

# Statusbericht zur Kernenergie- nutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2016

Abteilung Kerntechnische Sicherheit und  
atomrechtliche Aufsicht in der Entsorgung

Ines Bredberg (BfE)

Johann Hutter (BfE)

Kerstin Kühn (BfE)

Katarzyna Niedzwiedz (BfE)

Frank Philippczyk (BfE)

Achim Thömmes (BfS)



Bundesamt für  
kerntechnische  
Entsorgungssicherheit

**BfE-KE-01/17**

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokuments immer auf folgende URN:  
**urn:nbn:de:0221-2017070714281**

Zur Beachtung:

BfE-Berichte und BfE-Schriften können von den Internetseiten des Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit unter <http://www.bfe.bund.de> kostenlos als Volltexte heruntergeladen werden.

**Salzgitter, August 2017**

# **Statusbericht zur Kernenergie- nutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2016**

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

**Ines Bredberg (BfE)**

**Johann Hutter (BfE)**

**Kerstin Kühn (BfE)**

**Katarzyna Niedzwiedz (BfE)**

**Frank Philippczyk (BfE)**

**Achim Thömmes (BfS)**



# INHALT

|   |           |
|---|-----------|
| ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....   | 6         |
| <b>1 ELEKTRISCHE ENERGIEERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND .....</b>                    | <b>11</b> |
| 1.1 ALLGEMEINES .....   | 11        |
| 1.2 DAS ERNEUERBARE-ENERGIEN-GESETZ.....                                      | 12        |
| 1.3 AUSSTIEG AUS DER STROMERZEUGUNG DURCH KERNENERGIE .....                   | 12        |
| 1.3.1 Auswirkungen des Reaktorunfalls in Fukushima.....                       | 12        |
| 1.3.2 Stand der Atomgesetzgebung in Deutschland .....                         | 12        |
| 1.3.3 Erzeugte Elektrizitätsmengen in Deutschland .....                       | 13        |
| 1.3.4 Aufgaben des Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit ..... | 13        |
| <b>2 KERNKRAFTWERKE.....</b>  | <b>16</b> |
| 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 STILLEGUNG .....  | 22        |
| 2.4 KERNKRAFTWERKE AUS DEM ATOMGESETZ ENTLASSEN .....                         | 26        |
| 2.5 EINGESTELLTE KERNKRAFTWERKSVORHABEN .....                                 | 27        |
| <b>3 FORSCHUNGSREAKTOREN .....</b>  | <b>29</b> |
| 3.1 FORSCHUNGSREAKTOREN IN BETRIEB .....                                      | 29        |
| 3.2 FORSCHUNGSREAKTOREN ENDGÜLTIG ABGESCHALTET .....                          | 31        |
| 3.3 FORSCHUNGSREAKTOREN IN STILLEGUNG .....                                   | 32        |
| 3.4 FORSCHUNGSREAKTOREN AUS DEM ATOMGESETZ ENTLASSEN.....                     | 34        |
| <b>4 ANLAGEN DER NUKLEAREN VER- UND ENTSORGUNG.....</b>                       | <b>37</b> |
| 4.1 URANANREICHERUNGSANLAGEN.....   | 37        |
| 4.2 BRENNELEMENTFABRIKEN .....  | 37        |
| 4.2.1 Brennelementfabrik in Betrieb .....                                     | 37        |
| 4.2.2 Brennelementfabriken aus dem Atomgesetz entlassen .....                 | 38        |
| 4.3 LAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE .....                                 | 39        |
| 4.3.1 Lagerung in Kernkraftwerken.....  | 39        |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 4.3.2      | Lagerung in dezentralen Zwischenlagern.....                                  | 39        |
| 4.3.3      | Lagerung in zentralen Zwischenlagern.....                                    | 43        |
| <b>4.4</b> | <b>ZWISCHENLAGERUNG VON RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN UND KERNBRENNSTOFFEN .....</b> | <b>45</b> |
| 4.4.1      | Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen .....                             | 45        |
| 4.4.2      | Staatliche Verwahrung von Kernbrennstoffen .....                             | 45        |
| <b>4.5</b> | <b>DIE WIEDERAUFARBEITUNG VON KERNBRENNSTOFFEN.....</b>                      | <b>46</b> |
| <b>4.6</b> | <b>KONDITIONIERUNG VON BRENNELEMENTEN.....</b>                               | <b>48</b> |
| <b>4.7</b> | <b>ENDLAGERUNG.....</b>  | <b>48</b> |
| 4.7.1      | Gesetzliche Grundlagen für die Endlagerung.....                              | 48        |
| 4.7.2      | Zuständigkeiten bei der Aufsicht über Endlager.....                          | 50        |
| 4.7.3      | Endlager und Stilllegungsprojekte .....                                      | 50        |
|            | <b>ANHÄNGE – ÜBERSICHT.....</b>  | <b>56</b> |
|            | <b>ANHANG I – KERNKRAFTWERKE .....</b>                                       | <b>57</b> |
|            | <b>ANHANG II – FORSCHUNGSREAKTOREN .....</b>                                 | <b>66</b> |
|            | <b>ANHANG III – ANLAGEN DER NUKLEAREN VER- UND ENTSORGUNG .....</b>          | <b>74</b> |

# ZUSAMMENFASSUNG

Am 30.07.2016 ist das "Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung" in Kraft getreten. Es sieht vor, die staatlichen Aufgaben der Genehmigung und Aufsicht im Bereich der Kerntechnik, der Zwischenlagerung, der Standortauswahl und der Endlagerüberwachung mehrheitlich in einer neuen Behörde zu bündeln, dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE).

Mit Inkrafttreten des Gesetzes wurden die entsprechenden Fachaufgaben des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) auf das BfE übertragen. Die Aufgabe zur Erstellung des jährlichen Statusberichtes zur Kernenergienutzung ist nunmehr Aufgabe des BfE.

Für die operativen Aufgaben der Standortsuche, der Errichtung und des Betriebs der Endlager sowie der Schachanlage Asse II und des Bergwerks Gorleben wird eine staatseigene Gesellschaft, die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE), die Verantwortung übernehmen.

Der vorliegende Bericht mit dem Stand 31.12.2016 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. Zum Berichtszeitpunkt 31.12.2016 waren acht Kernkraftwerksblöcke in Betrieb. Die Stromerzeugung durch Kernenergie im Jahr 2016 betrug insgesamt ca. 84,6 TWh (2015: 91,8 TWh). Der Anteil der Kernenergie an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung betrug 13,0 % (2015: 14,2 %)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, die Aufsicht und die laufenden Projekte beschrieben. Die Informationen sind am Ende des Berichts zu einer Übersicht in Tabellenform zusammengefasst. Der Bericht wird jährlich in aktualisierter Form herausgegeben.

---

¹ Vorläufige Schätzwerte März 2017/ Quelle: BDEW

## 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   |
| AtVfV       | Atomrechtliche Verfahrensverordnung  |
| AVR         | Atomversuchskernkraftwerk Jülich   |
| A2B         | ASSE II Begleitgruppe  |
| BB          | Brandenburg  |
| BBergG      | Bundesberggesetz   |
| BDEW        | Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.   |
| BE          | Berlin   |
| BER II      | Berliner-Experimentier-Reaktor II  |
| BfE         | Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit   |
| BfKEG       | Gesetz über die Errichtung eines Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit                      |
| BfS         | Bundesamt für Strahlenschutz   |
| BGE         | Bundesgesellschaft für Endlagerung   |
| BGR         | Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe  |
| BLG         | Brennelementlager Gorleben GmbH  |
| BMBF        | Bundesministerium für Bildung und Forschung  |
| BMF         | Bundesministerium für Finanzen   |
| BMFT        | Bundesministerium für Forschung und Technologie  |
| BMU         | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (am 17.12.2013 umbenannt in BMUB)          |
| BMUB        | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (vormals BMU)                         |
| BNFL        | British Nuclear Fuels Ltd.   |
| Bq          | Becquerel  |
| BUND        | Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.   |
| BVerfG      | Bundesverfassungsgericht   |
| BVerwG      | Bundesverwaltungsgericht   |
| BW          | Baden-Württemberg  |
| BWE         | Bundesverband WindEnergie e.V.   |
| BY          | Bayern   |
| BZA         | Brennelement-Zwischenlager-Ahaus-GmbH  |
| CASTOR®     | Cask for Storage and Transport of Radioactive material   |
| CEA         | Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives   |
| CLAB        | Centralt mellanlager för använt bränsle, Zentrales Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente in Schweden |
| COGEMA      | Compagnie Générale des Matières Nucléaires, AREVA-Gruppe   |
| CSD-C       | Colis Standard de Déchets Compactés  |
| DAHER-NCS   | Nuclear Cargo + Service GmbH   |
| DBE         | Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH                               |
| DBG         | Dauerbetriebsgenehmigung   |
| DDR         | Deutsche Demokratische Republik  |
| DIDO        | Schwerwassermoderierter und -gekühlter Forschungsreaktor im Forschungszentrum Jülich                       |
| DKFZ        | Deutsches Krebsforschungszentrum   |
| 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  |
| E.ON        | E.ON Kernkraft GmbH  |
| ERAM        | Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben   |

|        |   |
|--------|---|
| ERU    | Enriched-Uranium (angereichertes Uran)  |
| ESK    | Entsorgungskommission   |
| EVU    | Energieversorgungsunternehmen   |
| EW     | Entwurfsunterlage   |
| EWN    | Energiewerke Nord GmbH <sup>2</sup>   |
| 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  |
| KBS    | Kauen-, Betriebs- und Sozialgebäude   |
| KEITER | Kritisches Experiment zum Incore-Thermionik-Reaktor   |
| KGR    | Kernkraftwerk Greifswald  |
| KIT    | Karlsruher Institut für Technologie   |
| KKB    | Kernkraftwerk Brunsbüttel   |
| KKE    | Kernkraftwerk Emsland   |
| KKG    | Kernkraftwerk Grafenrheinfeld   |
| KKI 1  | Kernkraftwerk Isar 1  |

---

<sup>2</sup> Nach Redaktionsschluss: Änderung des Betreibernamens mit dem 02.02.2017 in EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH.

|                  |   |
|------------------|---|
| 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   |
| KTA              | Kerntechnischer Ausschuss   |
| 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  |
| LBEG             | Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Clausthal Zellerfeld)                                      |
| LEU              | Low Enriched Uranium  |
| 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 <sub>e</sub>  | Megawatt elektrische Leistung   |
| MWEIMH NRW       | Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen |
| MWh              | Megawattstunde  |
| MW <sub>th</sub> | Megawatt thermische Leistung  |
| mvK              | mit verändertem Korb  |
| MZFR             | Mehrzweckforschungsreaktor, Karlsruhe   |
| NBauO            | Niedersächsische Bauordnung   |
| NCS              | Nuclear Cargo + Service GmbH, seit 01.10.2015 DAHER-NCS   |
| NI               | Niedersachsen   |
| NMU              | Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz                                       |
| NUKEM            | NUKEM GmbH Alzenau  |
| NW               | Nordrhein-Westfalen   |
| OFD              | Oberfinanzdirektion   |
| OH               | Otto Hahn   |
| oHG              | Offene Handelsgesellschaft  |
| OVG              | Oberverwaltungsgericht  |
| PE               | PreussenElektra GmbH  |
| PFB              | Planfeststellungsbeschluss  |
| PKA              | Pilotkonditionierungsanlage   |
| PSÜ              | Periodische Sicherheitsüberprüfung  |
| PTB              | Physikalisch-Technische Bundesanstalt   |
| PuO <sub>2</sub> | Plutoniumdioxid   |
| RAKE             | Rosendorfer Anordnung für Kritische Experimente   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| RDB                           | Reaktordruckbehälter   |
| RFR                           | Rossendorfer Forschungsreaktor   |
| RP                            | Rheinland-Pfalz  |
| RRR                           | Rossendorfer Ringzonenreaktor  |
| RRRFR                         | Russian Research Reactor Fuel Return                                       |
| RSK                           | Reaktor-Sicherheitskommission  |
| RWE                           | Rheinisch-Westfälische Elektrizitätsgesellschaft                           |
| SAAS                          | Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (der ehemaligen DDR) |
| SAR                           | Siemens Argonaut Reaktor   |
| SE                            | Sicherer Einschluss  |
| 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   |
| SSK                           | Strahlenschutzkommission   |
| ST                            | Sachsen-Anhalt   |
| StandAG                       | Standortauswahlgesetz  |
| STARK                         | Schnell-Thermischer Argonaut Reaktor                                       |
| StMUV                         | Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz             |
| StrlSchV                      | Strahlenschutzverordnung   |
| SUA                           | Siemens-Unterkritische Anordnung   |
| SUR                           | Siemens-Unterrichtsreaktor   |
| SWR                           | Siedewasserreaktor   |
| SZL                           | Standort-Zwischenlager   |
| TBG                           | Teilbetriebsgenehmigung  |
| 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 <sub>3</sub> O <sub>8</sub> | Triuranoxid  |
| UAG                           | Urananreicherungsanlage Gronau   |
| UF <sub>6</sub>               | Uranhexafluorid  |
| UNS                           | Unabhängiges Notstandssystem   |
| UO <sub>2</sub>               | Urandioxid   |
| UTA                           | Urantrennarbeit  |
| UVP                           | Umweltverträglichkeitsprüfung  |
| VAK                           | Versuchsatomkraftwerk Kahl   |
| VBA                           | Verlorene Betonabschirmung   |
| VDEW                          | Verband der Elektrizitätswirtschaft (e.V.)                                 |
| VDMA                          | Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.                           |
| VEK                           | Verglasungseinrichtung Karlsruhe   |
| VGB                           | Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber (e.V.)                  |
| VKTA                          | Strahlenschutz, Analytik und Entsorgung Rossendorf (e.V.)                  |

|           |   |
|-----------|---|
| WAK       | Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs- GmbH  |
| WAW       | Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf   |
| WU        | Wirtschaftlichkeitsuntersuchung   |
| 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 Jahre 2016 wurden in der Bundesrepublik Deutschland insgesamt ca. 648,4 TWh (2015: ca. 646,9 TWh) elektrische Energie erzeugt (Bruttoerzeugung exklusive Einspeisungen, d.h. ohne Stromsaldo). Die Bruttostromerzeugung in Deutschland war nahezu konstant im Vergleich zum Vorjahr (siehe Tabelle 1.1).

