransformator. Danach befand sich das KKK im Stillstandsbetrieb.

Durch die Änderung des Atomgesetzes 2011 hat die Anlage den Leistungsbetrieb endgültig eingestellt (siehe Kapitel 1.3) und befindet sich seitdem im Nachbetrieb. Der Reaktor wurde entladen. Seit 11.12.2019 ist das Kernkraftwerk Krümmel frei von Brennelementen und Brennstäben. Unbestrahlte, nur durch Lagerbeckenwasser kontaminierte Brennelemente wurden bereits zur Zwischenlagerung nach Schweden transportiert. Zu einem späteren Zeitpunkt sollen sie in die USA verbracht und dort weiterverarbeitet werden.

Am 24.08.2015 wurde vom Betreiber ein Antrag auf Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerkes Krümmel gestellt. Im Rahmen zur Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung wurde am 27.06.2016 ein Scoping-Termin durchgeführt. Am 29.09.2017 wurde der Antrag auf Stilllegung der Anlage präzisiert. Es wurde zusätzlich u.a. der Abbau des Reaktordruckbehälters, des biologischen Schields, weiterer aktivierter Anlagenteile sowie Bereiche um das Brennelementlagerbecken aufgenommen.

Ein Antrag auf Genehmigung nach § 7 StrlSchV zum Umgang mit radioaktiven Stoffen in einem neu zu errichtenden Lager für radioaktive Abfälle und Reststoffe wurde am 13.12.2016 gestellt.

2.3 KERNKRAFTWERKE IN STILLLEGUNG

In der Bundesrepublik Deutschland befanden sich im Berichtsjahr 25 Kernkraftwerksblöcke in Stilllegung⁴ (siehe Tabelle I.4 im Anhang I). Der Thorium-Hochtemperaturreaktor Hamm-Uentrop ist die letzte deutsche Kernkraftwerksanlage, die im sicheren Einschluss betrieben wird. Die anderen Kernkraftwerke werden weiterhin mit dem Ziel des vollständigen Abbaus „Grüne Wiese“ zurückgebaut.

Baden-Württemberg

Kernkraftwerk Neckarwestheim Block 1 (GKN 1)

Das Kernkraftwerk Neckarwestheim 1 ist ein Druckwasserreaktor (DWR) der zweiten Generation und wurde 1976 mit einer Leistung von 855 MW_e in Betrieb genommen. Die elektrische Reaktorleistung betrug zuletzt 840 MW_e. Die Anlage wurde auf Anordnung der Bundesregierung am 16.03.2011 abgefahren. Die Berechtigung zum Leistungsbetrieb ist mit Änderung des Atomgesetzes zum 06.08.2011 erloschen (siehe Kapitel 1.3.1). Die Brennelemente wurden in den Block II transportiert. Der letzte Transport fand im April 2018 statt. Seitdem ist die Anlage brennelement- und brennstabfrei.

Die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung wurde am 24.04.2013 beantragt und am 03.02.2017 erteilt. Seitdem wurden die inneren Einbauten des Reaktordruckbehälters demontiert und zerlegt. Die Rückbauarbeiten im Maschinenhaus haben begonnen. Die zweite Abbaugenehmigung wurde mit Schreiben vom 21.12.2017 beantragt. Die Unterlagen wurden vom 03.09. bis zum 05.11.2018 öffentlich ausgelegt. Der Erörterungstermin fand am 06.02.2019 statt. Am 12.12.2019 wurde die zweite und letzte Rückbaugenehmigung für das Kernkraftwerk GKN 1 erteilt. Diese umfasst u.a. den Abbau des Unterteils des Reaktordruckbehälters, des biologischen Schields, des Brennelementlagerbeckens und Teilen des Reaktorsicherheitsbehälters.

Kernkraftwerk Philippsburg Block 1 (KKP 1)

Das Kernkraftwerk Philippsburg 1 gehört wie Isar 1, Brunsbüttel und Krümmel zu den Siedewasserreaktoren (SWR) der Baureihe 69 und wurde 1979 mit einer Leistung von 900 MW_e in Betrieb genommen. Die mit Abschaltung des Reaktors im Jahr 2011 gültige elektrische Leistung betrug 926 MW_e. Die Berechtigung zum Leistungsbetrieb ist mit Änderung des Atomgesetzes zum 06.08.2011 erloschen (siehe Kapitel 1.3.1). Alle Brennelemente und Brennstäbe wurden bis Ende 2016 in das Standortzwischenlager KKP verbracht. Das KKP 1 ist seitdem brennelement- und brennstabfrei.

Am 24.04.2013 wurde ein Antrag gemäß § 7 Absatz 3 AtG auf Erteilung einer 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung gestellt. Am 07.04.2017 wurde die Stilllegungs- und Abbaugenehmigung für das Kernkraftwerk Philippsburg Block 1 erteilt. Mit dem Rückbau wurde begonnen. Die zweite Abbaugenehmigung wurde mit Schreiben vom 21.12.2017 beantragt. Die Unterlagen wurden zu Jahresbeginn 2019 öffentlich ausgelegt, der Erörterungstermin fand am 16.10.2019 statt.

Mehrzweckforschungsreaktor Karlsruhe (MZFR)

Der Mehrzweckforschungsreaktor mit einem 57 MW_e schwerwassermoderierten Druckkesselreaktor wurde von 1965 bis 1984 betrieben. Neben der Stromerzeugung diente er durch die Kraft-Wärme-Kopplung auch der Wärmeversorgung des Kernforschungszentrums Karlsruhe. Nach seiner endgültigen Abschaltung wurde der unmittelbare und vollständige Rückbau der Anlage beschlossen. Die abgebrannten Brennelemente wurden in der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) aufgearbeitet. Der Rückbau erfolgt seither in jeweils gesondert atomrechtlich genehmigten Teilschritten (Teilstilllegungsgenehmigungen).

Mit der 8. Stilllegungsgenehmigung vom 31.01.2007 wurde der Rückbau des aktivierten Teils des biologischen Schildes, der Rückbau aller Systeme und Einrichtungen, die Dekontamination und der Abriss aller Gebäudestrukturen gestattet. Mit dem Abriss des aktivierten Betons des biologischen Schildes 2011 endete der fernbediente Rückbau am MZFR. Zurzeit konzentrieren sich die Arbeiten auf die Vorbereitung des Reaktorgebäudes für den Abriss. Dazu wird das Reaktorgebäude an der stehenden Struktur dekontaminiert und freigesessen.

Kernkraftwerk Obrigheim (KWO)

Das Kernkraftwerk Obrigheim (KWO), ein 357 MW_e leistender Druckwasserreaktor wurde am 22.09.1968 erstmals kritisch und nahm 1969 seinen Leistungsbetrieb auf. Nach 36 Betriebsjahren wurde das KWO am 11.05.2005 aufgrund des Erlöschens der Berechtigung zum Leistungsbetrieb gemäß § 7 Absatz 1a AtG endgültig abgeschaltet.

Der Rückbau soll in insgesamt vier unabhängigen Genehmigungsschritten erfolgen. Der Kernbrennstoff wurde aus dem Kern entfernt. Die Brennelemente wurden in 15 CASTOR®-Behälter im Zeitraum vom 27.06. bis 19.12.2017 in das Standortzwischenlager Neckarwestheim verbracht. Seitdem ist die Anlage brennelement- und brennstofffrei.

Die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung zur endgültigen und dauerhaften Betriebseinstellung wurde am 28.08.2008 erteilt. Die 2. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung, erteilt am 24.10.2011, regelt unter anderem den Abbau von Anlagenteilen und zugeordneten Hilfssystemen im Kontrollbereich (u. a. Reaktorkühlsystem und Dampferzeuger) und das Betriebsreglement für die Fortführung des Stilllegungsbetriebes.

Am 30.04.2013 wurde die 3. Abbaugenehmigung für den Abbau des Reaktordruckbehälter-Unterteils, der Reaktordruckbehälter-Einbauten, des Biologischen Schildes und einzelner baulicher Anlagenteile im Reaktorgebäude erteilt. Der Abbau der Reaktordruckbehälter-Einbauten ist abgeschlossen. Das Reaktorbehälter-Unterteil wurde zerlegt. Im Berichtszeitraum wurden weitere Arbeiten zum Abbau der Betonstrukturen innerhalb des Reaktorgebäudes durchgeführt. Dabei wurden das Reaktorbecken und das biologische Schild komplett demontiert und verpackt. Auch das Brennelementlagerbecken wurde demontiert.

Am 03.11.2015 wurde der vierte und letzte Abbauschritt beantragt und am 14.05.2018 genehmigt. Gegenstand der Genehmigung ist der Abbau von restlichen baulichen, maschinen- und elektrotechnischen Anlagenteilen, die Bearbeitung der dabei anfallenden Reststoffe sowie die Behandlung der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle. Der Abbau soll die Dekontamination von Gebäuden, Gebäudeteilen, Räumen, Raumteilen und sonstigen baulichen Anlagenteilen einschließen.

Kompakte natriumgekühlte Kernreaktoranlage Karlsruhe (KNK II)

Das Versuchskraftwerk KNK II diente der Entwicklung der Brütertechnologie. Die Anlage enthielt einen 21 MW_e natriumgekühlten schnellen Brutreaktor und wurde 1977 in Betrieb genommen. Der Reaktor wurde nach Abschluss des Versuchsprogramms am 23.08.1991 endgültig abgeschaltet.

Das Stilllegungskonzept sieht einen Rückbau der Anlage in zehn Schritten vor. Die erste Genehmigung für die Stilllegung der Anlage wurde am 26.08.1993 erteilt. Seit dem 26.05.1994 ist die Anlage frei von Kernbrennstoff; dieser wurde zunächst nach Cadarache (F) abtransportiert und lagert nun im Zwischenlager Nord.

Nachdem der Ausbau der Primärabschirmung im Rahmen der 9. Stilllegungsgenehmigung beendet war, wurde der Abbau des biologischen Schildes vorbereitet. Die vorhandene Einhausung wurde abgebaut und durch einen Demontage-Caisson (Schutzeinhausung) ersetzt. Dieser dient zur Lüftungstechnischen Trennung zwischen Reaktorgebäude und Reaktorschacht. Mit den Arbeiten zum Abbau des biologischen Schildes wurde in 2019 begonnen.

Im April 2016 wurde die 10. Stilllegungsgenehmigung beantragt. In dieser werden der Abbau der restlichen Anlagenteile sowie der Abriss von Gebäuden geregelt. Die Unterlagen befinden sich in der Begutachtung. Stilllegungsziel ist die Entlassung der Anlage aus dem Atomgesetz und die Herstellung der „Grünen Wiese“.

Bayern

Kernkraftwerk Gundremmingen Block A (KRB A)

Die Anlage Gundremmingen A (SWR) ging mit einer Leistung von 250 MWe im August 1966 in Betrieb. Charakteristisch für diese Anlage war eine reaktorinterne Wasser-Dampf-Abscheide- und Dampftrocknungsanlage, die erstmalig in einem SWR eingesetzt wurde. Nach einem Störfall im Jahre 1977 entschied sich der Betreiber 1980, die Anlage aus wirtschaftlichen Gründen nicht wieder instand zu setzen, sondern endgültig abzuschalten. Die letzten Brennelemente wurden bis 1989 aus der Anlage entfernt und zur Wiederaufarbeitung gebracht. Die Genehmigung zur Stilllegung nach § 7 Absatz 3 Atomgesetz wurde am 26.05.1983 erteilt. Es erfolgt der vollständige Rückbau der Anlage in drei Phasen auf der Grundlage der vorliegenden atomrechtlichen Genehmigungen. Der Rückbau ist weit fortgeschritten. Die nicht mehr benötigten Systeme und Komponenten im Maschinenhaus und Reaktorgebäude sind abgebaut. Das Reaktorgebäude ist dekontaminiert, aber noch nicht aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen.

Das ehemalige Technikgebäude (ohne Reaktorgebäude) des Blockes A wird seit 01.01.2015 als Technologiezentrum genutzt. Dort werden Dekontaminationsarbeiten und Abfallbehandlungsarbeiten für die Blöcke KRB II B und KRB II C durchgeführt.

Am 31.07.2017 wurde ein Wechsel der Mitgenehmigungsinhaberschaft nach § 7 Atomgesetz Absatz 1 für das Kernkraftwerk Gundremmingen A beantragt und am 08.12.2017 genehmigt. Damit wurde der Beitritt der RWE Nuclear GmbH zu den für das Kernkraftwerk Gundremmingen Block A erteilten atomrechtlichen Genehmigungen nach § 7 Absatz 1 Atomgesetz beschieden. Die RWE Power AG wurde aus der atomrechtlichen Verantwortung entlassen.

Kernkraftwerk Gundremmingen Block B (KRB II B)

Das Kernkraftwerk Gundremmingen war als Doppelblockanlage mit baugleichen Blöcken KRB II B und KRB II C ausgelegt. In beiden Blöcken arbeiteten Siedewasserreaktoren (SWR) der Baureihe 72, die 1984 jeweils mit einer Leistung von 1.310 MWe in Betrieb genommen wurden. Aufgrund mehrerer elektrischer Leistungserhöhungen betrug die Reaktorleistung des Blockes B zuletzt 1.344 MWe.

Am 11.12.2014 wurde vom Betreiber der Abbau von Anlagenteilen in Block B beantragt. Am 31.12.2017 wurde das KRB II B gemäß Atomgesetz dauerhaft abgeschaltet. Der Reaktor wurde entladen. Die Brennelemente befinden sich im Brennelementlagerbecken und werden sukzessive in das Standortzwischenlager verbracht. Am 19.03.2019 wurde die erste Genehmigung auf Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerks Gundremmingen, Phase 1, erteilt. Seitdem wird das KRB II B rückgebaut.

Am 08.12.2017 wurde der Beitritt der RWE Nuclear GmbH zu den für das Kernkraftwerk Gundremmingen erteilten atomrechtlichen Genehmigungen nach § 7 Absatz 1 Atomgesetz beschieden (15. Änderungsgenehmigung). Damit wurde die RWE Power AG aus der atomrechtlichen Verantwortung entlassen.

Kernkraftwerk Isar Block 1 (KKI 1)

Das Kernkraftwerk Isar 1 gehört zu den SWR der Baureihe 69 und wurde 1977 mit einer elektrischen Leistung von 907 MW_e in Betrieb genommen. Die zuletzt gültige elektrische Reaktorleistung betrug 912 MW_e. Seit dem 17.03.2011 ist das KKI 1 dauerhaft abgeschaltet. Die Berechtigung zum Leistungsbetrieb ist mit Änderung des Atomgesetzes zum 06.08.2011 erloschen (siehe Kapitel 1.3.1). Der Reaktorkern wurde vollständig entladen, die Brennelemente befinden sich im Lagerbecken.

Am 04.05.2012 wurde ein Antrag gemäß § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau der Anlage KKI 1 gestellt. Am 17.01.2017 wurde die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung für das Kernkraftwerk Isar Block 1 erteilt. Die Genehmigung wurde beklagt. Die Klage des BUND Naturschutz in Bayern e.V. vom 08.02.2017 gegen die Stilllegungs- und Abbaugenehmigung wurde vom 22. Senat des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs mit Urteil vom 20.12.2018 abgewiesen. Der BUND Naturschutz in Bayern e.V. hat Revision eingelegt.

Derzeit laufen die Beladekampagnen von CASTOR®-Behältern mit dem Ziel der Brennelementfreiheit des Brennelementlagerbeckens.⁵

Für den Standort Isar wurde am 12.04.2018 ein „Antrag auf Genehmigung nach § 7 StrlSchV zum Umgang mit radioaktiven Stoffen in der Bereitstellungshalle (BeHa)“ gestellt. Die Genehmigung wurde am 03.12.2019 erteilt.

⁵ Seit Ende April 2020 ist das KKI 1 brennelementfrei.

Durch die Umfirmierung der E.ON Kernkraft GmbH wechselte der Genehmigungsinhaber zum 01.07.2016. Aktueller Genehmigungsinhaber des KKI 1 ist die PreussenElektra GmbH (PEL).

Kernkraftwerk Grafenrheinfeld (KKG)

Das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld ist ein DWR der dritten Generation (Vor-Konvoi-Anlage) und wurde 1981 mit einer Leistung von 1.299 MW_e in Betrieb genommen. Die Reaktorleistung lag zuletzt bei 1.345 MW_e und ergab sich durch zwei elektrische Leistungserhöhungen.

Am 28.03.2014 wurde vom Betreiber ein Antrag zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage gestellt. Die Anlage wurde am 27.06.2015 vom Betreiber bereits vor dem im AtG genannten spätesten Termin zum 31.12.2015 vom Netz genommen. Die erste Stilllegungsgenehmigung nach § 7 Absatz 3 AtG wurde am 11.04.2018 erteilt. Der BUND Naturschutz in Bayern e. V. hat am 04.06.2018 Klage gegen diese Genehmigung erhoben. Das Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Bayern hat dazu im Juli 2019 seine Stellungnahme abgegeben.

Das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld befindet sich in der ersten von zwei Abbauphasen. Der Reaktor wurde entladen, die Brennelemente wurden ins Brennelementelagerbecken verbracht. Derzeit laufen Kampagnen zur Verladung der Brennelemente in CASTOR[®]-Behälter und zur Verbringung der CASTOR[®]en in das Standortzwischenlager für Brennelemente KKG-BELLA. Der Rohbau der geplanten der Bereitstellungshalle für schwach- bis mittlerradioaktive Reststoffe (BeHa) wurde abgeschlossen.

Durch die Umfirmierung der E.ON Kernkraft GmbH wechselte der Genehmigungsinhaber zum 01.07.2016. Aktueller Genehmigungsinhaber des KKG ist die PreussenElektra GmbH (PEL).

Brandenburg

Kernkraftwerk Rheinsberg (KKR)

Das Kernkraftwerk Rheinsberg mit einer Leistung von 70 MW_e (Reaktortyp WWER) ging 1966 in Betrieb. Es diente der eigenständigen Reaktorentwicklung der DDR. Die erzeugte elektrische Energie wurde an das Landesnetz abgegeben. Die Anlage wurde nach 24 Jahren Betrieb 1990 endgültig abgeschaltet. Der Standort ist seit dem 09.05.2001 frei von Kernbrennstoffen; die Brennelemente wurden in das Zwischenlager Nord (ZLN) gebracht. Es ist der vollständige Rückbau der Anlage vorgesehen. Die erste Stilllegungsgenehmigung wurde am 28.04.1995 erteilt. Die Stilllegungsarbeiten werden sukzessive in Teilschritten mit entsprechenden Genehmigungen durchgeführt.

Am 30.10.2007 erfolgte der Transport des Reaktordruckbehälters ins Zwischenlager Nord (ZLN) bei Greifswald. Dadurch ist das Aktivitätsinventar der Anlage erheblich gesunken.

Am 03.07.2013 stellte die Betreiberin einen Antrag auf Erteilung einer Änderungsgenehmigung zur Genehmigung I/95 zur Stilllegung und Teilabbau des KKR gemäß § 7 AtG. Dieser beschäftigt sich mit dem Konzept der Langzeitverwahrung. Mit Schreiben vom 22.09.2015 hat die Betreiberin den Antrag zurückgezogen. Ein überarbeitetes Konzept zum weiteren Rückbau des KKR wurde am 27.08.2015 bei der Genehmigungsbehörde vorgestellt. Die „Konzeption zur weiteren Vorgehensweise“ legte die EWN mit Schreiben vom 13.01.2016 vor. Diese sieht vor, den direkten Abbau bis zum Jahr 2025 abzuschließen.

Die Stilllegung des Kernkraftwerks Rheinsberg umfasst auch das Aktive Lager für feste und flüssige radioaktive Reststoffe (ALfR). Ein Antrag auf Freigabe der Bodenflächen des ALfR wurde am 14.12.2018 gestellt.

Derzeit wird das Entkernen von Räumen des Reaktorgebäudes und des Gebäudes der Speziellen Wasseraufbereitung umgesetzt. Es erfolgten im Berichtszeitraum weitere Demontearbeiten an der Infrastruktur der Heißen Zelle. Zurzeit laufen Dekontaminationsarbeiten zur Beseitigung von Hot-Spots in der Spezialkanalisation.

Hessen

Kernkraftwerk Biblis - Blöcke A (KWB A) und B (KWB B)

Die Anlagen Biblis A und B zählen zu den acht Kernkraftwerken die aufgrund der Änderung des Atomgesetzes im Jahr 2011 ihren Leistungsbetrieb endgültig einstellen mussten (siehe Kapitel 1.3.1).

Biblis A mit einem DWR der zweiten Generation, wurde 1974 mit einer Leistung von 1.204 MW_e in Betrieb genommen. Die zuletzt gültige elektrische Reaktorleistung betrug 1.225 MW_e. Das Kernkraftwerk Biblis wurde als Doppelblockanlage konzipiert. Block B, ebenfalls ein DWR der zweiten Generation, nahm seinen Betrieb 1976 mit einer elektrischen Leistung von 1.300 MW_e auf. Diese Leistung war auch die zuletzt gültige. Am 06.08.2012 wurden atomrechtliche Anträge nach § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau der Blöcke A und B des Kernkraftwerks Biblis gestellt. Am 30.03.2017 wurden die ersten Stilllegungs- und Abbaugenehmigungen für das Kernkraftwerk Biblis Blöcke A und B erteilt. Der BUND Hessen e.V. hat die Genehmigung für Block A beklagt. Die Genehmigungsinhaberin hat die Inanspruchnahme der Genehmigungen zum 01.06.2017 erklärt.

Am 22.01.2018 wurden für beide Kernkraftwerksblöcke weitere Genehmigungen nach § 7 Absatz 3 AtG beantragt. Inhalt der Anträge ist der Abbau der Reaktordruckbehälter, der biologischen Schilder sowie der Abbau der Einrichtungen zur Umschließung der äußeren Sicherungsbereiche.

Der Ausbau der vier Dampferzeuger von Block A ist weit fortgeschritten. Es ist geplant diese vor Ort teilzu zerlegen. Später sollen diese von der EWN am Standort Lubmin weiterzerlegt werden. Schwerpunkt der laufenden Rückbautätigkeiten ist die Schaffung der Abbau-Infrastruktur.

Block A ist seit November 2016 frei von Brennelementen und Brennstäben. Die Brennelement- und Brennstabfreiheit in Biblis B wurde Anfang Juni 2019 erreicht.

Zur vorübergehenden Zwischenlagerung der beim Rückbau anfallenden schwach- und mittelradioaktiven Reststoffe am Kraftwerksstandort wurde am 05.04.2016 die Genehmigung nach § 7 StrlSchV zum Bau eines Lagers für radioaktive Abfälle und Reststoffe aus Betrieb und Stilllegung des KWB (LAW-Lager 2) erteilt. Mit der Errichtung wurde im Oktober 2016 begonnen. Das Lager ist zu Beginn des Jahres 2019 in Betrieb gegangen.

Am 31.07.2017 wurde ein Wechsel der Inhaberschaft nach § 7 AtG Absatz 1 für das Kernkraftwerk Biblis beantragt und am 15.12.2017 genehmigt. Seit Beginn des Jahres 2018 ist die RWE Nuclear GmbH den atomrechtlichen Genehmigungen beigetreten und die RWE Power AG aus der atomrechtlichen Verantwortung entlassen worden. Aufgrund des Wirksamwerdens der Abspaltung des Teilbetriebs Kernenergie der RWE Power AG ist die RWE Nuclear GmbH seit April 2018 alleinige Genehmigungs- und Anlageninhaberin des Kraftwerkes Biblis.

Mecklenburg-Vorpommern

Kernkraftwerk Greifswald (KGR), Blöcke 1 bis 5

Der Bau des Kernkraftwerkes Greifswald ging auf die Entscheidung der Regierung der ehemaligen DDR von 1955 zurück, Kernenergie zur Elektroenergieerzeugung zu nutzen. Von den acht DWR-Blöcken des KGR mit je 440 MW_e des russischen Typs WWER (Reaktor W-230 und W-213) ging Block 1 im Jahre 1973 in Betrieb. Die Inbetriebnahme der Blöcke 2 bis 4 folgte in den Jahren 1974, 1977 und 1979. Die Blöcke 1 bis 4 wurden 1990 nach einer Sicherheitsbeurteilung der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) und des Staatlichen Amtes für Atomsicherheit und Strahlenschutz (SAAS) der ehemaligen DDR abgeschaltet. Weiterhin wurde entschieden, auch Block 5 stillzulegen, der 1989 erstmals kritisch und dessen Inbetriebnahme noch von der damaligen Aufsichtsbehörde SAAS unterbrochen wurde. Durch die Doppelblockbauweise ist Block 5 mit Block 6 verbunden. Die Blöcke 6 bis 8 waren zum damaligen Zeitpunkt noch im Bau (siehe auch Kapitel 2.5).

Seit dem 22.05.2006 ist das Kernkraftwerk Greifswald frei von Kernbrennstoffen.

Die erste Stilllegungsgenehmigung zur Stilllegung der Gesamtanlage und zum Abbau von Anlagenteilen (G01) wurde am 30.06.1995 nach § 7 Absatz 3 AtG erteilt. Seitdem sind weitere Genehmigungen und Änderungsgenehmigungen zur Stilllegung und zum Rückbau erteilt worden. Am 08.07.2016 wurde von der EWN GmbH ein Antrag gemäß § 7 Absatz 1 und 3 AtG auf Änderung der Genehmigung G01 sowie zum Rückbau/Abbau Abluftkamin Nord II einschließlich Luftkanal Spezialgebäude 2 – Kamin gestellt. Die Genehmigung wurde am 09.05.2018 erteilt. Im Berichtsjahr wurden die Arbeiten gemäß der Genehmigung vollständig vollzogen, der Abbruch des Kamins ist abgeschlossen. Mit Schreiben vom 05.06.2018 wurde ein weiterer Antrag auf Erteilung einer Genehmigung zur Stilllegung und zum Abbruch/Abriss der baulichen Anlagen des Spezialgebäudes Nord II einschließlich der Verbindungsbrücke zum Apparatehaus Nord II und der Abfüllstation /Rotationsdünnschichtverdampferanlage (GA08.7) gestellt.

Mit Schreiben vom 28.09.2018 hat die EWN die Genehmigung eine Zerlegehalle nach § 12 Strahlenschutzgesetz beantragt. In der künftigen Zerlegehalle sollen Großkomponenten aus dem Rückbau der Kernkraftwerke Greifswald und Rheinsberg endlagergerecht zerlegt und verpackt werden.

Mit Schreiben vom 29.05.2019 wurde von der EWN ein Antrag gemäß § 6 AtG zur Errichtung eines Ersatztransportbehälterlagers (ESTRAL) gestellt, in das zurzeit im ZLN lagernde CASTOR[®]en verschiedener Bauart eingelagert werden sollen (siehe Kapitel 4.3.3).

Niedersachsen

Kernkraftwerk Stade (KKS)

Das Kernkraftwerk Stade, ein DWR mit einer Leistung von 672 MW_e, war von 1972 bis 2003 in Betrieb. Die endgültige Abschaltung erfolgte am 14.11.2003. Der damalige Betreiber E.ON, jetzt PreussenElektra, beantragte mit Schreiben vom 23.07.2001 den direkten Rückbau der Anlage. Die Brennelemente wurden Ende April 2005 zur Wiederaufarbeitung nach Frankreich abtransportiert. Der Rückbau ist in fünf Phasen vorgesehen. Zuletzt wurde am 04.02.2011 die Phase vier genehmigt, welche den weiteren Abbau der Anlage und Maßnahmen zur Freigabe von Gebäuden und Bodenflächen beinhaltet. Im Berichtsjahr fanden Abbau- und

Entsorgungsmaßnahmen statt. Ein Kran im Containment, mit dessen Hilfe die inneren Gebäudestrukturen im Sicherheitsbehälter abgebaut werden sollen, wurde eingebaut. Das Herausschneiden von Betonsegmenten der inneren Gebäudestrukturen wurde fortgesetzt.

Im Rahmen der Abbautätigkeiten wurde im Januar 2014 am Boden des Containments eine Kontamination festgestellt. Es wird davon ausgegangen, dass es sich dabei um eine Kontamination aus der Leistungsbetriebsphase handelt. Der Befund führt dazu, dass der entsprechende Betonbereich nicht durch eine Freimesung an der stehenden Gebäudestruktur nach Grobdekontamination freigegeben werden kann, sondern abgebaut werden muss. Derzeit laufen Rückbauarbeiten zum Abbau des Splitterschutzes im Reaktorgebäude. Nach Beendigung dieser Arbeiten kann mit der Demontage des Betonfundamentes begonnen werden.

Kernkraftwerk Lingen (KWL)

Das Kernkraftwerk Lingen, ein SWR mit einer Leistung von 252 MW_e, wurde 1968 in Betrieb genommen. Nach 9 Jahren Leistungsbetrieb wurde die Anlage wegen Schäden an den Dampfumformern im Januar 1977 zum Einbau neuer Dampfumformer abgeschaltet. Es wurden weitere schwere Schäden festgestellt, so dass der Betreiber im März 1979 entschied, den Nuklearteil stillzulegen und die vorhandene Dampfturbine mit einer neu zu installierenden, erdgasgefeuerten Hochtemperatur-Gasturbine zu nutzen. Auf der Grundlage der Genehmigung vom 21.11.1985 wurde seit 1988 die Anlage im sicheren Einschluss (SE) betrieben. Die Brennelemente wurden vor Beginn des SE nach Sellafield (GB) transportiert. Die Überwachung des SE erfolgte vom benachbarten Kernkraftwerk Emsland.

Im Dezember 2007 gab die Kernkraftwerk Lingen GmbH bekannt, dass sie den Antrag auf Fortführung des sicheren Einschlusses zurückzieht. Am 15.12.2008 wurde von der Betreiberin ein Antrag auf Abbau der Anlage nach § 7 Absatz 3 AtG gestellt. Der Abbau der verbliebenen Anlage soll in drei Teilprojekten erfolgen. Am 21.12.2015 wurde die Genehmigung für den ersten Genehmigungsschritt (Teilprojekt 1) zum Abbau des Kernkraftwerkes Lingen erteilt. Dieser umfasst den Abbau aller nicht kontaminierten und kontaminierten Anlagenteile, sofern diese für den weiteren Abbaubetrieb und den weiteren Abbau nicht erforderlich sind. Ein zweiter, später zu beantragender Genehmigungsschritt (Teilprojekt 2) soll den Abbau des Reaktordruckgefäßes mit seinen Einbauten, des biologischen Schildes, den Restabbau, die Dekontamination und die Entlastung der Anlage aus der atomrechtlichen Überwachung beinhalten. Das dritte Teilprojekt umfasst den konventionellen Gebäudeabriss. Der Ausbau der Dampferzeuger als Ganzes wird vorbereitet.

Seit Beginn des Jahres 2018 ist die RWE Nuclear GmbH den atomrechtlichen Genehmigungen beigetreten und die RWE Power AG aus der atomrechtlichen Verantwortung entlassen worden. Die Betreiberin des KWL, die Kernkraftwerk Lingen GmbH, ist ein Tochterunternehmen der RWE Nuclear GmbH.

Kernkraftwerk Unterweser (KKU)

Das Kernkraftwerk Unterweser ging 1978 mit einer Leistung von 1.300 MW_e in Betrieb. Es ist ein Kernkraftwerk mit DWR der 2. Generation. Zuletzt betrug die elektrische Reaktorleistung 1.410 MW_e. Mit der 13. Novelle zur Änderung des Atomgesetzes erlosch der Leistungsbetrieb zum 06.08.2011 (siehe Kapitel 1.3.1).

Am 04.05.2012 wurde ein Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage KKU gestellt, der mit Schreiben vom 20.12.2013 dahingehend erweitert wurde, dass der Abbau des KKU mit noch in der Anlage vorhandenen Brennelementen beginnen soll. Am 05.02.2018 wurde der erste Genehmigungsbescheid (Bescheid I/2018) für das Kernkraftwerk Unterweser zur Stilllegung und zum Abbau (1. SAG) erteilt. Mit Schreiben vom 05.11.2018 reichte die PreussenElektra GmbH einen Antrag nach § 7 Absatz 3 Atomgesetz zur Genehmigung der Abbauphase 2 ein.

Die Brennelemente wurden aus dem Reaktorkern entfernt und sind in das Standortzwischenlager eingelagert worden. Die Sonderbrennstäbe wurden in CASTOR®-Behälter verpackt und ebenfalls ins Zwischenlager verbracht. Das Kernkraftwerk Unterweser ist seit dem 21.02.2019 frei von Brennelementen und Brennstäben.

Im Berichtsjahr starteten die Vorbereitungen zu den Zerlegearbeiten der Kerneinbauten des Reaktordruckbehälters. Die Zerlegung soll fernhantiert unter Wasser erfolgen. Das Projekt soll als Pilotprojekt für die anderen Kernkraftwerke der PreussenElektra GmbH dienen.

Durch die Umfirmierung der E.ON Kernkraft GmbH wechselte der Genehmigungsinhaber zum 01.07.2016. Aktueller Genehmigungsinhaber des KKU ist die PreussenElektra GmbH (PEL).

Nordrhein-Westfalen

Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor Jülich (AVR)

Das AVR-Versuchskernkraftwerk war ein Versuchsreaktor, der ausschließlich in Deutschland entwickelt wurde. Mit einem 15 MW_e Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktor (HTR) ging er 1966 in Betrieb und diente der in Deutschland begonnenen Entwicklung dieses Reaktortyps mit kugelförmigen Brennelementen aus Graphit, in denen sich uran- und thoriumhaltige „coated particles“ befinden. Der AVR wurde Ende 1988 endgültig abgeschaltet, als auch mit der Stilllegung des Prototypreaktors THTR-300 (308 MW_e) in Hamm-Uentrop

die Weiterentwicklung dieser Technologie in Deutschland nicht weiter verfolgt wurde. Während des Betriebs hat der AVR ca. 1.500 GWh elektrische Energie in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Am 09.03.1994 wurde die Genehmigung zur Stilllegung, Entladung des Reaktorkerns, des Abbaus von Anlagenteilen und des sicheren Einschlusses erteilt. Die Entladung der Kugelbrennelemente in das zentrale Zwischenlager auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich wurde, bis auf einen Rest von maximal 197 Stück, im Juni 1998 abgeschlossen. Die verbliebenen Kugelbrennelemente können bis zur Zerlegung des Reaktorbehälters nicht mit strahlenschutztechnisch und wirtschaftlich vertretbarem Aufwand geborgen werden.

Nach der Übernahme der damaligen AVR GmbH durch die EWN GmbH im Jahr 2003 entschloss sich der Betreiber, das Konzept des Rückbaus zu ändern. Der sichere Einschluss wurde beendet und der direkte Abbau beantragt. Die Genehmigung zum vollständigen Abbau der Anlage wurde am 31.03.2009 erteilt. Der Reaktorbehälter wurde aus dem Reaktorgebäude entfernt und am 23.05.2015 in das am Standort errichtete Reaktorbehälter-Zwischenlager transportiert. Die Genehmigung zum Betrieb des Zwischenlagers wurde am 01.03.2010 erteilt. Dieses Lager dient ausschließlich zur Zwischenlagerung des AVR-Reaktorbehälters und ist auf eine Zwischenlagerung von 30 bis 60 Jahren ausgelegt.

Die Demontagearbeiten von Komponenten des Primärkreises sind abgeschlossen. Die zur Vorbereitung der Betonabbrucharbeiten im Schutzbehälter notwendigen Dekontaminationsarbeiten sind ebenso abgeschlossen. Für den Abbruch soll ein Abbruchroboter zum Einsatz kommen.

Am 01.09.2015 wurde die Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (JEN) gegründet. Diese umfasst nunmehr die Nuklearbereiche des Forschungszentrums Jülich sowie die Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor (AVR) GmbH.

Kernkraftwerk Würgassen (KWW)

Das Kernkraftwerk Würgassen, ein Siedewasserreaktor mit einer Leistung von 670 MW_e, war von 1971 bis 1994 in Betrieb. Aufgrund der 1994 bei einer planmäßigen Revision festgestellten Rissbefunde am Kernmantel des Reaktors entschied sich der Betreiber, die Anlage endgültig abzuschalten. Seit Oktober 1996 ist die Anlage frei von Kernbrennstoffen; die Brennelemente wurden zur Wiederaufarbeitung nach La Hague (F) verbracht.

Die erste Stilllegungsgenehmigung erfolgte am 14.04.1997. Seither wurden weitere drei Stilllegungsgenehmigungen für die Anlage erteilt. Der nukleare Rückbau wurde im Jahr 2014 erfolgreich abgeschlossen. Das Freigabeverfahren für das Kontrollbereichsgebäude wurde im Berichtsjahr weiter geführt. Auch der Zwischenlagerbetrieb für radioaktive Abfälle, in denen ausschließlich schwach- und mittelradioaktive Abfälle aus Rückbau und Betrieb der Anlage gelagert werden, wurde fortgesetzt. Die technische Infrastruktur ist den Erfordernissen angepasst.

Thorium-Hochtemperaturreaktor Hamm-Uentrop (THTR-300)

Der THTR-300, mit einem heliumgekühlten Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktor (308 MW_e), ging 1983 in Betrieb. Im September 1989 wurde die endgültige Stilllegung der Anlage beschlossen, nachdem sie am 29.09.1988 zur planmäßigen Jahresrevision abgeschaltet worden war. Am 13.11.1989 unterzeichneten die Bundesregierung, das Land Nordrhein-Westfalen, die Betreibergesellschaft HKG und deren Gesellschafter einen Rahmenvertrag zur Restabwicklung des Projektes THTR-300. Die 1. Teilgenehmigung für die Stilllegung, das Entladen des Reaktorkerns und den Abbau von Anlagenteilen wurde am 22.10.1993 erteilt. Seit diesem Zeitpunkt wurden die Kugelbrennelemente aus dem Reaktorkern abgezogen und in CASTOR®-Behältern in das Brennelement-Zwischenlager Ahaus (BZA) verbracht. Der Reaktorkern ist seit 1995 entladen. Am 21.05.1997 wurde die Genehmigung für den Betrieb des sicheren Einschlusses (Erhaltungsbetrieb) erteilt. Die Anlage befindet sich seit Oktober 1997 im sicheren Einschluss. Dieser ist für einen Zeitraum von ca. 30 Jahren vorgesehen. Der Betreiber sieht ab dem Jahr 2023 die Planung und Antragstellung für den Abbau vor.

Rheinland-Pfalz

Mülheim-Kärlich (KMK)

Das Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich, ein DWR mit 1.302 MW_e, ging im März 1986 in Betrieb. Nachdem das BVerwG die erste Teilgenehmigung aufgehoben hatte, war es seit dem 09.09.1988 abgeschaltet.

Die RWE Power AG hatte mit Schreiben vom 21.06.2001 die Anträge nach § 7 AtG auf Erteilung der 1. Teilgenehmigung für die Errichtung und Betrieb des KMK, soweit sie nicht beschieden waren, und der Teilgenehmigung (Dauerbetrieb) zurückgezogen. Die bestrahlten Brennelemente wurden zur Wiederaufarbeitung nach La Hague (F) abtransportiert. Neue Brennelemente, die für die Nachladung des Reaktors bestimmt waren, wurden an den Hersteller in Belgien abgegeben.

Der Abbau der Anlage KMK erfolgt in drei unabhängigen Schritten. Schritt 1 beinhaltet die endgültige Stilllegung der Anlage. Im 2. Schritt soll u.a. der Abbau der Anlagen des Primärkreises erfolgen. Schritt 3 sieht

u.a. die Freigabe der Gebäude und des Geländes aus der atomrechtlichen Aufsicht vor. Der Abriss der freigegebenen Gebäude soll dann nach baurechtlichen Vorschriften erfolgen.

Auf Grundlage der am 16.07.2004 erteilten Genehmigung für die Abbauphase 1a und der am 23.02.2006 erteilten Änderungsgenehmigung zur Genehmigung 1a wurden im Berichtsjahr die Abbaumaßnahmen fortgesetzt.

Der Antrag für die Abbauphase 2b zum Abbau der zwei Dampferzeuger, des Reaktordruckbehälters mit seinen Kerneinbauten und der aktivierten Bereiche des biologischen Schildes wurde am 08.10.2015 positiv beschieden. Die Demontage der Dampferzeuger hat im Oktober 2018 begonnen. Neben dem Rückbau der Großkomponenten und zugehörigen vorlaufenden Arbeiten liegt der Fokus auf vorbereitenden Tätigkeiten zur Gebäudefreimessung.

Der Bescheid vom 31.01.2014 gemäß § 7 Absatz 3 AtG regelt die Entlassung und Freigabe von Bodenflächen und der darauf befindlichen baulichen Anlagen (Genehmigung 3c). Auf der Basis der inzwischen vollzogenen Genehmigungen „3a Ost“ und „3b West“ erfolgte zwischenzeitlich die Verkleinerung des Anlagen geländes auf eine Größe von 6 ha. Diese Fläche ist für den weiteren Abbau der Restanlage erforderlich. Eine letzte atomrechtliche Genehmigung 3d soll die Freigabe der Gebäude des Kontrollbereiches und die Entlassung des Standortes aus der atomrechtlichen Überwachung regeln.

Am 31.07.2017 wurde ein Wechsel der Mitgenehmigungsinhaberschaft nach § 7 AtG Absatz 1 für das Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich beantragt und am 08.11.2017 genehmigt. Seit Beginn des Jahres 2018 ist die RWE Nuclear GmbH den atomrechtlichen Genehmigungen beigetreten und die RWE Power AG aus der atomrechtlichen Verantwortung entlassen worden.

Schleswig-Holstein

Kernkraftwerk Brunsbüttel (KKB)

Das Kernkraftwerk Brunsbüttel, die älteste SWR-Anlage der Baureihe 69, erhielt seine 1. Betriebsgenehmigung am 22.06.1976. Die Reaktorleistung von 806 MWe wurde seit Inbetriebnahme nicht verändert.

Brunsbüttel ist eines der acht Kernkraftwerke in Deutschland, die aufgrund der Änderung des deutschen Atomgesetzes 2011 endgültig abgeschaltet wurden (siehe Kapitel 1.3.1). Die Anlage ist seit 18.02.2018 frei von Brennelementen und Brennstäben.

Die Genehmigung zum Antrag vom 01.11.2012 gemäß § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau der Anlage KKB wurde am 21.12.2018 durch das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung, Schleswig-Holstein erteilt. Im Rahmen einer Entsorgungskampagne wird die Zerlegung des Reaktordruckbehälters vorbereitet. Derzeit wird eine der Großkomponenten aus dem Reaktorbehälter, der Dampftrockner, zerlegt. Die in den Kavernen befindlichen korrodierten Fässer mit Filterharzen und Verdampferkonzentraten aus der Abwasseraufbereitung des KKB wurden geborgen. Die Konditionierung zu endlagerfähigen Gebinden dauert an.

Am 05.05.2014 wurde ein Antrag nach § 7 StrlSchV zum Umgang mit radioaktiven Stoffen im neu zu errichtenden Lager für radioaktive Abfälle und Reststoffe (LasmA) gestellt.

2.4 KERNKRAFTWERKE AUS DEM ATOMGESETZ ENTLASSEN

In der Bundesrepublik Deutschland wurden bisher drei Kernkraftwerke vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen. Im Anhang I, Tabelle I.5 sind wesentliche Daten dieser Anlagen aufgeführt.

Bayern

Heißdampfreaktor Großwelzheim (HDR)

Der Heißdampfreaktor Großwelzheim mit 25 MW_e Leistung diente als Prototyp und Versuchsanlage der Entwicklung dieser Reaktorbaulinie und wurde 1969 in Betrieb genommen. Nach nur 1,5 Jahren Betrieb wurde er 1971 aufgrund von Deformationen an den Hüllrohren der neuartigen Siedeüberhitzer-Brennelemente endgültig abgeschaltet. Die abgebrannten Brennelemente wurden in der WAK wiederaufgearbeitet. Das Reaktorgebäude und die eingebauten Systeme wurden von 1974 bis 1991 für die Durchführung nichtnuklearer Untersuchungen des Verhaltens von Kernkraftwerksanlagen bei schweren Störfällen (u.a. Erdbeben) genutzt. Die Stilllegung des Reaktors wurde am 16.02.1983 genehmigt. Es wurde der vollständige Rückbau der Anlage durchgeführt.

Mitte Mai 1998 konnte die Anlage aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen werden. Die restlichen Abbauarbeiten konventioneller Art wurden bis Mitte Oktober 1998 abgeschlossen.

Kernkraftwerk Niederaichbach (KKN)

Das Kernkraftwerk Niederaichbach, ein Prototypkernkraftwerk mit 106 MW_e Leistung, zeichnete sich durch den Einsatz von Natururan und einen schwerwassermoderierten Druckröhrenreaktor mit CO₂-Gaskühlung aus. Durch das Druckröhrenprinzip sollten dickwandige, für LWR-Reaktoren erforderliche Druckgefäße vermieden werden und Reaktoren von nahezu beliebiger Baugröße einsetzbar sein.

Die Genehmigung zur Aufnahme des Betriebes wurde am 11.12.1972 erteilt. Am 17.12.1972 erreichte der Reaktor die erste Kritikalität. Technische Schwierigkeiten sowie die zu dieser Zeit bereits durchgesetzte Bau- linie des Leichtwasserreaktors trugen zur Entscheidung des Eigentümers bei, den Reaktor endgültig abzuschalten. Die Entwicklung dieser Reaktorlinie wurde damit eingestellt. Mit der Abschaltung am 31.07.1974 war die Stilllegung des KKN beschlossen. Das Kernkraftwerk war somit 18,3 Volllasttage in Betrieb. Am 21.10.1975 wurde die Genehmigung zur Überführung der Anlage in den sicheren Einschluss und am 20.10.1981 die Genehmigung zum „sicheren Einschluss“ erteilt. Die Brennelemente wurden nach Frankreich zum CEA (Commissariat à l’Energie Atomique et aux Energies Alternatives) verbracht. Der vollständige Abbau der Anlage wurde am 06.06.1986 genehmigt. Am 17.08.1995 war die Stilllegung des KKN beendet und das Kernkraftwerk aus dem Atomgesetz entlassen. Die Bodenplatten von Reaktor- und Gruftgebäude sind im Boden verblieben, da zur vollständigen Beseitigung eine Grundwasserabsenkung erforderlich gewesen wäre. Die übrigen Bodenplatten und unterirdische Rohrleitungen wurden entfernt. Dies war das erste Kernkraftwerk der Welt mit nennenswerter Leistung, dessen Stilllegung durch Übergabe des Standorts als "grüne Wiese" beendet wurde. Damit konnte in Deutschland erstmals die Machbarkeit sowohl der technischen Durchführung einer vollständigen Beseitigung als auch des zugehörigen atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens demonstriert werden.

Versuchsatomkraftwerk Kahl (VAK)

Das Versuchsatomkraftwerk Kahl mit einem 16 MW_e SWR war das erste Kernkraftwerk zur Elektroenergieerzeugung in Deutschland. Es ging 1960 in Betrieb. Im Jahr 1985 wurde die Anlage abgeschaltet, weil nach Angaben des Betreibers alle vorgesehenen wissenschaftlichen und betriebstechnischen Versuche abgeschlossen waren. Die erste Teilstilllegungsgenehmigung wurde mit Bescheid vom 05.05.1988 erteilt. Die Brennelemente wurden bis zum Jahr 1989 aus der Anlage entfernt und zur Wiederaufarbeitung nach Karlsruhe (WAK) verbracht. Bestrahlte MOX-Brennelemente, die sich in der WAK nicht wiederaufarbeiten ließen, wurden zur Lagerung und zum Verbleib in das Zentrale Lager für abgebrannte Brennelemente nach Schweden transportiert.

Die Entlassung der Gebäude und des Anlagengeländes aus der atomrechtlichen Überwachung ist am 17.05.2010 erfolgt. Die Rückbautätigkeiten im Rahmen des konventionellen Gesamtabrisses wurden am 24.09.2010 beendet.

2.5 EINGESTELLTE KERNKRAFTWERKSVORHABEN

Nachfolgend sind Kernkraftwerksanlagen aufgelistet, die geplant waren, deren Fertigstellung aber nach Bau- beginn eingestellt wurde. Tabelle I.5 im Anhang I gibt einen Überblick über diese Vorhaben.

Mecklenburg-Vorpommern

Kernkraftwerk Greifswald (KGR), Blöcke 6 bis 8

Im Kernkraftwerk Greifswald wurden die Bau- und Montagearbeiten an den Blöcken 6 bis 8 (440 MW_e DWR vom russischen Typ WWER, Reaktor W-213) im Jahre 1990 eingestellt.

Block 6 wird für Besucherrundgänge als technische Ausstellung zur Demonstration der Reaktortechnik genutzt. Das Maschinenhaus der Blöcke 5 bis 8 wurde komplett geräumt und wird industriell nachgenutzt (siehe auch Kapitel 2.3). Nicht kontaminierte Ausrüstungen der Blöcke 7 und 8 wurden in den Block 5 transportiert und dort zerlegt. Damit wurden Werkzeuge und Einrichtungen für das fernbediente Zerlegen von Reaktorkomponenten erprobt.

Nordrhein-Westfalen

Schneller natriumgekühlter Reaktor Kalkar (SNR 300)

Der SNR 300 mit einem 327 MW_e natriumgekühlten schnellen Brutreaktor wurde von 1973 bis 1991 errichtet, weitgehend fertig gestellt und die Inbetriebnahme vorbereitet. Noch vor der Beladung mit den bereits gefertigten Brennelementen wurde 1991 entschieden, die Anlage nicht in Betrieb zu nehmen. Die errichteten Systeme wurden in der Folgezeit abgebaut, verschrottet oder verkauft. Am 01.04.1996 wurde das Standort- gelände per Eigentumsübertragung an die Kern-Wasser-Wunderland Freizeitpark GmbH übergeben und wird seither kommerziell genutzt. Die Brennelemente wurden zunächst vom BfS staatlich verwahrt und später zur Aufarbeitung nach Frankreich verbracht.

Sachsen-Anhalt

Kernkraftwerk Stendal

In der Nähe von Stendal war die Errichtung eines Kernkraftwerkes mit vier Blöcken geplant. Im Jahr 1979 wurde beschlossen, am Standort Druckwasserreaktoren des russischen Typs WWER mit je 1.000 MW_e zu bauen. Das ehemalige Staatliche Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR (SAAS) erteilte am 10.09.1982 die erste Errichtungsgenehmigung für zwei Blöcke. Die begonnenen Bau- und Montagearbeiten für die Blöcke A und B im Kernkraftwerk Stendal wurden nach mehrjährigen Verzögerungen 1990 eingestellt. Gebäude und Anlagen wurden zum Teil abgerissen bzw. werden anderweitig genutzt.

3 FORSCHUNGSREAKTOREN

Forschungsreaktoren sind kerntechnische Anlagen, die nicht der gewerblichen Stromerzeugung dienen. Sie werden in Forschungszentren und Universitäten u.a. für wissenschaftliche Experimente genutzt.

In der Bundesrepublik Deutschland sind insgesamt 46 Forschungsreaktoren zu betrachten. Davon sind gegenwärtig (Stand: 31.12.2019):

- 6 Forschungsreaktoren in Betrieb,⁶
- 4 Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet
- 5 Forschungsreaktoren in Stilllegung und für

31 Forschungsreaktoren ist die Stilllegung beendet. Sie sind aus dem Atomgesetz (AtG) entlassen.

Die folgenden Kapitel enthalten Informationen zu deutschen Forschungsreaktoren gemäß ihres Betriebs- und Genehmigungszustandes. In den Tabellen im Anhang II sind die wichtigsten Fakten zu den deutschen Forschungsreaktoren aufgeführt. Einen Überblick über die noch bestehenden Standorte der Anlagen gibt die Abbildung II.

3.1 FORSCHUNGSREAKTOREN IN BETRIEB

In der Bundesrepublik Deutschland waren zum 31.12.2019 insgesamt sechs Forschungsreaktoren in Betrieb. Dazu zählen der FRM II ($P_{th}=20$ MW), der FRMZ ($P_{th}=100$ kW) und vier homogene Nullleistung-Unterrichtsreaktoren ($P_{th} \leq 2$ W). Der Forschungsreaktor BER II ($P_{th}=10$ MW) wurde am 11.12.2019 endgültig abgeschaltet und wird hier unter der Kategorie „Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet“ geführt (siehe Kapitel 3.2). Zusätzlich zu den nachfolgenden Informationen können die wichtigsten Daten zu den Forschungsreaktoren in Betrieb dem Anhang II, Tabelle II.1 entnommen werden.

Hochflussneutronenquelle München in Garching (FRM-II)

Der FRM-II ist der neueste in Betrieb gegangene Forschungsreaktor in der Bundesrepublik Deutschland. Es handelt sich um einen leichtwassergekühlten Schwimmbadreaktor mit einem Kompaktkern mit hoch angereichertem Uran (HEU) als Brennstoff und schwerem Wasser als Moderator. Mit einem thermischen Neutronenfluss von $8 \cdot 10^{14}$ $1/cm^2 \cdot s$ ist die Anlage – bei einer vergleichsweise niedrigen thermischen Leistung von 20 MW_{th} – die intensivitätsstärkste deutsche Neutronenquelle für Strahlrohrexperimente und Bestrahlungen für wissenschaftliche, industrielle und medizinische Zwecke.

Die nukleare Inbetriebsetzung und der Betrieb der Anlage wurden mit der am 02.05.2003 erteilten Betriebsgenehmigung geregelt. Der Reaktor wurde am 02.03.2004 erstmals kritisch. Am 25.04.2005 wurde der Routinebetrieb der Anlage aufgenommen.

Auf der Basis der Betriebsgenehmigung vom 02.05.2003 sowie einer Vereinbarung zwischen Bund und Freistaat Bayern vom 30.05.2003 war ursprünglich vorgegeben, den Reaktor bis spätestens zum 31.12.2010 von HEU auf einen Brennstoff mit abgesenktem Anreicherungsgrad von höchstens 50 % Uran-235 (MEU) umzurüsten. Bei der internationalen technisch-wissenschaftlichen Entwicklung von neuen hochdichten Brennstoffen haben sich allerdings unerwartete Verzögerungen eingestellt, so dass diese Vorgabe nicht erfüllt werden konnte. Es wurde am 22.10.2010 eine Anpassung der ursprünglichen Bund-Land-Vereinbarung vom 30.05.2003 vorgenommen, die jetzt eine Umrüstung bis spätestens zum 31.12.2018 vorgibt. Die praktische Realisierbarkeit der Umrüstung ist bislang nicht gegeben. Eine neue Vereinbarung wird derzeit zwischen dem Bund und dem Land Bayern ausgearbeitet.

Im Betriebsjahr 2019 befand sich die Anlage im bestimmungsgemäßen Betrieb. Aufgrund von Fertigungs- und Lieferproblemen für neue Brennelemente war der Forschungsreaktor nur einen halben Brennelementzyklus in Betrieb. Im März 2019 folgte zwangsläufig eine längerfristige Wartungspause. Die frischen Brennelemente konnten erst im Dezember geliefert werden, sodass der nächste Zyklus auf das Folgejahr verschoben wurde.

Forschungsreaktor TRIGA Mark II der Universität Mainz (FRMZ)

Der FRMZ ist ein offener Schwimmbadreaktor vom Typ TRIGA Mark II. Es handelt sich dabei um einen leichtwassergekühlten und -moderierten Reaktor mit homogenen Brennstoffmoderatorelementen aus LEU und Zirkonhydrid. Die nukleare Inbetriebnahme der Anlage erfolgte am 03.08.1965. Im Dauerbetrieb beträgt die thermische Leistung 100 kW_{th} und der thermische Neutronenfluss $4 \cdot 10^{12}$ $1/cm^2 \cdot s$. Darüber hinaus kann

⁶ Der Forschungsreaktor BER II wurde am 11.12.2019 endgültig abgeschaltet und wird in diesem Bericht unter dem Eintrag „Forschungsreaktoren – endgültig abgeschaltet“ geführt.

der Reaktor im Pulsbetrieb über 30 ms mit einer Leistungsspitze von 250 MW_{th} und einem thermischen Neutronenfluss von $8 \cdot 10^{15}$ 1/cm²•s gefahren werden. Die Anlage wird für die kernphysikalische Grundlagenforschung betrieben und eignet sich wegen der im Pulsbetrieb kurzzeitig herstellbaren hohen Neutronenflussdichte insbesondere für die Untersuchung kurzlebiger Radionuklide mit schnellen Rohrpostanlagen.

Auf der Basis einer Genehmigung vom 28.07.1992 wurde ein umfangreicher Umbau der Kreisläufe des Reaktors durchgeführt.

Nach der Installation einer Ultrakalten Neutronenquelle im Jahr 2011 wurden am FRMZ bisher Spitzenwerte mit Neutronengeschwindigkeiten von 5 m/s und Neutronendichten von 10 n/cm³ erreicht.

Im Betriebsjahr 2019 befand sich die Anlage im bestimmungsgemäßen Betrieb. Der im Jahr 2015 im Rahmen der Hochschul-Exzellenzinitiative PRISMA eingeführte Mehrschichtbetrieb wird von den internationalen Forschungsgruppen gut angenommen und wurde auch im letzten Jahr in mehreren Sonderbetriebsphasen fortgeführt. Im letzten Jahr wurden an der Anlage einige technische Neuerungen vorgenommen, u.a. Teile des Trimmstabes wurden ausgetauscht und die Abluftüberwachung umgebaut.

Ausbildungskernreaktor der Technischen Universität Dresden (AKR-2)

Der AKR-2 ist ein homogener feststoffmoderierter Nullleistungsreaktor. Die Brennstoffplatten bestehen aus einer homogenen Mischung aus niedrig angereichertem Uranoxid (Anreicherung < 20 % U-235) und Polyäthylen als Moderatormaterial. Die Spaltzone ist allseitig von einem Reflektor aus Graphit umgeben. Die maximale thermische Dauerleistung des Reaktors beträgt 2 W_{th} und der thermische Neutronenfluss rund $3 \cdot 10^7$ 1/cm²•s. Der AKR-2 wurde am 22.03.2005 in Betrieb genommen und löste die alte AKR-1 Anlage ab, die von Juli 1978 bis März 2004 an der TU Dresden betrieben wurde. Der AKR-2 dient überwiegend Ausbildungs- und Lehrzwecken, ist aber auch Instrument für Forschungsarbeiten in nationalen und internationalen Projekten.

Im Betriebsjahr 2019 befand sich die Anlage im bestimmungsgemäßen Betrieb.

Siemens-Unterrichtsreaktoren (SUR) 100

In Deutschland sind zurzeit noch drei Siemens-Unterrichtsreaktoren in Betrieb (Furtwangen, Stuttgart und Ulm). Bei den SUR-Anlagen besteht der Reaktorkern aus U₃O₈ mit niedriger U-235 Anreicherung (< 20 %) und mit Polyäthylen als Moderator. Beide Materialien sind in Form einer homogenen Mischung in zylindrische Brennstoffplatten zusammengepresst. Der Reaktorkern ist allseitig von einem Graphitreflektor umgeben. Die SUR-Anlagen wurden in Deutschland überwiegend in den 60er und 70er Jahren in Betrieb genommen. Die thermische Reaktorleistung beträgt 100 mW_{th} und der thermische Neutronenfluss im zentralen Experimentierkanal liegt in der Regel bei $5 \cdot 10^6$ 1/cm²•s. Die Details sind aus der Tab. II.1 zu entnehmen. Die SUR-Anlagen werden überwiegend als Praktikumsgeräte für Ausbildung und Unterricht auf dem Gebiet der Kerntechnik benutzt.

Im Betriebsjahr 2019 befanden sich alle SUR-Anlagen im bestimmungsgemäßen Betrieb.

3.2 FORSCHUNGSREAKTOREN ENDGÜLTIG ABGESCHALTET

In der Rubrik „Endgültig abgeschaltet“ wurden mit Stand 31.12.2019 vier Forschungsreaktoren erfasst. Für diese Reaktoren wurde noch keine Stilllegungsgenehmigung erteilt. In Tabelle II.2 im Anhang II des Berichtes sind die wesentlichen Daten zu diesen Reaktoren aufgeführt.

Berliner-Experimentier-Reaktor II (BER II)

Der BER II ist ein Schwimmbad-Reaktor mit Brennelementen vom Typ MTR. Die thermische Leistung betrug 10 MW_{th} und der thermische Neutronenfluss ca. $2 \cdot 10^{14}$ 1/cm²•s. Der Reaktor wurde am 09.12.1973 in Betrieb genommen und diente im Wesentlichen der reinen und anwendungsbezogenen Grundlagenforschung mit Strahlrohrexperimenten sowie der Erzeugung radioaktiver Isotope.

Am 14.06.1994 wurde zur Senkung des Proliferationsrisikos der Betrieb des BER II mit Brennelementen aus niedrig angereichertem Uran (LEU) bzw. Mischbeladungen mit Brennelementen aus hoch angereichertem Uran (HEU) und LEU genehmigt. Nach einer Reihe von Mischbeladungen wurde am 07.02.2000 erstmals ein reiner LEU-Kern aufgebaut und in Betrieb genommen.

Im Betriebsjahr 2019 befand sich die Anlage im bestimmungsgemäßen Betrieb. Im Juni 2019 wurde eine behördliche Katastrophenschutzübung unter Beteiligung der Betreiberin durchgeführt. Im September hat die letzte Kernbeladung stattgefunden. Nach der Beendigung des Zyklus wurde die Anlage am 11.12.2019 endgültig abgeschaltet. Der Betreiber hatte am 24.04.2017 einen Antrag auf Stilllegung und Abbau des Berliner Experimentierreaktors BER II gestellt. Im Jahr 2019 wurden weitere Vorbereitungen für die Stilllegung getroffen, u.a. wurde ein Konzept für den Nachbetrieb erarbeitet und mit der Behörde abgestimmt.

Die Neutroneninstrumentierungen wurden an andere Forschungseinrichtungen u.a. an das südwestlich von Sydney (Australien) gelegene *Australian Center for Neutron Scattering* zur weiteren Nutzung gegeben.

Es ist geplant, die Brennelemente nach einer mehrmonatigen Abklingzeit in das Zwischenlager Ahaus zu verbringen.

Forschungsreaktor Geesthacht 1 (FRG-1)

Der FRG-1 war ein offener Schwimmbadreaktor vom MTR-Typ mit einer thermischen Leistung von 5 MW_{th} und einem maximalen thermischen Neutronenfluss von ca. $1 \cdot 10^{14}$ 1/cm²•s. Er wurde am 23.10.1958 mit HEU in Betrieb genommen. Ursprünglich diente der FRG-1 der Erforschung nuklearer Schiffsantriebe. Später wurde er im Wesentlichen für die Materialforschung mit Strahlrohrexperimenten sowie der Isotopenproduktion und der Durchführung von Neutronenaktivierungsanalysen eingesetzt.

Der FRG-1 wurde ab 1963 mit dem neuen Reaktor FRG-2 in einer gemeinsamen Reaktorhalle, aber verschiedenen Betriebsbecken betrieben. Aufgrund einer späteren gemeinsamen Betriebsgenehmigung vom 06.09.1967 sind beide Reaktoren genehmigungstechnisch als eine Reaktoranlage anzusehen; dies gilt weiterhin auch nach Erteilung der Genehmigung zur Außerbetriebnahme und zum Teilabbau des FRG-2 vom 17.01.1995 (siehe Abschnitt FRG-2).

Im Laufe der über 40 Betriebsjahre wurde der FRG-1 kontinuierlich ertüchtigt. Im Februar 1991 wurde auf der Basis einer Änderungsgenehmigung vom 04.05.1988 – erstmals an einem deutschen Forschungsreaktor – eine Umrüstung von HEU auf LEU vorgenommen. Neben der Reduktion des Proliferationsrisikos konnte durch wesentlich dichtere Brennstoffe auch eine Erhöhung des thermischen Neutronenflusses erzielt werden.

Am 28.06.2010 wurde der FRG-1 endgültig abgeschaltet. Seitdem befindet sich die Anlage im Rahmen der weiterhin gültigen Betriebsgenehmigung in der Nachbetriebsphase. Am 24.07.2012 wurden die letzten bestrahlten Brennelemente in die USA verbracht. Seit Ende Juli 2012 ist der Reaktor kernbrennstofffrei. Die Versuchsgeräte des Forschungsreaktors wurden zur weiteren Nutzung zu Forschungseinrichtungen nach Delft (Niederlande) und St. Petersburg (Russland) gebracht.

Am 21.03.2013 wurden die Stilllegung und der Abbau des FRG-1 und der Forschungsreaktoranlage (bestehend aus FRG-1 und noch vorhandenen Anlagenteilen des FRG-2) sowie die Entlassung der Anlage aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes beantragt. Der Abbau der Forschungsreaktoranlage soll im Rahmen einer einzigen Stilllegungs- und Abbaugenehmigung nach § 7 Absatz 3 AtG erfolgen. Am 06.09.2016 wurde der Antrag auf Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und zum Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors präzisiert. Am 21.03.2017 fand der Erörterungstermin statt. Der auf dem Gelände des Forschungszentrums gelagerte Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffes „Otto Hahn“ wurde im Rahmen der Präzisierung des Stilllegungsantrags in das Verfahren aufgenommen und soll in einer noch zu errichtenden Halle zerlegt werden. Das Verfahren ist schon weit fortgeschritten. Derzeit werden Genehmigungsunterlagen geprüft oder sind in Überarbeitung.

Am 06.09.2016 wurde die Erteilung einer Genehmigung nach § 7 StrlSchV zum Umgang mit radioaktiven Stoffen für den Betrieb eines Lagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (Transportbereitstellungshalle) auf dem Gelände der Forschungsreaktoranlage beantragt.