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

| ***                                   | 2013  |       | 2014  |       | 2015  |       | 2016* |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | TWh   | %     | TWh   | %     | TWh   | %     | TWh   | %     |
| <b>Kernenergie</b>                    | 97,3  | 15,2  | 97,1  | 15,5  | 91,8  | 14,2  | 84,6  | 13,0  |
| <b>Braunkohle</b>                     | 160,9 | 25,2  | 155,8 | 24,8  | 154,5 | 23,9  | 150,0 | 23,1  |
| <b>Steinkohle</b>                     | 127,3 | 19,9  | 118,6 | 18,9  | 117,7 | 18,2  | 111,5 | 17,2  |
| <b>Mineralöl</b>                      | 7,2   | 1,1   | 5,7   | 0,9   | 6,2   | 1,0   | 5,9   | 0,9   |
| <b>Erdgas</b>                         | 67,5  | 10,6  | 61,1  | 9,7   | 62,0  | 9,6   | 80,5  | 12,4  |
| <b>Erneuerbare, darunter</b>          | 152,4 | 23,8  | 162,5 | 25,9  | 187,4 | 29,0  | 188,3 | 29,0  |
| <b>Wind</b>                           | 51,7  | 8,1   | 57,3  | 9,1   | 79,2  | 12,2  | 77,4  | 11,9  |
| <b>Wasser</b>                         | 23,0  | 3,6   | 19,6  | 3,1   | 19,0  | 2,9   | 21,0  | 3,2   |
| <b>Biomasse</b>                       | 41,2  | 6,4   | 43,3  | 6,9   | 44,6  | 6,9   | 45,6  | 7,0   |
| <b>Photovoltaik</b>                   | 31,0  | 4,9   | 36,1  | 5,8   | 38,7  | 6,0   | 38,2  | 5,9   |
| <b>Müll (nur erneuerbarer Anteil)</b> | 5,4   | 0,8   | 6,1   | 1,0   | 5,8   | 1,0   | 6,0   | 0,9   |
| <b>Geothermie</b>                     | 0,1   | ****  | 0,1   | ****  | 0,1   | ****  | 0,2   | ****  |
| <b>Übrige (gesamt) **</b>             | 26,2  | 4,1   | 27,0  | 4,3   | 27,3  | 4,2   | 27,5  | 4,2   |
| <b>GESAMT</b>                         | 638,8 | 100,0 | 627,8 | 100,0 | 646,9 | 100,0 | 648,4 | 100,0 |

\* Alle Zahlen des Jahres 2016 sind vorläufige Werte, z. T. geschätzt.

\*\* 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 2017]

Aufgrund des geringeren Winddargebotes sank die Energieerzeugung aus Onshore-Windenergieanlagen im Berichtsjahr. Dafür erzeugten die Offshore-Windenergieanlagen mehr Strom als im Vorjahr. Grund war der weitere Zubau neuer Anlagen. Die günstige Preisentwicklung führte zu deutlichen Steigerungen bei der Energieerzeugung aus Erdgas im Vergleich zu den vergangenen Jahren. Auch bei der Energieproduktion aus Biomasse und Wasserkraft waren Zuwächse zu verzeichnen.

Der Anteil der Kernenergie an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung reduzierte sich von 14,2 % im Jahr 2015 auf 13,0 % im Jahr 2016 (Quelle: BDEW). Im Berichtsjahr wurde kein weiteres Kernkraftwerk abgeschaltet. Die Gesamt-Bruttogleistung der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke betrug 11.357 MWe (siehe Tabelle 2.1).

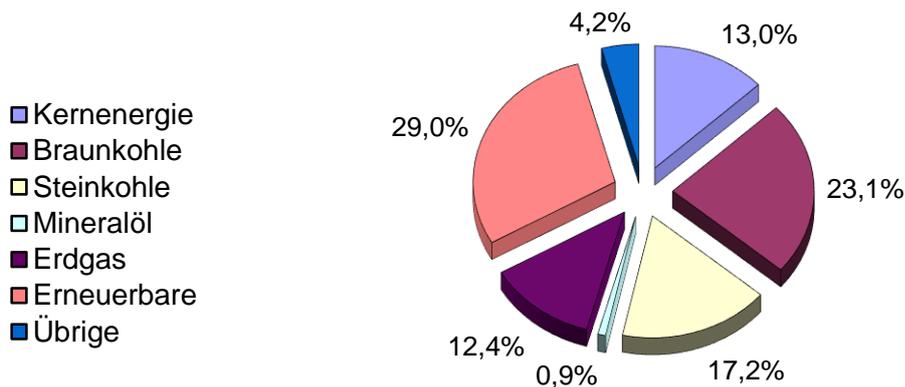


Abb. 1: Anteile der Energieträger an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung in 2016 (Basis: 648,4 TWh)

## 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 läutet die nächste Phase der Energiewende ein. Es ist das zentrale Instrument, um eine effektive jährliche Mengensteuerung zu erreichen und die erneuerbaren Energien stärker an den Markt heranzuführen.

(Quelle: BMWi, Kernpunkte des Bundestagsbeschlusses vom 08.07.2016)

## 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.

### 1.3.1 Auswirkungen des Reaktorunfalls in Fukushima

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.

### 1.3.2 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 sind somit endgültig abgeschaltet. Der Betreiber der Anlage Grafenrheinfeld (KKG) hatte bereits in 2014 öffentlich angekündigt, das KKG vorzeitig außer Betrieb zu nehmen. Am 27.06.2015 ging das KKG endgültig vom Netz.

Für die restlichen acht noch in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke legt das Atomgesetz (AtG) folgende Termine für das Laufzeitende beziehungsweise die endgültige Abschaltung fest:

31.12.2017 Kernkraftwerk Gundremmingen B

31.12.2019 Kernkraftwerk Philippsburg 2

31.12.2021 Kernkraftwerke Grohnde, Gundremmingen C und Brokdorf

31.12.2022 Kernkraftwerke Isar 2, Emsland und Neckarwestheim 2.

### **1.3.3 Erzeugte Elektrizitätsmengen in Deutschland**

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 am 06.08.2011 gemäß Atomgesetz abgeschalteten Kernkraftwerken (Biblis A, Neckarwestheim 1, Biblis B, Brunsbüttel, Isar 1, Unterweser, Philippsburg 1 und Krümmel) 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, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Aus Sicht des BMUB ist in diesem Fall jeweils eine eigene vergleichende Sicherheitsanalyse beider betroffener Kernkraftwerke erforderlich. Übertragungen von Elektrizitätsmengen sind dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) mitzuteilen und werden bei der Erfassung der Elektrizitätsmengen berücksichtigt.

### **1.3.4 Aufgaben des Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit**

Am 30. Juli 2016 ist das "Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung" in Kraft getreten. Es sieht vor, die staatlichen Aufgaben der Genehmigung und Aufsicht im Bereich der Kerntechnik, der Zwischenlagerung, der Standortauswahl sowie der Endlagerüberwachung mehrheitlich in einer neuen Behörde zu bündeln, dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE).

Damit übernimmt das BfE vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) die Aufgabe zur Erfassung und Dokumentation der in deutschen Kernkraftwerken erzeugten Netto-Elektrizitätsmengen mit dem 30.07.2016.

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

Das BfE gibt die erzeugten, übertragenen und verbleibenden Elektrizitätsmengen gemäß Atomgesetz im Bundesanzeiger bekannt. Die Bekanntgabe erfolgt einmal jährlich. Die Abbildung 2 gibt den Stand der Elekt-

rizitätsmengen zum 31.12.2016 wieder, der am 31.03.2017 als Jahresmeldung 2016 im Bundesanzeiger veröffentlicht wurde und auch auf der BfE-Website unter <https://www.bfe.bund.de/DE/kt/kta-deutschland/kkw/laufzeiten/laufzeiten.html> in der aktuellen Fassung eingesehen werden kann.

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

## Bekanntmachung gemäß § 7 Absatz 1 c Atomgesetz (AtG) - Jahresmeldung 2016 -

Vom 1. Januar 2000 bis 31. Dezember 2016 erzeugte, übertragene und verbleibende  
Elektrizitätsmengen [GWh netto] gemäß § 7 Absatz 1a Anlage 3 Spalte 2 AtG

| Kernkraftwerk                    | Elektrizitätsmenge<br>ab 1. Januar 2000 | 1. Januar 2000<br>bis<br>31. Dezember<br>2013 | Summe<br>2014   | Summe<br>2015   | Summe<br>2016   | Elektrizitäts-<br>mengen<br>übertragen bis<br>31. Dezember<br>2016 | verbleibende<br>Elektrizitäts-<br>menge |
|----------------------------------|---|---|-----------------|-----------------|-----------------|--|---|
| 1                                | 2                                       | 3   | 4               | 5               | 6               | 7  | 8                                       |
| Biblis A <sup>1) 4)</sup>        | 62000,00                                | 64591,29                                      | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 4785,53  | 2194,24                                 |
| Neckarwestheim 1 <sup>4)</sup>   | 57350,00                                | 57350,00                                      | 0,00            | 0,00            | 0,00            |  | 0,00                                    |
| Biblis B <sup>3) 4)</sup>        | 81460,00                                | 81737,52                                      | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 8100,00  | 7822,48                                 |
| Brunsbüttel <sup>4)</sup>        | 47670,00                                | 36670,33                                      | 0,00            | 0,00            | 0,00            |  | 10999,67                                |
| Isar 1 <sup>4)</sup>             | 78350,00                                | 76325,88                                      | 0,00            | 0,00            | 0,00            |  | 2024,12                                 |
| Unterweser <sup>4) 6) 7)</sup>   | 117980,00                               | 106777,14                                     | 0,00            | 0,00            | 0,00            | -3800,00   | 7402,86                                 |
| Philippsburg 1 <sup>2) 4)</sup>  | 87140,00                                | 73185,87                                      | 0,00            | 0,00            | 0,00            | -5499,89   | 8454,24                                 |
| Grafenrheinfeld <sup>7) 4)</sup> | 150030,00                               | 136338,68                                     | 9853,99         | 4090,52         | 0,00            | 500,00   | 246,81                                  |
| Krümme <sup>4)</sup>             | 158220,00                               | 69974,89                                      | 0,00            | 0,00            | 0,00            |  | 88245,11                                |
| Gundremmingen B <sup>5) 6)</sup> | 160920,00                               | 140521,41                                     | 9527,08         | 10333,30        | 9517,68         | 11200,00   | 2220,53                                 |
| Philippsburg 2                   | 198610,00                               | 147774,70                                     | 9631,53         | 10621,39        | 9697,04         |  | 20885,34                                |
| Grohnde                          | 200900,00                               | 150326,00                                     | 9481,18         | 9864,56         | 8415,91         |  | 22812,35                                |
| Gundremmingen C <sup>5) 6)</sup> | 168350,00                               | 139403,00                                     | 10031,13        | 9841,63         | 8918,29         | 2000,00  | 2155,95                                 |
| Brokdorf                         | 217880,00                               | 154885,07                                     | 10974,17        | 10624,78        | 10938,01        |  | 30457,97                                |
| Isar 2                           | 231210,00                               | 160880,92                                     | 10794,90        | 10505,18        | 11338,88        |  | 37690,12                                |
| Emsland                          | 230070,00                               | 153700,48                                     | 10954,90        | 10396,15        | 10539,68        |  | 44478,79                                |
| Neckarwestheim 2                 | 236040,00                               | 146941,20                                     | 10588,09        | 10532,84        | 10687,24        |  | 57290,63                                |
| <b>Summe</b>                     | <b>2484180,00</b>                       | <b>1897384,38</b>                             | <b>91836,97</b> | <b>86810,35</b> | <b>80052,73</b> |  | <b>345381,21</b>                        |
| Stade <sup>1)</sup>              | 23180,00                                | 18394,47                                      |                 |                 |                 | -4785,53   | 0,00                                    |
| Obrigheim <sup>2)</sup>          | 8700,00                                 | 14199,89                                      |                 |                 |                 | 5499,89  | 0,00                                    |
| Mülheim-Kärlich <sup>3) 5)</sup> | 107250,00                               |   |                 |                 |                 | -18000,00  | 89250,00                                |
| <b>Gesamtsumme</b>               | <b>2623310,00</b>                       |   |                 |                 |                 |  | <b>434631,21</b>                        |