Forschungsreaktor Geesthacht 2 (FRG-2)

Beim FRG-2 handelte es sich wie beim FRG-1 um einen offenen Schwimmbadreaktor vom MTR-Typ; die thermische Leistung betrug 15 MW_{th} und der maximale thermische Neutronenfluss ca. $2 \cdot 10^{14}$ 1/cm²•s. Er wurde am 16.03.1963 als Materialtestreaktor in Betrieb genommen und zu Bestrahlungsversuchen für die Weiterentwicklung von Kernkraftwerkskomponenten und der Reaktorsicherheit verwendet.

Der FRG-2 wurde mit dem FRG-1 in einer gemeinsamen Reaktorhalle, aber verschiedenen Reaktorbecken betrieben. Seit dem Inkrafttreten einer gemeinsamen Betriebsgenehmigung vom 06.09.1967 sind die beiden Reaktoren genehmigungstechnisch als eine Reaktoranlage anzusehen. Mit dieser Genehmigung wurde gleichfalls die Erhöhung der thermischen Leistung des FRG-2 von 5 MW_{th} auf 15 MW_{th} gestattet. Der Betrieb des Reaktors erfolgte während seiner 30-jährigen Betriebszeit durchgehend mit HEU.

Am 28.01.1993 wurde vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (GKSS) aufgrund des Auftragsrückgangs für Materialtests durch Bestrahlungen im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Forschung und Technologie (heute Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF) und der Industrie ein Antrag auf die Außerbetriebnahme des FRG-2 und auf Teilabbau des Reaktors gestellt. Die Genehmigung wurde am 17.01.1995 erteilt. Die Brennelemente wurden bis zum 20.09.2000 in die USA verbracht.

Am 21.03.2013 wurden die Stilllegung und der Abbau des FRG-1 und der Forschungsreaktoranlage (bestehend aus FRG-1 und noch vorhandenen Anlagenteilen des FRG-2) sowie die Entlassung der Anlage aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes beantragt. Der Abbau der Forschungsreaktoranlage soll im Rahmen einer einzigen Stilllegungs- und Abbaugenehmigung nach § 7 Absatz 3 AtG erfolgen. Am 06.09.2016

wurde der Antrag auf Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und zum Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors präzisiert (siehe FRG-1). Am 21.03.2017 fand der Erörterungstermin statt. Das Verfahren ist schon weit fortgeschritten. Derzeit werden die Genehmigungsunterlagen geprüft oder sind in Überarbeitung.

Siemens-Unterrichtsreaktor Aachen (SUR-AA)

Der Siemens-Unterrichtsreaktor Aachen wurde von der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (RWTH Aachen) betrieben. Er wurde im Jahr 1963 durch die Siemens-Schuckertwerke AG errichtet und am 22.09.1965 erstmals kritisch. Die thermische Reaktorleistung des Reaktors betrug $100 \text{ MW}_{\text{th}}$, der thermische Neutronenfluss betrug ca. $6 \cdot 10^6 \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$. Der Forschungsreaktor diente Ausbildungs- und Übungszwecken im Rahmen der kerntechnischen Ausbildung und wurde auch für die Durchführung von Experimenten im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten genutzt. Im Jahr 2002 ging der Reaktor außer Betrieb. Der Brennstoff, Platten aus angereichertem Uran-235, wurde zur Konditionierung und Entsorgung im Jahr 2008 zur Technischen Universität München verbracht. Im Jahr 2010 reichte der Betreiber bei der zuständigen Landesbehörde den Antrag auf Stilllegung und Abbau der Anlage ein. Das Genehmigungsverfahren läuft. Wegen der geringen Leistung des Reaktors sind eine Umweltverträglichkeitsprüfung sowie eine Öffentlichkeitsbeteiligung nicht erforderlich.

3.3 FORSCHUNGSREAKTOREN IN STILLLEGUNG

In der Bundesrepublik Deutschland befanden sich Ende 2019 fünf Forschungsreaktoren in Stilllegung. Tabelle II.3 des Anhangs II enthält die wichtigsten Daten dieser Kategorie.

Forschungsreaktor Karlsruhe 2 (FR 2)

Der FR 2 war ein mit niedrig angereichertem Uran (2 %) betriebener und mit Schwerwasser moderierter und gekühlter, geschlossener Tankreaktor. Es handelte sich um die erste nach eigenem Konzept entwickelte und gebaute deutsche Reaktoranlage. Mit $44 \text{ MW}_{\text{th}}$ stellte sie den bezüglich der thermischen Leistung stärksten deutschen Forschungsreaktor dar. Mit einem thermischen Neutronenfluss von $1 \cdot 10^{14} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ wurde der FR 2 als Neutronenquelle für Strahlrohrexperimente zur Grundlagenforschung sowie für Bestrahlungsversuche zur Brennstabentwicklung und zur Isotopenproduktion für medizinische Zwecke eingesetzt.

Die nukleare Inbetriebnahme des Reaktors erfolgte am 07.03.1961 mit Natururan. Zur Erhöhung des ursprünglichen thermischen Neutronenflusses von $3,9 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ auf $1 \cdot 10^{14} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ wurde 1966 auf Brennelemente mit niedrig angereichertem Uran (2 %) umgerüstet. Die maximale thermische Leistung des Reaktors erhöhte sich dabei von $12 \text{ MW}_{\text{th}}$ auf $44 \text{ MW}_{\text{th}}$ (Genehmigung vom 26.01.1966).

Der FR 2 wurde nach zwanzigjähriger Betriebszeit am 21.12.1981 aus wirtschaftlichen Gründen endgültig abgeschaltet. Die Brennelemente wurden bis zum 22.10.1982 an die WAK zur Wiederaufarbeitung abgegeben. Die erste von mehreren Teilgenehmigungen zur Stilllegung, zum Teilabbau und zu einem mindestens dreißigjährigen sicheren Einschluss wurde am 03.07.1986 erteilt. Seit dem 20.11.1996 befindet sich der Reaktorblock als verbliebener Teil der Anlage im sicheren Einschluss. Seit 1997 wird die Reaktorhalle für eine ständige Ausstellung über die Geschichte der Kerntechnik genutzt.

Nach dem sicheren Einschluss ist ein Rückbau zur endgültigen Beseitigung des Reaktorblocks vorgesehen. Die Planungen laufen derzeit. Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg ist die zuständige Genehmigungsbehörde.

Die seit 2009 für die Anlage zuständige Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und EntsorgungsgmbH firmiert seit dem 03.02.2017 unter dem neuen Namen Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH.

Forschungsreaktor München (FRM)

Beim FRM handelte es sich um einen Schwimmbadreaktor amerikanischer Bauart mit einer thermischen Leistung von 4 MW_{th} und einem thermischen Neutronenfluss von $7 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$. Die Anlage wurde am 31.10.1957 als erster Reaktor in Deutschland in Betrieb genommen. Der Nutzungszweck lag in der Bereitstellung von Neutronen für Strahlrohrexperimente und für Bestrahlungen, z.B. für die Erzeugung von Radioisotopen, für den Nachweis von Spurenelementen sowie zur Tumorthherapie.

Die Anlage ging 1957 mit LEU und einer thermischen Leistung von 1 MW_{th} in Betrieb, wurde aber bereits 1960 auf HEU umgestellt. Im Laufe der Betriebsjahre erfolgte schrittweise eine Erhöhung des thermischen Neutronenflusses von ursprünglich $1 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ auf $7 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$; dazu wurde die thermische Leistung 1966 auf $2,5 \text{ MW}_{\text{th}}$ und 1968 auf 4 MW_{th} erhöht sowie 1982 ein Beryllium-Reflektor eingebaut. Seit 1991 wurde der Kern als Mischkern betrieben und sukzessive von HEU auf MEU umgestellt.

Am 14.12.1998 hat die Technische Universität München (TUM) die Stilllegung der Anlage beantragt, um sie in einem späteren Verfahrensschritt in eine Nebenanlage des damals neuen FRM-II (Kapitel 3.1) überführen

zu können. Am 28.07.2000 wurde der Reaktor endgültig abgeschaltet, am 03.06.2002 wurden die noch vorhandenen 47 Brennelemente in die USA verbracht. Am 03.04.2014 wurde die Genehmigung gemäß § 7 AtG zum Abbau der Reaktoranlage des FRM Garching erteilt. Der erste Rückbauschritt ist abgeschlossen. In der Reaktorhalle können bis zur Erneuerung der Lüftungsanlage keine Rückbautätigkeiten ausgeführt werden, derzeit läuft die Planung dieser Anlage. Der Kuppelbau des FRM, bekannt als Garchinger Atom-Ei, wurde unter Denkmalschutz gestellt.

Forschungsreaktor Neuherberg (FRN)

Der FRN war ein Schwimmbadreaktor vom Typ TRIGA Mark III mit homogenen Brennstoffmoderatorelementen aus LEU und Zirkonhydrid. Die thermische Dauerleistung der Anlage betrug 1 MW_{th} , der thermische Neutronenfluss $3 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$. Im Pulsbetrieb konnte der Reaktor kurzzeitig über ca. 10 ms mit Leistungsspitzen bis zu $2.000 \text{ MW}_{\text{th}}$ gefahren werden. Die Anlage wurde am 23.08.1972 in Betrieb genommen und wurde für die Isotopenproduktion und Strahlrohrexperimente in der medizinisch-biologischen Forschung verwendet.

Am 16.12.1982 wurde der Reaktor endgültig abgeschaltet. Die Brennelemente wurden im Rahmen der Betriebsgenehmigung entfernt und in die USA entsorgt. Die Stilllegungsgenehmigung vom 30.05.1983 umfasste die Stilllegung der Anlage und den Abbau von Anlagenteilen sowie die Herbeiführung des sicheren Einschlusses des Abschirmblockes mit dem ehemaligen Reaktorbecken. Das weitere Innehaben der Anlage im sicheren Einschluss wurde mit einem separaten Genehmigungsbescheid am 24.05.1984 gestattet.

Forschungs- und Messreaktor Braunschweig (FMRB)

Der FMRB war ein leichtwassergekühlter und -moderierter Schwimmbadreaktor mit zwei getrennten Spaltstoffzonen aus HEU, die über einen 400 Liter fassenden Schwerwassertank neutronenphysikalisch gekoppelt waren. Der Reaktor wurde am 03.10.1967 erstmals kritisch. Die thermische Leistung betrug 1 MW_{th} , der thermische Neutronenfluss $6 \cdot 10^{12} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$. Die Anlage wurde von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) als Neutronenquelle für Bestrahlungen und Strahlrohrexperimente eingesetzt, insbesondere im Bereich der Neutronenmetrologie und -dosimetrie sowie der Physik der kondensierten Materie.

Der Reaktor wurde am 19.12.1995 aus wirtschaftlichen Überlegungen außer Betrieb genommen. Die noch vorhandenen Brennelemente wurden am 28.08.1996 in die USA abtransportiert. Am 02.03.2001 wurde die Stilllegungsgenehmigung für die Anlage erteilt. Der Abbau der Anlage wurde Mitte 2004 beendet. Die beim Betrieb und dem Abbau angefallenen radioaktiven Abfälle und Reststoffe wurden konditioniert und bis Mai 2005 in das eigens dafür eingerichtete Zwischenlager in Räumen des FMRB eingebracht, das auch weiterhin der atomrechtlichen Aufsicht unterliegt. Das übrige Reaktorgebäude und andere Gebäudebereiche und Bodenflächen wurden sukzessive bis zum 28.07.2005 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen und können jetzt von der PTB uneingeschränkt für anderweitige Zwecke genutzt werden. Das Gelände auf dem die PTB das Zwischenlager betreibt, ging mit dem 01.01.2012 durch Gesetz an die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BIMA) über.

Forschungsreaktor Jülich (FRJ-2)

Beim FRJ-2 (DIDO, abgeleitet von D_2O) handelte es sich um einen mit HEU betriebenen, schwerwassergekühlten und -moderierten, geschlossenen Tankreaktor englischer Bauart. Der Reaktor mit einer thermischen Leistung von $23 \text{ MW}_{\text{th}}$ und einem thermischen Neutronenfluss von $2 \cdot 10^{14} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ wurde für Strahlrohrexperimente sowie für Bestrahlungen zur Isotopenproduktion und Neutronenaktivierungsanalyse verwendet.

Die nukleare Inbetriebnahme der Anlage erfolgte am 14.11.1962. Im Jahr 1967 wurde durch die Ausschöpfung vorhandener Reserven eine erste Leistungserhöhung von $10 \text{ MW}_{\text{th}}$ auf $15 \text{ MW}_{\text{th}}$ durchgeführt. 1972 erfolgte durch Umbau- und Ertüchtigungsmaßnahmen eine zweite Leistungserhöhung auf $23 \text{ MW}_{\text{th}}$.

Am 02.05.2006 wurde der FRJ-2 endgültig abgeschaltet. Die abgebrannten Brennelemente wurden im Rahmen der Betriebsgenehmigung 2008 in die USA transportiert. Am 20.09.2012 erteilte die nordrhein-westfälische Landesbehörde die Genehmigung für die Stilllegung und den Abbau der Reaktoranlage.

Zur Fortführung der wissenschaftlichen Arbeiten richtete das damals zuständige Forschungszentrum Jülich (FZJ) eine Außenstation beim Forschungsreaktor FRM-II in Garching (Kapitel 3.1) ein. Dort betreibt das Jülicher Centre for Neutron Sciences (JCNS) gemeinsam mit der TU München und dem Helmholtz-Zentrum das Maier-Leibnitz Zentrum.

Am 01.09.2015 wurde die Stilllegungsgenehmigung der in Jülich ansässigen Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH übertragen. Seit dem 01.01.2016 firmiert die Gesellschaft unter dem Namen "Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (JEN)". Diese umfasst nunmehr die Nuklearbereiche des Forschungszentrums Jülich sowie die Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor (AVR) GmbH.

3.4 FORSCHUNGSREAKTOREN AUS DEM ATOMGESETZ ENTLASSEN

In der Bundesrepublik Deutschland ist mit Stand 31.12.2019 für sechs Forschungsreaktoren mit einer thermischen Dauerleistung größer als 50 kW_{th} und für 25 Forschungsreaktoren mit einer thermischen Leistung kleiner bzw. gleich 50 kW_{th} die Stilllegung beendet worden. Sie sind aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen. Einen Überblick gibt Tabelle II.4 im Anhang II des Berichtes. Im Folgenden wird über einige Forschungsreaktoren dieser Kategorie näher berichtet. Die Übrigen werden in einer Passage zusammengefasst.

Forschungsreaktor TRIGA HD I Heidelberg (TRIGA HD I)

Der TRIGA HD I war ein Schwimmbadreaktor vom Typ TRIGA Mark I mit homogenen Brennstoffmoderatorelementen aus LEU und Zirkonhydrid. Die thermische Leistung des Reaktors betrug 250 kW_{th}, der thermische Neutronenfluss $1 \cdot 10^{13}$ 1/cm²·s. Die Anlage wurde am 26.08.1966 als Bestrahlungsquelle für nuklearmedizinische Anwendungen in Betrieb genommen.

Der Reaktor wurde am 31.03.1977 aufgrund des Neubaus eines zweiten Forschungsreaktors (TRIGA HD II, siehe unten) im Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg (DKFZ) endgültig abgeschaltet. Die Brennelemente wurden in die neue Reaktoranlage überführt und dort weiterverwendet. Die Genehmigung zur Stilllegung der Anlage, erteilt am 30.06.1980, umfasste die Demontage der Komponenten sowie den sicheren Einschluss des Reaktortanks und des biologischen Schildes, der am 11.12.1980 herbeigeführt wurde. Da für das Gebäude ein Abriss vorgesehen war, hat das DKFZ am 25.04.2003 einen Antrag zum Rückbau der Restanlage eingereicht, der am 16.01.2006 genehmigt wurde. Der Rückbau der Anlage und das Freimessen der Gebäudestruktur wurden im Laufe der ersten Jahreshälfte 2006 durchgeführt. Am 13.12.2006 wurde der TRIGA HD I aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen. Die Anlage wurde im Rahmen des Freigabeverfahrens im Jahr 2009 konventionell abgerissen und das Gelände komplett saniert.

Forschungsreaktor TRIGA HD II Heidelberg (TRIGA HD II)

Wie beim TRIGA HD I (siehe oben) handelte es sich beim TRIGA HD II um einen Schwimmbadreaktor vom Typ TRIGA Mark I mit homogenen Brennstoffmoderatorelementen aus LEU und Zirkonhydrid. Die thermische Leistung der Anlage betrug ebenfalls 250 kW_{th}, der thermische Neutronenfluss $1 \cdot 10^{13}$ 1/cm²·s. Der Reaktor wurde am 28.02.1978 erstmals kritisch und für Neutronenaktivierungsanalysen und zur Produktion kurzlebiger Radionuklide für medizinische Zwecke in der Krebsforschung verwendet.

Aufgrund der Übernahme der Isotopenproduktion durch einen Beschleuniger des DKFZ und der damit zu erwartenden rückläufigen Auslastung des Reaktors wurde die Anlage am 30.11.1999 außer Betrieb genommen. Die Brennelemente wurden am 01.06.2001 zur Entsorgung in die USA abtransportiert. Am 13.09.2004 wurde eine Genehmigung nach § 7 Absatz 3 AtG zur Stilllegung und zum vollständigen Rückbau des Forschungsreaktors erteilt. Die Anlage wurde im Laufe des Jahres 2005 vollständig abgebaut und am 13.12.2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.

Forschungsreaktor Frankfurt 2 (FRF 2)

Beim FRF 2 handelte es sich um einen leichtwassergekühlten und -moderierten Reaktor vom modifizierten Typ TRIGA mit homogenen Brennstoffmoderatorelementen aus LEU und Zirkonhydrid. Der Reaktor wurde auf der Basis der Errichtungsgenehmigung vom 10.01.1973 in die verbliebenen Baulichkeiten (Reaktorhalle und Reaktorblock) des demontierten Vorgängerreaktors FRF 1 eingebaut. Der FRF 1 wurde in der Zeit vom 10.01.1958 bis 19.03.1968 als homogener Lösungsreaktor vom Typ L54 mit einer thermischen Leistung von 50 kW_{th} betrieben. Der FRF 2 war als Neutronenquelle für die Grundlagenforschung in der Kernphysik und der Festkörperphysik sowie für Aktivierungsanalysen und zur Isotopenproduktion vorgesehen. Auf Beschluss des Hessischen Kultusministers vom 11.07.1980 wurde eine Betriebsgenehmigung nicht erteilt und auf eine nukleare Inbetriebnahme des betriebsfertigen Reaktors verzichtet.

Am 25.10.1982 wurde die Genehmigung zur Stilllegung des FRF 2 und zum Abbau von Anlagenteilen erteilt. Die nicht benutzten Brennelemente des Reaktors wurden 1981 zur weiteren Verwendung in eine ausländische Forschungsreaktoranlage (TRIGA MARK II in Ljubljana) verbracht. Die Restaktivität in der Anlage stammte ausschließlich aus dem früheren Betrieb des FRF 1 und befand sich nach dem Teilabbau der Anlage in einem sicher eingeschlossenen Zustand. Nach einer zwischenzeitlichen Nutzung des Reaktorgebäudes als Zwischenlager für schwach radioaktive Abfälle der Universität Frankfurt wurde am 28.12.2004 der Abriss der Reststrukturen des FRF – bestehend aus FRF 1 und FRF 2 – genehmigt. Am 31.10.2006 wurde die Anlage nach dem Abbau der aktivierten Betonstrukturen und dem Freimessen der verbliebenen Gebäudestrukturen und des Anlagengeländes aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.

Forschungsreaktor der Medizinischen Hochschule Hannover (FRH)

Beim FRH handelte es sich um einen Schwimmbadreaktor vom Typ TRIGA Mark I mit homogenen Brennstoffmoderatorelementen aus LEU und Zirkonhydrid. Die thermische Leistung der Anlage betrug $250 \text{ kW}_{\text{th}}$, der thermische Neutronenfluss ca. $9 \cdot 10^{12} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$. Die nukleare Inbetriebnahme des Reaktors erfolgte am 31.01.1973. Das Einsatzgebiet als Neutronenquelle umfasste im Wesentlichen die Neutronenaktivierungsanalyse sowie die Herstellung und Aktivierung kurzlebiger Radionuklide für medizinisch-biologische Anwendungen.

Aufgrund veränderter Herstellungsverfahren für Radiopharmaka und sinkender Nachfrage für die Nutzung des Reaktors wurde der Reaktor am 18.12.1996 endgültig abgeschaltet. Die Brennelemente wurden am 09.07.1999 in die USA abtransportiert. Am 22.02.2002 wurde ein Antrag zur Stilllegung und zum Abbau von Anlagenteilen eingereicht und am 08.05.2006 genehmigt. Die Anlage wurde bis August 2007 vollständig abgebaut und freigemessen. Die staatliche Aufsicht nach § 19 AtG wurde am 13.03.2008 beendet.

Siemens-Unterrichtsreaktor Hannover (SUR-H)

Der SUR-H, ein Unterrichtsreaktor mit einer thermischen Leistung von $100 \text{ mW}_{\text{th}}$ und einem thermischen Neutronenfluss von $6 \cdot 10^6 \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$, wurde an der Leibniz Universität Hannover im Institut für Kerntechnik und zerstörungsfreie Prüfverfahren betrieben. Der Aufbau der SUR Reaktoren ist in Kapitel 3.1 beschrieben. Am 11.10.1971 wurde die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb des SUR-H vom Niedersächsischen Sozialministerium erteilt. Der Reaktor befand sich von 1971 bis 2008 in Betrieb. Im Jahr 2008 wurden die Brennstoffplatten gemäß der Betriebsgenehmigung entnommen und zur Konditionierung und Entsorgung an die Technische Universität München, Institut für Radiochemie in Garching, gegeben. Die Anfahrquelle wurde im Jahr 2013 entfernt und zur Weiterverwendung an die Firma Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH gegeben. Am 22.10.2013 wurde vom Betreiber der Antrag auf Stilllegung und Abbau des Siemens-Unterrichtsreaktors SUR 100 Hannover gestellt. Am 04.09.2017 erteilte die zuständige Genehmigungsbehörde die Genehmigung nach § 7 Absatz 3 AtG zur Stilllegung und zum Abbau des Forschungsreaktors. Im Jahr 2019 erfolgte die Freigabe der Anlage nach StrlSchV. Nach Prüfung der Dokumentation durch die Landesbehörde wurde der SUR-H am 18.09.2019 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.

Forschungsreaktor Jülich 1 (FRJ-1)

Der FRJ-1 (MERLIN, Medium Energy Research Light Water Moderated Industrial Nuclear Reactor) war ein mit HEU betriebener Schwimmbadreaktor englischer Bauart mit Brennelementen vom MTR-Typ. Die thermische Leistung betrug zuletzt $10 \text{ MW}_{\text{th}}$, der thermische Neutronenfluss ca. $1 \cdot 10^{14} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$. Der Reaktor ging am 23.02.1962 in Betrieb und wurde für Bestrahlungen und Strahlrohrexperimente verwendet.

1971 wurde für eine Erhöhung des Neutronenflusses von $6 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ auf den zuletzt verfügbaren Wert von $1,1 \cdot 10^{14} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ eine umfangreiche Umrüstung der Anlage vorgenommen. Dies betraf u.a. den Einsatz neuer Brennelemente mit höherer Uran-235 Masse sowie Änderungen im Primär- und Sekundärkreislauf zur Abfuhr der von 5 MW_{th} auf $10 \text{ MW}_{\text{th}}$ verdoppelten thermischen Leistung.

Am 22.03.1985 wurde der FRJ-1 abgeschaltet. Die Brennelemente wurden nach Maßgabe der Betriebsgenehmigung aus der Anlage entfernt und bis Oktober 1992 in die USA und nach Großbritannien abgeliefert. Am 08.06.1995 wurde die Genehmigung zur Stilllegung der Anlage erteilt. Der Abbau der Anlage erfolgte schrittweise auf der Basis weiterer Teilgenehmigungs- und Ergänzungsbescheide. Zuletzt wurde am 29.11.2004 die Dekontamination der Reaktorhalle und der Reaktorhallenanbauten sowie die Herstellung der Voraussetzungen für die Freimessung und Freigabe mit dem Ziel der Entlassung aus dem Anwendungsbereich des Atomgesetzes genehmigt. Diese Arbeiten wurden im Laufe des Jahres 2007 abgeschlossen und die Anlage am 23.11.2007 aus dem Anwendungsbereich des Atomgesetzes entlassen. Die Reaktorhalle und ihre Anbauten wurden danach gemäß konventionellen Vorschriften abgerissen, so dass im Lauf des Jahres 2008 die grüne Wiese hergestellt werden konnte.

Rosendorfer Forschungsreaktor (RFR)

Beim RFR handelte es sich um einen leichtwassermoderierten und -gekühlten Tankreaktor sowjetischer Bauart vom Typ WWR-S(M). Die thermische Leistung lag zuletzt bei $10 \text{ MW}_{\text{th}}$, der thermische Neutronenfluss bei ca. $1 \cdot 10^{14} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$. Die Anlage diente im Wesentlichen als Neutronenquelle zur Isotopenproduktion, für Aktivierungsanalysen und für die Materialforschung, darüber hinaus auch zu Ausbildungszwecken im Kernenergieprogramm der DDR.

Der Reaktor wurde am 16.12.1957 mit LEU und einer thermischen Leistung von 2 MW_{th} in Betrieb genommen, die bis 1967 schrittweise, u.a. auch durch eine Umrüstung von LEU auf MEU, auf $10 \text{ MW}_{\text{th}}$ erhöht wurde.

Die Genehmigung zum Betrieb des Reaktors erfolgte durch befristete Zustimmungen und wurde letztmalig am 08.10.1990 von der seinerzeit zuständigen atomrechtlichen Behörde bis zum 30.06.1991 verlängert. Der Reaktor wurde am 27.06.1991 endgültig abgeschaltet. Das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und

Landwirtschaft (SMUL) verfügte nach der Übernahme der Zuständigkeit als neue atomrechtliche Behörde mit einer aufsichtlichen Anordnung nach § 19 Absatz 3 AtG am 28.06.1991 eine Einstellung des auf Kernspaltung gerichteten Betriebs der Anlage.

Die bestrahlten Brennelemente wurden zwischen dem 30.05.2005 und dem 13.06.2005 in insgesamt 18 CASTOR®-Behältern in das Transportbehälterlager Ahaus gebracht.

Für die Stilllegung und den Abbau der Anlage wurden ab dem 30.01.1998 mehrere Teilgenehmigungen erteilt. Am 09.01.2014 wurde der Genehmigungsbescheid gemäß § 7 Absatz 3 AtG zur zweiten Änderung der vierten Genehmigung 4653/18 VKTA 04/2 erteilt. Gegenstand der Änderung war die Erweiterung des vorangegangenen Genehmigungsumfangs zum Totalabbruch der Restanlage unter Strahlenschutzbedingungen. Die Entlassung der Anlage aus dem AtG wurde am 21.06.2018 durch den Betreiber beantragt. Am 19.09.2019 wurde vom Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft des Freistaates Sachsen die Zustimmung zur Freigabe des Geländes des ehemaligen Forschungsreaktors Rossendorf nach § 33 Strahlenschutzverordnung erteilt sowie die Entlassung der Anlage aus der atomrechtlichen Aufsicht bescheinigt. Damit ist der Rückbau des RFR abgeschlossen.

Nuklearschiff "Otto Hahn" (OH)

Die "Otto Hahn" war das einzige in Deutschland betriebene Nuklearschiff und wurde formal der Rubrik der Forschungsreaktoren zugeordnet. Als Antriebsquelle wurde ein „Fortschrittlicher Druckwasserreaktor (FDR)“ mit niedrig angereichertem Uranoxid mit einer maximalen Anreicherung von 5,42 % Uran-235 und einer thermischen Leistung von 38 MW_{th} verwendet.

Die Hauptaufgabe der "Otto Hahn" bestand im Sammeln von Betriebserfahrungen für kernenergiebetriebene Schiffe zur zivilen Nutzung. Die Inbetriebnahme als Nuklearschiff erfolgte am 11.10.1968, die Außerbetriebnahme am 22.03.1979. Am 01.12.1980 wurde eine Genehmigung zur Stilllegung der "Otto Hahn" gemäß § 7 AtG in Verbindung mit den §§ 3 und 4 StrlSchV (alt) erteilt. Im Juni 1981 wurde der Reaktorbehälter im Hamburger Hafen ausgebaut und zur Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (GKSS) transportiert und wird seitdem in einem eigens dafür errichteten Schachtbauwerk (Beton-schacht) für ein Nachuntersuchungsprogramm gelagert. Das Schiff wurde nach dem Ausbau der Reaktor-anlage dekontaminiert und freigemessen und am 01.09.1982 aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen. Der auf dem Gelände des heutigen Helmholtz-Zentrums Geesthacht gelagerte Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffes „Otto Hahn“ wurde in das nach § 7 AtG durchgeführte Verfahren zur Stilllegung des FRG 1 und des Abbaus der Forschungsreaktoranlage mit Antrag vom 06.09.2016 aufgenommen. Der RDB soll in einer noch zu errichtenden Halle zerlegt werden.

Die Brennelemente wurden bis auf 49 bestrahlte und drei unbestrahlte Brennstäbe bis zum Herbst 1979 zur Wiederaufarbeitung zur WAK verbracht. 52 Brennstäbe waren zunächst bei dem ehemaligen Betreiber des Schiffes verblieben und wurden im Juli 2010 in das französische Forschungszentrum CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives) in Cadarache transportiert. Von dort wurden sie im Dezember 2010 im Rahmen eines Sammeltransports mit weiteren etwa 2.500 Brennstäben aus dem Forschungszentrum Karlsruhe in das Zwischenlager Nord verbracht.

Weitere Forschungsreaktoren mit einer Leistung kleiner bzw. gleich 50 kW_{th}

Weitere 23 Forschungsreaktoren mit einer Leistung kleiner bzw. gleich 50 kW_{th} sind bereits abgebaut bzw. aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen. Davon wurde eine Anlage nicht nach § 7 AtG sondern nach § 9 AtG genehmigt (SUAK). Den Reaktoren lagen unterschiedliche Reaktorkonzepte zu Grunde. So finden sich unter ihnen Unterrichtsreaktoren (z.B. SUR-KI), Reaktoren mit Brennstofflösung (z.B. ABDIKA), kritische Anordnungen (z.B. ANEX) oder Argonaut-Reaktoren (z.B. RRR). Auf die einzelnen Reaktoren soll hier nicht näher eingegangen werden. Eine Übersicht dieser Kategorie befindet sich im Anhang II, Tab. II.4.

4 ANLAGEN DER NUKLEAREN VER- UND ENTSORGUNG

Im Anhang III sind wesentliche Daten und Informationen zur Kernbrennstoffversorgung und -entsorgung in Form von Tabellen, Abbildungen und Anlagen enthalten. Eine Übersichtskarte über die Standorte der Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung zeigt Abbildung III.

4.1 URANANREICHERUNGSANLAGEN

Urananreicherungsanlage Gronau (UAG)

In der Urananreicherungsanlage Gronau (siehe auch Tabelle III.1) wird natürliches Uran in Form von Uranhexafluorid (UF_6) bis zu einer maximalen Konzentration des spaltbaren Isotops Uran-235 von 6 % in Zentrifugenkaskaden angereichert.

Die Anlage ist Mitte August 1985 mit 400 Mg Urantrennarbeit pro Jahr (UTA/a) in Betrieb gegangen.

Ein Antrag auf Erweiterung der Produktionskapazität auf 4.500 Mg UTA/a wurde im September 1998 gestellt. Die Genehmigung dafür wurde am 14.02.2005 erteilt. Sie beinhaltet die Errichtung und den Betrieb einer zweiten Urantrennanlage mit einer Trennkapazität von bis zu 2.700 Mg UTA/a mit einem maximalen Anreicherungsgrad von 6 %. Die Genehmigung beinhaltet auch die Lagerung von 58.962 Mg abgereichertem Uran (Tails) in oxidischer Form und 38.100 Mg als UF_6 , von 10.000 Mg natürlichem Uran (Feed) als UF_6 und 1.250 Mg angereichertem Uran (Product) mit einem maximalen Anreicherungsgrad von 6 % Uran-235 als UF_6 . Der Endausbau der erweiterten Anlage ist abgeschlossen. Das Uranoxidlager ist fertiggestellt, aber noch nicht in Betrieb. Die UAG wird von der Urenco Deutschland GmbH betrieben und besitzt eine genehmigte Kapazität von nominal 4.500 Mg UTA/a.

Im Jahr 2014 wurde der Bau eines Hallenlagers mit einer Kapazität von bis zu 60.000 Mg U_3O_8 beendet. In 2019 wurde von dem Lager noch kein Gebrauch gemacht.

4.2 BRENNELEMENTFABRIKEN

In der Bundesrepublik Deutschland ist eine Brennelementfabrik in Betrieb (Stand: 31.12.2019). Alle anderen sind bereits vollständig zurückgebaut und aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen (siehe auch Tabellen III.2; III.3).

4.2.1 Brennelementfabrik in Betrieb

Brennelementfabrik ANF, Lingen

In der Brennelementfabrik ANF werden Uran-Brennelemente mit einem maximalen Anteil von 5 % Uran-235 zum überwiegenden Einsatz in Leichtwasserreaktoren hergestellt. Als Ausgangsmaterial werden Urandioxid (UO_2)-Pulver, Uranhexafluorid (UF_6) oder extern gefertigte UO_2 -Tabletten verwendet. Der Prozess der Brennelementfertigung gliedert sich in folgende Verfahrensschritte: Konversion, Tablettenfertigung, Brennstabfertigung und Brennelementfertigung.

Der Betrieb der Brennelementfertigung wurde im Januar 1979 mit extern angelieferten Urantabletten begonnen. Im März 1987 wurde mit der 5. Teilbetriebsgenehmigung (TBG) die Herstellung von jährlich bis zu 400 Mg UO_2 -Tabletten genehmigt (Beginn der Produktion 1988). Der Betrieb der Trockenkonversion mit bis zu 5 % Uran-235 angereichertem Uran wurde im Juni 1994 aufgenommen. Im Juni 1996 wurden eine zweite Brennstabfertigungslinie sowie ein Lager- und Umschlaggebäude für UO_2 -Tabletten und -Pulver genehmigt. Die derzeit genehmigte Verarbeitungsleistung ist für die Trockenkonversion auf 800 Mg/a und für sonstige Teilanlagen auf 650 Mg/a festgelegt.

Die genehmigte Lagerkapazität von Uranhexafluorid beträgt 275 Mg. Eine Lagerhalle zur Aufbewahrung von UF_6 -Behältern mit Genehmigung nach § 7 AtG ist in Betrieb genommen worden.

Am 12.06.2014 wurde eine Genehmigung gemäß § 7 AtG zur Erweiterung der Lagerbereiche für Kernbrennstoff durch Integration der bisher nach § 6 AtG genehmigten Lagerhalle zur Aufbewahrung von radioaktiven Abfällen erteilt.

4.2.2 Brennelementfabriken aus dem Atomgesetz entlassen

Siemens Brennelementwerk Hanau, Betriebsteil MOX-Verarbeitung

Die Anlage diente ab 1968 der Herstellung von Mischoxid (MOX)-Brennelementen auf der Basis von Urandioxid/Plutoniumdioxid (UO_2/PuO_2), Plutoniumdioxid (PuO_2)- oder Urandioxid (UO_2)-Brennstoff, überwiegend für Leichtwasserreaktoren.

Aufgrund einer Anordnung des Hessischen Umweltministeriums nach § 19 AtG stand die Anlage seit dem Sommer 1991 nach einem Kontaminationszwischenfall still. Der Betreiber hat im April 1994 beschlossen, die Altanlage, bis auf das Leerfahren, nicht wieder in Betrieb zu nehmen.

Das Genehmigungsverfahren zum Rückbau der Siemens MOX-Anlage wurde im März 2000 in Hanau erörtert, die Demontage von ersten Fertigungseinrichtungen im Dezember 2000 genehmigt. Die 1. Teilgenehmigung (TG) zum Rückbau der Leerfahranlage wurde im Mai 2001, die 2. TG im März 2003 und eine 3. TG am 03.01.2005 erteilt. Sie erlaubte für einige Gebäude und Teile des Freigeländes bereits eine konventionelle Nutzung. Die vierte und abschließende TG wurde am 16.03.2005 erteilt.

Die Rückbauarbeiten der Anlage wurden im Juli 2006 abgeschlossen und der Betriebsteil MOX-Verarbeitung im September 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.

Der separat zu betreibende Rückbau der nicht kontaminierten Neuanlage wurde am 07.12.1998 genehmigt. Das gegen Flugzeugabsturz ausgelegte Spaltstofflager wurde leergeräumt und steht zur anderweitigen Nutzung zur Verfügung.

Das Anlagengelände konnte einer konventionellen neuen Nutzung als Industriegelände zugeführt werden.

Siemens Brennelementwerk Hanau, Betriebsteil Uranverarbeitung

Die Anlage diente seit 1969 der Herstellung von Uran-Brennelementen mit einem maximalen Anteil von 5 % Uran-235 zum überwiegenden Einsatz in Leichtwasserreaktoren. Als Ausgangsmaterial wurde UF₆ eingesetzt.

Die Produktion von Uran-Brennelementen wurde im Oktober 1995 aufgrund ungünstiger Gesamtrahmenbedingungen am Standort von Siemens eingestellt. Zur Vorbereitung der Stilllegung wurden von 1996 bis 1998 mehrere Einzelgenehmigungen zum Abbau von Anlagenteilen und zum Entfernen des Kernbrennstoffes erteilt. Für die anschließende Stilllegung wurden von 1999 bis zum März 2001 drei Teilgenehmigungen und diverse Einzelgenehmigungen erteilt.

Das abschließend genehmigte Verfahren der Stilllegung beinhaltete den Abriss der Fertigungsgebäude sowie die Geländesanierung auf der Grundlage des 10 µSv-Konzeptes. (Das bedeutet, dass eine Entlassung der Stoffe, der Gegenstände bzw. der Anlage aus der strahlenschutztechnischen Überwachung verantwortbar ist, wenn sie zu Strahlenexpositionen führt, die nur im Bereich von 10 µSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung liegen.) Nachdem die Kontrollbereiche aufgelöst und die Gebäude abgerissen waren, wurde mit der Geländesanierung begonnen. Da es durch den Anlagenbetrieb zu einem Eintrag von Uran in den Boden und das Grundwasser kam, war auch eine Sanierung des Erdreiches, der vorhandenen Abwasserkanäle und des Grundwassers erforderlich. Nachdem die Sanierungsarbeiten im Januar 2006 erfolgreich abgeschlossen werden konnten, wurde die Anlage im Mai 2006 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen. Die Grundwasseraufbereitungsanlage der Siemens AG wurde im November 2012 außer Betrieb genommen. Zur Überprüfung der Urangelhalte wurde das Grundwasser an mehreren Messstellen bis einschließlich September 2016 überwacht. Die nach § 7 Strahlenschutzverordnung genehmigte Aufbereitungsanlage wurde während des Monitorings weiter vorgehalten und ist erst nach dessen Abschluss Ende 2016 zurückgebaut worden.

Siemens Brennelementwerk, Betrieb Karlstein

Die Anlage diente seit 1966 der Herstellung von Brennelementen aus Uranoxid mit einem Anteil von maximal 4 % Uran-235.

Im Rahmen der Stilllegungsentscheidung für die Siemensanlagen in Hanau wurde auch die vergleichsweise kleine Anlage in Karlstein geschlossen. Die Entsorgung aller radioaktiven betrieblichen Einrichtungen wurde abgeschlossen. Das Siemens Brennelementwerk, Betrieb Karlstein, wurde im März 1999 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.

Der nichtnukleare Betrieb wurde weitergeführt und wird für die Fertigung von Strukturteilen für Brennelemente genutzt (ANF Karlstein). Seit 2001 ist das Werk in Karlstein ein Tochterunternehmen der Framatome ANP, später in AREVA NP umbenannt, seit 30.01.2018 Framatome GmbH.

Brennelementwerk NUKEM-A, Hanau

Die Firma NUKEM produzierte seit 1962 Brennelemente für Forschungs- und Materialtestreaktoren aus Uran und Thorium bis zu einer Uran-235-Anreicherung von 94 %.

Eine erste Genehmigung zum Abbau von Anlagenteilen im Bereich der Brennelementfertigung wurde am 05.12.1988 erteilt. Am 23.12.1988 reichte die NUKEM einen Antrag auf Stilllegung der gesamten Betriebsstätte NUKEM ein. Die Genehmigung zur Stilllegung wurde am 10.03.1993 erteilt. Weitere Genehmigungen zum Abbau der nicht sicherheitsrelevanten Anlagenteile folgten.

Es hatte sich gezeigt, dass die Monostahalle, die sich auf dem Gelände der Degussa (außerhalb der Umzäunung des Nukem-A-Geländes) befand und zwischenzeitlich von Degussa wieder genutzt wurde, in das

Stilllegungsverfahren mit einbezogen werden musste. Deshalb wurden zwei zusätzliche Genehmigungen für den Abriss dieses Gebäudekomplexes beantragt und am 09.11.1999 sowie am 26.06.2001 erteilt.

Alle Gebäude innerhalb der Umzäunung sind inzwischen abgerissen. Im Mai 2006 wurde die Bodensanierung abgeschlossen und das Gesamtgelände bis auf eine Teilfläche von 1.000 m² aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen. Auf der Teilfläche wurde bis 2015 eine Grundwassersanierungsanlage nach § 19 AtG betrieben. Die radiologische Grundwassersanierung wurde mit Bescheid vom 20.07.2015 eingestellt und das Gelände aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.

Hochtemperatur-Brennelement-Gesellschaft (HOBEG)

Die Anlage der Hochtemperaturreaktor Brennelement GmbH (HOBEG) auf dem Hanauer Nukleargelände wurde von 1972 bis 1988 zur Herstellung von Kugelbrennelementen für Hochtemperaturreaktoren betrieben. Der Durchsatz lag bei bis zu 200.000 Brennelementen pro Jahr. Insgesamt wurden ca. 1 Mio. Brennelemente gefertigt. Die HOBEG-Anlage wurde zunächst mit mehreren Einzelgenehmigungen nach § 9 AtG betrieben. Diese wurden am 30.12.1974 zu einer befristeten Gesamtgenehmigung zusammengefasst. Die Anlage wurde am 15.01.1988 zunächst vorübergehend außer Betrieb genommen und in der Folge stillgelegt.

Zwischen dem 05.12.1988 und dem 07.04.1995 wurden insgesamt neun Genehmigungen zur Stilllegung der Anlage nach § 7 Absatz 3 AtG erteilt. Die verfahrenstechnischen Komponenten wurden abgebaut und größtenteils veräußert. Die Gebäudestrukturen und das umgebende Gelände wurden dekontaminiert. Nach entsprechenden Messungen wurden die verbleibenden Gebäudestrukturen und das zugehörige Gelände freigegeben und am 18.12.1995 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.

4.3 LAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNLEMENTE

4.3.1 Lagerung in Kernkraftwerken

Die Lagerung der abgebrannten Brennelemente in den Kernkraftwerken erfolgt zunächst in den Nasslagerbecken der Reaktoranlage und danach in standortnahen Zwischenlagern (siehe Tabelle III.5 im Anhang III).

Gemäß Auflagen in den Genehmigungen für die Kernkraftwerke muss in den Nasslagerbecken grundsätzlich eine Kapazität in Höhe einer Kernladung freigehalten werden, um jederzeit die vollständige Entladung des Reaktorkerns zu ermöglichen. Die internen Lagerkapazitäten können grundsätzlich nicht kraftwerksübergreifend genutzt werden. Ausnahmen sind bei den Doppelblockanlagen Neckarwestheim und Philippsburg genehmigt.

Beim Kernkraftwerk Obrigheim wurde am 26.10.1998 gemäß § 7 AtG der Betrieb eines bereits 1984 errichteten zusätzlichen Nasslagers im erdbebengeschützten Notstandsgebäude außerhalb des Reaktorgebäudes genehmigt. Die Genehmigung zum Betrieb dieses externen Lagers umfasste die Einlagerung von 980 Brennelementen (ca. 286 Mg SM) ausschließlich aus dem KWO sowie von Kernbauteilen. Die erste Einlagerung von Brennelementen fand hier Mitte 1999 statt. Nach der Abschaltung des Kernkraftwerks Obrigheim am 11.05.2005 wurden bis Ende 2007 insgesamt 342 Brennelemente im externen Nasslager eingelagert. Im Jahr 2017 wurden alle vorhandenen 342 KWO-Brennelemente in insgesamt 15 Behälter der Bauart CAS-TOR® 440/84 mvK verladen und zur Aufbewahrung in das Standort-Zwischenlager Neckarwestheim verbracht. (siehe auch Kapitel 2.3).

Von den 2011 außer Betrieb genommenen Reaktoren haben mittlerweile alle eine Stilllegungsgenehmigung beantragt (siehe Kapitel 1.3.1 sowie Kapitel 2.2 und 2.3). Bereits im Jahr 2017 sind die Blöcke Biblis A und Philippsburg 1 als erste und im Jahr 2018 die Reaktoranlagen Brunsbüttel und Neckarwestheim 1 kernbrennstofffrei geworden. Seit 2019 sind nunmehr auch die Kernkraftwerke Unterweser, Biblis Block B und Krümmel frei von Brennelementen und -stäben. Die Brennelemente in den Nasslagerbecken wurden dort vollständig in Behälter verpackt und in die Standortzwischenlager eingestellt.

4.3.2 Lagerung in dezentralen Zwischenlagern

Für die Erteilung von Genehmigungen zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen nach § 6 AtG war bis zum 29.07.2016 das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) zuständig. Mit dem Inkrafttreten des Gesetzes zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung wurde die Zuständigkeit für die Durchführung von Genehmigungsverfahren nach § 6 AtG auf das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung, kurz *BASE²*, übertragen

Die BGZ mbH ist eine in privater Rechtsform organisierte, eigenständige Gesellschaft, deren Kosten über den Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung finanziert werden. Alleiniger Gesellschafter der BGZ mbH ist die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Umwelt, Natur-

schutz und nukleare Sicherheit (BMU).⁷ Die Verpflichtung aus § 9a Absatz 1 des AtG, für die geordnete Beseitigung radioaktiver Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung, dem sicheren Einschluss sowie den Abbau einer Anlage zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität zu sorgen, ist nach Zahlung der fälligen Beträge durch die Abfallverursacher an den Entsorgungsfonds auf die BGZ mbH übergegangen.

AVR-Behälterlager Jülich

Das AVR-Behälterlager ist ein Trockenlager für abgebrannte Kugel-Brennelemente aus dem AVR Jülich in Transport- und Lagerbehältern der Bauart CASTOR®THTR/AVR.

Es bildet einen Teilbereich der Abfalllagerhalle II in der Betriebsabteilung Dekontamination der Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (JEN), ehemals Forschungszentrum Jülich (FZJ) GmbH.

Am 17.06.1993 hatte das BfS eine atomrechtliche Genehmigung nach § 6 AtG zur Aufbewahrung von maximal 300.000 abgebrannten AVR-Brennelementen für einen Zeitraum von 20 Jahren erteilt. Der Lagerbetrieb wurde am 23.08.1993 aufgenommen. Seit 2009 befinden sich insgesamt 152 beladene Behälter der Bauart CASTOR® THTR/AVR im AVR-Behälterlager.

Aufgrund der Befristung der Aufbewahrungsgenehmigung bis zum 30.06.2013 beantragte die FZJ GmbH 2007 zunächst eine Verlängerung der Genehmigung zur Aufbewahrung in Jülich. Mit Schreiben vom 29.04.2009 erklärte das FZJ, dass die Verlängerung drei Jahre gelten solle.

Zusätzlich ließ das FZJ am 24.09.2009 von der Gesellschaft für Nuklear-Service mbH (GNS) beim BfS beantragen, die 152 Behälter im Zwischenlager der GNS in Ahaus (TBL Ahaus) lagern zu dürfen. Für den Transport dorthin ließ das FZJ am 04.10.2010 von der Nuclear Cargo + Service GmbH (NCS, seit 01.10.2015 firmierend als DAHER-Nuclear Technologies GmbH (DNT)) eine Beförderungsgenehmigung nach § 4 AtG beantragen.

Seit Mitte 2012 prüft das FZJ außerdem die Möglichkeit eines Transports der AVR-Brennelemente in die USA.

Da die Aufbewahrungsgenehmigung nach § 6 AtG zum 30.06.2013 ausgelaufen war, hatte am 27.06.2013 das damalige Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen in seiner Zuständigkeit als atomrechtliche Aufsichtsbehörde zunächst nach § 19 Absatz 3 AtG die weitere Aufbewahrung der AVR-Brennelemente im AVR-Behälterlager angeordnet. Diese Anordnung war auf sechs Monate befristet und berechnete die FZJ GmbH weiter zum Besitz der Kernbrennstoffe. Ihr folgte eine entsprechende, auf sieben Monate befristete Anordnung vom 17.12.2013.

Nachdem abzusehen war, dass sich der vom Antragsteller zu erbringende und für eine Erteilung einer neuen Genehmigung nach § 6 AtG notwendige Nachweis zur Erdbbensicherheit bei Verlängerung der Lagerung in Jülich auf unbestimmte Zeit verzögert, hat das Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen am 02.07.2014 eine atomrechtliche Anordnung nach § 19 Absatz 3 AtG erlassen, nach der die Kernbrennstoffe unverzüglich aus dem AVR-Behälterlager zu entfernen sind und der Verbleib der Kernbrennstoffe bei einem zum Besitz Berechtigten nach § 5 Absatz 1 Satz 1 AtG sicherzustellen ist. Gleichzeitig regelt die Anordnung die weitere Aufbewahrung bis zur Räumung und geht von einer Fortsetzung des Genehmigungsverfahrens nach § 6 AtG aus. Die FZJ GmbH hat am 31.10.2014 ein Konzept zur Entfernung der Kernbrennstoffe aus dem AVR-Behälterlager vorgelegt. Als Alternativen nennt das Konzept die Verbringung der AVR-Brennelemente in die USA, in das TBL Ahaus oder in ein neu zu errichtendes Zwischenlager auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich.

Am 21.07.2016 wurde die Genehmigung zur Aufbewahrung der AVR-Brennelemente im TBL Ahaus erteilt. Die Stadt Ahaus und eine Privatperson haben gegen diese Genehmigung Klage vor dem Oberverwaltungsgericht des Landes Nordrhein-Westfalen erhoben. Das Verfahren ist derzeit dort anhängig. Das Genehmigungsverfahren für die Beförderung der AVR-Brennelemente von Jülich nach Ahaus wurde bislang noch nicht abgeschlossen.

Unter Angabe von terminlichen Risiken bei den aktuell verfolgten drei Räumungsoptionen zum Entfernen der Kernbrennstoffe aus dem AVR-Behälterlager hat die JEN mit Schreiben vom 10.10.2019 anstelle von drei Jahren eine Verlängerung der Aufbewahrungsgenehmigung von neun Jahren ab Genehmigungserteilung beantragt.

⁷ Nach Redaktionsschluss: Die BGZ mbH hat in einem weiteren Schritt zum 01.01.2020 auch die Verantwortung für den Betrieb von zwölf Lagern mit schwach- und mittelaktiven Abfällen an den Kraftwerksstandorten übernommen. Dadurch liegt die Verantwortung für die Zwischenlagerung der (konditionierten) radioaktiven Abfälle der Energieversorgungsunternehmen zukünftig zentral in der Hand der BGZ mbH.

Standort-Zwischenlager

Von den Betreibern der Kernkraftwerke wurden in den Jahren 1998 bis 2000 für insgesamt 13 Standorte Anträge zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in Form von abgebrannten Brennelementen in Standort-Zwischenlagern (SZL) gestellt. Der Antrag für ein SZL in Stade wurde nach dem Beschluss der Stilllegung des Kernkraftwerkes wieder zurückgezogen.

Neben der atomrechtlichen Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen ist insbesondere eine Baugenehmigung zur Errichtung des Bauwerkes nach der Bauordnung des jeweiligen Bundeslandes erforderlich. In den Genehmigungsverfahren zu den Anträgen ab dem Jahr 1999 wurde eine gemeinsame Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) vorgenommen. Die Basis dafür bilden die bis zum 16.02.2012 geltende Europäische Richtlinie 97/11/EG, ersetzt durch die Richtlinie 2011/92/EU, und das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung. Geprüft wurden die möglichen Auswirkungen des jeweiligen Vorhabens auf Menschen, Tiere, Pflanzen und deren Lebensraum sowie auf Boden, Wasser, Luft und Klima.

Im Rahmen der Genehmigungsverfahren nach § 6 Absatz 2 Nummer 4 AtG war insbesondere auch zu prüfen, ob der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD) gewährleistet ist. Seit den Terroranschlägen vom 11.09.2001 stellt der Luftverkehr trotz der bekannten hohen Sicherheitsstandards ein exponiertes Anschlagziel dar. Auch wenn in den letzten Jahren und aktuell keine Erkenntnisse vorliegen, die auf eine konkrete Gefährdung ortsfester kerntechnischer Einrichtungen hindeuten, wurden im Rahmen der Prüfungen gemäß § 6 Absatz 2 Nummer 4 AtG neben der Betrachtung von Terror- und Sabotageakten die Auswirkungen eines gezielten Absturzes eines Großraumflugzeuges auf ein Zwischenlager untersucht. Im Ergebnis der Prüfungen wurde festgestellt, dass bei allen zu betrachtenden Szenarien die Eingreifrichtwerte für den Katastrophenschutz von 100 Millisievert (mSv) effektiver Dosis für eine Evakuierung nicht erreicht würden.

Bei den SZL handelt es sich um Trockenlager für abgebrannte Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern, die in Lagerhallen bzw. Tunnelröhren untergebracht sind. In allen bereits genehmigten Lagern kommen zunächst Behälter der Bauarten CASTOR® V/19 bzw. CASTOR® V/52 zur Verwendung. Die erteilten Genehmigungen aller bis zum Jahr 2000 beantragten SZL gestatten die Aufbewahrung von abgebrannten Brennelementen mit einer Schwermetallmasse von insgesamt 14.025 Mg auf 1.435 Stellplätzen für Transport- und Lagerbehälter der Bauart CASTOR®. Die Kapazität wurde ursprünglich so bemessen, dass alle abgebrannten Brennelemente, die aufgrund der im Jahr 2002 festgelegten Elektrizitätsmengen noch bis zur endgültigen Einstellung des Kraftwerksbetriebes angefallen wären, im SZL aufgenommen und dort auch über die Stilllegung des Kernkraftwerks hinaus bis zur Inbetriebnahme eines Endlagers hätten gelagert werden können. Da mit Inkrafttreten der 13. Novelle zur Änderung des Atomgesetzes vom 31.07.2011 die Berechtigung zum Leistungsbetrieb für insgesamt acht Kernkraftwerke zum 06.08.2011 erloschen ist und gleichzeitig die Restlaufzeiten der übrigen Kernkraftwerke spätestens zum Jahr 2022 enden, werden die Lagerkapazitäten der SZL durch die Einlagerung der zukünftig anfallenden abgebrannten Brennelemente nicht mehr ausgeschöpft.

Bis zum Ablauf des Jahres 2003 wurde die Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente für zwölf SZL genehmigt (s. Tabelle III.5). Das damals zuständige BfS hatte zunächst die jeweils abschließend geprüften Antragsteile beschieden, so dass die Bearbeitung der in den Jahren 1998 bis 2000 gestellten Anträge noch nicht beendet ist. Im Jahr 2019 wurden die Prüfungen im Rahmen von Änderungsgenehmigungen für die SZL fortgeführt. Die Genehmigungsverfahren betrafen dabei zum einen den Einsatz neuer Behälterbauarten, die Möglichkeit alternativer Beladevarianten für die abgebrannten Brennelemente sowie die Beladung von Sonderbrennstäben (z.B. defekte Brennstäbe) in speziellen Köchern zur Aufbewahrung im Behälter. Zum anderen wurden im Rahmen der Genehmigungsverfahren die Prüfungen zu der sicherungstechnischen Nachrüstung der Zwischenlager fortgeführt. Im Jahr 2019 wurde das Verfahren zur Aufbewahrung von Sonderbrennstäben in Köchern für das SZL Grafenrheinfeld abgeschlossen. In den Änderungsgenehmigungsverfahren erfolgten jeweils Einzelfallprüfungen, ob ergänzende Untersuchungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich sind.

Im Hinblick auf die Rückführung der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich und Großbritannien wurden am 29.09.2017 die entsprechenden Anträge zur Aufbewahrung der verglasten Abfälle in den Standort-Zwischenlagern Philippsburg, Brokdorf, Biblis und Isar gestellt. Die fünf aus Frankreich kommenden Behälter der Bauart CASTOR® HAW28M mit verfestigten mittelradioaktiven Abfällen sollen im SZL Philippsburg aufbewahrt werden. Die verfestigten hochradioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente in Sellafield sollen antragsgemäß jeweils in bis zu sieben Behältern der Bauart CASTOR® HAW28M an den Standorten Biblis, Brokdorf und Isar aufbewahrt werden. Die erste Genehmigung zur Aufbewahrung von Sellafield-Glaskokillen in Behältern der Bauart CASTOR® HAW28M wurde am 19.12.2019 für das SZL Biblis erteilt.

Im Juni 2013 hat das OVG Schleswig der Klage gegen die Genehmigung für das SZL Brunsbüttel stattgegeben. Die Genehmigung von November 2003 sei als rechtswidrig aufzuheben, da die Voraussetzungen des § 6 Absatz 2 Nummer 4 AtG nicht erfüllt seien. Die Beklagte habe im Genehmigungsverfahren sowohl das erforderliche Maß des Schutzes gegen terroristische Einwirkungen in Gestalt eines gezielten (gelenkten) Absturzes eines Verkehrsflugzeuges als auch die Risiken des Szenarios eines terroristischen Angriffs auf das SZL mit panzerbrechenden Waffen fehlerhaft ermittelt und bewertet. Die Revision wurde vom OVG Schleswig nicht zugelassen. Hiergegen hat die Bundesrepublik Deutschland als Beklagte Nichtzulassungsbeschwerde beim Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) eingelegt. Mit Beschluss vom 08.01.2015 hat das BVerwG die Beschwerde gegen die Nichtzulassung der Revision in dem Urteil des OVG Schleswig vom 19.06.2013 zurückgewiesen. Mit der Entscheidung des BVerwG ist die Aufhebung der Genehmigung für das SZL Brunsbüttel rechtskräftig geworden. Zur Vermeidung eines genehmigungslosen Zustands der Aufbewahrung der insgesamt neun bereits im SZL Brunsbüttel eingelagerten CASTOR®-Behälter hatte die atomrechtliche Aufsichtsbehörde des Landes Schleswig-Holstein am 16.01.2015 eine Anordnung erlassen, die bis zur Erteilung einer vollziehbaren Aufbewahrungsgenehmigung nach § 6 AtG für die aufbewahrten Kernbrennstoffe, längstens jedoch bis zum 16.01.2018 galt. Diese Anordnung verpflichtet die Betreiberin des Zwischenlagers, die Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG, unverzüglich für eine genehmigte Aufbewahrung der Kernbrennstoffe Sorge zu tragen. Mit Schreiben vom 16.11.2015 hat die Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG beim damals zuständigen BfS einen Antrag auf Neugenehmigung für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen im Standort-Zwischenlager Brunsbüttel gestellt. Am 24.11.2016 hat die atomrechtliche Aufsichtsbehörde angeordnet, dass die restlichen 517 abgebrannten Brennelemente, die sich noch im Reaktordruckbehälter des Kernkraftwerks Brunsbüttel befinden, in CASTOR®-Behälter verladen werden. Die insgesamt 11 Behälter wurden im Zeitraum Ende 2016 bis Mitte 2017 beladen und werden seitdem bis zur Erteilung einer Neugenehmigung im Standort-Zwischenlager Brunsbüttel aufbewahrt. Da das Genehmigungsverfahren nach § 6 AtG nicht bis zum 16.01.2018 abgeschlossen werden konnte, hatte die atomrechtliche Aufsichtsbehörde am 20.12.2017 zunächst für weitere zwei Jahre die Aufbewahrung der Kernbrennstoffe im Standort-Zwischenlager Brunsbüttel bis zum 31.01.2020 angeordnet.⁸

Ein weiteres Gerichtsverfahren ist beim Niedersächsischen Oberverwaltungsgericht bzgl. der Genehmigung für das SZL Unterweser vom 22.09.2003 anhängig.

Darüber hinaus haben mehrere Privatpersonen Klage vor dem Bayerischen Verwaltungsgerichtshof mit dem Ziel erhoben, die am 19.12.2003 erteilte Aufbewahrungsgenehmigung für das Standort-Zwischenlager Gundremmingen aufzuheben. Die Kläger begründen ihre Klage im Wesentlichen mit einem aus Ihrer Sicht unzureichenden Schutz des Zwischenlagers vor terroristischen Angriffen. Das Verfahren ist derzeit noch vor dem Bayerischen Verwaltungsgerichtshof anhängig.

Gemäß § 3 Absatz 1 Satz 1 des „Gesetzes zur Regelung des Übergangs der Finanzierungs- und Handlungspflichten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken (Entsorgungsübergangsgesetz – EntsorgÜG)“ wurden zum 01.01.2019 die Standort-Zwischenlager (bis auf das SZL Brunsbüttel) von den bisherigen Betreibern auf die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ mbH) übertragen. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) hat die BGZ mbH seit dem 01.08.2017 als Dritten im Sinne des § 2 Absatz 1 Satz 1 EntsorgÜG mit der Wahrnehmung der Zwischenlagerung beauftragt. Alleinigere Gesellschafter der BGZ mbH ist die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das BMU.

Damit gelten gemäß § 3 Absatz 1 Satz 2, 1. Halbsatz EntsorgÜG die in Bezug auf den bisherigen Betreiber erteilten Genehmigungen für und gegen die BGZ mbH.

Durch die Übertragung der in Tabelle 1 des Anhangs zum EntsorgÜG genannten und dort nicht mit einer Fußnote versehenen Zwischenlager zum 01.01.2019 auf die BGZ mbH ist diese kraft Gesetzes Inhaberin der in Bezug auf das jeweilige Standort-Zwischenlager erteilten Genehmigungen geworden. Das *BASE*² hat nach § 3 Abs. 1 S. 2 EntsorgÜG in angemessener Zeit zu prüfen, wie die BGZ durch organisatorische Maßnahmen und durch die Bereitstellung von sachlichen und personellen Mitteln die Fortführung des Betriebs gewährleistet. Im Jahre 2019 wurden zu 3 SZL diese Prüfungen durch das *BASE* abgeschlossen.

⁸ Nach Redaktionsschluss: Am 17.01.2020 wurde die Anordnung von der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde ohne konkrete terminliche Befristung verlängert. Die Anordnung gilt demnach solange, bis die Betreiberin des Zwischenlagers über eine vollziehbare Aufbewahrungsgenehmigung nach § 6 AtG verfügt.

Die Tabelle 4.1 gibt einen Überblick über die jeweils erteilte erste Genehmigung, die genehmigten Schwermetallmassen (SM) und Stellplätze sowie die Inbetriebnahme (d. h. die erste Einlagerung eines beladenen Behälters) der SZL. Weitere Einzelheiten zu den SZL können der Tabelle III.5 entnommen werden.

Tabelle 4.1: Standort-Zwischenlager (SZL)

Standort-Zwischenlager (SZL)	Erteilung der 1. Genehmigung nach § 6 AtG	Masse SM [Mg]	Stellplätze gesamt (Ende 2019 belegt)	Inbetriebnahme
SZL Biblis	22.09.2003	1.400	135 (102)	18.05.2006
SZL Brokdorf	28.11.2003	1.000	100 (33)	05.03.2007
SZL Brunsbüttel*	28.11.2003	450	80 (20)	05.02.2006
SZL Grafenrheinfeld	12.02.2003	800	88 (43)	27.02.2006
SZL Grohnde	20.12.2002	1.000	100 (34)	27.04.2006
SZL Gundremmingen	19.12.2003	1.850	192 (69)	25.08.2006
SZL Isar	22.09.2003	1.500	152 (73)	12.03.2007
SZL Krümmel**	19.12.2003	775	65 (42)	14.11.2006
SZL Lingen	06.11.2002	1.250	125 (47)	10.12.2002
SZL Neckarwestheim	22.09.2003	1.600	151 (86)	06.12.2006
SZL Philippsburg	19.12.2003	1.600	152 (62)	19.03.2007
SZL Unterweser	22.09.2003	800	80 (40)	18.06.2007

* Die Genehmigung zur Aufbewahrung für das SZL Brunsbüttel wurde aufgehoben.

** Mit der 4. Änderungsgenehmigung für das SZL Krümmel zur Erweiterung des Schutzes gegen SEWD wurde die Anzahl der Stellplätze von 80 auf 65 und gleichzeitig die Gesamtwärmeleistung von 3,0 MW auf 2,28 MW reduziert.

4.3.3 Lagerung in zentralen Zwischenlagern

Die zentralen Zwischenlager, die der Pflicht zur Übertragung des § 3 Abs. 1 S. 1 EntsorgÜG unterliegen, wurden bereits im Jahre 2017 im Rahmen einer Änderung der Aufbewahrungsgenehmigung auf die BGZ mbH übertragen.

Eine Übersicht zu den zentralen Zwischenlagern außerhalb von Kernkraftwerksstandorten enthält Tabelle III.4 im Anhang III dieses Berichtes.

Bei den Transportbehälterlagern Ahaus, Gorleben und dem Transportbehälterlager des Zwischenlagers Nord wurden im Rahmen der Untersuchung zu einer möglichen nachträglichen Auflage gemäß § 17 AtG Untersuchungen über die Auswirkungen eines gezielt herbeigeführten Flugzeugabsturzes durchgeführt. Die gutachterlichen Ergebnisse haben gezeigt, dass bei dem unterstellten absichtlich herbeigeführten Flugzeugabsturz für die Bevölkerung in der Umgebung keine Gefährdung von Leben und Gesundheit infolge der Freisetzung einer erheblichen Menge radioaktiver Stoffe zu erwarten ist und dass keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich sind.