**Die Angaben in der Spalte 6 "Summe 2016" enthalten die von den Wirtschaftsprüfern gemäß § 7 Absatz 1 a AtG geprüften Werte.**

<sup>1)</sup> Das Kernkraftwerk Stade ging am 14. November 2003 außer Betrieb und wurde am 7. September 2005 stillgelegt. Die verbliebene Elektrizitätsmenge vom Kernkraftwerk Stade von 4785,53 GWh wurde am 11. Mai 2010 auf das Kernkraftwerk Biblis A übertragen.

<sup>2)</sup> Das Kernkraftwerk Obrigheim ging am 11. Mai 2005 außer Betrieb und wurde am 28. August 2008 stillgelegt. Die verbliebene Elektrizitätsmenge vom Kernkraftwerk Obrigheim von 0,11 GWh wurde auf das Kernkraftwerk Philippsburg 1 zurückübertragen.

<sup>3)</sup> Mit Schreiben PNN/Dr. Pa vom 30. Juni 2010 hat die RWE Power AG die Übertragung von 8100 GWh des Kontingentes der stillgelegten Anlage Mülheim-Kärlich (KMK) auf die Anlage Biblis B (KWB B) gemäß § 7 Absatz 1c Atomgesetz angezeigt. Die verbliebene Elektrizitätsmenge des KWB B betrug vor der Übertragung am 30. Juni 2010 5889,11 GWh.

<sup>4)</sup> Die Kernkraftwerke Biblis A, Biblis B, Brunsbüttel, Neckarwestheim 1, Isar 1, Unterweser, Krümme und Philippsburg 1 haben seit in Kraft treten des Dreizehnten Gesetzes zur Änderung des Atomgesetzes am 6. August 2011 keine Berechtigung zum Leistungsbetrieb mehr und sind von der Meldepflicht gemäß § 7 Absatz 1c Satz 1 Nr. 1 und 2 des Atomgesetzes (AtG) befreit. Die Anlage Grafenrheinfeld ist ab dem 1. Oktober 2015 von der monatlichen Meldepflicht befreit.

<sup>5)</sup> 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).

<sup>6)</sup> 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).

<sup>7)</sup> Übertragung von 500,00 GWh auf das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld vom Elektrizitätsmengenkontingent des abgeschalteten Kernkraftwerkes Unterweser am 5. Juni 2015 (Spalte 7).

**Abb. 2: Erzeugte, übertragene und verbleibende Elektrizitätsmengen (netto) der deutschen Kernkraftwerke (Jahresmeldung, Bundesanzeiger: 31. März 2017)**

## 2 KERNKRAFTWERKE

In der Bundesrepublik Deutschland ergab sich mit Stand 31.12.2016 folgender Status:

- 8 Kernkraftwerke in Betrieb,
- 9 Kernkraftwerke endgültig abgeschaltet<sup>3</sup>,
- 16 Kernkraftwerksblöcke in Stilllegung,
- 3 Kernkraftwerke Stilllegung beendet und aus dem Atomgesetz entlassen und
- 6 Kernkraftwerksvorhaben eingestellt.

**Tabelle 2.1: Kernkraftwerke in Deutschland 2016**

| Status                        | Druckwasser-reaktor (DWR) |              | Siedewasser-reaktor (SWR) |              | Sonstige |              | Gesamt |              |
|-------------------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|--------------|----------|--------------|--------|--------------|
|                               | Anzahl                    | MWe (brutto) | Anzahl                    | MWe (brutto) | Anzahl   | MWe (brutto) | Anzahl | MWe (brutto) |
| <b>In Betrieb</b>             | 6                         | 8.669        | 2                         | 2.688        | —        | —            | 8      | 11.357       |
| <b>Endgültig abgeschaltet</b> | 5                         | 6.120        | 4                         | 4.046        | —        | —            | 9      | 10.166       |
| <b>In Stilllegung</b>         | 10                        | 4.658        | 3                         | 1.172        | 3        | 344          | 16     | 6.174        |
| <b>Vollständig abgebaut</b>   | —                         | —            | 1                         | 16           | 2        | 131          | 3      | 147          |
| <b>Vorhaben eingestellt</b>   | 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.

---

<sup>3</sup> Nach Redaktionsschluss: Am 17.01.2017 wurde für das Kernkraftwerk Isar 1, am 03.02.2017 für das Kernkraftwerk Neckarwestheim 1, am 30.03.2017 für das Kernkraftwerk Biblis, Blöcke A und B und am 07.04.2017 für das Kernkraftwerk Philippsburg 1, die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung erteilt. Damit befinden sich nun 21 deutsche Kernkraftwerke in der Stilllegung, vier Kernkraftwerke sind endgültig abgeschaltet. (Stand: 12.04.2017)

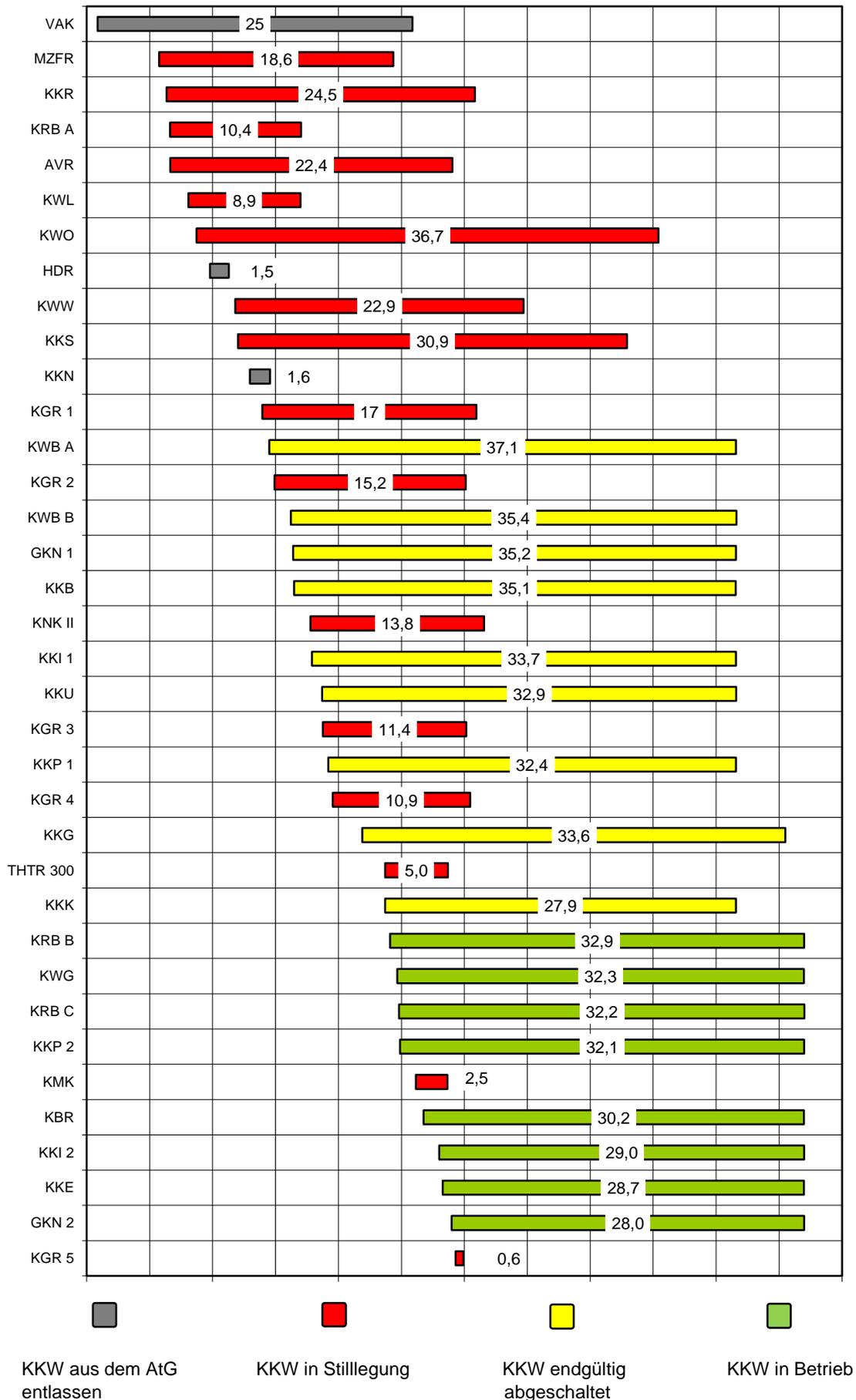


Abb. 3: Betriebszeiten der Kernkraftwerke in Deutschland in Jahren seit Erstkritikalität Stand 31.12.2016

## 2.1 KERNKRAFTWERKE IN BETRIEB

Eine Auflistung der im Berichtsjahr in Betrieb befindlichen acht Kernkraftwerke mit ihren wesentlichen Kenn-  
daten 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 Kernkraftwer-  
ken der letzten 10 Jahre aufgelistet. Das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) 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 ent-  
halten die nach der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) gemeldeten  
Ereignisse in Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren der Bundesrepublik Deutschland, die von der Stör-  
fallmeldestelle des BfS bzw. des BfE erfasst werden.

Details und weitere Informationen zu meldepflichtigen Ereignissen sind im Internet auf der BfE-Homepage  
unter [https://www.bfe.bund.de/DE/kt/ereignisse/ereignisse\\_node.html](https://www.bfe.bund.de/DE/kt/ereignisse/ereignisse_node.html) abrufbar.

**Tabelle 2.2: Durchschnittliche Verfügbarkeiten und Gesamtzahl meldepflichtiger Ereignisse der Kernkraftwerke**

| Jahr | Zeitverfügbar-<br>keit*<br>[%] | Arbeitsverfügbar-<br>keit*<br>[%] | Arbeitsausnutzung*<br>[%] | Zahl meldepflichtiger<br>Ereignisse |
|------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 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                                  |
| 2009 | 73,2                           | 74,2                              | 71,2                      | 104                                 |
| 2008 | 80,0                           | 80,9                              | 78,4                      | 92                                  |
| 2007 | 76,0                           | 76,4                              | 74,4                      | 118                                 |

\*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 vor-  
genommen 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 lau-  
fende Genehmigungsverfahren angesprochen, wenn ihnen eine besondere Bedeutung für den Anlagen- und  
Genehmigungszustand 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 spezi-  
ell 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 Flugzeugan-  
griffs (Tarnschutz durch künstliche Vernebelung) gestellt. Für einige Anlagen sind hierzu atomrechtliche Ge-  
nehmigungsbescheide nach § 7 AtG erteilt und umgesetzt worden.

#### **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<sub>e</sub> in Betrieb genommen wurde. Die derzeitige Reaktorleistung von  
1.400 MW<sub>e</sub> ergibt sich aufgrund mehrerer thermischer und elektrischer Leistungsänderungen.