Die Transportbehälterlager Ahaus und Gorleben wurden bis zum 30.07.2017 von der GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH, einer Gesellschaft der Energieversorgungsunternehmen, betrieben. Seit dem 01.08.2017 werden die Zwischenlager an den Standorten Ahaus und Gorleben von der neu gegründeten Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ mbH) betrieben. Der Wechsel der Genehmigungsinhaberschaft wurde vom BASE², mit der 9. Änderungsgenehmigung für das TBL Ahaus und der 5. Änderungsgenehmigung für das TBL Gorleben gestattet.

Transportbehälterlager Ahaus (TBL-A)

Das Transportbehälterlager Ahaus wurde ursprünglich ausschließlich als Trockenlager für abgebrannte Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern vom Typ CASTOR® konzipiert. Das TBL Ahaus besteht aus einem Lagerbereich I (westlicher Lagerbereich) sowie einem Lagerbereich II (östlicher Lagerbereich).

Die atomrechtliche Genehmigung zur Aufbewahrung von Brennelementen aus Leichtwasserreaktoren nach § 6 AtG für eine Kapazität von 1.500 Mg Schwermetall (SM) wurde am 10.04.1987 erteilt, nachdem ein entsprechender Antrag am 02.08.1984 gestellt worden war. Im Juni 1992 wurde der Lagerbetrieb aufgenommen.

Das TBL Ahaus hat eine Genehmigung für die Aufbewahrung abgebrannter Kugel-Brennelemente aus dem THTR 300 in Transport- und Lagerbehältern der Bauart CASTOR® THTR/AVR; sie wurde am 17.03.1992 erteilt. Bis Ende April 1995 waren alle 305 CASTOR® THTR/AVR-Behälter mit den Brennelementen aus dem THTR-300 eingelagert.

Aufgrund eines umfassenden Neuantrags wurde am 07.11.1997 eine Neugenehmigung erteilt. Sie umfasst auf insgesamt 420 Stellplätzen in den Lagerbereichen I und II die Aufbewahrung von max. 3.960 Mg SM in den bisher genehmigten sowie in den Behältern der Bauarten CASTOR® V/19, CASTOR® V/19 SN06 und CASTOR® V/52 bis zum 31.12.2036. In der Genehmigung ist die maximal einlagerbare Aktivität auf $2 \cdot 10^{20}$ Bq und die Obergrenze für die Wärmeleistung aller Behälter in der Halle auf 17 MW festgelegt.

Am 20.03.1998 wurden zusätzlich zu den bereits gelagerten 305 CASTOR® THTR/AVR-Behältern zwei CASTOR® V/19-Behälter, ein Behälter CASTOR® V/19 SN06 und drei CASTOR® V/52-Behälter mit LWR-Brennelementen in das Transportbehälterlager Ahaus überführt.

Am 09.11.2009 erteilte die Bezirksregierung Münster die Genehmigung nach § 7 StrlSchV zur befristeten Zwischenlagerung sonstiger radioaktiver Stoffe aus dem Betrieb und der Stilllegung deutscher Kernkraftwerke mit einer maximalen Gesamtaktivität von 10^{17} Bq für einen Zeitraum von höchstens 10 Jahren, beginnend mit der Einlagerung der ersten radioaktiven Stoffe. Die Befristung endet am 20.07.2020. Die radioaktiven Abfälle können in unterschiedlichen Behältern aus Beton, Guss und Stahl in der westlichen Hallenhälfte (Lagerbereich I) zwischengelagert werden. Diese Abfälle sollen später in das genehmigte und derzeit in der Errichtung befindliche Endlager des Bundes, Schacht Konrad bei Salzgitter, verbracht werden.

Eine gemeinsame, gleichzeitige Nutzung des Lagerbereiches I zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen im Rahmen der Aufbewahrungsgenehmigung nach § 6 AtG ist nicht möglich. Am 29.08.2016 hat die GNS bei der Bezirksregierung Münster den Antrag zur Zwischenlagerung von sonstigen radioaktiven Stoffen im Lagerbereich I über den bisherigen 10-Jahreszeitraum hinaus gestellt. Nach der Auslegung der Planunterlagen durch die Bezirksregierung Münster zu Beginn des Jahres 2019 fand am 4./5. Juni 2019 der Erörterungstermin statt.

Im Zeitraum 2000 bis 2016 wurden außerdem insgesamt acht Änderungsgenehmigungen nach § 6 AtG erteilt (s. Tab III.4).

Unter anderem wurde mit der 7. Änderungsgenehmigung vom 08.02.2016 die sicherungstechnische Nachrüstung des TBL Ahaus genehmigt. Vor dem Hintergrund des Auslaufens der Genehmigung für das AVR-Behälterlager im Jahr 2013 (siehe Kapitel 4.3.2) wurde auf den Antrag vom 24.09.2009 außerdem mit der 8. Änderungsgenehmigung vom 21.07.2016 die Aufbewahrung des AVR-Inventars im TBL Ahaus genehmigt. Auf Grundlage dieser Genehmigung können die insgesamt 152 Behälter der Bauart CASTOR® THTR/AVR in der östlichen Hallenhälfte (Lagerbereich II) neben den dort bereits eingelagerten 305 Behältern der Bauart CASTOR® THTR/AVR mit Brennelementen des THTR aufbewahrt werden.

Am 20.12.2006 haben die GNS und die BZA einen Antrag nach § 6 AtG auf Aufbewahrung von hochdruckkompaktierten mittelradioaktiven Abfällen (CSD-C - Colis Standard de Déchets Compactés) aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe in Transport- und Lagerbehältern der Bauart TGC36 gestellt. Für die Aufbewahrung dieser CSD-C-Abfälle wird seit 2012 ein neuer Transport- und Lagerbehälter der Bauart TGC27 entwickelt. Diese Abfälle sollen in bis zu 150 Behältern eingelagert werden.

Mit Schreiben vom 30.09.2014 hat die GNS um die Wiederaufnahme des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens zur Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente der Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz der Technischen Universität München im TBL Ahaus gebeten. Die Aufbewahrung der Brennelemente soll in ca. 21 Behältern der neuen Behälterbauart CASTOR® MTR3 im Lagerbereich II erfolgen. Die beantragte Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus deutschen Forschungsreaktoren ist Teil des umfassenden gemeinsamen Antrags der BZA und der GNS vom 15.09.1995, der hinsichtlich der Forschungsreaktorbrennelemente bislang nur für die Brennelemente des Rossendorfer Forschungsreaktors beschieden ist.

Transportbehälterlager Gorleben (TBL-G)

Das Transportbehälterlager Gorleben ist ein Trockenlager für abgebrannte Brennelemente aus Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren und HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung in Transport- und Lagerbehältern.

Nach Antragstellung im September 1980 wurde die atomrechtliche Aufbewahrungsgenehmigung gemäß § 6 AtG für eine Kapazität von 1.500 Mg SM am 05.09.1983 erteilt. Zuvor erfolgten eine Auslegung des Sicherheitsberichts und der Kurzbeschreibung sowie ein Anhörungstermin. Am 25.04.1995 wurde der Lagerbetrieb aufgenommen.

In einer Neugenehmigung vom 02.06.1995 wurde, neben der Aufstockung auf insgesamt 3.800 Mg SM und der Aufbewahrung von verfestigten hochradioaktiven Spaltproduktlösungen, insbesondere die Aufbewahrung Mischoxid (MOX) enthaltender Brennelemente und die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in Form von Abfällen sowie von kernbrennstoffhaltigen Abfällen und von sonstigen radioaktiven Stoffen gestattet. Die einlagerbare Aktivität wurde auf $2 \cdot 10^{20}$ Bq begrenzt. Vor dieser Entscheidung wurde eine Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt.

Mit der 6. Änderungsgenehmigung vom 21.06.2018 wurde zuletzt die sicherungstechnische Nachrüstung des TBL Gorleben genehmigt.

Im TBL Gorleben wurden bis 2011 fünf Behälter mit abgebrannten Brennelementen (1 CASTOR® Ic, 1 CASTOR® IIa, 3 CASTOR® V/19) und 108 Behälter mit HAW-Glaskokillen (1 TS 28 V, 74 CASTOR® HAW 20/28 CG, 21 CASTOR® HAW 28 M und 12 TN85) eingelagert.

Aus der britischen Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield Ltd. sollten ursprünglich weitere ca. 21 Behälter der Bauart CASTOR® HAW28M mit HAW-Glaskokillen und weitere fünf Behälter der Bauart CASTOR® HAW28M mit verfestigten mittelradioaktiven Abfällen (MAW-Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente bei der AREVA NC in Frankreich im TBL-G aufbewahrt werden.

Nach einer Änderung des Atomgesetzes im Zusammenhang mit dem Standortauswahlgesetz (StandAG) vom 23.07.2013 ist die Einlagerung dieser Behälter im TBL Gorleben rechtlich ausgeschlossen worden. Die Behälter sollen nunmehr auf standortnahe Zwischenlager verteilt werden. In einem Eckpunktepapier des BMUB mit den kernkraftwerksbetreibenden Energieversorgungsunternehmen vom 19.06.2015 wurde das Konzept einer Rückführung der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in den Standort-Zwischenlagern Philippsburg, Brokdorf, Biblis und Isar vorgestellt. In einer gemeinsamen Erklärung der Bayerischen Staatsregierung und des BMUB vom 04.12.2015 wurde festgehalten, dass die fünf aus Frankreich kommenden CASTOR®-Behälter im SZL Philippsburg aufbewahrt werden sollen. Die aus Großbritannien kommenden CASTOR®-Behälter sollen mit drei Transporten zurückgeholt und gleichmäßig – je sieben – auf die Standorte Biblis, Brokdorf und Isar verteilt werden (siehe auch Kapitel 4.3.2).

Mit Schreiben vom 05.12.2013 und 12.12.2013 haben die GNS und die BLG die Erstreckung der Aufbewahrungsgenehmigung auf die Lagerung von sonstigen radioaktiven Stoffen gemäß § 7 Absatz 2 StrlSchV im TBL-G gestellt. Im Rahmen dieser kombinierten Nutzung ist nun beabsichtigt, in einem Teil des Lagerbereichs endlagergerechte Abfälle zu lagern, die zuvor am Standort, in einem noch zu errichtenden Anbau an das Abfalllager Gorleben, konditioniert werden sollen.

Transportbehälterlager im Zwischenlager Nord Rubenow (ZLN)

Das Transportbehälterlager im Zwischenlager Nord ist ein Trockenlager für abgebrannte Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern. Es befindet sich in der Halle 8 des Zwischenlagers Nord auf dem Gelände der EWN. Das ZLN dient im Wesentlichen der Aufnahme von abgebrannten Brennelementen, Kernbrennstoffen und sonstigen radioaktiven Abfällen aus den Reaktoren Rheinsberg und Greifswald.

Am 05.11.1999 wurde die Genehmigung nach § 6 AtG erteilt, nachdem ein entsprechender Antrag im April 1993 gestellt worden war. Genehmigt wurde eine Kapazität von max. 585 Mg SM in max. 80 Behältern der Bauart CASTOR® 440/84. Das einlagerbare Aktivitätsinventar wurde auf $7,5 \cdot 10^{18}$ Bq begrenzt. Am 11.12.1999 wurde mit der Einlagerung von CASTOR®-Behältern begonnen.

Im ZLN wurden bis 2011 insgesamt 74 beladene CASTOR®-Behälter (62 CASTOR® 440/84, 3 CASTOR® KRB-MOX, 5 CASTOR® HAW 20/28 CG SN 16 und 4 CASTOR® KNK) eingelagert.

Einen Antrag vom 30.06.2011 auf Genehmigung der Erweiterung des Schutzes gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter hat die EWN mit Schreiben vom 20.07.2015 zurückgenommen. Die EWN hat seitdem alternative Vorgehensweisen geprüft. Mit Schreiben vom 29.05.2019 hat die EWN einen Antrag nach § 6 AtG zur Aufbewahrung der 74 Transport- und Lagerbehältern im neu zu errichtende Ersatztransportbehälterlager (ESTRAL) nordöstlich des ZLN gestellt.

4.4 ZWISCHENLAGERUNG VON RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN UND KERNBRENNSTOFFEN

4.4.1 Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen

Eine Zusammenstellung externer Abfallzwischenlager in Deutschland enthält Tabelle III.6 im Anhang III. Gegenwärtig stehen für die Abfälle neben Einrichtungen an den Standorten folgende Einrichtungen zur Verfügung:

- die externe Lagerhalle Unterweser,
- das dezentrale Standortzwischenlager Biblis,
- das TBL Ahaus,
- das Abfalllager Gorleben (ALG),
- die EVU Halle des Zwischenlagers Mitterteich,
- die Zwischenlager der Firma Nuclear + Cargo Service GmbH (NCS) in Hanau,
- das Zwischenlager Nord (ZLN) bei Greifswald,
- das Zwischenlager Rossendorf (ZLR) sowie
- das Zwischenlager der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) in Karlsruhe.

Durch die Genehmigungen für diese Zwischenlager gibt es Einschränkungen bei der Anlieferung. Radioaktive Abfälle aus der kerntechnischen Industrie und aus Forschungseinrichtungen werden überwiegend bei den Abfallverursachern zwischengelagert. Radioaktive Abfälle aus der Medizin und von Kleinverursachern werden in Landessammelstellen zwischengelagert. Im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) werden ein Fass mit Radium-Strahlenquellen sowie sieben Spezialcontainer mit überwiegend Co-60-Quellen zwischengelagert. Es ist geplant, diese Strahlenquellen der Endlagerung im ERAM im Rahmen der Stilllegung zuzuführen. Der damalige Betreiber, das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beantragte in 2005 die Endlagerung dieser Abfälle. Die Bundesgesellschaft für Endlager hat im April 2017 die Betreiberverantwortung für das Endlager Morsleben übernommen.

4.4.2 Staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen

Im Interesse einer lückenlosen staatlichen Kontrolle über den Verbleib von Kernbrennstoffen regelt § 5 Absatz 4 AtG, dass Kernbrennstoffe, bei denen ein zum Besitz Berechtigter nicht feststellbar oder nicht heranziehbar ist, staatlich zu verwahren sind. Dies kann insbesondere dann der Fall sein, wenn Kernbrennstoffe gefunden oder bei Grenzkontrollen sichergestellt werden. Die zuständige Behörde für die staatliche Verwahrung ist seit dem 30.07.2016 das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (*BASE*)², das diese Aufgabe vom bis dahin zuständigen Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) übernommen hat.

Für kleinere Mengen an Kernbrennstoffen, die gemäß § 5 Absatz 4 AtG zu verwahren sind, wurden im Zwischenlager Nord bei Lubmin vorsorglich Lagerflächen angemietet, die derzeit aber nicht genutzt werden.

Sollten wider Erwarten größere Mengen staatlich zu verwahrende Kernbrennstoffe anfallen, würden diese zunächst vor Ort verwahrt werden. Das *BASE*² würde in diesem Fall Maßnahmen ergreifen, damit die Verwahrung der Kernbrennstoffe vor Ort den Anforderungen entspricht, die sich bei einer Aufbewahrung von Kernbrennstoffen gemäß § 6 AtG ergeben würden.

In staatlicher Verwahrung befindet sich derzeit in Deutschland eine Plutonium-Beryllium-Quelle.

4.5 DIE WIEDERAUFARBEITUNG VON KERNBRENNSTOFFEN

In den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde in Deutschland mit der Entwicklung der Technologie zur Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente begonnen. Hierfür wurde die Pilotanlage Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) errichtet. Geplant war im Rahmen eines nationalen Entsorgungszentrums (Nukleares Entsorgungszentrum Gorleben) die Zwischenlagerung, industrielle Wiederaufarbeitung und die Endlagerung an einem Standort.

Nach Aufgabe dieses Planes und nach Aufgabe der Wiederaufarbeitung im Inland, wurde durch den Beschluss der Bundesregierung vom 06.06.1989 die Entsorgung bestrahlter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken durch Zwischenlagerung und Wiederaufarbeitung in anderen EG-Mitgliedsstaaten als Teil des integrierten Entsorgungskonzeptes und damit des Entsorgungsvorsorgenachweises anerkannt. Die begonnene Errichtung einer industriellen deutschen Wiederaufarbeitungsanlage in Wackersdorf (WAW) wurde noch im gleichen Jahr beendet und die abgebrannten Brennelemente zur Wiederaufarbeitung nach Frankreich (früher AREVA, jetzt Framatome, La Hague) oder England (BNFL, Sellafield) transportiert.

Mit einer 1994 erfolgten Änderung des Atomgesetzes wurde die direkte Endlagerung als Entsorgungsalternative der Wiederaufarbeitung gleichgestellt, so dass Brennelemente auch in den Zwischenlagern Gorleben und Ahaus zur späteren direkten Endlagerung zwischengelagert wurden.

Zur Minimierung der mit der Wiederaufarbeitung bzw. den mit den Transporten zur Wiederaufarbeitung verbundenen Risiken wurden mit der Änderung des Atomgesetzes vom 27.04.2002 Transporte zur Wiederaufarbeitung im Ausland nach dem 30.06.2005 untersagt. Die Entsorgung der Brennelemente wurde ab diesem Zeitpunkt ausschließlich auf die direkte Endlagerung beschränkt.

Rückbauprojekt Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK)

Die WAK (siehe Tabelle III.7) auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe (FZK) – heute Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – war eine Versuchsanlage zur Wiederaufarbeitung von abgebrannten Kernbrennstoffen aus Forschungs-, Prototyp- und Leistungsreaktoren. Neben der Gewinnung von Betriebserfahrungen wurden Entwicklungsvorhaben im Hinblick auf eine deutsche Wiederaufarbeitungsanlage im industriellen Maßstab durchgeführt. Die WAK nahm 1971 den Betrieb unter Führung der WAK Betriebsgesellschaft mbH auf. Nach dem Verzicht auf eine großtechnische Wiederaufarbeitungsanlage wurde der Betrieb 1991 endgültig eingestellt. Während dieser Zeit wurden ca. 200 Mg Kernbrennstoffe aus einer Vielzahl von Reaktoren aufgearbeitet. Das dabei wiedergewonnene Uran und Plutonium wurde zur Weiterverarbeitung an Firmen der nuklearen Versorgung ausgeliefert.

Aus dem Betrieb der Wiederaufarbeitungsanlage resultierten etwa 60 m³ hochaktives, flüssiges Abfallkonzentrat (HAWC) mit einer Aktivität von $7,7 \cdot 10^{17}$ Bq, das zuletzt im Gebäude der LAVA (Anlage zur Lagerung und Verdampfung hochaktiver Abfallflüssigkeiten) gelagert wurde. Die schwach- und mittelaktiven Betriebsabfälle der WAK wurden im Kernforschungszentrum Karlsruhe konditioniert. Nach Beendigung der Einlagerung radioaktiver Abfälle in der Schachanlage Asse Ende 1978 verblieben weitere konditionierte Betriebsabfälle bis heute in der WAK-Anlage. Im Februar 2017 wurde die WAK Rückbau- und EntsorgungsgmbH zur Kerntechnischen Entsorgung Karlsruhe GmbH (KTE) umfirmiert.

Am 30.06.1991 wurde der Betrieb endgültig eingestellt. Ende 1991 beschlossen der Bund, das Land Baden-Württemberg und die Energieversorgungsunternehmen, die Wiederaufarbeitungsanlage stillzulegen und rückzubauen. Am 22.03.1993 wurde die 1. Teilstilllegungsgenehmigung für die Stilllegung der WAK erteilt.

Zum Ende des Wiederaufarbeitungsbetriebes bestand die Anlage aus

- dem Prozess-Gebäude mit den Einrichtungen zur Wiederaufarbeitung von bestrahlten Kernbrennstoffen,
- den Lagergebäuden mit Behältern und Verfahreseinheiten zur Zwischenlagerung von HAWC und mittelaktiven Flüssigabfällen (MAW) sowie
- Anlagen und Gebäuden zur Medienversorgung und technischen Infrastruktur.

Ziel ist es, alle Gebäude komplett rückzubauen und bis zum Jahr 2030 den Zustand „Grüne Wiese“ zu erreichen. Dieses Gesamtziel soll in sechs technisch eigenständigen Schritten erreicht werden.

Das Prozessgebäude, welches die Einrichtungen des Wiederaufarbeitungsprozesses beinhaltete, ist seit 2006 nahezu leergeräumt (Schritte 1-3). Die Verglasung des HAWC wurde im Jahr 2010 abgeschlossen. Das Anpassen der HAWC-Lagereinrichtungen und der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK, Details siehe unten) an den reduzierten Gesamtbetrieb ist erfolgt. Damit ist Schritt 4 abgeschlossen. Der Rückbau der HAWC-Lagereinrichtungen und der VEK bilden Schritt 5. Der konventionelle Abriss aller Gebäude (Schritt 6) erfolgt erst nach Entlassung der gesamten Anlage aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes.

Vor dem Rückbau der Lagergebäude musste das zuletzt im Gebäude der LAVA in zwei Behältern lagernde HAWC endlagergerecht konditioniert und entsorgt werden. Hierzu wurde eigens die VEK errichtet. Die 1. Teilerrichtungsgenehmigung für die VEK wurde am 30.12.1998 erteilt. Anfang 2000 wurde mit der Errichtung der VEK begonnen. Die Betriebsgenehmigung für den heißen (nuklearen) Betrieb wurde am 24.02.2009 erteilt. Von September 2009 bis Juni 2010 wurden in der VEK die ca. 60 m³ HAWC zu 123 Kokillen mit insgesamt 49 Mg Abfallglas verarbeitet. Während des daran anschließenden Spülbetriebes fielen 17 weitere Kokillen an, so dass insgesamt 56 Mg Abfallglas produziert wurden. Mit der Befüllung der 140. und letzten Kokille am 25.11.2010 wurde der Betrieb der Verglasungseinrichtung Karlsruhe endgültig beendet; sie befindet sich seitdem in der Nachbetriebsphase. Die 140 Kokillen wurden in 5 Transport- und Lagerbehälter vom Typ CASTOR® HAW20/28 eingebracht und im Februar 2011 in das Zwischenlager Nord der EWN GmbH in Lubmin bei Greifswald transportiert (siehe Kapitel 4.3.3). Der Schmelzofen der VEK wurde entleert und abgeschaltet, die gesamte Anlage gespült. Alle nach Betriebsende noch vorhandenen Restflüssigkeiten in den verfahrenstechnischen Komponenten sind inzwischen eingetrocknet. Der Betreiber erhielt am 28.04.2014 die 24. Stilllegungsgenehmigung für das manuelle Ausräumen der bereits außer Betrieb genommenen Einrichtungen in der VEK. Diese Arbeiten sind weitgehend abgeschlossen worden. Der Antrag auf

manuelle Demontage der Medien- und Energieversorgung in der VEK wurde mit Bescheid vom 26.06.2017 genehmigt (25. Stilllegungsgenehmigung). Diese Arbeiten sind weit fortgeschritten. Mit Datum vom 06.07.2018 wurde die 26. Stilllegungsgenehmigung zur fernhantierten Demontage der VEK-Prozesstechnik erteilt.

Jeweils zwei geleerte HAWC-Behälter befinden sich in den Gebäuden „LAVA“ (Lagerbehälter) und „HWL“ (Reservebehälter) in dickwandigen Betonzellen, die – wegen der hohen Dosisleistung – nur fernhantiert zugänglich sind. Zur Ausführung der Fernhantierung und für die Reststoff-Logistik wurde ein neues Zugangsgebäude südlich des HWL errichtet und im Mai 2008 in Betrieb genommen. Im Reservebehälter (81B21) und in den zwei LAVA-Behältern fanden sich trotz mehrfachen Spülens nach der Entleerung feste HAWC-Rückstände. Im Rahmen des am 08.12.2010 durch die 22. Stilllegungsgenehmigung gestatteten, fernhantierten Rückbaus der HAWC-Lagerbehälter sollen diese festen Rückstände geborgen werden. Die fernhantierte Demontage des ersten HAWC-Behälters (81B31) im HWL ist im Jahr 2018 abgeschlossen worden.

Am 14.12.2011 wurde die 23. Stilllegungsgenehmigung erteilt. Sie beinhaltet die Demontage des LAVA Hochaktiv-Labors und der LAVA-(Heißen)-Zellen. Das Hochaktiv-Labor ist inzwischen abgebaut. Die Demontage der Einrichtungen in den LAVA-Zellen hat begonnen.

Am 12.12.2014 wurde ein Antrag auf Demontage der Resteinrichtungen und Aufhebung des Kontrollbereiches HWL gestellt. Weiterhin wurde am 12.03.2015 ein Antrag auf Demontage des Rohrkanals LAVA-ELMA und Aufhebung des Kontrollbereichs ELMA gestellt.

Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf (WAW)

Im Jahre 1982 wurde von der Deutschen Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH (DWK) beim Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen der Antrag auf Errichtung einer Wiederaufarbeitungsanlage am Standort Wackersdorf (Oberpfalz/Bayern) gestellt.

Dieser Antrag war die Konsequenz aus dem Beschluss der Regierungschefs von Bund und Ländern aus dem Jahre 1979, welcher die Wiederaufarbeitung mit Rückführung der nutzbaren Kernbrennstoffe und die Endlagerung der radioaktiven Abfälle aus dem Wiederaufarbeitungsprozess nach dem Stand von Wissenschaft und Technik sicherheitstechnisch für realisierbar hielt und die zügige Errichtung einer entsprechenden Anlage forderte. Es war auch die Konsequenz daraus, dass Ministerpräsident Ernst Albrecht (CDU) aus Niedersachsen das Nationale Entsorgungszentrum in Gorleben für politisch nicht durchsetzbar hielt.

Die 1. Teilerrichtungsgenehmigung wurde im September 1985 erteilt. Der Bebauungsplan wurde im Januar 1988 vom Bayerischen Verwaltungsgerichtshof für rechtswidrig befunden. Mit dem Bau war im Dezember 1985 begonnen worden. Modifikationen in der Konzeption forderten in der Folgezeit die Erstellung eines neuen Sicherheitsberichts, eine erneute öffentliche Anhörung und eine Prüfung der Sicherheit der Anlage als Ganzes. Im Dezember 1989 entschloss sich die DWK den Bauantrag zurückzuziehen. Damit wurde das Verfahren beendet.

4.6 KONDITIONIERUNG VON BRENNELEMENTEN

Pilot-Konditionierungsanlage Gorleben (PKA)

(Siehe auch Tabelle III.8 im Anhang III)

Zur Weiterentwicklung von Techniken zur direkten Endlagerung wurde am Standort Gorleben eine Pilot-Konditionierungsanlage für abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle errichtet. Hierbei handelt es sich um eine Mehrzweckanlage, in der neben Brennelementen alle Arten von radioaktiven Abfällen aus kerntechnischen Anlagen umgeladen oder so konditioniert werden können, dass sie für die Endlagerung geeignet sind. Die Anlage ist für eine Kapazität von 35 Mg SM pro Jahr ausgelegt.

Im Januar 1990 wurde die 1. atomrechtliche Teilgenehmigung (TG) für die Errichtung der Rohbauten und den anlagenumgebenden Zaun und Erdwall sowie das vorläufige positive Gesamturteil über das Anlagenkonzept erteilt.

Mit Bescheid vom 21.07.1994 hatte das Niedersächsische Umweltministerium die 2. TG zur Errichtung der PKA erteilt. Sie betrifft den gesamten maschinen- und elektrotechnischen Teil sowie die Leittechnik der PKA.

Die 3. TG, welche die Betriebsgenehmigung beinhaltet, wurde im Dezember 2000 erteilt. Bis zur Benennung eines Endlagerstandortes durch den Bund ist der Betrieb der PKA durch eine Nebenbestimmung der erteilten Genehmigung vorerst auf die Reparatur schadhafter Transport- und Lagerbehälter beschränkt für den Fall, dass an einem der am gleichen Standort im Transportbehälterlager Gorleben aufbewahrten Transport- und Lagerbehälter Reparaturen notwendig sein sollten. Am 18.12.2001 hat das Niedersächsische Umweltministerium eine nachträgliche Auflage zur 2. TG vom 21.07.1994 erteilt, die den „kalten Betrieb“ von bestimmten Systemen und Anlagenteilen vorschreibt. Mit der Änderungsgenehmigung 1/2017 vom 01.08.2017 hat

das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz einen Wechsel des Genehmigungsinhabers erlaubt. Die BGZ mbH (Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH) übernimmt, die GNS (Gesellschaft für Nuklear-Service mbH) scheidet aus.

Derzeit werden in der PKA nur die Systeme betrieben, die für die Reparatur eines Behälters und den Erhalt der Anlage (einschließlich wiederkehrender Prüfungen) sowie der Fachkunde des Personals erforderlich sind. Laut Aussagen des niedersächsischen Umweltminister Lies (SPD) vom September 2019 soll die Anlage aufgegeben und rückgebaut werden.

4.7 ENDLAGERUNG

Am 30.07.2016 trat das "Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung in Kraft. Es beinhaltet die Bündelung der staatlichen Aufgaben der Genehmigung und Aufsicht im Bereich der Transporte, der Zwischenlagerung, der Standortauswahl und der atomrechtlichen Aufsicht über Endlager für atomare Abfälle mehrheitlich in einer neuen Behörde, dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung, kurz *BASE*².

Das Gesetz sieht weiterhin vor, für die operativen Aufgaben der Standortsuche, der Errichtung und des Betriebs der Endlager sowie der Schachanlage Asse II und des Bergwerks Gorleben eine privatrechtlich organisierte Gesellschaft zu gründen, die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE mbH), deren alleiniger Gesellschafter die ist BRD, vertreten durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU).

Außerdem konstituierte sich das Nationale Begleitgremium im Dezember 2016. Seine Aufgabe ist die vermittelnde und unabhängige Begleitung der Auswahl eines Standorts für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle.

Die Beteiligten haben ihre Tätigkeit zur Standortauswahl für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle, wie sie im Standortauswahlgesetz vorgesehen ist, aufgenommen.

4.7.1 Gesetzliche Grundlagen für die Endlagerung

Wesentliche gesetzliche Grundlagen für die Endlagerung von radioaktiven Abfällen sind die folgenden:

- Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG)
- Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz - StandAG)
- Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung
- Gesetz über die Errichtung eines Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfKEG)
- Gesetz zur Regelung des Übergangs der Finanzierungs- und Handlungspflichten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken (Entsorgungsübergangsgesetz)
- Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG)

Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz – AtG)

Gemäß § 9a Absatz 3 AtG hat der Bund Anlagen zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle einzurichten. Dabei hat der Bund die Wahrnehmung seiner Aufgaben einem Dritten zu übertragen, der in privater Rechtsform zu organisieren und dessen alleiniger Gesellschafter der Bund ist. Der Bund überträgt diesem Dritten die hierfür erforderlichen hoheitlichen Befugnisse im Weg der Beleihung; insoweit untersteht der Dritte der Aufsicht des Bundes. Der mit der Wahrnehmung der Aufgaben betraute Dritte nimmt die sich daraus ergebenden Pflichten grundsätzlich selbst wahr.

Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz - StandAG)

Nach dem Beschluss der Bundesregierung im Jahr 2011 zum Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022 vereinbarten Bund und Länder, den erreichten Konsens über die Beendigung der Stromerzeugung durch Kernenergie (s. Kap. 1.3) auch auf die noch offene Frage zur Entsorgung hochradioaktiver Abfälle auszudehnen. Um die Suche nach einem Endlager für hochradioaktiven Abfall auf eine breite politische und gesellschaftliche Basis zu stellen, verabschiedeten Bundestag und Bundesrat das „Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle“ („Standortauswahlgesetz“ - StandAG). Das StandAG trat am 27.07.2013 in Kraft.

Dem Standortauswahlverfahren wurde die Arbeit der Kommission „Lagerung hochradioaktiver Abfallstoffe“ vorangestellt, die beim Deutschen Bundestag eingerichtet wurde. In der Sitzung am 27.06.2016 hat die Kommission ihren Abschlussbericht zu den für das Standortauswahlverfahren relevanten Grundsatzfragen beschlossen. Dieser Bericht bildete die Grundlage zur Novellierung des StandAG. Das Gesetz zur Fortentwicklung des Gesetzes zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle und anderer Gesetze wurde am 15.05.2017 verkündet und trat in wesentlichen Teilen am 16.05.2017 in Kraft. § 21 Absatz 2 Satz 3 bis 5 StandAG, welcher die Sicherung potentiell geeigneter Gebiete regelt, trat am 16.08.2017 in Kraft. Dadurch soll die nachteilige Veränderung von Gebieten, welche in der Startphase des Verfahrens als möglicherweise für das Endlager geeignet anzusehen sind, verhindert werden.

Im novellierten StandAG (2017) ist außerdem in allen Phasen eine formale Öffentlichkeitsbeteiligung und aktive Öffentlichkeitsarbeit vorgesehen und gesetzlich festgeschrieben. Es werden darin zudem die Grundlagen und das Vorgehen für ein wissenschaftsbasiertes und transparentes Verfahren für die Suche nach einem Standort zur Endlagerung von insbesondere hochradioaktiven Abfällen, der die bestmögliche Sicherheit für einen Zeitraum von einer Million Jahren gewährleistet, geregelt. Das StandAG legt dafür Entscheidungsgrundlagen, fachliche Kriterien und Anforderungen fest. Mit diesem Verfahren soll bis zum Jahr 2031 ein Endlagerstandort gefunden werden. Der Salzstock Gorleben wird wie jeder andere in Betracht kommende Standort in das Standortauswahlverfahren einbezogen.

Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung

Am 30.07.2016 trat das „Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung“ in Kraft. Auf dieser Grundlage wurden die Organisationen und Behörden für Aufgaben, wie die Standortsuche für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle, neu strukturiert bzw. die Organisationsstrukturen in bestehenden Bereichen verbessert. Mit dem Gesetz werden die Zuständigkeiten und Aufgaben im Bereich des Strahlenschutzes und der Endlagerung eindeutig zugeordnet.

Die staatlichen Aufgaben der Aufsicht und Genehmigung im Bereich der Transporte, der Zwischenlagerung, der Standortauswahl und der atomrechtlichen Aufsicht über Endlager für atomare Abfälle werden in einer Behörde, dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung, kurz *BASE*², gebündelt.

Für die operativen Aufgaben der Standortsuche, der Errichtung und des Betriebs der Endlager sowie der Schachanlage Asse II ist eine privatrechtlich organisierte Gesellschaft gegründet worden, die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE mbH). Alleiniger Gesellschafter ist die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Die BGE mbH nimmt auch die durch das StandAG definierte Aufgabe der Vorhabenträgerin im Standortauswahlverfahren wahr. Hierzu erarbeitet die BGE mbH insbesondere Vorschläge für die Auswahl der Standortregionen und der zu erkundenden Standorte sowie standortbezogene Erkundungsprogramme und Prüfkriterien. Die BGE mbH führt die über- und untertägigen Erkundungen für die noch festzulegenden Regionen bzw. Standorte durch und erstellt die jeweiligen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen. Schließlich schlägt die Vorhabenträgerin dem *BASE* einen Endlagerstandort vor. Die Entscheidung wird schließlich durch Bundesgesetz getroffen.

Als weiteres Gremium neben der Aufsichtsbehörde (*BASE*) und der Vorhabenträgerin (BGE mbH) wurde mit dem „Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung“ das Nationale Begleitgremium (NBG) eingerichtet. Das Gremium konstituierte sich im Dezember 2016 und soll das Standortauswahlverfahren begleiten und eine vermittelnde Rolle einnehmen. Das NBG verfügt über eine eigene Geschäftsstelle.

Gesetz über die Errichtung eines Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfKEG)

Das gemäß § 1 des „Gesetzes über die Errichtung eines Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit“ (BfKEG) vom 23.07.2013 (BGBl. I S. 2563) errichtete Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) wurde am 01.09.2014, zunächst als Bundesamt für kerntechnische Entsorgung, gegründet. Mit dem „Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung“ vom 30.07.2016 wurde die Bezeichnung des BfE in „Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit“ geändert. Mit Wirkung zum 01.01.2020 wurde durch das „Gesetz zur Änderung des Umweltauditgesetzes, des Atomgesetzes, des Standortauswahlgesetzes, der Endlagervorausleistungsverordnung und anderer Gesetze und Verordnungen“ vom 12.12.2019 das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit in „Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (*BASE*)“ umbenannt. Mit dieser Bezeichnung sowie der Abkürzung soll eine sprachlich bessere Unterscheidbarkeit der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde gegenüber den Bundesunternehmen, aber auch dem Bundesamt für Strahlenschutz erreicht werden.

Seit Ende 2016 sind dem Amt verschiedene Aufgaben übertragen worden, die Behörde wird seitdem aufgebaut. Das *BASE* ist eine selbstständige Bundesoberbehörde und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) unmittelbar nachgeordnet. Die Dienst-, Rechts- und Fachaufsicht über das *BASE* übt das BMU aus. Nach § 2 BfKEG übernimmt das *BASE* Verwaltungsaufgaben des Bundes auf dem Gebiet der Genehmigung von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, die ihm durch das Atomgesetz, das Standortauswahlgesetz oder andere Bundesgesetze oder auf Grund dieser Gesetze zugewiesen sind. Das *BASE* übernimmt somit die bislang auf unterschiedliche Behörden des Bundes und der Länder verteilten Aufgaben einer Regulierungsbehörde. Dabei nimmt das Bundesamt die Aufgaben sowohl der Aufsichtsbehörde (Überwachung des Standortauswahlverfahrens sowie Beaufsichtigung von Errichtung, Betrieb und Stilllegung von Endlagern), der Genehmigungsbehörde (Prüfung und Genehmigung von Transporten, Zwischen- und Endlagerung), sowie einer Fachbehörde (Weiterentwicklung des Regelwerks, Beratung und fachliche Unterstützung des BMU im Bereich der kerntechnischen Sicherheit) wahr. Weiterhin ist das *BASE* der Träger der Öffentlichkeitsbeteiligung im Standortauswahlverfahren. Im BfKEG wurde zudem festgelegt, dass das *BASE* zur Erfüllung seiner Aufgaben eigene wissenschaftliche Forschung durchführen soll.

Gesetz zur Regelung des Übergangs der Finanzierungs- und Handlungspflichten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken (Entsorgungsübergangsgesetz - EntsorgÜG)

Am 27.01.2017 trat das „Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung“ mit dem Artikel 2 „Gesetz zur Regelung des Übergangs der Finanzierungs- und Handlungspflichten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken“ (Entsorgungsübergangsgesetz) in Kraft. Dieses überführt nun auch die Verantwortung für die Zwischenlagerung von konditionierten radioaktiven Abfällen sowie deren spätere Ablieferung an eine Anlage zur Endlagerung von den Betreibern der Kernkraftwerke (Abfallverursacher) in die Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ mbH).

Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG)

Das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) setzt die Richtlinie 2013/59/Euratom in nationales Recht um. Es trifft Regelungen zum Schutz des Menschen und - soweit es um den langfristigen Schutz der menschlichen Gesundheit geht - der Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung. Das Gesetz wurde als Artikel 1 des Gesetzes zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung vom 27.06.2017 vom Bundestag mit Zustimmung des Bundesrates beschlossen. Mit dem Gesetz erhielt das bundesdeutsche Strahlenschutzrecht, das bisher auf dem Atomgesetz und dem Strahlenschutzvorsorgegesetz basierte, eine eigenständige und einheitliche Grundlage. In der Folge wurden Regelungen zusammengeführt, die bislang in der Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung enthalten waren. Zahlreiche Vorgaben auch für die Endlagerung radioaktiver Abfälle wurden aktualisiert und an den Stand des wissenschaftlichen Fortschritts angepasst.

4.7.2 Stand des Standortauswahlverfahrens für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle

Derzeit läuft die Phase 1 des Standortauswahlverfahrens, in welcher die BGE mbH zunächst im „Zwischenbericht Teilgebiete“ darstellen wird, wo nach ihrer Einschätzung günstige geologische Voraussetzungen für die sichere Endlagerung zu erwarten sind. Anschließend wird die BGE mbH Standortregionen für eine über-tägige Erkundung vorschlagen. Die BGE mbH hat 2017 von den Geologischen Diensten der Bundesländer alle verfügbaren Datensätze zum Untergrund angefordert. 2018 hat die BGE mbH die Datenabfrage bezüglich der Mindestanforderungen nach § 23 StandAG an die Geologischen Dienste der Länder begonnen. Die BGE mbH hat die ersten Ergebnisse in Form des Zwischenberichtes Teilgebiete für den 30. September 2020 angekündigt.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) hat eine Artikelverordnung auf Basis des § 26 (3) StandAG (Endlagersicherheitsanforderungen für das Endlager für hochradioaktive Abfälle) und des § 27 (6) StandAG (Anforderungen für vorläufige Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren) erstellt. Der Referentenentwurf der Verordnung konnte während einer viermonatigen Phase im Herbst 2019 online kommentiert und Stellungnahmen verfasst werden. Zudem wurde etwa zwei Monate nach Veröffentlichung des Referentenentwurfs ein zweitägiges Symposium zur Beteiligung der Öffentlichkeit organisiert (14./15.09.2019 in Berlin). Das *BASE*² hat das BMU zu den Inhalten der Artikelverordnung beraten. Unter Federführung des *BASE* wird zudem im Auftrag des BMU gemeinsam mit dem BfS eine Berechnungsgrundlage zur Dosisabschätzung erstellt. Die Berechnungsgrundlage wird im Rahmen der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen anzuwenden sein.

Im Rahmen der Standortsicherung gemäß § 21 StandAG sind die Genehmigungsbehörden der Länder verpflichtet, Vorhaben, die in mehr als 100 Metern Tiefe in bestimmten Gesteinsformationen durchgeführt werden sollen, dem *BASE* zur Prüfung vorzulegen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass nur solche Vorhaben zugelassen werden, durch die keine Schädigung potenzieller Endlagerstandorte zu besorgen ist. Im Jahr 2019 hat das *BASE* 925 Vorhaben geprüft; insgesamt wurden bisher 1.729 Vorhaben geprüft. Es wurde bis Ende 2019 keinem Vorhaben die Zustimmung versagt. Mehr Informationen sind unter: <https://www.base.bund.de/DE/themen/soa/standortsicherung/sicherungsvorschriften.html> zu finden. Das *BASE* wird in der Rolle der Geschäftsstelle nach Veröffentlichung des Zwischenberichtes Teilgebiete durch die BGE mbH am 17. und 18. Oktober 2020 zur Auftaktveranstaltung der Fachkonferenz Teilgebiete einladen. Die Fachkonferenz ist das erste gesetzlich vorgeschriebene Beteiligungsformat im StandAG. Aufgabe der Fachkonferenz ist die Diskussion des Zwischenberichts. Diese Erörterung findet an drei weiteren Terminen im Februar, April und Juni 2021 statt. Teilnehmende der Fachkonferenz sind Bürger*innen, Vertreter*innen der kommunalen Gebietskörperschaften der Teilgebiete, Vertreter*innen gesellschaftlicher Organisationen und Wissenschaftler*innen. Zur Vorbereitung der Fachkonferenz hatte das *BASE* im August 2019 die Beratungsgruppe Fachkonferenz Teilgebiete eingerichtet. Diese öffentlich tagende Gruppe beriet das *BASE* bei der Vorbereitung der Fachkonferenz Teilgebiete.

Darüber hinaus bot das *BASE* weitere Informations- und Dialogformate an, um das gesellschaftliche Bewusstsein für die Notwendigkeit der sicheren Endlagerung der hochradioaktiven Abfälle zu stärken:

Die mobile Endlagerausstellung, mit der das *BASE* als „aufsuchendes“ Informationsangebot seit 2017 bundesweit über das Standortauswahlverfahren informiert, hat im Jahr 2019 an insgesamt acht Standorten rund 8.000 Bürger*innen erreicht. Das Angebot wird seit Oktober 2019 durch die Leihausstellung "suche: x" ergänzt. Diese wurde erstmals im Oktober im Hauptbahnhof Berlin präsentiert und wird interessierten Kommunen oder Institutionen seitdem kostenfrei zur Verfügung gestellt. Ein weiteres Informationsangebot des *BASE* im Jahr 2019 war die Veranstaltungsreihe „Endlager gesucht“, die in den 15 Landeshauptstädten Deutschlands (außer Berlin) von April bis Ende Oktober 2019 durchgeführt wurde. Auf den Veranstaltungen wurde durch Beiträge der drei Akteure der Standortauswahl (*BASE*, BGE mbH und NBG) zum Standortauswahlverfahren informiert und im Anschluss gemeinsam mit dem Publikum zu verschiedenen Aspekten des Verfahrens diskutiert.

Vom 08. bis 16. Januar 2019 führte das *BASE* in Zusammenarbeit mit den kommunalen Spitzenverbänden auf Bundesebene vier regionale Dialogforen für Vertreter*innen der Städte, Landkreise und Gemeinden durch. Ziel der Veranstaltungen in Leipzig, Hamburg, Frankfurt am Main und Ulm war es, die Vertreter*innen der kommunalen Ebene über das Standortauswahlverfahren zu informieren, deren Erwartungen abzufragen und gemeinsam Handlungsbedarfe zu identifizieren.

Vom 25. bis 27.10.2019 organisierte das *BASE* in Zusammenarbeit mit der BGE mbH sowie dem Nationalen Begleitgremium NBG den Jugendworkshop „#Dein_Endlager?!“ in Kassel. Rund 60 Vertreter*innen der jungen Generation (16 – 30 Jahre alt) beteiligten sich an unterschiedlichen Diskussionsformaten und Workshops, um kritisch Prozesse und Zuständigkeiten im Standortauswahlverfahren zu diskutieren und gemeinsam Ideen für die Beteiligung der jungen Generation im Standortauswahlverfahren zu entwickeln.

Am 14. und 15.11.2019 richtete das *BASE* die zweite Statuskonferenz Endlagerung in Berlin aus, bei der rund 200 Teilnehmende den aktuellen Stand sowie die technischen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Herausforderungen im Standortauswahlverfahren diskutierten. Zielgruppen waren Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung, beteiligte bzw. interessierte Institutionen, Wissenschaftler*innen, Verbände, Bürgerinitiativen sowie die interessierte Öffentlichkeit.

Bereits seit 2017 wird durch das *BASE* die Informationsplattform nach § 6 StandAG zur Verfügung gestellt, auf der alle wesentlichen Unterlagen und Dokumente zum Auswahlverfahren veröffentlicht werden. Dies schließt auch die entsprechenden Unterlagen der Vorhabenträgerin (BGE mbH) mit ein.

Zur Erfüllung seines gesetzlichen Auftrages führt das *BASE* aufgabenbezogene Forschung zum Standortauswahlverfahren und zu Themen der nuklearen Entsorgung durch. Im Jahr 2019 wurden Projekte zu der Grenztemperatur an der Oberfläche der Endlagerbehälter („Grenztemperatur“), aktiven Störungszonen („KaStör“), übertägigen Erkundungsprogrammen für hydrologische, hydrogeologische und hydrochemische Fragestellungen („übErStand“), sowie zu Methoden für sicherheitsgerichtete Abwägungen und vergleichende Bewertungen („MABeSt“) abgeschlossen. Laufende Forschungsvorhaben im Rahmen des Standortauswahlverfahrens betreffen die Öffentlichkeitsbeteiligung bei der Endlagersuche als generationenübergreifendes,

selbsthinterfragendes und lernendes Verfahren, Perkolationsmechanismen im Wirtsgestein Steinsalz („PeTroS“), Messmethoden für übertägige Erkundungen („MessEr“) sowie die systematische Untersuchung der Anforderungen und Kriterien des Standortauswahlgesetzes und Begründungen der geowissenschaftlichen Bewertungsgrößen („BegeoBe“). Um Forschungsarbeiten in Untertagelaboren zu ermöglichen und sich international zu vernetzen, ist das *BASE* zudem Mitglied des Untertagelabors Mont Terri in der Schweiz geworden. Hier werden in-situ Versuche zum Wirtsgestein Tongestein durchgeführt.

4.7.3 Zuständigkeiten bei der Aufsicht und Genehmigung von Endlagern

Das „Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur bei der Endlagerung“ sieht vor, die staatlichen Aufgaben der Aufsicht und Genehmigung im Bereich der Transporte, der Zwischenlagerung, der Standortauswahl und der atomrechtlichen Aufsicht über Endlager für atomare Abfälle mehrheitlich in einer Behörde zu bündeln - dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (*BASE*)². Damit wurde das *BASE* zur zentralen und vom Endlagerbetreiber unabhängigen atomrechtlichen Zulassungs- und Aufsichtsbehörde.

Um sicher zu stellen, dass bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle die atomrechtlichen Regelungen eingehalten werden, gilt jetzt in Deutschland folgendes Genehmigungs- und Überwachungssystem:

- Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) trägt die politische Gesamtverantwortung im Bereich der Endlagerung. Das Ministerium beaufsichtigt im Rahmen seiner Fach- und Rechtsaufsicht das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (*BASE*) und ist Gesellschafter der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE mbH).
- Das *BASE* ist die atomrechtliche Aufsichtsbehörde in Bezug auf die Endlager Schacht Konrad und Morsleben sowie die Schachanlage Asse II.
- Das *BASE* ist zudem die Genehmigungsbehörde für die Projekte Konrad und Morsleben, hierbei existieren jedoch Übergangsvorschriften: Die bisherige Zuständigkeit der Länder endet für das Endlager Konrad mit der Inbetriebnahme und beim Endlager Morsleben mit dem Abschluss des laufenden Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung. Das Land Niedersachsen bleibt dauerhaft die Genehmigungsbehörde für die Schachanlage Asse II.

4.7.4 Endlager und Stilllegungsprojekte

Endlager KONRAD

Die Schachanlage Konrad in Salzgitter hat die seit 1933 bekannte Eisenerzlagerstätte zwischen etwa 800 m und 1.300 m Teufe aufgeschlossen. Zwischen 1957 und 1976 erfolgte hier die Eisenerzgewinnung. Aus wirtschaftlichen Gründen wurde der Betrieb 1976 eingestellt und die Grube ab 1977 zunächst auf ihre grundsätzliche geowissenschaftliche Eignung zur Aufnahme von radioaktiven Abfällen untersucht. Nach positivem Abschluss dieser Untersuchungen stellte die damals zuständige Physikalisch-Technische Bundesanstalt am 31.08.1982 den Antrag auf Einleitung eines Planfeststellungsverfahrens nach § 9b AtG. Der Plan sah vor, bis zu 650.000 m³ radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung endzulagern. Aufgrund aktuellerer Schätzungen des zu erwartenden Abfallvolumens wurde das zur Endlagerung genehmigte Volumen auf 303.000 m³ Abfälle für den nationalen Bedarf beschränkt. Die endzulagernden radioaktiven Abfälle fallen insbesondere bei der Nutzung der Kernenergie für die Elektrizitätserzeugung, bei der Stilllegung und dem Abbau von Kernkraftwerken und anderen kerntechnischen Einrichtungen an. Weitere, im Vergleich dazu sehr geringe Anteile haben die Abfälle aus der Radioisotopenanwendung in Gewerbe, Forschung, Medizin, bei der Bundeswehr sowie im Bereich von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Das 1982 begonnene Planfeststellungsverfahren wurde durch Planfeststellungsbeschluss (PFB) vom 22.05.2002 abgeschlossen. Im März 2006 wurden die anhängigen Klagen gegen den PFB durch das Oberverwaltungsgericht in Lüneburg zurückgewiesen, eine Revision wurde nicht zugelassen. Die von den Klägern gegen Nichtzulassung der Revision eingelegte Nichtzulassungsbeschwerde hat das Bundesverwaltungsgericht mit Beschluss vom 26.03.2007 zurückgewiesen. Damit ist der Planfeststellungsbeschluss rechtskräftig. Seitdem wird Schacht Konrad zum Endlager umgebaut. Die zusätzlich zum atomrechtlichen Planfeststellungsbeschluss notwendige bergrechtliche Genehmigung der zuständigen Bergbehörde wurde mit Zulassung des Hauptbetriebsplanes erteilt.

Die notwendigen Planungen und Bauausführungen zur Realisierung des Projektes wurden auch im Jahr 2019 fortgesetzt. Dabei finden die aktuellen Sanierungserfordernisse der Bestandsanlagen, die heutige Marktverfügbarkeit planfestgestellter Komponenten, der Stand des Technischen Regelwerks, die Vorgaben der Energieeinsparverordnung sowie die Bestimmungen zum nachhaltigen sowie barrierefreien Bauen Berücksichtigung. Um die im Rahmen der vom Land Niedersachsen anerkannten projektbezogenen Privilegierung des BfS für das vereinfachte bauaufsichtliche Zustimmungsverfahren gemäß § 74 Niedersächsischer

Bauordnung (NBauO) auch für die BGE mbH anwenden zu können, fanden Verhandlungen zwischen der BGE mbH, dem Land Niedersachsen sowie dem Bund statt. Seit dem 24.09.2019 ist für die Leitung der Entwurfsarbeiten und der Bauüberwachung i.S.d. § 74 der NBauO das Umweltbundesamt (UBA) zuständig.

Für die Errichtung des Endlagers Konrad hat die BGE mbH am 13.03.2018 eine aktualisierte Terminplanung vorgelegt, in der die Fertigstellung der Errichtung (Abschluss der Inbetriebnahmephase B) für das erste Halbjahr 2027 vorgesehen ist.

Zwar handelt es sich bei Schacht Konrad um die Umrüstung eines alten Erzbergwerkes hin zu einem Endlager und die Zugänge erfolgen über die bestehenden Schächte, jedoch werden unter Tage die Einlagerungskammern und Grubennebenräume neu aufgefahren und die Schächte saniert. Mittlerweile ist die Einlagerungstransportstrecke als horizontale Verbindung zwischen Schacht und Einlagerungskammern aufgefahren und es sind die für die Inbetriebnahme vorgesehenen Einlagerungskammern hergestellt. Über Tage werden die erforderlichen Gebäude auf dem Schachtanlagengelände Konrad 1 weiter errichtet. Auf dem Schachtanlagengelände Konrad 2 erfolgte der Baubeginn der ersten Gebäude.

Im Rahmen des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens sind alle erforderlichen sicherheitstechnischen Nachweise für das Endlager Konrad erbracht worden. Es liegen aktuell keine konkreten Kenntnisse über mögliche Sicherheitsdefizite vor. Gleichwohl hat die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE mbH) (seit dem 25.04.2017, zuvor das BfS) als Betreiberin die Aufgabe, den Stand von Wissenschaft und Technik zu verfolgen. Die Planungen für das Endlager werden jeweils überprüft und bei Bedarf an den Stand von Wissenschaft und Technik sowie an das jeweils aktuelle technische Regelwerk angepasst. Auch für die Betriebs- sowie die Verschlussphase soll es weitere Überprüfungen nach dem jeweils aktuellen Stand geben.

Endlager für radioaktive Abfälle MORSLEBEN (ERAM)

Das in dem ehemaligen Kali- und Steinsalzbergwerk Bartensleben durch die DDR eingerichtete Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben ging durch den Einigungsvertrag 1990 in die Verantwortung der Bundesrepublik Deutschland über. Es wurde, mit Unterbrechung der Einlagerung in der Zeit von 1991 bis 1994, bis zum Jahr 1998 zur Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle mit überwiegend kurzen Halbwertszeiten genutzt. Inhaber der Dauerbetriebsgenehmigung war durch gesetzlichen Übergang seit 1990 das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Am 25.04.2017 wurden die Betreiberaufgaben für das Endlager Morsleben auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE mbH) übertragen.

Im ERAM wurden von 1971 bis Februar 1991 insgesamt ca. 14.432 m³ schwach- und mittelradioaktive Abfälle und von Januar 1994 bis September 1998 ca. 22.320 m³ schwach- und mittelradioaktive Abfälle endgelagert. Außerdem werden im ERAM Strahlenquellen und ein Behälter mit Radiumabfällen zwischengelagert.

Am 21.05.1999 gab das BfS bekannt, dass die Einlagerung radioaktiver Abfälle im ERAM aus Sicherheitsgründen nach der durch Gerichtsbeschluss angeordneten Unterbrechung im September 1998 nicht wieder aufgenommen wird. Am 12.04.2001 wurde der endgültige Verzicht auf die weitere Einlagerung von radioaktiven Abfällen erklärt. Durch die Atomgesetznovelle 2002 wurde § 57a AtG dahingehend geändert, dass die Dauerbetriebsgenehmigung des ERAM vom 22.04.1986 mit Ausnahme der Regelungen für die Annahme und Endlagerung weiterer radioaktiver Abfälle als Planfeststellungsbeschluss im Sinne des § 9b AtG unbefristet fort gilt. Die Annahme von radioaktiven Abfällen Dritter zur Endlagerung ist seither ausgeschlossen.

Der vom BfS am 13.10.1992 beim heutigen Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie (MULE) des Landes Sachsen-Anhalt gestellte Antrag auf Weiterbetrieb des ERAM wurde vom BfS am 09.05.1997 auf die Stilllegung des ERAM beschränkt. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung soll neben der Stilllegung die Endlagerung der bis zu diesem Zeitpunkt im ERAM zwischengelagerten radioaktiven Abfälle sowie die Endlagerung der noch während des Stilllegungsbetriebs anfallenden radioaktiven Betriebsabfälle erfolgen.

Durch die BGE mbH werden derzeit umfangreiche Arbeiten zur Ergänzung der Planfeststellungsunterlagen entsprechend den Empfehlungen der Entsorgungskommission des Bundes und zu Nachforderungen der Gutachter des MULE durchgeführt.

Wesentlicher Bestandteil des Stilllegungskonzeptes ist die weitgehende Verfüllung der unterirdischen Hohlräume und Schächte mit stabilisierenden und abdichtenden Baustoffen. Die Einlagerungsbereiche im Ostfeld und West-Süd-Feld des Endlagers werden zusätzlich an ausgewählten Standorten in den Zugangsstrecken mit speziell für die Verhältnisse entwickelten Baustoffen und Bauwerken gezielt abgedichtet und so von den übrigen Grubenbereichen isoliert. Insgesamt werden für die vorgesehenen Verfüllmaßnahmen mehr als 4 Millionen Kubikmeter Salzbeton in das ERAM einzubringen sein. Zum Abschluss der Arbeiten werden die in mehreren hundert Meter Tiefe liegenden Schächte ebenfalls mit speziell entwickelten Bauwerken abgedichtet.

Die Entscheidung, ob als Ergebnis der Anpassungen der Verfahrensunterlagen eine erneute Öffentlichkeitsbeteiligung erforderlich ist, obliegt der Genehmigungsbehörde.

Schachtanlage ASSE II

Die Schachtanlage Asse II bei Wolfenbüttel ist ein rund 100 Jahre altes Kali- und Steinsalzbergwerk, in das zwischen 1967 und 1978 rund 47.000 m³ radioaktive Abfälle in rund 125.000 Fässern eingelagert wurden. Das Helmholtz Zentrum München hatte das Bergwerk von 1965 bis 1995 im Auftrag des Bundesforschungsministeriums genutzt, um die Handhabung und die Lagerung von radioaktiven Abfällen in einem Endlager zu erproben. Im September 2008 haben die beteiligten Ministerien vereinbart, die Asse zukünftig wie ein Endlager zu behandeln. Zu Beginn des Jahres 2009 hat das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) das Helmholtz Zentrum München als Betreiber der Asse abgelöst. Am 25.04.2017 ist die Betreiberschaft vom BfS auf die Bundesgesellschaft für Endlager mbH (BGE mbH) übergegangen.

Da zum einen Zutrittswässer in das Bergwerk eindringen und zum anderen die Stabilität des Grubengebäudes gefährdet ist, wurde die sogenannte Lex Asse (§ 57 b AtG), das "Gesetz zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachtanlage Asse II", am 24. April 2013 in Kraft gesetzt. Das neue Gesetz schafft eine wichtige rechtliche Grundlage für die Rückholung der radioaktiven Abfälle. Durch vereinfachte Verfahren und die Möglichkeit Arbeiten parallel durchzuführen, ermöglicht die Lex Asse eine Beschleunigung der Arbeiten. Außerdem wird das Recht der Öffentlichkeit auf eine umfassende Information gestärkt.

Der Offenhaltungsbetrieb und die Arbeiten der Faktenerhebung erfolgen auf der Grundlage der Genehmigungen des NMU nach § 7 StrlSchV und nach § 9 AtG, die seit Juli 2010 bzw. April 2011 vorliegen. Das Bergrecht, insbesondere die Erfordernis von Betriebsplänen, ist zu beachten.

Voraussetzung für den Weiterbetrieb der Schachtanlage sind die Stabilisierung des Grubengebäudes und die Vorsorge zur Minimierung der Konsequenzen eines Absaufens der Schachtanlage Asse II. Die Verformungen des Gebirges werden durch die Stabilisierung der stark durchbauten Südflanke des Bergwerks reduziert (Firstspaltverfüllung). Die Notfallplanung sieht diverse Maßnahmen vor, die eine Ausbreitung von Radionukliden aus den Abfällen der Einlagerungskammer (ELK) bis in die Biosphäre und den Menschen maßgeblich verringern.

Nach Inkrafttreten des § 57b AtG "Lex Asse" hat das BfS die Vorgehensweise und die Abläufe bei der Faktenerhebung überprüft, da das bisherige Vorgehen einen hohen Zeitaufwand bedeutete. Schritt 1 der Faktenerhebung (das Anbohren von zwei ausgewählten Einlagerungskammern ELK 7/750 und 12/750) wird abgeschlossen. Auf das ursprünglich geplante probeweise Öffnen und Bergen einzelner Gebinde (Schritte 2 und 3) wird verzichtet. Die Rückholung der Abfälle aus der zugänglichen ELK auf der 725-m-Sohle soll vorgezogen werden. Einlagerungskammern, bei denen Atmosphäre und lokaler Gebirgszustand bekannt sind, sollen möglichst früh mit der noch festzulegenden Bergetechnik angegangen werden. Aktuell vertieft die BGE mbH die Planungen zur Rückholung.

Vor Rückholungsbeginn sind eine Konditionierungsanlage sowie ein aufnahmeberechtigtes Zwischenlager für die Abfälle in Betrieb zu nehmen.

ANHÄNGE – ÜBERSICHT

Anhang I:	Kernkraftwerke
Tabelle I.1:	Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen nach § 6 AtG und Anlagen nach § 7 AtG
Tabelle I.2:	Kernkraftwerke in Betrieb
Tabelle I.3:	Kernkraftwerke endgültig abgeschaltet
Tabelle I.4:	Kernkraftwerke in Stilllegung
Tabelle I.5:	Kernkraftwerke aus dem AtG entlassen
Tabelle I.6:	Eingestellte Kernkraftwerksvorhaben
Abbildung I:	Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland
Anhang II:	Forschungsreaktoren
Tabelle II.1:	Forschungsreaktoren in Betrieb
Tabelle II.2:	Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet
Tabelle II.3:	Forschungsreaktoren in Stilllegung
Tabelle II.4:	Forschungsreaktoren aus dem AtG entlassen
Abbildung II:	Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland
Anhang III:	Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung
Tabelle III.1:	Urananreicherungsanlagen
Tabelle III.2:	Brennelementfabriken in Betrieb
Tabelle III.3:	Brennelementfabriken aus dem AtG entlassen
Tabelle III.4:	Zentrale Brennelement-Zwischenlager
Tabelle III.5:	Dezentrale Standort-Zwischenlager
Tabelle III.6:	Externe Abfallzwischenlager
Tabelle III.7:	Wiederaufarbeitungsanlagen
Tabelle III.8:	Konditionierungsanlagen für Brennelemente
Tabelle III.9:	Endlagerung und Stilllegungsprojekte
Abbildung III.1:	Standorte der nuklearen Ver- und Entsorgung

ANHANG I – KERNKRAFTWERKE

Tabelle I.1:	Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen nach § 6 AtG und Anlagen nach § 7 AtG
Tabelle I.2:	Kernkraftwerke in Betrieb
Tabelle I.3:	Kernkraftwerke endgültig abgeschaltet
Tabelle I.4:	Kernkraftwerke in Stilllegung
Tabelle I.5:	Kernkraftwerke aus dem AtG entlassen
Tabelle I.6:	Eingestellte Kraftwerksvorhaben
Abbildung I:	Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland

Stand: 31.12.2019

Tabelle I.1: Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen nach § 6 AtG und Anlagen nach § 7 AtG

	Behörde für Genehmigungen nach § 6 AtG	Aufsichtsbehörde nach § 19 i.V.m. § 6 AtG
	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (bis 31.12.2019 Bundesamt für kerntechnische Sicherheit)	Aufsichtsbehörden der Länder
Bundesland	Genehmigungsbehörde für Anlagen nach § 7 AtG	Aufsichtsbehörde nach § 19 i.V.m. §§ 6 und 7 AtG
Baden-Württemberg (BW)	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Einvernehmen mit dem Ministerium für Finanzen und Wirtschaft und dem Innenministerium	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Bayern (BY)	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz	
Berlin (BE)	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz	
Brandenburg (BB)	Ministerium der Justiz des Landes Brandenburg	
Bremen (HB)	Senator für Umwelt, Bau, Verkehr im Benehmen mit dem Senator für Gesundheit	
Hamburg (HH)	Behörde für Umwelt und Energie	
Hessen (HE)	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz	
Mecklenburg-Vorpommern (MV)	Ministerium für Inneres und Europa	
Niedersachsen (NI)	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz	
Nordrhein-Westfalen (NW)	Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen	
Rheinland-Pfalz (RP)	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten	
Saarland (SL)	Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz	
Sachsen (SN)	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft	
Sachsen-Anhalt (ST)	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie	
Schleswig-Holstein (SH)	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein	
Thüringen (TH)	Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz	

Tabelle I.2: Kernkraftwerke in Betrieb, Stand 31.12.2019, 24 Uhr MEZ

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Reaktortyp	Leistung MW _e	erste Kritikalität	in Leistungsbetrieb	Betreiber	Standort
1	Neckarwestheim 2 ¹	GKN 2	DWR	1.400	29.12.1988	1989	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	Neckarwestheim (BW)
2	Gundremmingen C ²	KRB II C	SWR	1.344	26.10.1984	1985	Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH	Gundremmingen (BY)
3	Isar 2	KKI 2	DWR	1.485	15.01.1988	1988	PreussenElektra GmbH	Essenbach (BY)
4	Emsland ³	KKE	DWR	1.406	14.04.1988	1988	Kernkraftwerk Lippe-Ems GmbH	Lingen (NI)
5	Grohnde ⁴	KWG	DWR	1.430	01.09.1984	1985	PreussenElektra GmbH	Grohnde (NI)
6	Brokdorf ⁵	KBR	DWR	1.480	08.10.1986	1986	PreussenElektra GmbH	Brokdorf (SH)

¹ Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau vom 18.07.2016

² Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Abbau von Anlagenteilen des Blockes C des KRB II vom 31.07.2019

³ Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau vom 22.12.2016

⁴ Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau der Anlage in der ersten Abbauphase (1. SAG) vom 26.10.2017

⁵ Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau der Anlage in der ersten Abbauphase (1. SAG) vom 01.12.2017

Tabelle I.3: Kernkraftwerke endgültig abgeschaltet, Stand 31.12.2019, 24 Uhr MEZ

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Reaktortyp	Leistung MW _e (brutto)	erste Kritikalität	in Leistungsbetrieb	außer Betrieb	Antrag auf Stilllegung	Betreiber	Standort
1	Krümmel	KKK	SWR	1.402	14.09.1983	1984	06.08.2011	24.08.2015	Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG	Krümmel (SH)
2	Philippsburg 2	KKP 2	DWR	1.468	13.12.1984	1985	31.12.2019	18.07.2016	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	Philippsburg (BW)

Tabelle I.4: Kernkraftwerke in Stilllegung

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Reaktortyp	Leistung MW _e (brutto)	erste Kritikalität	In Leistungsbetrieb	außer Betrieb	erste Stilllegungsgenehmigung	Betreiber	Standort
1	Rheinsberg (ö.H.)	KKR	DWR / WWER	70	11.03.1966	06.05.1966	01.06.1990	28.04.1995	Energiewerke Nord GmbH (EWN)	Rheinsberg (BB)
2	Kompakte natriumgekühlte Kernanlage (ö.H.)	KNK II	SNR	21	10.10.1977	1979	23.08.1991	26.08.1993	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs-GmbH (Unternehmen der EWN GmbH)	Eggenstein-Leopoldshafen (BW)
3	Mehrzweckforschungreaktor (ö.H.) schwerwassermoderierter und schwerwassergekühlter Druckkesselreaktor mit Natururan	MZFR	DWR / D ₂ O	57	29.09.1965	1966	03.05.1984	17.11.1987	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs-GmbH (Unternehmen der EWN GmbH)	Eggenstein-Leopoldshafen (BW)
4	Obrigheim	KWO	DWR	357	22.09.1968	1969	11.05.2005	28.08.2008	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	Obrigheim (BW)
5	Neckarwestheim 1	GKN 1	DWR	840	26.05.1976	1979	06.08.2011	03.02.2017	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	Neckarwestheim (BW)
6	Philippsburg-1	KKP 1	SWR	926	09.03.1979	1980	06.08.2011	07.04.2017	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	Philippsburg (BW)
7	Isar 1	KKI 1	SWR	912	20.11.1977	1979	06.08.2011	17.01.2017	PreussenElektra GmbH	Essenbach (BY)
8	Gundremmingen A	KRB A	SWR	250	14.08.1966	1967	13.01.1977	26.05.1983	Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH	Gundremmingen (BY)
9	Grafenrheinfeld	KKG	DWR	1.345	09.12.1981	1982	27.06.2015	11.04.2018	PreussenElektra GmbH	Grafenrheinfeld (BY)
10	Gundremmingen B	KRB II B	SWR	1.344	09.03.1984	1989	31.12.2017	19.03.2019	Kernkraftwerk Gundremmignen GmbH	Gundremmingen (BY)
11	Biblis-A	KWB A	DWR	1.225	16.07.1974	1975	06.08.2011	30.03.2017	RWE Power AG	Biblis (HE)
12	Biblis-B	KWB B	DWR	1.300	25.03.1976	1977	06.08.2011	30.03.2017	RWE Power AG	Biblis (HE)

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Reaktor-typ	Leistung MW _e (brutto)	erste Kritikalität	In Leistungsbe-trieb	außer Betrieb	erste Stilllegungs-genehmigung	Betreiber	Standort
13	Greifswald-1 (ö.H.) Bei den Blöcken KGR 1 bis 5 ist zusätzlich zu erwähnen, daß der Block 6 im Bauzustand zwar weit fortgeschritten war, jedoch nicht kritisch geworden ist. Der Block 6 gehört jedoch zur kerntechnischen Anlage und somit zum Abbauvolumen der EWN GmbH.	KGR 1	DWR / WWER	440	03.12.1973	1974	18.12.1990	30.06.1995	Energiewerke Nord GmbH (EWN)	Lubmin (MV)
14	Greifswald-2 (ö.H.)	KGR 2	DWR / WWER	440	03.12.1974	1975	14.02.1990	30.06.1995	Energiewerke Nord GmbH (EWN)	Lubmin (MV)
15	Greifswald-3 (ö.H.)	KGR 3	DWR / WWER	440	06.10.1977	1978	28.02.1990	30.06.1995	Energiewerke Nord GmbH (EWN)	Lubmin (MV)
16	Greifswald-4 (ö.H.)	KGR 4	DWR / WWER	440	22.07.1979	1979	02.06.1990	30.06.1995	Energiewerke Nord GmbH (EWN)	Lubmin (MV)
17	Greifswald-5 (ö.H.)	KGR 5	DWR / WWER	440	26.03.1989	-	30.11.1989	30.06.1995	Energiewerke Nord GmbH (EWN)	Lubmin (MV)
18	Lingen 268 MWe waren die elektr. Leistung am Generator inkl. fossiler Zusatzkomponente; elektr. Leistung aus nuklearer Energieerzeugung 252 MWe.	KWL	SWR	252	31.01.1968	1968	05.01.1977	21.11.1985 30.03.1988 SE 21.12.2015 (Abbau der Anlage)	Kernkraftwerk Lingen GmbH	Lingen (NI)
19	Stade	KKS	DWR	672	08.01.1972	1972	14.11.2003	07.09.2005	PreussenElektra GmbH	Stade (NI)
20	Unterweser	KKU	DWR	1.410	16.09.1978	1979	06.08.2011	05.02.2018	PreussenElektra GmbH	Esenshamm (NI)
21	Arbeitsgemein-schaft Versuchs-reaktor Jülich (ö.H.)	AVR	HTR	15	26.08.1966	1969	31.12.1988	09.03.1994	JEN mbH (Unternehmen der EWN-GmbH), vormals AVR GmbH	Jülich (NRW)
22	Thorium-hochtemperatur-reaktor (ö.H.)	THTR-300	HTR	308	13.09.1983	1987	29.09.1988	22.10.1993, 10/1997 SE	HKG	Hamm-Uentrop (NRW)

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Reaktor-typ	Leistung MW _e (brutto)	erste Kritikalität	In Leistungsbe-trieb	außer Betrieb	erste Stilllegungs-genehmigung	Betreiber	Standort
23	Würgassen	KWW	SWR	670	22.10.1971	1975	26.08.1994 Stilllegungs beschluss des Be- treibers am 29.05.95	14.04.1997	PreussenElektra GmbH	Würgassen (NRW)
24	Mülheim-Kärlich	KMK	DWR	1302	01.03.1986	1987	09.09.1988	16.07.2004	RWE Power AG	Mülheim-Kärlich (RP)
25	Brunsbüttel	KKB	SWR	806	23.06.1976	1977	06.08.2011	21.12.2018	Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG	Brunsbüttel (SH)

(ö.H.) Finanzierung durch öffentliche Hand

SE Sicherer Einschluss

Tabelle I.5: Kernkraftwerke aus dem AtG entlassen

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Reaktortyp	Leistung MW _e (brutto)	erste Kritikalität	in Leistungsbetrieb	außer Betrieb	erste Stilllegungs-genehmigung Stilllegung beendet	Betreiber	Standort
1	Heissdampfreaktor Grosswetzheim (ö.H.)	HDR	HDR (Heißdampfreaktor)	25	14.10.1969	1970	20.04.1971	16.02.1983/ Entlassung aus AtG: 14.05.1998 Abgebaut: 15.10.1998	Karlsruher Institut für Technologie (KIT), vormals Forschungszentrum Karlsruhe GmbH	Karlstein (BY)
2	Niederaichbach (ö.H.) schwerwassermoderierter Druckröhrenreaktor mit CO ₂ -Gaskühlung	KKN	DRR / D ₂ O-Moderator	106	17.12.1972	1973	31.07.1974	21.10.1975/ Entlassung aus AtG: 17.08.1994 Abgebaut: 17.08.1995	Karlsruher Institut für Technologie (KIT), vormals Forschungszentrum Karlsruhe GmbH	Niederaichbach (BY)
3	Versuchsatomkraftwerk Kahl	VAK	SWR	16	13.11.1960	1962	25.11.1985	05.05.1988/ Entlassung aus AtG: 17.05.2010 Abgebaut: 24.09.2010	VAK	Karlstein (BY)

Tabelle I.6: Eingestellte Kernkraftwerksvorhaben

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Betreiber	Typ	Leistung brutto [MWe]	Bemerkungen
1	Greifswald-6	KGR 6	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	Endgültige Abschaltung: 30.11.1989 Gen. Still./Abbau Gesamtan- lage 30.06.1995 ff.
2	Greifswald-7	KGR 7	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	Vorhaben eingestellt
3	Greifswald-8	KGR 8	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	Vorhaben eingestellt
4	Schneller natriumgekühlter Reaktor Kalkar	SNR 300	Schnell-Brüter-Kernkraftwerksgesellschaft mbH	SNR	327	Vorhaben eingestellt 20.03.1991
5	Kernkraftwerk Stendal Block A	Stendal A	Altmark Industrie GmbH	DWR	1.000	Vorhaben eingestellt
6	Kernkraftwerk Stendal Block B	Stendal B	Altmark Industrie GmbH	DWR	1.000	Vorhaben eingestellt



Legende:

KKW, in Betrieb



KKW, endgültig abgeschaltet



KKW, in Stilllegung



Zahlen: Bruttoleistung in MWe
Stand: 31.12.2019, 24 Uhr MEZ

Abb. I: Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland

ANHANG II – FORSCHUNGSREAKTOREN

Tabelle II.1:	Forschungsreaktoren in Betrieb
Tabelle II.2:	Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet
Tabelle II.3:	Forschungsreaktoren in Stilllegung
Tabelle II.4:	Forschungsreaktoren aus dem AtG entlassen
Abbildung II:	Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik

Stand: 31.12.2019

Tabelle II.1: Forschungsreaktoren in Betrieb

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Bauart/Reaktortyp; Leistung	erste Kritikalität	Betreiber	Standort
1	SUR Furtwangen	SUR-FW	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	28.06.1973	Hochschule Furtwangen Labor für Strahlenmeßtechnik	Furtwangen (BW)
2	SUR Stuttgart 1969 Umbau und Umzug in anderes Gebäude	SUR-S	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	24.08.1964 / 12.06.1969	Universität Stuttgart, Institut für Kernenergetik und Energiesysteme	Stuttgart (BW)
3	SUR Ulm	SUR-U	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	01.12.1965	Fachhochschule Ulm, Institut für Strahlenmeßtechnik	Ulm (BW)
4	Hochflussneutronenquelle München/Garching	FRM-II	Schwimmbad / Kompaktkern mit D ₂ O- Moderator; 20 MW _{th}	02.03.2004	Technische Universität München	Garching (BY)
5	Forschungsreaktor Mainz	FRMZ	Schwimmbad / TRIGA MARK-II; 0,1 MW _{th}	03.08.1965	Gutenberg Universität Mainz, Department Chemie	Mainz (RP)
6	Ausbildungskernreaktor Genehmigung war gemäß § 57a AtG bis zum 30.06.2005 befristet; 2004 Umbau zum AKR-2. Erste Kritikalität als AKR-2 22.03.05	AKR/ AKR-2	homogen (S) / SUR- Typ; 2,0E-06 MW _{th}	28.07.1978 / 22.03.2005	Technische Universität Dresden, Institut für Energietechnik	Dresden (SN)

Tabelle II.2: Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet, Stand 31.12.2019

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Bauart/ Reaktortyp; Leistung	erste Kritikalität	außer Betrieb	Antrag auf Stilllegung	Betreiber	Standort
1	Berliner Experimentier-Reaktor II	BER II	Schwimmbad / MTR; 10 MW _{th}	09.12.1973	11.12.2019	24.04.2017	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH, ehemals Hahn-Meitner-Institut	Berlin (BE)
2	Siemens-Unterrichtsreaktor Aachen	SUR-AA	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	22.09.1965	Seit 2008 ist die Anlage kernbrennstofffrei	Antrag 2010 gestellt	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft	Aachen (NRW)
3	Forschungsreaktor Geesthacht-1	FRG-1	Schwimmbad / MTR; 5 MW _{th}	23.10.1958	28.06.2010	21.03.2013 ¹	Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH	Geesthacht (SH)
4	Forschungsreaktor Geesthacht-2	FRG-2	Schwimmbad / MTR; 15 MW _{th}	16.03.1963	28.01.1993 Antrag auf Außerbetriebnahme 17.01.1995 Gen. Außerbetriebnahme und Teilabbau	21.03.2013 Antrag auf Abbau der Forschungsreaktoranlage (bestehend aus dem FRG-1 und noch vorhandenen Anlagenteilen des FRG-2)	Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH	Geesthacht (SH)

¹ Am 06.09.2016 wurde der Antrag auf Stilllegung und Abbau des FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage sowie des Heißen Labors präzisiert. Der auf dem Gelände der Forschungsreaktoranlage (bestehend aus FRG-1 und noch vorhandenen Anlagenteilen des FRG-2) gelagerte Reaktordruckbehälter des Nuklearforschungsschiffes „Otto Hahn“ soll in das Verfahren aufgenommen werden.

Tabelle II.3: Forschungsreaktoren in Stilllegung

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Bauart/ Reaktortyp; Leistung	erste Kritikalität	außer Betrieb	erste Stilllegungs- genehmigung	Betreiber	Standort
1	Forschungsreaktor-2	FR-2	Tank / D ₂ O; 44 MW _{th}	07.03.1961	21.12.1981	03.07.1986 20.11.1996 SE	Wiederaufarbeitungs- anlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs-GmbH (Unternehmen der EWN GmbH)	Eggenstein- Leopoldshafen (BW)
2	Forschungsreaktor München	FRM	Schwimmbad / MTR; 4 MW _{th}	31.10.1957	28.07.2000	03.04.2014	Technische Universität München	Garching (BY)
3	Forschungsreaktor Neuherberg	FRN	Schwimmbad / TRIGA MARK-III; 1 MW _{th}	23.08.1972	16.12.1982	30.05.1983 24.05.1984 SE	Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)	Oberschleißheim (BY)
4	Forschungs- und Messreaktor Braunschweig	FMRB	Schwimmbad / MTR; 1 MW _{th}	03.10.1967	19.12.1995	02.03.2001 I 28.07.2005 (Anlage bis auf Zwi- schenlager aus dem AtG entlassen)	Physikalisch- Technische Bundesanstalt	Braunschweig (NI)
5	DIDO	FRJ-2	Tank / D ₂ O; 23 MW _{th}	14.11.1962	02.05.2006	20.09.2012	JEN mbH (Unternehmen der EWN-GmbH), vormals Forschungszentrum Jülich GmbH	Jülich (NRW)

SE Sicherer Einschluss

Tabelle II.4: Forschungsreaktoren aus dem AtG entlassen

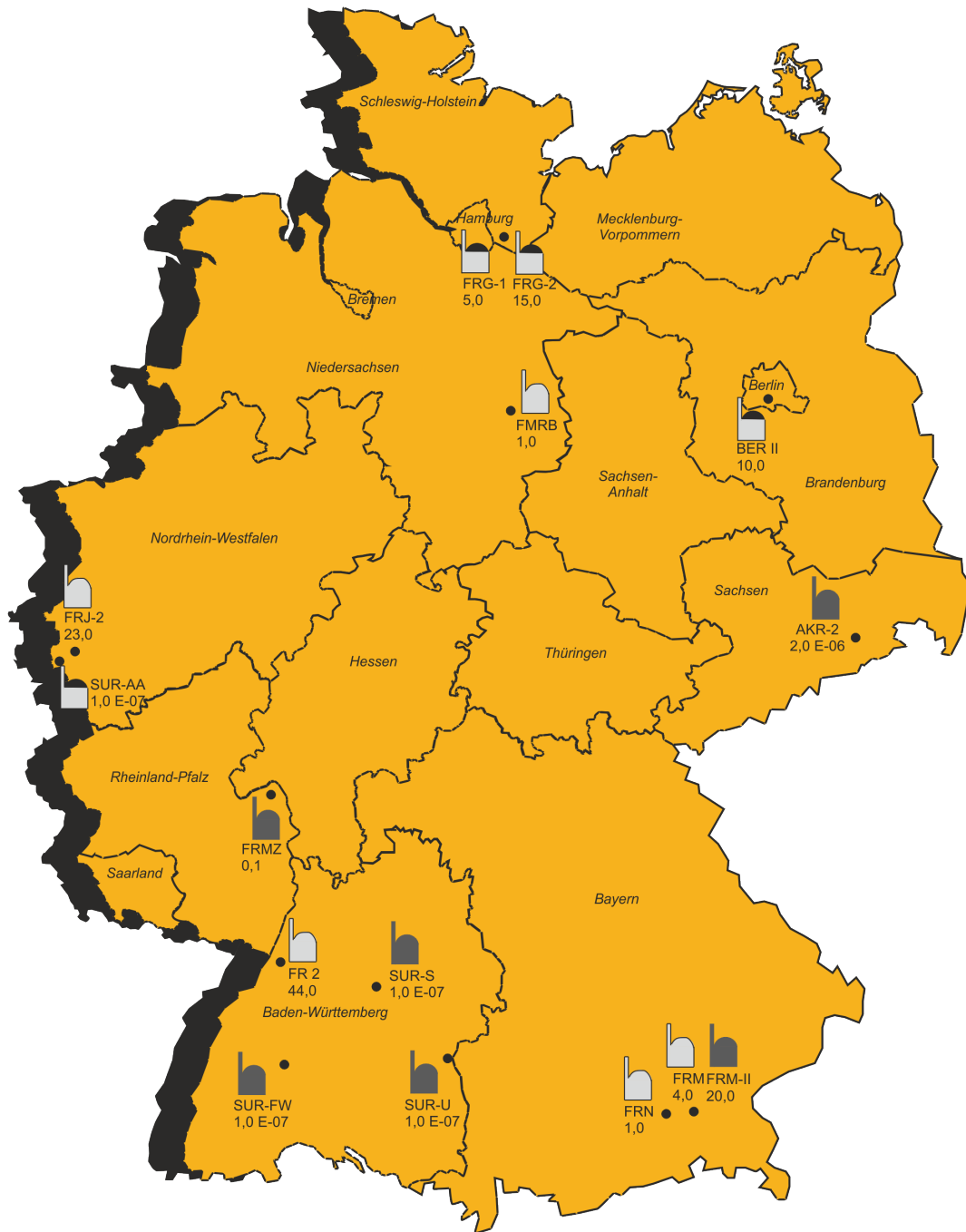
Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Bauart/ Reaktortyp; Leistung	erste Kritikalität	außer Betrieb	erste Stilllegungs-ge- nehmigung Stilllegung beendet	Betreiber	Standort
1	Schnelle Nullenergie-Anordnung	SNEAK	homogen (S); 1,0E-03 MW _{th}	15.12.1966	11/1985	03.06.1986 06.05.1987	Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (heute KIT)	Eggenstein-Leopoldshafen (BW)
2	Schnelle Unterkritische Anordnung Genehmigung nach § 9 AtG	SUAK	schnelle unterkritische Anordnung; 0 MW _{th}	20.11.1964 Inbetriebnahme	07.12.1978		Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (heute KIT)	Eggenstein-Leopoldshafen (BW)
3	Schnell-Thermischer Argonautreaktor	STARK	Argonaut; 1,0E-05 MW _{th} modifizierter schnell-thermischer Argonaut-reaktor	11.01.1963	03/1976	1976 1977	Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (heute KIT)	Eggenstein-Leopoldshafen (BW)
4	Siemens-Unterrichtsreaktor Karlsruhe	SUR-KA	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	07.03.1966	09/1996	25.11.1996 26.06.1998 Reaktor wird ohne Kernbrennstoff im Technikmuseum Mannheim ausgestellt.	Forschungszentrum Karlsruhe GmbH (heute KIT)	Eggenstein-Leopoldshafen (BW)
5	TRIGA Heidelberg I	TRIGA HD I	Schwimmbad / TRIGA MARK-I; 0,25 MW _{th}	26.08.1966	31.03.1977	30.06.1980 11.12.1980 (SE) 16.01.2006 (AG) 13.12.2006 Anlage abgerissen und Gelände komplett saniert (2009)	Deutsches Krebsforschungszentrum	Heidelberg (BW)
6	TRIGA Heidelberg II	TRIGA HD II	Schwimmbad / TRIGA MARK-I; 0,25 MW _{th}	28.02.1978	30.11.1999	13.09.2004 13.12.2006	Deutsches Krebsforschungszentrum	Heidelberg (BW)
7	AEG-Nullenergiereaktor, Thermisch-Kritische Anordnung	TKA	Tank / thermisch kritische Anordnung; 1,0E-04 MW _{th}	23.06.1967	1973	28.09.1981 21.12.1981	Kraftwerk Union AG	Karlstein (BY)
8	AEG-Prüfreaktor	PR-10	Argonaut; 1,80E-04 MW _{th}	27.01.1961	1976	27.07.1976 22.02.1978	Kraftwerk Union AG	Karlstein (BY)
9	Siemens Argonaut Reaktor	SAR	Argonaut; 1,0E-03 MW _{th}	23.06.1959	31.10.1968	08.01.1992 (AG) 20.03.1998	Technische Universität München	Garching (BY)
10	Siemens Unterkritische Anordnung SUA war Zubehör zum SUR-München	SUA	unterkritische Anordnung; 0 MW _{th}	06/1959 Inbetriebnahme	1968	31.10.1968 28.08.1992 (AG) 20.03.1998	Technische Universität München	Garching (BY)

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Bauart/ Reaktortyp; Leistung	erste Kritikalität	außer Betrieb	erste Stilllegungs-ge- nehmigung Stilllegung beendet	Betreiber	Standort
11	Siemens-Unterrichtsreaktor München	SUR-M	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	28.02.1962	10.08.1981	28.08.1992 (AG) 20.03.1998	Technische Universität München	Garching (BY)
12	Berliner Experimentier- Reaktor	BER I	homogen (L) / L-54(L); 0,05 MW _{th}	24.07.1958	Sommer 1972	15.02.1974 (Widerruf der Genehmigung zum Betrieb) 23.04.1974	Hahn Meitner Institut (heute: Helmholtz- Zentrum Berlin für Materialien und Energie)	Berlin (BE)
13	Siemens-Unterrichtsreaktor Berlin	SUR-B	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	26.07.1963	15.10.2007	01.12.2008 16.04.2013	Technische Universität Berlin, Institut für Energietechnik, Fachgebiet Kerntechnik	Berlin (BE)
14	Siemens-Unterrichtsreaktor Bremen	SUR-HB	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	10.10.1967	17.06.1993	05.06.1997 27.07.1999 (AG) 03/2000	Hochschule Bremen	Bremen (HB)
15	Siemens-Unterrichtsreaktor Hamburg	SUR-HH	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	15.01.1965	08/1992	31.03.1999 12/1999	Fachhochschule Hamburg	Hamburg (HH)
16	Forschungsreaktor Frankfurt -1	FRF 1	homogen (L) / L- 54(L); 0,05 MW _{th}	10.01.1958	19.03.1968	1970 31.10.2006	Johann-Wolfgang- Goethe-Universität	Frankfurt (HE)
17	Forschungsreaktor Frankfurt -2	FRF-2	Schwimmbad / modifizierter TRIGA; 1 MW _{th}	keine Kritikalität	kein Betrieb	25.10.1982 31.10.2006	Johann-Wolfgang- Goethe-Universität	Frankfurt (HE)
18	Siemens-Unterrichtsreaktor Darmstadt	SUR-DA	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	23.09.1963	22.02.1985	23.11.1989 02.08.1990 (AG) 29.11.1996	Technische Hochschule Darmstadt	Darmstadt (HE)
19	TRIGA-Hannover	FRH/TRIGA MHH	Schwimmbad / TRIGA Mark-I; 0,25 MW _{th}	31.01.1973	18.12.1996	08.05.2006 13.03.2008	Medizinische Hochschule Hannover	Hannover (NI)
20	Siemens-Unterrichtsreaktor Hannover	SUR-H	Homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	09.12.1971	Seit 2008 war die An- lage kern- brenn- stofffrei	04.09.2017 18.09.2019	Leibniz Universität Hannover Institut für Kerntechnik und zerstörungsfreie Prüfverfahren	Hannover (NI)
21	Forschungsreaktor MERLIN	FRJ-1	Schwimmbad / MTR; 10 MW _{th}	24.02.1962	22.03.1985	08.06.1995 23.11.2007	Forschungszentrum Jülich GmbH	Jülich (NRW)
22	Abbrandmessung differentieller Brennelemente mit kritischer Anordnung	ADIBKA	homogen (L) / L77A; 1,0E-04 MW _{th}	18.03.1967	30.10.1972	07.07.1977 12/1977	Hochtemperatur- Reaktorbau GmbH	Jülich (NRW)

Nr.	Name	Kurzbezeichnung	Bauart/ Reaktortyp; Leistung	erste Kritikalität	außer Betrieb	erste Stilllegungs-ge- nehmigung Stilllegung beendet	Betreiber	Standort
23	Kritische Anordnung für Hochtemperaturreaktoren	KAHTER	kritische Anordnung; 1,0E-04 MW _{th}	02.07.1973	03.02.1984	09.11.1987 06/1988	Kernforschungs- anlage Jülich	Jülich (NRW)
24	Kritisches Experiment zum Incore-Thermionik-Reaktor	KEITER	kritische Anordnung; 1,0E-06 MW _{th}	15.06.1971	1982	18.03.1982 06/1988	Kernforschungs- anlage Jülich	Jülich (NRW)
25	Rosendorfer Anordnung für kritische Experimente	RAKE	Tank / kritische Anordnung; 1,0E-05 MW _{th}	03.10.1969	26.11.1991	19.08.1997 28.10.1998	VKTA- Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rosendorf e.V.	Rosendorf (SN)
26	Rosendorfer Ringzonenreaktor	RRR	Argonaut; 1,0E-03 MW _{th}	16.12.1962	25.09.1991	31.03.1999 11.05.2000	VKTA- Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rosendorf e.V.	Rosendorf (SN)
27	Zittauer Lehr- und Forschungsreaktor <small>Genehmigung gemäß § 57a AtG bis zum 30.06.2005 befristet</small>	ZLFR	Tank / WWR-M; 1,0E-05 MW _{th}	25.05.1979	24.03.2005 <small>Letzter Betrieb</small>	01.07.2005 03.05.2006	Hochschule Zittau/Görlitz (FH) FB Maschinenbauwesen	Zittau (SN)
28	Rosendorfer Forschungs- reaktor	RFR	Tank / WWR-SM; 10 MW _{th}	16.12.1957	27.06.1991	30.01.1998 19.09.2019	VKTA-Strahlen- schutz, Analytik und Entsorgung Rossen- dorf e.V.	Rosendorf (SN)
29	Anlage für Nulleistungsexperimente	ANEX	kritische Anordnung; 1,0E-04 MW _{th}	05/1964	05.02.1975	19.03.1979 (AG) 01/1980	GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH	Geesthacht (SH)
30	Nuklearschiff "Otto Hahn" <small>Zuständige atomrechtliche Aufsichtsbehörde in der Freien und Hansestadt Hamburg</small>	OH	DWR / Schiffsreaktor; 38 MW _{th} <small>wird in Deutschland den FR zugeordnet</small>	26.08.1968	22.03.1979	01.12.1980 01.09.1982	GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH	Geesthacht (SH)
31	Siemens-Unterrichtsreaktor Kiel	SUR-KI	homogen (S) / SUR-100; 1,0E-07 MW _{th}	29.03.1966	11.12.1997	19.03.2008 02.04.2008	Fachhochschule Kiel	Kiel (SH)

AG Abbaugenehmigung

SE Sicherer Einschluss



Legende:

FR, in Betrieb

FR, endgültig abgeschaltet

FR, in Stilllegung



Zahlen: Thermische Leistung in MW
Stand: 31.12.2019

Abb. II: Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland

ANHANG III – ANLAGEN DER NUKLEAREN VER- UND ENTSORGUNG

Tabelle III.1:	Urananreicherungsanlagen
Tabelle III.2:	Brennelementfabriken in Betrieb
Tabelle III.3:	Brennelementfabriken aus dem Atomgesetz entlassen
Tabelle III.4:	Zentrale Brennelement-Zwischenlager
Tabelle III.5	Dezentrale Standort-Zwischenlager
Tabelle III.6:	Externe Abfallzwischenlager
Tabelle III.7:	Wiederaufarbeitungsanlagen
Tabelle III.8:	Konditionierungsanlagen für Brennelemente
Tabelle III.9:	Endlagerung und Stilllegungsprojekte
Abbildung III.1:	Standorte der nuklearen Ver- und Entsorgung

Stand: 31.12.2019

Tabelle III.1: Urananreicherungsanlagen

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
1	Uran-Anreicherungsanlage Gronau (UAG) Gronau (NW)	Anreicherung von Uran	4.500 Mg Urantrennarbeit pro Jahr (UTA/a) lt. Bescheid vom 14.02.2005	3. TG vom 04.06.1985 (Betriebsgenehmigung); 9. TG vom 31.10.1997 Kapazitätserweiterung auf 1.800 Mg UTA/a; Bescheid Nr. 7/Ä2 vom 27.11.1998 2. Veränderungsgenehmigung für 2 weitere Trennhallen; Bescheid Nr. 7/6 vom 14.02.2005 über Erhöhung der Produktionskapazität auf 4.500 Mg UTA/a	Die Genehmigung vom 14.02.2005 beinhaltet auch den Umgang mit abgereichertem und angereichertem (bis max. 6 % U-235) Uran. Die erweiterte Anlage wurde seit Mitte 2008 errichtet und sukzessive in Betrieb genommen. Die Anlage wird mit einer Kapazität von nominal 4.500 Mg UTA/a betrieben. Der Bau einer Lagerhalle mit einer Kapazität von bis zu 60.000 Mg U ₃ O ₈ wurde 2014 fertig gestellt, aber bis Ende 2018 noch nicht in Betrieb genommen.

TG Teilgenehmigung

Tabelle III.2: Brennelementfabriken in Betrieb

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
1	ANF Brennelementfertigungsanlage Lingen Lingen (NI)	Herstellung von überwiegend LWR-Brennelementen aus niedrig angereichertem Urandioxid	Be- und Verarbeitung von jährlich insgesamt 800 Mg Uran in Form von Uranpulver oder Uranpellets mit bis zu 5 % U-235-Anteil	Betriebsgenehmigung vom 18.01.1979, 7. TBG vom 08.06.1994 (Betrieb der Konversionsanlage mit angereichertem Uran) 07.03.1997: Kapazitätserhöhung der Brennelement-Fertigung um 250 Mg extern gefertigter Urantabletten pro Jahr 11.01.2005: Erhöhung des Uranpulverdurchsatzes auf 650 Mg/a 02.12.2009: Erhöhung der Kapazität auf 800 Mg/a 12.06.2014: Erweiterung der Lagerbereiche für Kernbrennstoff	In einem Abfalllager bewahrt die ANF die nach § 6 AtG für die Endlagerung bestimmte radioaktive Abfälle auf. Der Rohstoff UF ₆ wird in speziellen Behältern in einer separaten Lagerhalle aufbewahrt.