Das Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 ist mit der Inbetriebnahme im Dezember 1988 das jüngste in Deutsch-  
land betriebene Kernkraftwerk.

Im Berichtsjahr wurde keine Genehmigung gemäß § 7 AtG erteilt.

Am 18.07.2016 hat die EnKK einen Antrag auf Stilllegung und Abbau des GKN 2 nach § 7 Absatz 3 AtG gestellt. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens fand am 29.11.2016 ein Scoping-Termin 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<sub>e</sub> in Betrieb gegangen. Durch mehrere thermische und elektrische Leistungserhöhungen wurde die elektrische Leistung der Anlage sukzessive auf einen Wert von 1.468 MW<sub>e</sub> erhöht.

Im Berichtsjahr wurde keine Genehmigung gemäß § 7 AtG erteilt.

Am 18.07.2016 hat die EnKK einen Antrag auf Stilllegung und Abbau des KKP 2 nach § 7 Absatz 3 AtG gestellt. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens fand am 12.12.2016 ein Scoping-Termin statt.

#### **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<sub>e</sub> in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.485 MW<sub>e</sub> ergibt sich aufgrund zweier thermischer und mehrerer elektrischer Leistungserhöhungen. Damit ist KKI 2 der derzeit leistungsstärkste Kernkraftwerksblock Deutschlands.

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

Im Berichtsjahr wurde keine Genehmigung gemäß § 7 AtG erteilt.

#### **Kernkraftwerk Gundremmingen Blöcke B und C (KRB-II-B und KRB-II-C)**

Gundremmingen ist eine Doppelblockanlage mit den beiden baugleichen Blöcken KRB-II-B und KRB-II-C. Es handelt sich dabei jeweils um einen Siedewasserreaktor (SWR) der Baureihe 72. Beide Blöcke wurden 1984 jeweils mit einer Leistung von 1.310 MW<sub>e</sub> in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von je 1.344 MW<sub>e</sub> ergibt sich durch jeweils zwei elektrische Leistungserhöhungen. Das Kernkraftwerk Gundremmingen bildet im Hinblick auf die elektrische Leistung die größte deutsche Kernkraftwerksanlage.

Am 11.12.2014 wurde vom Betreiber der Abbau von Anlagenteilen in Block B beantragt. Dieser Antrag wurde in Vorbereitung des im Jahr 2017 auslaufenden Leistungsbetriebs in Block B gestellt. Im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung erfolgte eine Auslegung der Unterlagen vom 24.10. bis 23.12.2016.

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.

Im Berichtsjahr wurde keine Genehmigung gemäß § 7 AtG erteilt.

#### **Kernkraftwerk Grohnde (KWG)**

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

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

Im Berichtsjahr wurde keine Genehmigung gemäß § 7 AtG erteilt.

#### **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<sub>e</sub> in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.406 MW<sub>e</sub> ergibt sich aufgrund einer thermischen und mehrerer elektrischen Leistungserhöhungen. Die letzte Leistungserhöhung um 6 MW erfolgte im Mai 2014 durch den Austausch der Hochdruckturbine.

Im Berichtsjahr wurde keine Genehmigung gemäß § 7 AtG erteilt.

Am 22.12.2016 hat die Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH einen Antrag auf Stilllegung und Abbau der Anlage gestellt.

#### **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<sub>e</sub> in Betrieb genommen. Die Reaktorleistung beträgt derzeit 1.480 MW<sub>e</sub>. 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 (PE).

Im Berichtsjahr wurde keine Genehmigung gemäß § 7 AtG erteilt.

## 2.2 KERNKRAFTWERKE ENDGÜLTIG ABGESCHALTET

Im nachfolgenden Kapitel sind die Kernkraftwerke dargestellt, die gemäß der Novellierung des Atomgesetzes (AtG) mit Inkrafttreten am 06.08.2011 endgültig abgeschaltet wurden. In 2015 wurde das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld (KKG) vom Betreiber vorzeitig vom Netz genommen. Somit zählt diese Anlage auch zu den endgültig abgeschalteten Kernkraftwerken. Tabelle I.3 des Anhangs I enthält die wichtigsten Daten zu den Kernkraftwerken dieser Kategorie.

Das Bundesverfassungsgericht entschied mit seinem Urteil vom 06.12.2016, dass das Atomausstiegsgesetz von 2011 im Wesentlichen mit der deutschen Verfassung in Einklang steht. Durch den erzielten Entsorgungskonsens (Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung) haben die Energieversorger angekündigt, ihre Klagen gegen die Maßnahmen im Rahmen des Atomausstiegs zurück zu nehmen.

### **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<sub>e</sub> in Betrieb genommen. Die elektrische Reaktorleistung betrug zuletzt 840 MW<sub>e</sub>, resultierend aus einer Leistungsabsenkung durch Kondensatorumberohrung im Jahre 1990. Die Anlage wurde auf Anordnung der Bundesregierung am 16.03.2011 abgefahren und befindet sich in der Nachbetriebsphase. Die Berechtigung zum Leistungsbetrieb ist mit Änderung des Atomgesetzes zum 06.08.2011 erloschen (siehe Kapitel 1.3.2). Die Brennelemente wurden aus dem Reaktor entfernt und in das Brennelementlagerbecken verbracht.

Die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung wurde am 24.04.2013 beantragt. Am 09.01.2015 wurde das Vorhaben bekannt gemacht. Die Auslegung der Unterlagen erfolgte vom 19.01. bis 18.03.2015. Ein Erörterungstermin wurde vom 16.06. bis 17.06.2015 durchgeführt.<sup>4</sup>

Beim Rückbau anfallende radioaktive Abfälle sollen im geplanten Standortabfalllager Neckarwestheim (SAL-N) gelagert werden, für welches am 23.04.2014 eine Genehmigung nach § 7 StrlSchV beantragt wurde. Im März 2016 wurde mit den Bauarbeiten zum SAL-N begonnen.

### **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<sub>e</sub> in Betrieb genommen. Die mit Abschaltung des Reaktors im Jahr 2011 gültige elektrische Leistung betrug 926 MW<sub>e</sub> und ergab sich aufgrund zweier elektrischer Leistungserhöhungen. Die Berechtigung zum Leistungsbetrieb ist mit Änderung des Atomgesetzes zum 06.08.2011 erloschen (siehe Kapitel 1.3.2). Das KKP 1 befindet sich im Nachbetrieb. Das KKP 1 ist seit dem 14.12.2016 brennelementefrei.

Am 24.04.2013 wurde ein Antrag gemäß § 7 Absatz 3 AtG auf Erteilung einer 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung gestellt. Das Vorhaben wurde am 28.01.2015 im Bundesanzeiger bekannt gemacht. Die Auslegung der Unterlagen im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung und der Erörterungstermin wurden 2015 durchgeführt.<sup>5</sup>

Beim Rückbau anfallende radioaktive Abfälle sollen im geplanten Standortabfalllager Philippsburg (SAL-P) gelagert werden, für welches am 03.06.2014 eine Genehmigung nach § 7 StrlSchV beantragt wurde.

### **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<sub>e</sub> in Betrieb genommen. Die Reaktorleistung lag zuletzt bei 1.345 MW<sub>e</sub> 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 vorzeitig vom Netz genommen. Ein Scoping-Termin im Rahmen der Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit fand am 19.03.2015 statt. Am 25.10.2016 wurde das Verfahren erörtert.

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

---

<sup>4</sup> Nach Redaktionsschluss: Am 03.02.2017 wurde die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung für das GKN 1 erteilt.

<sup>5</sup> Nach Redaktionsschluss: Am 07.04.2017 wurde die Stilllegungs- und erste Abbaugenehmigung für das KKP 1 erteilt.

### **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<sub>e</sub> in Betrieb genommen. Die zuletzt gültige elektrische Reaktorleistung betrug 912 MW<sub>e</sub>. 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 1.3.2). 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. Im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung zum Genehmigungsverfahren fand am 22.07.2014 ein Erörterungstermin statt<sup>6</sup>.

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

### **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 1.3.2).

Biblis A mit einem DWR der zweiten Generation, wurde 1974 mit einer Leistung von 1.204 MW<sub>e</sub> in Betrieb genommen. Die zuletzt gültige elektrische Reaktorleistung betrug 1.225 MW<sub>e</sub>. 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<sub>e</sub> 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.<sup>7</sup>

Block A ist seit 22.11.2016 brennelementefrei. Die Brennelemente wurden ins Standort-Zwischenlager Biblis verbracht. Die Brennelemente von Block B befinden sich im Brennelementlagerbecken. Am 16.01.2013 hat die RWE einen Antrag nach § 7 StrSchV für den Umgang mit radioaktiven Stoffen in einem neu zu errichtenden Lager (LAW-Lager 2) gestellt. Dieses soll schwach- und mittelradioaktive Abfälle aus dem Betrieb und dem Rückbau der Blöcke aufnehmen. Am 05.04.2016 wurde die Genehmigung erteilt. Die Genehmigung wurde vom BUND beklagt.

### **Kernkraftwerk Unterweser (KKU)**

Das KKW Unterweser ging 1978 mit einer Leistung von 1.300 MW<sub>e</sub> in Betrieb. Es ist ein Kernkraftwerk mit DWR der 2. Generation. Zuletzt betrug die elektrische Reaktorleistung 1.410 MW<sub>e</sub>. Mit der 13. Novelle zur Änderung des Atomgesetzes erlosch der Leistungsbetrieb zum 06.08.2011 (siehe Kapitel 1.3.2). Die Brennelemente wurden aus dem Reaktorkern entfernt und befinden sich im Brennelementlagerbecken.

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.

Ein Antrag gemäß § 7 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) auf Errichtung eines Lagers für radioaktive Abfälle (LUNa) zur Zwischenlagerung leicht- und mittelradioaktiver Abfälle wurde mit Datum vom 20.06.2013 bei der Landesbehörde gestellt. Das Vorhaben wurde zeitgleich mit dem Antrag auf Stilllegung und Abbau des KKU im Bundesanzeiger bekannt gemacht und ausgelegt. Es erfolgte ein gemeinsamer Erörterungstermin vom 23.02. bis 26.02.2016.

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

---

<sup>6</sup> Nach Redaktionsschluss: Am 17.01.2017 wurde die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung für das KKI 1 erteilt.

<sup>7</sup> Nach Redaktionsschluss: Am 30.03.2017 wurde die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung für das KWB, Blöcke A und B erteilt.

### **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. Die Anlage war seit Sommer 2007 im Stillstandsbetrieb.

Brunsbüttel ist eines der acht Kernkraftwerke in Deutschland, die aufgrund der Änderung des deutschen Atomgesetzes 2011 endgültig abgeschaltet wurden (siehe Kapitel 1.3.2). Das KKB befindet sich in der Nachbetriebsphase. Der Reaktor wurde teilentladen.

Am 01.11.2012 wurde ein Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau der Anlage KKB gestellt und mit Schreiben vom 19.12.2014 präzisiert. Vom 06.07. bis 07.07.2015 fand ein Erörterungstermin statt.

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.

### **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. Seitdem befand sich das KKK im Stillstandsbetrieb.

Durch die Änderung des Atomgesetzes 2011 hat die Anlage den Leistungsbetrieb endgültig eingestellt (siehe Kapitel 1.3.2). Der Reaktor wurde entladen. Die Brennelemente befinden sich im Lagerbecken.

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.

## **2.3 KERNKRAFTWERKE IN STILLEGUNG**

In der Bundesrepublik Deutschland befanden sich im Berichtsjahr 16 Kernkraftwerksblöcke in Stilllegung (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.

### **Kernkraftwerk Rheinsberg (KKR)**

Das Kernkraftwerk Rheinsberg mit einer Leistung von 70 MW<sub>e</sub> (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.

Zu dem am 14.02.2014 gestellten Antrag gemäß § 7 Absatz 3 AtG zur Errichtung und zum Betrieb einer externen Abluftanlage mit Fortluftüberwachung wurde am 30.08.2016 ein Vorbescheid erteilt.

## **Kompakte natriumgekühlte Kernreaktoranlage Karlsruhe (KNK II)**

Das Versuchskraftwerk KNK II diente der Entwicklung der Brütertechnologie. Die Anlage enthielt einen 21 MW<sub>e</sub> 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. Davon sind acht Schritte bereits ausgeführt. 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 wurde, wird nun der Abbau des Biologischen Schildes vorbereitet. Die vorhandene Einhausung wurde im Berichtsjahr abgebaut und soll durch einen Demontage-Caisson (Schutzeinhausung) ersetzt werden.

Stilllegungsziel ist die Entlassung der Anlage aus dem Atomgesetz und der konventionelle Abriss der restlichen Gebäude.

## **Mehrzweckforschungsreaktor Karlsruhe (MZFR)**

Der Mehrzweckforschungsreaktor mit einem 57 MW<sub>e</sub> 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 in 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 freigemessen.

## **Kernkraftwerk Obrigheim (KWO)**

Das Kernkraftwerk Obrigheim (KWO), ein 357 MW<sub>e</sub> 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, die sich noch im internen Lagerbecken befanden, wurden in das externe Brennelementlagerbecken (Nasslager) im Notstandsgebäude verbracht. Zunächst war eine Trockenlagerung in CASTOR®-Behältern am Standort Obrigheim vorgesehen und wurde nach § 6 AtG am 22.04.2005 beim BfS beantragt. Als Alternative wurde der Transport der KWO-Brennelemente in das Zwischenlager Neckarwestheim geprüft. Am 10.08.2016 erteilte das BfE die Genehmigung zur Aufbewahrung verbrauchter Brennelemente aus dem KWO im Standortzwischenlager Neckarwestheim. Das Genehmigungsverfahren zum Transport der Brennelemente ist noch nicht abgeschlossen. (siehe Kapitel 4.3.2).

Die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (SG) 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. Im Juli 2016 wurde die Zerlegung des Reaktordruckbehälters sowie der RDB-Kalotte beendet.

Am 02.11.2015 wurde der vierte Abbauschritt beantragt. Dieser umfasst den Abbau von restlichen Systemen und Anlagenteilen über die Abbaugenehmigungen 1 bis 3 hinaus. Das sind insbesondere Teile von Lüftungssystemen, Lastenaufzügen und die Krananlage im Reaktorgebäude.

## **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 AtG 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 beiden noch in Betrieb befindlichen Blöcke KRB-II-B und KRB-II-C durchgeführt.

### **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<sub>e</sub> 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. Für alle sechs Blöcke ist der Rückbau ohne vorangehenden längerfristigen sicheren Einschluss vorgesehen. 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 wurde am 30.06.1995 nach § 7 Absatz 3 AtG erteilt. Seitdem sind weitere Genehmigungen und Änderungsgenehmigungen zur Stilllegung und zum Rückbau erteilt worden. Zuletzt hat die EWN GmbH einen weiteren Antrag zur Stilllegungsgenehmigung am 27.06.2014 gestellt. Gegenstand ist die Erweiterung des Freigabeverfahrens um die Freigabe von festen Stoffen zur Deponierung und Verbrennung ohne Berücksichtigung der Oberflächenaktivität. Der am 29.11.2013 gestellte Antrag nach § 7 Absätze 1 und 3 AtG zum Abriss und Rückbau nicht mehr benötigter baulicher Anlagen des Spezialgebäudes Nord I befindet sich in der Begutachtung. Ein Antrag auf Langzeitverwahrung nicht mehr genutzter, innen kontaminierter Gebäude des KGR wurde im März 2015 zurückgezogen. Am 18.07.2016 wurde von der EWN GmbH ein Antrag gemäß § 7 Absatz 1 und 3 AtG zum Abbau nicht mehr benötigter baulicher Anlagen des Abluftkamins Nord II (Blöcke 3 und 4) und des Luftkanals zwischen dem Spezialgebäude 2 und dem Kamin 2 gestellt.

### **Kernkraftwerk Stade (KKS)**

Das Kernkraftwerk Stade, ein DWR mit einer Leistung von 672 MW<sub>e</sub>, war von 1972 bis 2003 in Betrieb. Die endgültige Abschaltung erfolgte am 14.11.2003. Der damalige Betreiber E.ON 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. Derzeit finden Restbetriebsanpassungen, Abbau- und Entsorgungsmaßnahmen sowie Maßnahmen zur Gebäudefreigabe und Bodenfreigabe statt.

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. Abhängig vom Aktivitätsgehalt ist der entstehende Bauschutt als radioaktiver Abfall zu entsorgen oder ist nach § 29 StrlSchV zur Beseitigung auf Deponien oder uneingeschränkt freizugeben. Ein Konzept zum weiteren Vorgehen wurde vorgelegt.

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

### **Kernkraftwerk Lingen (KWL)**

Das Kernkraftwerk Lingen, ein SWR mit einer Leistung von 252 MW<sub>e</sub>, 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 Entlassung der Anlage aus der atomrechtlichen Überwachung beinhalten. Das dritte Teilprojekt umfasst den konventionellen Gebäudeabriss.

### **Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor Jülich (AVR)**

Das AVR-Versuchskernkraftwerk war ein Versuchsreaktor, der ausschließlich in Deutschland entwickelt wurde. Mit einem 15 MW<sub>e</sub> 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. Er wurde Ende 1988 endgültig abgeschaltet, als auch mit der Stilllegung des Prototypreaktors THTR-300 (308 MW<sub>e</sub>) 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. Nachdem die Vorbereitungsarbeiten zum Herausheben des Reaktorbehälters abgeschlossen waren, wurde dieser im November 2014 aus seiner bisherigen Position gehoben und in das Ablagegestell der Materialschleuse abgesetzt und ausgerichtet. Am 23.05.2015 fand der Transport des Reaktorbehälters in das am Standort errichtete Reaktorbehälter-Zwischenlager statt. 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.

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<sub>e</sub>, war von 1971 bis 1994 in Betrieb. Aufgrund der 1994 bei einer planmäßigen Revision festgestellten Rissbefunde am Kernmantel des Reaktors entschied sich der damalige Betreiber PreussenElektra, die Anlage endgültig stillzulegen. 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. Im Berichtsjahr fanden Freimessungen auf dem Außengelände statt. Die Freigabeverfahren nach § 29 StrlSchV für die Kontrollbereichsgebäude und die Betriebsgeländeteile wurden weiter geführt. Auch der Zwischenlagerbetrieb für radioaktive Abfälle, in denen ausschließlich schwach- und mittlerradioaktive Abfälle aus Rückbau und Betrieb der Anlage gelagert werden, wurde fortgesetzt. Die technische Infrastruktur ist den Erfordernissen angepasst.

Im Zeitraum 28.08.2000 bis 30.06.2016 lag die Leitung des Kernkraftwerkes Würgassen in Händen der E.ON Kernkraft GmbH. Durch die Umfirmierung der E.ON Kernkraft GmbH wechselte der Genehmigungsinhaber zum 01.07.2016. Aktueller Genehmigungsinhaber des KWW ist die PreussenElektra GmbH (PE).

### **Thorium-Hochtemperaturreaktor Hamm-Uentrop (THTR-300)**

Der THTR-300, mit einem heliumgekühlten Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktor (308 MW<sub>e</sub>), 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.

### **Mülheim-Kärlich (KMK)**

Das Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich, ein DWR mit 1.302 MW<sub>e</sub>, 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 soll in drei unabhängigen Schritten erfolgen. 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. Die Demontage der Hauptkühlmittelpumpen und der Hauptkühlmittelleitungen (Abbauphase 2a) wurde begonnen.

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.

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 dieser Basis erfolgte das aufsichtliche Verfahren zur Geländeentlassung und -freigabe für den Überwachungsbereich im Süden und Westen des Anlagengeländes. Das ehemalige Anlagengelände umfasste 30 ha. Dieses wurde verkleinert bis auf einen Restbereich von 2,8 ha, der für den weiteren Abbau und den Restbetrieb der Anlage benötigt wird sowie weiterer Flächen in der Größe von ca. 6 ha für Verwaltung und Parkplätze.

Am 16.09.2014 wurde die Genehmigung nach § 7 Absatz 3 zur Verkleinerung des Anlagengeländes (Genehmigung West 3b) erteilt.

## **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.

### **Heißdampfreaktor Großwelzheim (HDR)**

Der Heißdampfreaktor Großwelzheim mit 25 MW<sub>e</sub> 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<sub>e</sub> Leistung, zeichnete sich durch den Einsatz von Natururan und einen schwerwassermoderierten Druckröhrenreaktor mit CO<sub>2</sub>-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<sub>e</sub> 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 (CLAB) 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.

### **Kernkraftwerk Greifswald (KGR), Blöcke 6 bis 8**

Im Kernkraftwerk Greifswald wurden die Bau- und Montagearbeiten an den Blöcken 6 bis 8 (440 MW<sub>e</sub> 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.

### **Schneller natriumgekühlter Reaktor Kalkar (SNR 300)**

Der SNR 300 mit einem 327 MW<sub>e</sub> 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.

### **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<sub>e</sub> 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: 31.12.2016):

- 7 Forschungsreaktoren in Betrieb,
- 4 Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet,
- 6 Forschungsreaktoren in Stilllegung und für
- 29 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 31.12.2016 insgesamt sieben Forschungsreaktoren in Betrieb, darunter drei mit einer thermischen Dauerleistung größer als 50 kW<sub>th</sub> und vier Unterrichtsreaktoren mit einer thermischen Leistung von maximal 2 W<sub>th</sub>. Zusätzlich zu den nachfolgenden Informationen können die wichtigsten Daten zu den Forschungsreaktoren in Betrieb dem Anhang II, Tabelle II.1 entnommen werden.

##### **Berliner-Experimentier-Reaktor II (BER II)**

Der BER II ist ein Schwimmbad-Reaktor mit Brennelementen vom Typ MTR. Die thermische Leistung beträgt 10 MW<sub>th</sub> und der thermische Neutronenfluss ca.  $2 \cdot 10^{14}$  1/cm<sup>2</sup>·s. Der Reaktor wurde am 09.12.1973 in Betrieb genommen und dient im Wesentlichen der reinen und anwendungsbezogenen Grundlagenforschung mit Strahlrohrexperimenten sowie der Erzeugung radioaktiver Isotope.

In den Jahren 1985 bis 1989 erfolgte ein umfangreicher Ausbau der Anlage mit einer Verdopplung der thermischen Leistung von ursprünglich 5 MW<sub>th</sub> auf 10 MW<sub>th</sub> und einer fast zehnfachen Erhöhung des thermischen Neutronenflusses auf ca.  $2 \cdot 10^{14}$  1/cm<sup>2</sup>·s. 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 2016 befand sich die Anlage im bestimmungsgemäßen Betrieb. Im Mai 2016 gab es eine längere Unterbrechung des Leistungsbetriebs, die für eine Kernnachladung planmäßig vorgesehen war.

In den Jahren 2015/2016 wurde eine zweite anlagenspezifische RSK-Sicherheitsüberprüfung deutscher Forschungsreaktoren unter Berücksichtigung der Ereignisse in der Kernkraftwerksanlage Fukushima Daiichi in Japan im Jahr 2011 durchgeführt. Der Fokus lag auf dem Stand der Umsetzungen der RSK-Empfehlungen, die aus der ersten Überprüfung von 2012 resultiert haben. Die abschließende Stellungnahme der RSK wurde noch nicht veröffentlicht. Darüber hinaus hat der Betreiber im Jahr 2016 die zweite Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) der Anlage durchgeführt und der Aufsichtsbehörde vorgelegt.

##### **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<sup>2</sup>·s ist die Anlage – bei einer vergleichsweise niedrigen thermischen Leistung von 20 MW<sub>th</sub> – die intensitätsstärkste 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.

Im Betriebsjahr 2016 befand sich die Anlage im bestimmungsgemäßen Betrieb. Während der Revisionspause im Sommer 2016 wurden einige Instandhaltungsmaßnahmen, wie z.B. der Tausch von Fingerhütrohren im Moderator tank, durchgeführt. Zudem wurde auch ein 15 Tonnen schwerer Stopfen im Strahlrohr 5 ausgetauscht. Der neue Stopfen enthält drei statt bislang zwei Kanäle und ermöglicht somit die Versorgung weiterer Experimentierinstrumente in der Neutronenleiterhalle Ost mit Neutronen.

Darüber hinaus wurde in 2015/2016 eine zweite anlagenspezifische RSK-Sicherheitsüberprüfung deutscher Forschungsreaktoren unter Berücksichtigung der Ereignisse in der Kernkraftwerksanlage Fukushima Daiichi in Japan im Jahr 2011 durchgeführt. Der Fokus lag auf dem Stand der Umsetzung der RSK-Empfehlungen, die aus der ersten Überprüfung von 2012 resultierten. Die abschließende Stellungnahme der RSK wurde noch nicht veröffentlicht. Die im letzten Jahr durchgeführte Periodische Sicherheitsüberprüfung der Anlage befindet sich in der aufsichtlichen Begutachtung.

### **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  $100 \text{ kW}_{\text{th}}$  und der thermische Neutronenfluss  $4 \cdot 10^{12} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ . Darüber hinaus kann der Reaktor im Pulsbetrieb über 30 ms mit einer Leistungsspitze von  $250 \text{ MW}_{\text{th}}$  und einem thermischen Neutronenfluss von  $8 \cdot 10^{15} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$  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  $10 \text{ n/cm}^3$  erreicht.

Im Betriebsjahr 2016 befand sich die Anlage im bestimmungsgemäßen Betrieb. Der im Rahmen der Hochschul-Exzellenzinitiative PRISMA (**P**rogramm für ein gemeinsames **I**nformationss**s**icherheits**m**anagement) in 2015 erstmals realisierte Mehrschichtbetrieb wurde von internationalen Forschungsgruppen gut angenommen und im Jahr 2016 in vier Sonderbetriebsphasen fortgeführt.

Darüber hinaus wurde in 2015/2016 eine zweite RSK- Sicherheitsüberprüfung deutscher Forschungsreaktoren unter Berücksichtigung der Ereignisse in der Kernkraftwerksanlage Fukushima Daiichi in Japan im Jahr 2011 durchgeführt. Der Fokus lag auf dem Stand der Umsetzung der RSK-Empfehlungen, die aus der ersten Überprüfung von 2012 resultierten. Die abschließende Stellungnahme der RSK wurde noch nicht veröffentlicht.

### **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  $2 \text{ W}_{\text{th}}$  und der thermische Neutronenfluss rund  $3 \cdot 10^7 \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ . 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 2016 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  $\text{U}_3\text{O}_8$  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  $100 \text{ mW}_{\text{th}}$  und der thermische Neutronenfluss im zentralen Experimentierkanal liegt in der Regel bei  $5 \cdot 10^6 \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ . 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 2016 befanden sich alle SUR-Anlagen im bestimmungsgemäßen Betrieb.

## 3.2 FORSCHUNGSREAKTOREN ENDGÜLTIG ABGESCHALTET

In der Rubrik „Endgültig abgeschaltet“ wurden mit Stand 31.12.2016 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.

### **Forschungsreaktor Geesthacht 1 (FRG-1)**

Der FRG-1 war ein offener Schwimmbadreaktor vom MTR-Typ mit einer thermischen Leistung von 5 MW<sub>th</sub> und einem maximalen thermischen Neutronenfluss von ca.  $1 \cdot 10^{14}$  1/cm<sup>2</sup>•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. Der auf dem Gelände des Forschungszentrums gelagerte Reaktor-druckbehälter 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 Gesamtvorhaben wurde am 28.11.2016 öffentlich bekannt gemacht. Eine Auslegung der Unterlagen erfolgte im Zeitraum vom 05.12.2016 bis zum 06.02.2017. Die Erörterung soll ab 21.03.2017 erfolgen.

Des Weiteren hat die Antragstellerin am 06.09.2016 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<sub>th</sub> und der maximale thermische Neutronenfluss ca.  $2 \cdot 10^{14}$  1/cm<sup>2</sup>•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 neuen 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<sub>th</sub> auf 15 MW<sub>th</sub> 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 (BMFT) 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).

#### **Siemens-Unterrichtsreaktor Hannover (SUR-H)**

Der SUR-H, ein Unterrichtsreaktor mit einer thermischen Leistung von 100 MW<sub>th</sub> und einem thermischen Neutronenfluss von  $6 \cdot 10^6$  1/cm<sup>2</sup>·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. Wegen der geringen Leistung des Reaktors sind eine Umweltverträglichkeitsprüfung sowie eine Öffentlichkeitsbeteiligung nicht erforderlich.

#### **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 MW<sub>th</sub>, der thermische Neutronenfluss betrug ca.  $6 \cdot 10^6$  1/cm<sup>2</sup>·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, wurden 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 2016 sechs 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 MW<sub>th</sub> stellte sie den bezüglich der thermischen Leistung stärksten deutschen Forschungsreaktor dar. Mit einem thermischen Neutronenfluss von  $1 \cdot 10^{14}$  1/cm<sup>2</sup>·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  $3,9 \cdot 10^{13}$  1/cm<sup>2</sup>·s auf  $1 \cdot 10^{14}$  1/cm<sup>2</sup>·s wurde 1966 auf Brennelemente mit niedrig angereichertem Uran (2 %) umgerüstet. Die maximale thermische Leistung des Reaktors erhöhte sich dabei von 12 MW<sub>th</sub> auf 44 MW<sub>th</sub> (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. Dafür ist seit Juli 2009 die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs- GmbH, ein Unternehmen der Energiewerke Nord GmbH, zuständig. Ein Termin für den Rückbau steht noch nicht fest, Planungen haben jedoch begonnen. Ein grobes Rückbaukonzept wurde der zuständigen Behörde Ende 2010 vorgelegt.

#### **Forschungsreaktor München (FRM)**

Beim FRM handelte es sich um einen Schwimmbadreaktor amerikanischer Bauart mit einer thermischen Leistung von 4 MW<sub>th</sub> und einem thermischen Neutronenfluss von  $7 \cdot 10^{13}$  1/cm<sup>2</sup>·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 Tumortherapie.

Die Anlage ging 1957 mit LEU und einer thermischen Leistung von 1 MW<sub>th</sub> in Betrieb, wurde aber bereits 1960 auf HEU umgestellt. Im Laufe der Betriebsjahre erfolgte schrittweise eine Erhöhung des thermischen Neutronenflusses von ursprünglich  $1 \cdot 10^{13}$  1/cm<sup>2</sup>·s auf  $7 \cdot 10^{13}$  1/cm<sup>2</sup>·s; dazu wurde die thermische Leistung 1966 auf 2,5 MW<sub>th</sub> und 1968 auf 4 MW<sub>th</sub> 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 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 Kuppelbau des FRM, bekannt als Garching 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<sub>th</sub>, der thermische Neutronenfluss  $3 \cdot 10^{13}$  1/cm<sup>2</sup>·s. Im Pulsbetrieb konnte der Reaktor kurzzeitig über ca. 10 ms mit Leistungsspitzen bis zu 2.000 MW<sub>th</sub> 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<sub>th</sub>, der thermische Neutronenfluss  $6 \cdot 10^{12}$  1/cm<sup>2</sup>·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<sub>2</sub>O) handelte es sich um einen mit HEU betriebenen, schwerwassergekühlten und -moderierten, geschlossenen Tankreaktor englischer Bauart. Der Reaktor mit einer thermischen Leistung von 23 MW<sub>th</sub> und einem thermischen Neutronenfluss von  $2 \cdot 10^{14}$  1/cm<sup>2</sup>·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 MW<sub>th</sub> auf 15 MW<sub>th</sub> durchgeführt. 1972 erfolgte durch Umbau- und Ertüchtigungsmaßnahmen eine zweite Leistungserhöhung auf 23 MW<sub>th</sub>.

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 hat das Forschungszentrum Jülich (FZJ) eine Außenstation bei dem neuen Forschungsreaktor FRM-II in Garching (Kapitel 3.1) eingerichtet. Am Forschungsreaktor Garching 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.

### **Rosendorfer Forschungsreaktor (RFR)**

Beim RFR handelte es sich um einen leichtwassermodierten und -gekühlten Tankreaktor sowjetischer Bauart vom Typ WWR-S(M). Die thermische Leistung lag zuletzt bei 10 MW<sub>th</sub>, der thermische Neutronenfluss bei ca.  $1 \cdot 10^{14}$  1/cm<sup>2</sup>·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<sub>th</sub> in Betrieb genommen, die bis 1967 schrittweise, u.a. auch durch eine Umrüstung von LEU auf MEU, auf 10 MW<sub>th</sub> erhöht wurde. In den Jahren 1987 bis 1989 erfolgte eine umfassende Rekonstruktion des RFR, z.B. durch Austausch des Reaktorbehälters, Verbesserung der Notkühlung und Ertüchtigung der Kühlkreisläufe.

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 ist die Erweiterung des bisherigen Genehmigungsumfangs zum Totalabbruch der Restanlage unter Strahlenschutzbedingungen. Im August 2015 begann der Abriss des ehemaligen Reaktorgebäudes. Die Arbeiten wurden im August 2016 beendet. Im Anschluss fanden umfangreiche Kontrollmessungen sowie chemische Analyse- und Bewertungsverfahren statt. Seit August 2016 werden Kanäle für Wasser-, Abwasser-, Fernwärmeversorgungsleitungen und Kabeltrassen fachgerecht zurückgebaut und entsorgt. Den Abschluss bilden die Verfüllung der Baugrube sowie die Rekultivierung des Geländes.

## **3.4 FORSCHUNGSREAKTOREN AUS DEM ATOMGESETZ ENTLASSEN**

In der Bundesrepublik Deutschland ist mit Stand 31.12.2016 für sechs Forschungsreaktoren mit einer thermischen Dauerleistung größer als 50 kW<sub>th</sub> und für 23 Forschungsreaktoren mit einer thermischen Leistung kleiner bzw. gleich 50 kW<sub>th</sub> die Stilllegung beendet worden. Sie sind aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen. Einen Überblick gibt Tabelle II.4 im Anhang II des Berichtes.

### **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<sub>th</sub>, der thermische Neutronenfluss  $1 \cdot 10^{13}$  1/cm<sup>2</sup>·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  $250 \text{ kW}_{\text{th}}$ , der thermische Neutronenfluss  $1 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ . 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  $50 \text{ kW}_{\text{th}}$  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.

### **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  $5 \text{ MW}_{\text{th}}$  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.

### **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<sub>th</sub> 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'Energie Atomique et aux Energies 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.

### **Forschungsreaktoren mit einer Leistung kleiner bzw. gleich 50 kW<sub>th</sub>**

Zu den bereits abgebauten bzw. aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassenen Forschungsreaktoren mit einer Leistung kleiner bzw. gleich 50 kW<sub>th</sub> zählen 23 Reaktoren. 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.

Die Entsorgungskommission hat im Auftrag des Bundesumweltministeriums eine Sicherheitsüberprüfung (Stresstest) der Anlagen und Einrichtungen der Ver- und Entsorgung in Deutschland durchgeführt. Die Ergebnisse des Stresstests wurden im März 2013 (Teil 1) und im Oktober 2013 (Teil 2) veröffentlicht und sind auf der Internetseite des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) abrufbar: <http://www.bmub.bund.de/N49919/>.

### 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 bis auf die Fertigstellung des Uranoxidlagers abgeschlossen. Die UAG wird von der Urenco Deutschland GmbH mit der genehmigten Kapazität von nominal 4.500 Mg UTA/a betrieben.

Urenco hat nach eigenen Angaben die Wiederanreicherung von abgereichertem Uran in Russland im Jahr 2009 beendet. Das künftig anfallende Uranhexafluorid werde man vom französischen AREVA-Konzern (vormals COGEMA) in Pierrelatte in das chemisch stabilere Triuranoxid ( $U_3O_8$ ) konvertieren lassen und anschließend auf dem Firmengelände in Gronau lagern.

Im Jahr 2014 wurde der Bau eines Hallenlagers mit einer Kapazität von bis zu 60.000 Mg  $U_3O_8$  beendet. Das Lager war Ende 2016 noch nicht in Betrieb.

### 4.2 BRENNELEMENTFABRIKEN

In der Bundesrepublik Deutschland ist nur noch eine Brennelementfabrik in Betrieb. Alle anderen sind bereits vollständig zurückgebaut und aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes (AtG) 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 Uranoxid/Plutoniumdioxid ( $\text{UO}_2/\text{PuO}_2$ ), Plutoniumdioxid ( $\text{PuO}_2$ )- oder Urandioxid ( $\text{UO}_2$ )-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  $\text{UF}_6$  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  $10 \mu\text{Sv}$ -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  $10 \mu\text{Sv}$  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. Lediglich eine aus chemisch/ toxischen Gründen erforderliche Grundwassersanierung in Verantwortung der zuständigen Wasserbehörde dauert noch weiter an. Der Betrieb der Grundwasseraufbereitungsanlage wurde nach § 7 StrlSchV genehmigt.

### **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.

## **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 m<sup>2</sup> 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. Gelände und Gebäude werden heute von der Nuclear Cargo + Service GmbH (DAHER-NCS) genutzt.

## **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 grundsätzlich eine Kapazität in Höhe einer Kernladung in den Nasslagerbecken 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 1998 der Betrieb eines bereits früher errichteten zusätzlichen Nasslagers im erdbebengeschützten Notstandsgebäude außerhalb des Reaktorgebäudes genehmigt. Die erste Einlagerung von Brennelementen fand hier 1999 statt (siehe auch Kapitel 4.3.2).

### **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 kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) übertragen.

#### **AVR-Behälterlager Jülich**

Das AVR-Behälterlager ist ein Trockenlager für abgebrannte Kugel-Brennelemente aus dem AVR Jülich in Transport- und Lagerbehältern der Bauart CASTOR<sup>®</sup>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. Infolgedessen bat das FZJ am 16.07.2010 darum, das Genehmigungsverfahren für die Verlängerung der Aufbewahrung in Jülich ruhend zu stellen.

2012 änderte das FZJ seine Planungen erneut und beantragte am 16.05.2012, das Verfahren zur weiteren Aufbewahrung der AVR-Brennelemente in Jülich wieder aufzunehmen. Die GNS beantragte im Auftrag des FZJ am 11.01.2013 die Ruhendstellung des Verfahrens für die Lagerung der AVR-Brennelemente in Ahaus; von der NCS wurde am 17.01.2013 beantragt, auch das Verfahren für den Transport nach Ahaus ruhend zu stellen.

Am 15.12.2014 gab das FZJ bekannt, dass es die Möglichkeit eines Transports in das TBL Ahaus wieder verfolgen möchte. Dazu hat die GNS das Genehmigungsverfahren für die Aufbewahrung der Brennelemente im TBL Ahaus mit Schreiben vom 06.01.2015 wieder aufgenommen. Das Genehmigungsverfahren zur Beförderung der AVR-Brennelemente von Jülich nach Ahaus wurde von der NCS am 21.07.2015 wieder aufgenommen. 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 Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen (MWEIMH NRW) 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 berechtigte 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 Erdbebensicherheit bei Verlängerung der Lagerung in Jülich auf unbestimmte Zeit verzögert, hat das MWEIMH NRW 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 detailliertes 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. Das Genehmigungsverfahren für die Beförderung der AVR-Brennelemente von Jülich nach Ahaus wurde bislang noch nicht abgeschlossen.

### **Zwischenlager im Kernkraftwerk Obrigheim**

Die Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) GmbH hat nach Genehmigungen aus den Jahren 1979 bis 1983 auf dem Gelände des Kernkraftwerks ein Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente des KWO errichtet. Es handelt sich um ein externes Nasslager für 980 Brennelemente (ca. 286 Mg SM), das bis 1984 im Notstandsgebäude errichtet wurde. Die Genehmigung zum Betrieb dieses Lagers umfasst die Einlagerung von 980 Brennelementen ausschließlich aus dem KWO sowie von Kernbauteilen. Sie wurde nach § 7 AtG am 26.10.1998 erteilt.

Die Einlagerung von Brennelementen hat zur Jahresmitte 1999 begonnen. Nach der Abschaltung des Kernkraftwerks Obrigheim am 11.05.2005 wurden bis Ende 2007 insgesamt 342 Brennelemente im externen Nasslager eingelagert. Am 22.04.2005 wurde beim damals zuständigen BfS ein Antrag der Kernkraftwerk Obrigheim GmbH zur Aufbewahrung dieser 342 abgebrannten Brennelemente in einem Trockenlager eingereicht (siehe nachfolgender Abschnitt „Standort-Zwischenlager“).

## 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 2016 wurden die Prüfungen im Rahmen von Änderungsgenehmigungen für die SZL fortgeführt. Im Mittelpunkt standen die Prüfungen über den Einsatz einer modifizierten Bauart der Transport- und Lagerbehälter CASTOR® V/19 und CASTOR® V/52 sowie der neuen Behälterbauart TN 24 E, die Prüfungen über eine Aufrüstung der Krananlagen nach den erhöhten Anforderungen der KTA-Regel 3902 sowie die Prüfungen im Zusammenhang mit einer Erweiterung des Schutzes der SZL gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter. In den Änderungsgenehmigungsverfahren erfolgten jeweils Einzelprüfungen, ob ergänzende Untersuchungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich sind.

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 Aufbe-

wahrung der insgesamt neun bereits im SZL Brunsbüttel eingelagerten CASTOR®-Behälter hat 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 gilt. 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 voraussichtlich insgesamt 11 Behälter sollen anschließend bis zur Erteilung einer Neugenehmigung im Standort-Zwischenlager Brunsbüttel bereitgestellt werden. Bis Ende 2016 wurden zwei Behälter beladen und im SZL Brunsbüttel bereitgestellt.

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

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 2016 belegt) | Inbetriebnahme |
|------------------------------|---|---------------|---------------------------------------|----------------|
| SZL Biblis                   | 22.09.2003                                | 1.400         | 135 (74)                              | 18.05.2006     |
| SZL Brokdorf                 | 28.11.2003                                | 1.000         | 100 (29)                              | 05.03.2007     |
| SZL Brunsbüttel*             | 28.11.2003                                | 450           | 80 (11)                               | 05.02.2006     |
| SZL Grafenrheinfeld          | 12.02.2003                                | 800           | 88 (21)                               | 27.02.2006     |
| SZL Grohnde                  | 20.12.2002                                | 1.000         | 100 (30)                              | 27.04.2006     |
| SZL Gundremmingen            | 19.12.2003                                | 1.850         | 192 (48)                              | 25.08.2006     |
| SZL Isar                     | 22.09.2003                                | 1.500         | 152 (36)                              | 12.03.2007     |
| SZL Krümmel**                | 19.12.2003                                | 775           | 65 (29)                               | 14.11.2006     |
| SZL Lingen                   | 06.11.2002                                | 1.250         | 125 (38)                              | 10.12.2002     |
| SZL Neckarwestheim           | 22.09.2003                                | 1.600         | 151 (53)                              | 06.12.2006     |
| SZL Philippsburg             | 19.12.2003                                | 1.600         | 152 (58)                              | 19.03.2007     |
| SZL Unterweser               | 22.09.2003                                | 800           | 80 (27)                               | 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.

Am 22.04.2005 ging bei dem damals zuständigen BfS ein Antrag der Kernkraftwerk Obrigheim GmbH (KWO GmbH) zur Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen in einem SZL Obrigheim ein. Zum 01.01.2007 ist an die Stelle der KWO GmbH die EnBW Kernkraft GmbH (EnKK) als Antragstellerin getreten. Beantragt wurde die Lagerung von insgesamt 342 bestrahlten Brennelementen aus dem Druckwasserreaktor des bereits im Mai 2005 außer Betrieb gegangenen und in Stilllegung befindlichen Kernkraftwerkes Obrigheim. Die Brennelemente werden derzeit in einem bereits bestehenden externen Nasslager am Standort aufbewahrt (s. o.). Die Antragstellerin plante demnach auf dem Gelände des Kernkraftwerkes Obrigheim ein separates SZL mit trockener Zwischenlagerung der bestrahlten Brennelemente für maximal 40 Jahre zu betreiben. Das Genehmigungsverfahren ruht seit 2013.

Alternativ beabsichtigt die EnKK seit 2013 die Aufbewahrung der 342 bestrahlten Brennelemente des Kernkraftwerkes Obrigheim im SZL Neckarwestheim. Hierzu hatte sie mit Schreiben vom 10.12.2013 beim damals zuständigen BfS einen Antrag zur Änderung der bestehenden Aufbewahrungsgenehmigung nach § 6 AtG für das SZL Neckarwestheim gestellt. Das Konzept der EnKK zur Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente in insgesamt 15 Behältern der Bauart CASTOR® 440/84 mvK (mvK – mit verändertem Korb) wurde dabei beibehalten. Am 09.08.2016 hat das BfE, das seit 30.07.2016 die Zuständigkeit für Genehmigungsverfahren nach § 6 AtG vom BfS übernommen hat, die 6. Änderungsgenehmigung zur Aufbewahrung der KWO-Brennelemente im SZL Neckarwestheim erteilt.

Das SZL Neckarwestheim liegt ca. 40 km Luftlinie vom Standort Obrigheim entfernt. Im Rahmen einer Transportstudie hat die EnKK untersuchen lassen, auf welchem Transportweg (Straße, Schiene, Neckar) die CASTOR®-Behälter in das Standort-Zwischenlager Neckarwestheim transportiert werden könnten. Die EnKK ist zu dem Ergebnis gekommen, dass der Transport bevorzugt mit einem Binnenschiff über den Neckar erfolgen sollte und für die Be- und Entladung des Schiffs das sogenannte „Roll-on/Roll-off-Verfahren“ mit einem Transportfahrzeug präferiert wird. Zu diesem Zweck wurde 2016 die Schiffsanlegestelle am Standort Neckarwestheim ausgebaut. Am 27.03.2014 hat die NCS GmbH (seit 01.10.2015 firmierend als DAHER Nuclear Technologies GmbH) im Auftrag der EnKK beim damals zuständigen BfS einen Antrag für eine Transportgenehmigung nach § 4 AtG gestellt. Dieses Genehmigungsverfahren ist noch nicht abgeschlossen und wird seit dem 30.07.2016 vom BfE fortgeführt.<sup>8</sup>

### 4.3.3 Lagerung in zentralen Zwischenlagern

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.

#### 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 neuen 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.

---

<sup>8</sup> Das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit hat die Genehmigung zur Beförderung von 15 Behältern mit insgesamt 342 bestrahlten Brennelementen in das Zwischenlager Neckarwestheim am 16.05.2017 erteilt.

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, Betreiberin des TBL-A, bei der Bezirksregierung Münster den Antrag zur Zwischenlagerung von sonstigen radioaktiven Stoffen im Lagerbereich I über den bisherigen 10-Jahreszeitraum hinaus gestellt.

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

Unter anderem wurde vor dem Hintergrund des Auslaufens der Genehmigung für das AVR-Behälterlager im Jahr 2013 (siehe Kapitel 4.3.2) auf den Antrag vom 24.09.2009 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, Betreiberinnen des TBL-A, 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. Aus heutiger Sicht sollen diese Abfälle in bis zu 150 Behälter 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 des TBL Ahaus 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. 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 aufgrund der Änderung des § 6 AtG eine Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt.

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 weitere ca. 21 Behältern der Bauart CASTOR® HAW28M mit HAW-Glaskokillen und weiteren fünf Behältern mit verfestigten mittelradioaktiven Abfällen (MAW-Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente bei der AREVA NC in Frankreich in Behältern der Bauart CASTOR® HAW28M 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.

Mit Schreiben vom 05.12.2013 und 12.12.2013 haben die GNS und die BLG, Betreiberinnen des TBL-G, 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 maximal 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. Derzeit prüft die EWN alternative Vorgehensweisen.

### **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. Das BfS plant, diese Strahlenquellen der Endlagerung im ERAM im Rahmen der Stilllegung zuzuführen. Mit Antrag vom 12.09.2005 beantragte das BfS die Endlagerung dieser Abfälle.

#### **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 kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE), 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 Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit 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.

#### **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 (AREVA, 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.

##### **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 m<sup>3</sup> 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 bei der WAK Rückbau- und Entsorgungs-GmbH<sup>9</sup>.

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 Verfahrenseinheiten zur Zwischenlagerung von HAWC und mittelaktiven Flüssigabfällen (MAW) sowie

---

<sup>9</sup> Nach Redaktionsschluss: Durch die Umfirmierung der WAK GmbH im Februar 2017 heißt das Unternehmen ab sofort „Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH“ (KTE).

- Anlagen und Gebäuden zur Medienversorgung und technischen Infrastruktur.

Ziel ist es, alle Gebäude komplett rückzubauen 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 2. Teilbetriebsgenehmigung für den heißen (nuklearen) Betrieb wurde am 24.02.2009 erteilt. Von September 2009 bis Juni 2010 wurden in der VEK die ca. 60 m<sup>3</sup> 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 ist entleert und abgeschaltet, die gesamte Anlage wurde 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. Ein Antrag auf fernhantierte Demontage der VEK-Prozesstechnik ist am 24.03.2014 gestellt worden.

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.

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.

Die Angebote von COGEMA (jetzt: AREVA), gefolgt von BNFL, die Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken langfristig und kostengünstig zu übernehmen, bewog die deutsche Elektrizitätswirtschaft, das Projekt Wackersdorf zu überdenken und aufzugeben. Den förmlichen Abschluss des Verfahrens bildete die Rücknahme des Bauantrags durch die DWK im Dezember 1989.

## 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. Dies dient der Erhaltung der PKA in ihrem erprobten Zustand und gewährleistet, einen schadhafte Behälter jederzeit annehmen zu können.

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.

## 4.7 ENDLAGERUNG

Am 30. Juli 2016 ist das "Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung" in Kraft getreten. Es sieht vor, die staatlichen Aufgaben der Genehmigung und Aufsicht im Bereich der Kerntechnik, der Zwischenlagerung, der Standortauswahl und der Endlagerüberwachung mehrheitlich in einer neuen Behörde zu bündeln, dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE).

Das "Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung" sieht weiterhin vor, für die operativen Aufgaben der Standortsuche, der Errichtung und des Betriebs der Endlager sowie der Schachtanlage Asse II und des Bergwerks Gorleben eine staatseigene Gesellschaft zu gründen, die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE mbH). Diese soll die Betreiberaufgaben des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) sowie die Aufgaben der Asse-GmbH und der DBE mbH konzentrieren.<sup>10</sup>

### 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 Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz - StandAG)
- Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung
- Gesetz über die Errichtung eines Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfKEG)

---

<sup>10</sup> Nach Redaktionsschluss: Die Betreiberaufgaben für die Schachtanlage ASSE, das Endlager Konrad und das Endlager Morsleben sowie für das Bergwerk Gorleben sind am 25.4.2017 auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH übertragen worden.

## **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 Wärme entwickelnde radioaktive 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 politisch und gesellschaftliche Basis zu stellen, verabschiedeten Bundestag und Bundesrat das Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG). Das StandAG trat am 27.07.2013 in Kraft. Im StandAG ist 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 hoch radioaktiven 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.

Dem Standortauswahlverfahren wurde die Arbeit der Kommission „Lagerung hoch radioaktiver 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 StandAGs. Am 21.12.2016 hat sich das Bundeskabinett auf einen Gesetzentwurf zur Fortentwicklung des StandAG verständigt. Dieser soll den Bundestagsfraktionen als Formulierungshilfe vorgelegt werden. Ein Beschluss der Bundesregierung soll zeitnah erfolgen, damit noch im ersten Halbjahr 2017 ein entsprechendes Gesetz durch den Bundestag beschlossen werden kann.<sup>11</sup>

## **Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung**

Am 30. Juli 2016 ist das *Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung* in Kraft getreten. Auf dieser Grundlage werden die Organisationen und Behörden für künftige Aufgaben wie die Standortsuche für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle neu strukturiert bzw. die Organisationsstrukturen in bestehenden Bereichen verbessert, um eine eindeutige Zuordnung von Zuständigkeiten und Aufgaben im Bereich des Strahlenschutzes und der Endlagerung zu gewährleisten.

Nach dem Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung werden die staatlichen Aufgaben der Aufsicht und Genehmigung im Bereich der Kerntechnik, der Zwischenlagerung, der Standortauswahl und der Endlagerüberwachung mehrheitlich in einer Behörde gebündelt, dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE). Für die operativen Aufgaben der Standortsuche, der Errichtung und des Betriebs der Endlager sowie der Schachtanlage Asse II wird eine staatseigene Gesellschaft gegründet, die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE mbH). Diese wird die durch das StandAG definierte Aufgabe des Vorhabenträgers im Standortauswahlverfahren wahrnehmen. Hierzu erarbeitet die BGE insbesondere Vorschläge für die Auswahl der Standortregionen und der zu erkundenden Standorte und erstellt standortbezogene Erkundungsprogramme und Prüfkriterien. Die BGE führt die über- und untertägigen Erkundungen für die noch festzulegenden Standorte durch und erstellt die jeweiligen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen. Schließlich schlägt der Vorhabenträger dem BfE (s.u.) einen Endlagerstandort vor. In der BGE werden die Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE), die Asse GmbH und die Betreiberanteile des BfS integriert. Damit ist die BGE des Weiteren für die operativen Aufgaben der Errichtung und des Betriebs der Endlager sowie der Schachtanlage Asse II zuständig.

---

<sup>11</sup> Nach Redaktionsschluss: Am 23.03.2017 verabschiedete der Bundestag den Gesetzentwurf.

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

Das gemäß § 1 des Gesetzes über die Errichtung eines Bundesamtes für kerntechnische Entsorgung (BfKEG) vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2563) errichtete Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) nahm am 01. September 2014 seine Tätigkeit auf. Nach § 2 BfKEG übernimmt das BfE 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 BfE übernimmt somit die bislang auf unterschiedliche Behörden des Bundes und der Länder verteilte Wahrnehmung der Aufgaben einer Regulierungsbehörde. Das BfE ist eine selbstständige Bundesoberbehörde und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) unmittelbar nachgeordnet. Die Dienst-, Rechts- und Fachaufsicht über das BfE übt das BMUB aus.

### **4.7.2 Zuständigkeiten bei der Aufsicht über Endlager**

Das Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur bei der Endlagerung sieht vor, die staatlichen Aufgaben der Aufsicht und Genehmigung im Bereich der Kerntechnik, der Zwischenlagerung, der Standortauswahl und der Endlagerüberwachung mehrheitlich in einer Behörde zu bündeln - dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE). Damit wurde das BfE 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, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) trägt die politische Gesamtverantwortung im Bereich der Endlagerung. Das Ministerium beaufsichtigt im Rahmen seiner Fach- und Rechtsaufsicht das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) sowie als Gesellschafter zukünftig die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE).
- Das BfE ist die atomrechtliche Aufsichtsbehörde in Bezug auf die Endlager Schacht Konrad und Morsleben sowie die Schachtanlage Asse II.
- Die BGE bündelt zukünftig die bisherigen Betreiberaufgaben des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS), der Deutschen Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) und der Asse-GmbH. Das bundeseigene Unternehmen plant, errichtet, schließt und betreibt Endlager. Zu den künftigen Aufgaben des Unternehmens gehört auch die Suche nach einem Endlagerstandort für hochradioaktive Abfälle in Deutschland.
- Die Länder Niedersachsen und Sachsen-Anhalt bleiben weiterhin atomrechtliche Genehmigungsbehörde und für die Bergaufsicht der Projekte Asse, Konrad und Morsleben zuständig. Die Zuständigkeit der Länder endet für das Endlager Konrad mit der Inbetriebnahme und beim Endlager Morsleben mit dem Abschluss des laufenden Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung.

### **4.7.3 Endlager und Stilllegungsprojekte**

#### **Bergwerk GORLEBEN (Projekt)**

Der Salzstock Gorleben wurde von 1979 bis 2000 und von 2010 bis 2012 auf seine Eignung für die Aufnahme eines Endlagers für radioaktive Abfälle untersucht. Die Erkundung erfolgte zunächst übertägig und ab 1986 mit Beginn des Abteufens der Schächte auch untertägig.

Im Zuge der Abstimmungen zu einem Neubeginn der Suche nach einem Standort für ein Endlager insbesondere für hoch radioaktive Abfälle über ein gesetzlich geregeltes Standortauswahlverfahren (StandAG) wurden die Erkundungsarbeiten am 06.11.2012 eingestellt. Der Standort Gorleben wird im Standortauswahlverfahren mit betrachtet. Das Bergwerk wird bis zur Standortentscheidung im Standortauswahlverfahren unter Gewährleistung aller rechtlichen Erfordernisse und der notwendigen Erhaltungsarbeiten offen gehalten. Hierzu wird das Bergwerk in einen Offenhaltungsbetrieb überführt nach Maßgabe folgender wesentlicher Vorgaben:

- Einigung zwischen BMUB und NMU vom 29.07.2014 zum Offenhaltungsbetrieb in Gorleben
- Zur Zeit gültiger Hauptbetriebsplan (HBPI) 2014 bis 2016 mit Zulassung (Verlängerung der Zulassung bis 31.12.2017 durch Bergbehörde) einschließlich Nebenbestimmungen als bergrechtliche Grundlage für die Übergangsarbeiten
- Gesamtkonzept „Reine Offenhaltung Gorleben“ mit Stand vom 26.06.2015

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) wurde mit der Planung und Umsetzung der Übergangsarbeiten beauftragt. Diese Arbeiten umfassen auch das Erstellen

der Planungen und der Entwurfsunterlagen-Bau (EW-Bau) durch DBE, Durchführen der EW-Bau-Genehmigungsverfahren unter Beteiligung der Oberfinanzdirektion (OFD), des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und des Bundesministeriums für Finanzen (BMF) durch das BfS sowie nach Vorliegen der erforderlichen Genehmigungen und Zulassungen die Umsetzung der Rückbauarbeiten und Errichtung der Ersatzmaßnahmen durch DBE. Die Rückbaumaßnahmen umfassen folgende Bauteile:

1. Umbau Werkstätten und Wassertechnik untertage
2. Rückbau Maschinentechnik untertage
3. Rückbau Elektrotechnik untertage
4. Rückbau Anlagen und Gebäude übertage Teil 1
5. Rückbau Anlagen und Gebäude übertage Teil 2 (entfällt)
6. Umbau Bergwerksgelände
7. Reduzierung der Anlagensicherung auf einen industrieüblichen Standard

Die EW-Bau-Genehmigungsverfahren konnten durch enge Abstimmungen zwischen allen Beteiligten (DBE, BfS, OFD, BMUB, BMF) erheblich beschleunigt werden, so dass bis auf Bauteil 6 alle EW-Bau-Genehmigungen vorliegen. Die Erstellung der EW-Bau zum Bauteil 5 war auf Grund der Ergebnisse von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (WU) nicht erforderlich, da verbliebene Maßnahmen in das Bauteil 6 übernommen werden.

Untertägige Rückbaumaßnahmen wurden unverzüglich begonnen, sofern sie mit Eigenleistungen der DBE ausgeführt werden konnten, und sind zu einem großen Teil abgeschlossen. Bei Fremdleistungen kann dies erst nach Ausschreibung und Vergabe erfolgen.

Alle untertägigen Bohrungen wurden verfüllt, so dass mit den Rückbaumaßnahmen der Bohrtechnik, der Bohrwerkstatt und der Bohrorte begonnen werden konnte.

Die Rückbaumaßnahmen der übertägigen Anlagen und Gebäude (Bauteil 4) wurden im dritten Quartal 2016 abgeschlossen. Das bestehende Kauen-, Betriebs- und Sozialgebäude (KBS-Gebäude) wird ebenso wie das Pfortnergebäude 1 und das Bohrkernlager für die Phase des reinen Offenhaltungsbetriebs anderen Nutzungsmöglichkeiten zugänglich gemacht. Aus diesem Grund wird für den Offenhaltungsbetrieb ein KBS-Ersatzgebäude errichtet. Das Betriebsgelände wird auf die Erfordernisse für den Offenhaltungsbetrieb beschränkt und entsprechend verkleinert. Das im Offenhaltungsbetrieb nicht benötigte Betriebsgelände soll aus der Bergaufsicht entlassen werden. Die Umschließungsmauer wird entsprechend zurückgebaut und die Anlagensicherung auf das verkleinerte Betriebsgelände um die Schächte Gorleben 1 und 2 und weiterer relevanter Betriebspunkte reduziert.

Am 19.04.2016 legten BMUB, NMU, BfS, LBEG (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie) und DBE einvernehmlich fest, dass die Übergangsarbeiten bis Ende 2017 abgeschlossen werden sollen. DBE ist aufgefordert, die Ablaufplanung derart zu optimieren, dass sämtliche Übergangsarbeiten bis zum Ende des Jahres 2017 abgeschlossen sind und ab dem 01.01.2018 der reine Offenhaltungsbetrieb beginnen kann.

Der derzeit genehmigte Hauptbetriebsplan (HBPI) ist zugelassen bis zum 31.12.2017.<sup>12</sup>

### **Endlager KONRAD**

Die Schachtanlage Konrad in Salzgitter hat die seit 1933 bekannte Eisenerzlagerstätte zwischen etwa 800 m und 1.300 m Teufe aufgeschlossen. Die Erstellung von Schacht Konrad 1 begann 1957. Die Eisenerzgewinnung wurde bereits 1976 aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt. Ab 1977 wurde die Grube 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 m<sup>3</sup> radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung endzulagern. In der Folgezeit gingen die Schätzungen des erwarteten Abfallvolumens deutlich zurück. Deswegen wurde das zur Endlagerung genehmigte Volumen auf 303.000 m<sup>3</sup> Abfälle für den nationalen Bedarf beschränkt. Die endzulagernden radioaktiven Abfälle fallen insbesondere bei der Nutzung der Kernenergie für die Elektrizität

---

<sup>12</sup> Nach Redaktionsschluss: Die Betreiberaufgaben für das Bergwerk Gorleben