Tabelle III.3: Brennelementfabriken aus dem Atomgesetz entlassen

Nr	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
1	SIEMENS Brennelementwerk Betrieb Karlstein Karlstein (BY)	Herstellung von Brennelementen aus niedrig angereichertem Urandioxid	Jährlicher Durchsatz von 400 Mg UO ₂ bis höchstens 4,0 % U-235 Anteil	Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG vom 02.09.1966 Betriebsgenehmigung nach § 7 AtG vom 30.12.1977 Genehmigung nach § 7 AtG zum Abbau von Anlagenteilen vom 16.08.1994 und 18.03.1996 Entlassung aus dem AtG: März 1999	Brennelement-Produktion ist eingestellt; nur noch konventionelle Strukturteilefertigung (ANF Karlstein).
2	SIEMENS Brennelementwerk Hanau Betriebsteil MOX-Verarbeitung Hanau (HE)	Herstellung von MOX-Brennelementen überwiegend für LWR aus Plutonium und Uran	Durchsatz ca. 35 Mg SM/a, Ausbau auf 120 Mg SM/a war vorgesehen	Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG vom 16.08.1968 Letzte umfassende Genehmigung nach § 9 AtG vom 30.12.1974 6. Teilerrichtungsgenehmigung nach § 7 AtG vom 12.03.1991 Mehrere TG zum Leerfahren und Rückbau der Anlage für MOX-Brennstoff von 1997 bis 2005 Entlassung aus dem AtG: Sept. 2006	Im April 1994 wurde vom Betreiber beschlossen, die Altanlage nicht wieder in Betrieb zu nehmen. Die Fertigungsanlagen sind rückgebaut. Die staatliche Verwahrung ist aufgelöst. Abschluss der Rückbauarbeiten Juli 2006.
3	SIEMENS Brennelementwerk Hanau Betriebsteil Uran-Verarbeitung Hanau (HE)	Herstellung von LWR-Brennelementen aus niedrig angereichertem Uran	Durchsatz 1.350 Mg U/a	Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG vom 22.07.1969 Betriebsgenehmigung nach § 7 AtG vom 31.08.1990 Mehrere Einzel- und Teilgenehmigungen zum Leerfahren und zum Rückbau der Anlage von 1996 bis 2001 Entlassung aus dem AtG: Mai 2006	Produktion von Uran-Brennelementen ab Oktober 1995 eingestellt. Die Rückbauarbeiten inkl. Geländesanierung wurden im Januar 2006 abgeschlossen Die Anlage wurde aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen. Die Grundwasserreinigung (Gen. nach § 7 StrlSchV) ist abgeschlossen.

Nr	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
4	Brennelementwerk NUKEM-A Hanau-Wolfgang (HE)	Herstellung von Brennelementen aus angereichertem Uran und Thorium für Forschungsreaktoren	100 kg U-235 Anreicherung bis 20 %; 1.700 kg U-235 Anreicherung zwischen 20 % und 94 %; 100 Mg natürliches Uran; 100 Mg abgereichertes Uran; 200 Mg Thorium	Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG vom 30.07.1962 Mehrere Genehmigungen zum Abbau, zur Stilllegung und zur Sanierung des Geländes von 1988 bis 2001 Im Mai 2006 - bis auf eine Teilfläche von 1.000 m ² zur weiteren Grundwassersanierung - aus dem AtG entlassen. Beendigung der radiologischen Grundwassersanierung nach § 19 AtG am 20.07.2015	Betriebsgenehmigung am 15.01.1988 ausgesetzt; bis 31.12.1988 wurde die Anlage leergefahren. Die Rückbauarbeiten und die radiologische Bodensanierung sind abgeschlossen. Die atomrechtliche Aufsicht ist mit Bescheid vom 20.07.2015 abgeschlossen.
5	Hochtemperatur-Brennelement-Gesellschaft (HOBEG) Hanau (HE)	Fertigung von kugelförmigen Brennelemente für HTR auf der Basis von Uran (bis 94 % U-235) und Thorium	200.000 Brennelemente/a 11,7 Mg SM (während der Betriebszeit)	Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG vom 30.12.1974. neun Genehmigungen zum Abbau und zur Stilllegung zwischen 05.12.1988 und 07.04.1995. Am 18.12.1995 aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen.	Anlage wurde am 15.01.1988 vorübergehend außer Betrieb genommen, in Folge stillgelegt. Verfahrenstechnische Komponenten wurden abgebaut. Dekontamination v. Gelände und Gebäudestrukturen sind abgeschlossen. Gelände und Gebäude werden von der Nuclear Cargo & Service GmbH genutzt.

Tabelle III.4: Zentrale Brennelement-Zwischenlager

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
1	Transportbehälterlager im Zwischenlager Nord (ZLN) Rubenow (bei Greifswald), MV	Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente aus den Reaktoren Rheinsberg und Greifswald in Transport- und Lagerbehältern (Trockenlagerung)	585,4 Mg SM in max. 80 Lagerbehältern max. einlagerbare Aktivität: $7,5 \cdot 10^{18}$ Bq	Nach § 6 AtG vom 05.11.1999 1. Änderung vom 14.03.2001 2. Änderung vom 07.07.2003 3. Änderung vom 19.12.2005 4. Änderung vom 17.02.2006 5. Änderung vom 17.12.2008 6. Änderung vom 24.02.2009 7. Änderung vom 30.04.2010	Seit 2011 befinden sich 74 Behälter im ZLN, davon: - 62 CASTOR® 440/84 - 3 CASTOR® KRB-MOX - 4 CASTOR® KNK - 5 CASTOR® HAW 20/28 CG SN 16.
2	Transportbehälterlager Gorleben (TBL-G) NI	Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern sowie verfestigter HAW-Spaltproduktlösungen und sonstiger radioaktiver Stoffe (Trockenlagerung)	3.800 Mg SM bzw. 420 Behälterstellplätze; max. einlagerbare Aktivität $2 \cdot 10^{20}$ Bq	05.09.1983 nach § 6 AtG, Anordnung des Sofortvollzugs am 06.09.1988 Neugenehmigung vom 02.06.1995 für bestrahlte Brennelemente und verglaste Spaltproduktlösungen 1. Änderung vom 01.12.2000 2. Änderung vom 18.01.2002 3. Änderung vom 23.05.2007 4. Änderung vom 29.01.2010 5. Änderung vom 01.08.2017 6. Änderung vom 21.06.2018	Seit 2011 befinden sich insgesamt 113 Behälter im TBL-G, davon - 5 Behälter mit abgebrannten Brennelementen, davon - 1 CASTOR® Ic - 1 CASTOR® IIa, - 3 CASTOR® V/19 und 108 Behälter mit HAW- Glaskokillen, davon - 1 TS 28 V, - 74 CASTOR® HAW 20/28 CG, - 21 CASTOR® HAW28M - 12 TN85.

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
3	Transportbehälterlager Ahaus (TBL-A) NW	Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern vom Typ CASTOR® (Trockenlagerung)	420 Behälterstellplätze (LWR), Kapazität bis insgesamt max. 3.960 Mg SM max. einlagerbare Aktivität $2 \cdot 10^{20}$ Bq	10.04.1987 nach § 6 AtG Neufassung der Aufbewahrungsgenehmigung vom 07.11.1997 (Erhöhung der Masse Schwermetall und Genehmigung weiterer Behältertypen) 1. Änderung vom 17.05.2000 2. Änderung vom 24.04.2001 3. Änderung vom 30.03.2004 4. Änderung vom 04.07.2008 5. Änderung vom 22.12.2008 6. Änderung vom 26.05.2010 7. Änderung vom 08.02.2016 8. Änderung vom 21.07.2016 9. Änderung vom 01.08.2017	Im April 1995 wurde die Einlagerung von 305 CASTOR® THTR/AVR- Behältern mit Brennelementen des THTR-300 abgeschlossen. Am 20.03.1998 wurden zusätzlich - 2 CASTOR® V/19 - 1 CASTOR® V/19 SN06 und - 3 CASTOR® V/52 mit LWR-Brennelementen in das TBL-A überführt. 2005 wurden 18 Behälter CASTOR® MTR 2 eingelagert, die von Rossendorf nach Ahaus transportiert wurden.

Tabelle III.5: Dezentrale Standort-Zwischenlager

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
1	Standort-Zwischenlager Neckarwestheim Gemrigheim, BW	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus den Blöcken GKN1 und GKN 2 des Gemeinschaftskernkraftwerks Neckar	1.600 Mg Schwermetall in bis zu 151 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $8,3 \cdot 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,5 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 22.09.2003 1. Änderung vom 22.03.2006 2. Änderung vom 28.09.2006 1. Ergänzung vom 03.09.2007 2. Ergänzung vom 18.02.2010 3. Änderung vom 11.05.2010 4. Änderung vom 13.12.2013 5. Änderung vom 16.04.2014 6. Änderung vom 09.08.2016 7. Änderung vom 26.04.2017 8. Änderung vom 24.08.2017 9. Änderung vom 17.12.2018	Baubeginn: 17.11.2003 Erste Einlagerung: 06.12.2006 Ende 2019 befanden sich 86 Behälter im Zwischenlager.
2	Standort-Zwischenlager Philippsburg BW	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus den Blöcken 1 und 2 des Kernkraftwerks Philippsburg	1.600 Mg Schwermetall in bis zu 152 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $1,5 \cdot 10^{20}$ Bq Aktivität und 6,0 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 19.12.2003 1. Änderung vom 05.10.2006 2. Änderung vom 21.12.2006 3. Änderung vom 13.06.2014 4. Änderung vom 18.12.2014 5. Änderung vom 24.02.2016	Baubeginn: 17.05.2004 Erste Einlagerung: 19.03.2007 Ende 2019 befanden sich 62 Behälter im Zwischenlager.
3	Zwischenlager im KKW Obrigheim BW	Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente und Kernbauteile aus dem KKW Obrigheim (Nasslagerung)	980 Brennelemente (ca. 286 Mg SM)	26.10.1998 nach § 7 AtG	Im Zeitraum Juni bis Dezember 2017 wurden die insgesamt 342 eingelagerten Brennelemente zum SZL Neckarwestheim verbracht.
4	Standort-Zwischenlager Grafenrheinfeld BY	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	800 Mg Schwermetall in bis zu 88 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $5 \cdot 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,5 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 12.02.2003 Anordnung des Sofortvollzuges am 10.09.2003 1. Änderung vom 31.07.2007 2. Änderung vom 06.10.2011 3. Änderung vom 03.11.2011 4. Änderung vom 26.04.2018 5. Änderung vom 15.11.2018 6. Änderung vom 16.12.2019	Baubeginn: 22.09.2003 Erste Einlagerung: 27.02.2006 Ende 2019 befanden sich 43 Behälter im Zwischenlager.

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
5	Standort-Zwischenlager Gundremmingen BY	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus den Blöcken B und C des Kernkraftwerks Gundremmingen	1.850 Mg Schwermetall in bis zu 192 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $2,4 \cdot 10^{20}$ Bq Aktivität und 6,0 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 19.12.2003 Anordnung des Sofortvollzuges am 28.07.2004 1. Änderung vom 02.06.2006 2. Änderung vom 07.01.2014 3. Änderung vom 27.02.2015 4. Änderung vom 27.10.2015 5. Änderung vom 14.12.2017	Baubeginn: 23.08.2004 Erste Einlagerung: 25.08.2006 Ende 2019 befanden sich 69 Behälter im Zwischenlager.
6	Standort-Zwischenlager Isar Niederaichbach BY	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus den Kernkraftwerken Isar 1 und Isar 2	1.500 Mg Schwermetall in bis zu 152 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $1,5 \cdot 10^{20}$ Bq Aktivität und 6,0 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 22.09.2003 Anordnung des Sofortvollzuges am 28.05.2004 1. Änderung vom 11.01.2007 2. Änderung vom 29.02.2008 3. Änderung vom 16.11.2011 4. Änderung vom 07.02.2012 5. Änderung vom 20.06.2016 6. Änderung vom 28.07.2016 7. Änderung vom 09.08.2017	Baubeginn: 14.06.2004 Erste Einlagerung: 12.03.2007 Ende 2019 befanden sich 73 Behälter im Zwischenlager.
7	Standort-Zwischenlager Biblis HE	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus den Blöcken A und B des Kernkraftwerks Biblis Aufbewahrung von HAW-Glaskokillen aus Sellafield in bis zu sieben Behältern der Bauart CASTOR® HAW28M	1.400 Mg Schwermetall in bis zu 135 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $8,5 \cdot 10^{19}$ Bq Aktivität und 5,3 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 22.09.2003 1. Änderung vom 20.10.2005 1. Ergänzung vom 20.03.2006 2. Änderung vom 27.03.2006 3. Änderung vom 16.06.2014 4. Änderung vom 22.07.2014 5. Änderung vom 22.09.2015 6. Änderung vom 07.04.2016 7. Änderung vom 14.12.2017 8. Änderung vom 14.06.2018 9. Änderung vom 19.12.2019	Baubeginn: 01.03.2004 Erste Einlagerung: 18.05.2006 Ende 2019 befanden sich 102 Behälter im Zwischenlager.
8	Standort-Zwischenlager Grohnde NI	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Grohnde	1.000 Mg Schwermetall in bis zu 100 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $5,5 \cdot 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,75 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 20.12.2002 Anordnung des Sofortvollzuges am 19.09.2005 1. Änderung vom 17.04.2007 2. Änderung vom 23.05.2012 3. Änderung vom 25.06.2012	Baubeginn: 10.11.2003 Erste Einlagerung: 27.04.2006 Ende 2019 befanden sich 34 Behälter im Zwischenlager.

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
9	Standort-Zwischenlager Lingen (Emsland) Bramsche NI	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Emsland	1.250 Mg Schwermetall in bis zu 125 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $6,9 \cdot 10^{19}$ Bq Aktivität und 4,7 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 06.11.2002 mit Anordnung des Sofortvollzuges 1. Ergänzung vom 31.07.2007 1. Änderung vom 01.02.2008 2. Änderung vom 19.12.2014 3. Änderung vom 07.08.2015	Baubeginn: 18.10.2000 Erste Einlagerung: 10.12.2002 Ende 2019 befanden sich 47 Behälter im Zwischenlager.
10	Standort-Zwischenlager Unterweser Rodenkirchen NI	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Unterweser	800 Mg Schwermetall in bis zu 80 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $4,4 \cdot 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,0 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 22.09.2003 Anordnung des Sofortvollzuges am 05.02.2007 1. Änderung vom 27.05.2008 2. Änderung vom 05.01.2012 3. Änderung vom 18.12.2012 4. Änderung vom 11.08.2016 5. Änderung vom 02.11.2017 6. Änderung vom 26.07.2018	Baubeginn: 19.01.2004 Erste Einlagerung: 18.06.2007 Ende 2019 befanden sich 40 Behälter im Zwischenlager.
11	AVR-Behälterlager im FZJ Jülich NW	Aufbewahrung abgebrannter AVR-Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern vom Typ CASTOR®	Bis zu 300.000 AVR-Brennelemente in max. 158 CASTOR® THTR/AVR - Behältern	Bescheid nach § 6 AtG vom 17.06.1993 1. Änderung vom 27.04.1995 2. Änderung vom 07.07.2005 Am 30.06.2013 ist die Aufbewahrungsgenehmigung ausgelaufen.	Seit 2009 befinden sich 152 CASTOR® THTR/AVR -Behälter im Zwischenlager.
12	Standort-Zwischenlager Krümmel (bei Geesthacht), SH	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Krümmel	775 Mg Schwermetall in bis zu 65 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $9,6 \cdot 10^{19}$ Bq Aktivität und 2,28 MW Wärmefreisetzung Mit der 4. Änderung wurde die Anzahl der Stellplätze von 80 auf 65 Plätze und die Wärmeleistung von 3,0 auf 2,28 MW reduziert.	Nach § 6 AtG vom 19.12.2003 1. Änderung vom 16.11.2005 Anordnung des Sofortvollzuges am 28.04.2006 2. Änderung vom 17.10.2007 3. Änderung vom 09.07.2014 4. Änderung vom 18.04.2016 5. Änderung vom 04.07.2016 6. Änderung vom 18.12.2018	Baubeginn: 23.04.2004 Erste Einlagerung: 14.11.2006 Ende 2019 befanden sich 42 Behälter im Zwischenlager.
13	Standort-Zwischenlager Brokdorf SH	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Brokdorf	1000 Mg Schwermetall in bis zu 100 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $5,5 \cdot 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,75 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 28.11.2003 1. Änderung vom 24.05.2007 2. Änderung vom 19.07.2012 3. Änderung vom 29.08.2012	Baubeginn: 05.04.2004 Erste Einlagerung: 05.03.2007 Ende 2019 befanden sich 33 Behälter im Zwischenlager.

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
14	Standort-Zwischenlager Brunsbüttel SH	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Brunsbüttel	450 Mg Schwermetall in bis zu 80 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $6,0 \cdot 10^{19}$ Bq Aktivität und 2,0 MW Wärmefreisetzung	<p>Nach § 6 AtG vom 28.11.2003 Anordnung des Sofortvollzuges am 28.10.2005 1. Änderung vom 14.03.2008 2. Änderung vom 21.07.2014</p> <p>Mit Urteil des OVG Schleswig vom 13.06.2013 und Beschluss des BVerwG vom 08.01.2015 wurde die Genehmigung zur Aufbewahrung aufgehoben.</p> <p>Am 16.11.2015 hat die Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG einen Antrag auf Neugenehmigung gestellt.</p>	<p>Baubeginn: 07.10.2003</p> <p>Erste Einlagerung: 05.02.2006</p> <p>Seit Ende 2017 befinden sich 20 Behälter im Zwischenlager. 9 Behälter wurden bis 2013 auf Grundlage der Aufbewahrungsgenehmigung eingelagert. Elf Behälter werden seit 2017 auf Grundlage einer aufsichtlichen Anordnung aufbewahrt.</p>

Tabelle III.6: Externe Abfallzwischenlager

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
1	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) Karlsruhe BW	Lagerung von nicht wärmeentwickelnden Abfällen von FZK, WAK, ITU, Landessammelstelle BW sowie begrenzt bzw. zur Pufferung auch von Dritten	Umgang (Konditionierung und Zwischenlagerung) mit radioaktiven Reststoffen und kernbrennstoffhaltigen Abfällen bis zu einer Gesamtaktivität von $4,5 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 9 AtG vom 25.11.1983, abgelöst durch die Genehmigung nach § 9 AtG vom 29.06.2009	In Betrieb seit Dezember 1964.
2	Zwischenlager der EVU Mitterteich BY	Zwischenlagerung von Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aus bayerischen kerntechnischen Anlagen	40.000 Abfallgebinde (200-l-, 400-l- oder Gussbehälter)	Umgangsgenehmigungen nach § 3 StrlSchV (alt) vom 07.07.1982	In Betrieb seit Juli 1987.
3	Standort-Zwischenlager Biblis HE	Zwischenlagerung sonstiger radioaktiver Stoffe im Rahmen einer kombinierten Nutzung des Standort-Zwischenlagers	Bis zu einer Gesamtaktivität von $1 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV (alt) vom 13.12.2006	In Betrieb seit Juni 2008.
4	Zwischenlager der NCS Hanau HE	Zwischenlagerung vernachlässigbar wärmeentwickelnder Abfälle überwiegend der kerntechnischen Industrie	1.250 Konrad-Container (KC) und 800 m ² Stellfläche	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV vom 11.06.2002 Umgangsgenehmigung nach § 3 StrlSchV (alt) vom 02.04.1982	In Betrieb seit Oktober 2002. In Betrieb seit 1982.
5	Zwischenlager Nord (ZLN) Rubenow MV	Zwischenlagerung von Betriebs- und Stilllegungsabfällen der KKW Greifswald und Rheinsberg mit Zwischenlagerung der abgebauten Großkomponenten	165.000 m ³	Umgangsgenehmigung nach § 3 StrlSchV (alt) vom 20.02.1998	In Betrieb seit März 1998.
6	Abfalllager Unterweser NI	Lagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aus den KKW Unterweser und Stade	200-l- und 400-l-Fässer, Betonbehälter, Stahlblechcontainer, Betoncontainer, Gussbehälter mit einer Gesamtaktivität bis $1,85 \cdot 10^{15}$ Bq	Umgangsgenehmigungen nach § 3 StrlSchV (alt) vom 24.06.1981, 29.11.1991 und 06.11.1998	In Betrieb seit Herbst 1981.

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
7	Abfalllager Gorleben (Fasslager) NI	Lagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aus KKW, Medizin, Forschung und Gewerbe	200-I-, 400-I-Fässer, Betonbehälter Typ III, Gussbehälter Typ I-II, Container Typ I-IV mit einer Gesamtaktivität bis $5 \cdot 10^{18}$ Bq	Umgangsgenehmigungen nach § 3 StrlSchV (alt) vom 27.10.1983, 13.10.1987 und 13.09.1995	In Betrieb seit Oktober 1984.
8	Abfalllager Ahaus NW	Lagerung von radioaktiven Abfällen aus KKW	Konradgebinde, 20' Container und Anlagenteile, Gesamt-Aktivitätsbegrenzung für den Lagerbereich I von $1 \cdot 10^{17}$ Bq	Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV vom 09.11.2009	In Betrieb seit Juli 2010.
9	Zwischenlager Rossendorf (ZLR) SN	Zwischenlagerung von Betriebs- und Stilllegungsabfällen des Forschungsstandortes	Gesamtlagervolumen von 2.770 m ³ (Brutto)	Umgangsgenehmigung nach § 3 StrlSchV (alt) vom 10.02.1999	In Betrieb seit Februar 1999.

Tabelle III.7: Wiederaufarbeitungsanlagen

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
1	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) Eggenstein-Leopoldshafen, BW	Versuchsanlage zur Wiederaufarbeitung und Technologieentwicklung	0,175 Mg SM/Tag; ca. 40 Mg UO ₂ /a	<p>Betrieb WAK: 1. TBG nach § 7 AtG vom 02.01.1967</p> <p>Stilllegung WAK: 1. Stilllegungsgenehmigung, März 1993 23. Stilllegungsgenehmigung vom 14.12.2011 zur Demontage des LAVA-Hochaktiv-Labors und der LAVA-(Heißen)-Zellen 24. Stilllegungsgenehmigung vom 28.04.2014 zur vorgezogenen manuellen Demontage in der VEK 25. Stilllegungsgenehmigung zur manuellen Demontage der Medien- und Energieversorgung in der VEK vom 26.06.2017 26. Stilllegungsgenehmigung zur fernhantierten Demontage der VEK-Prozesstechnik vom 06.07.2018</p> <p>Betrieb VEK 1. Teilbetriebsgenehmigung (TBG) für die VEK vom 20.12.2005 (Inaktive Inbetriebsetzung) 2. Teilbetriebsgenehmigung für die VEK vom 24.02.2009 (Nukleare [heiße] Inbetriebnahme)</p>	<p>Die Anlage war von 1971 bis 1990 in Betrieb. In dieser Zeit wurden ca. 200 Mg Kernbrennstoffe aus Versuchs- und Leistungsreaktoren aufgearbeitet. Stilllegung und Rückbau mit dem Ziel „Grüne Wiese“ bis zum Jahr 2030 sind fortgeschritten. Die Einrichtungen des Prozessgebäudes sind weitgehend entfernt.</p> <p>Eine Verglasungseinrichtung (VEK) für 60 m³ HAWC wurde errichtet und bis Nov. 2010 betrieben. Das HAWC wurde vollständig verglast. Dabei wurden 140 Kokillen Abfallglas (56 Mg) erzeugt, die in 5 Transport- und Lagerbehälter vom Typ CASTOR® HAW 20/28 eingebracht wurden. Die CASTOR®-Behälter werden seit Februar 2011 im Zwischenlager Nord der EWN GmbH aufbewahrt. Damit sind wichtige Voraussetzungen für den Rückbau der VEK und der HAWC-Lagereinrichtungen geschaffen.</p>

Tabelle III.8: Konditionierungsanlagen für Brennelemente

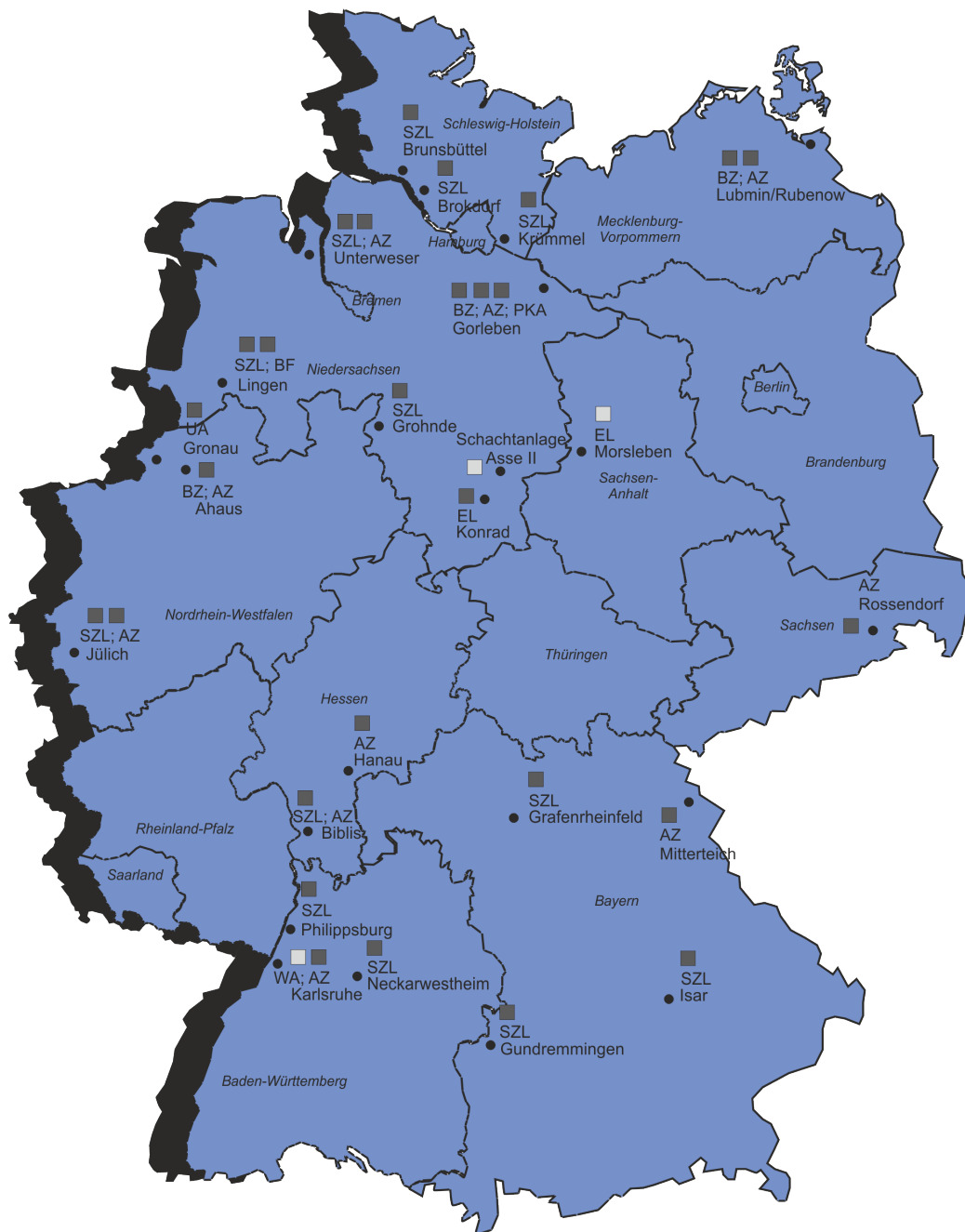
Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
1	Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) Gorleben, NI	Reparatur schadhafter Behälter, Konditionierung radioaktiver Reststoffe und Abfälle (u.a. ausgediente Brennelemente, Brennstäbe und Brennelement-Einbauteile) für die Zwischen- und Endlagerung	Beantragter Schwermetall-durchsatz: 35 Mg/a Kapazität betrieblicher Pufferlager: 12 Mg SM	nach § 7 AtG: 1. TG vom 30.01.1990 2. TG vom 21.07.1994 (nachträgliche Auflage vom 18.12.2001) 3. TG vom 19.12.2000 (beinhaltet die Betriebsgenehmigung) Änderungsgenehmigung vom 01.08.2017 (Wechsel des Genehmigungsinhabers)	Gemäß 3. TG wird die Nutzung der Anlage vorerst auf die Reparatur schadhafter Lagerbehälter beschränkt. Eine nachträgliche Auflage zur 2. TG gewährleistet die jederzeitige Bereitschaft zur Annahme eines schadhaften Behälters. Laut Aussage des niedersächsischen Umweltministers Lies im September 2019 soll die Anlage rückgebaut werden.

Tabelle III.9: Endlagerung und Stilllegungsprojekte

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Endgelagerte Mengen / Aktivität	Genehmigung	Bemerkungen
1	Endlager Konrad Salzgitter, NI	Endlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung		<p>Antrag nach § 9b AtG in 1982 (Planfeststellungsantrag) Rücknahme des Antrags auf Sofortvollzug mit Schreiben des BfS vom 17.07.2000. Der Planfeststellungsbeschluss ist mit Datum vom 22.05.2002 erteilt worden. Nach Erschöpfung des ordentlichen Rechtsweges nach Klagen gegen den Planfeststellungsbeschluss ist er seit 26.03.2007 rechtskräftig und kann umgesetzt werden. Anhängige Verfassungsbeschwerden sind nicht zugelassen oder nicht zur Entscheidung angenommen worden. Am 15.01.2008 wurde der Hauptbetriebsplan von der zuständigen Bergbehörde genehmigt.</p>	Die geologische Wirtsschicht ist Korallenoolith (Eisenerz) unterhalb einer wasserundurchlässigen Barriere aus der Kreidezeit.

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Endgelagerte Mengen / Aktivität	Genehmigung	Bemerkungen
2	Schachtanlage ASSE II Remlingen, NI	<p><u>Ursprünglich:</u> Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für die Endlagerung radioaktiver und chemisch-toxischer Abfälle, Endlagerung niedrig- und mittelradioaktiver Abfälle</p> <p><u>Aktuell:</u> Stilllegung nach vorheriger Rückholung der radioaktiven Abfälle gemäß §57b AtG.</p>	Zwischen 1967 und 1978 wurden ca. 125.000 Gebinde mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen eingelagert	<p>Genehmigungen nach § 3 StrlSchV (alt) in der Fassung vom 15.10.1965. Aufbewahrungsgenehmigungen für Kernbrennstoffe gem. § 6 AtG.</p> <p>Genehmigung nach § 7 StrlSchV erteilt am 08.07.2010 für den Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen außerhalb der Einlagerungskammern bis zum 100-fachen der Freigrenze.</p> <p>Genehmigung nach § 9 AtG zum Umgang mit Kernbrennstoffen und sonstigen radioaktiven Stoffen im Rahmen der Faktenerhebung Schritt 1 vom 21.04.2011.</p> <p>Weitere Genehmigung nach § 7 StrlSchV vom 20.09.2011 zum Umgang mit umschlossenen und offenen radioaktiven Stoffen (Strahlenschutzlabor).</p>	<p>Geologische Wirtsfornation ist Steinsalz.</p> <p>Zum 01.01.2009 wurde das BfS, seit 25.04.2017 die BGE mbH Betreiber der Schachtanlage Asse II.</p> <p>Seit Inkrafttreten der LEX Asse im April 2013 (§57b AtG.) sollen vor der unverzüglichen Stilllegung die radioaktiven Abfälle zurückgeholt werden, insofern dies sicherheitstechnisch vertretbar ist.</p>

Nr.	Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Endgelagerte Mengen / Aktivität	Genehmigung	Bemerkungen
3	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) ST	<p><u>Ursprünglich:</u> Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle mit überwiegend kurzlebigen Radionukliden</p> <p><u>Aktuell:</u> Stilllegung mit Verbleib der Abfälle unter Tage</p>	Endlagerung von insgesamt ca. 36.752 m ³ schwach- und mittelradioaktiven Abfällen	<p>22.04.1986: Erteilung der Dauerbetriebsgenehmigung (DBG). Diese galt nach § 57a AtG bis zum 30.06.2005 fort; durch Novellierung des AtG 2002 gilt die DBG unbegrenzt mit Ausnahme der Regelungen zur Annahme von weiteren radioaktiven Abfällen oder deren Einlagerung zum Zwecke der Endlagerung als PFB fort.</p> <p>12.04.2001: Erklärung des BfS auf Verzicht zur Annahme weiterer radioaktiver Abfälle zur Endlagerung.</p>	<p>Die Geologie der Einlagerungsbereiche ist durch Kali- und Steinsalzformationen bestimmt. Am 25.09.1998 wurde die Einlagerung eingestellt.</p> <p>Umrüstung und Offenhaltung wurden am 10.07.2003 beantragt. Das Verfahren ruht seit dem 11.06.2014.</p> <p>Die Stilllegung wurde am 09.05.1997 beantragt. Nach dem Erörterungstermin im Oktober 2012 führt die BGE mbH derzeit umfangreiche Arbeiten zur Ergänzung der Planfeststellungsunterlagen entsprechend den Empfehlungen der Entsorgungskommission des Bundes vom 31.03.2013 und zu Nachforderungen der Gutachter des MULE durch.</p>



Legende:

AZ	Zwischenlager für radioaktive Abfälle	SZL	Standortzwischenlager
BF	Brennelementefabrik	UA	Urananreicherungsanlage
BZ	Zentrales Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente	WA	Wiederaufarbeitungsanlage
EL	Endlager für radioaktive Abfälle	■	In Betrieb/in Bau
PKA	Pilotkonditionierungsanlage	□	In Stilllegung

Stand: 31.12.2019

Abb. III.1: Standorte der nuklearen Ver- und Entsorgung



Bundesamt
für die Sicherheit
der nuklearen Entsorgung

L

Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
Wegelystr. 8, D-10623 Berlin
Telefon: + 49 3018 1843210
E-Mail: info@bfe.bund.de
Internet: www.base.bund.de
Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier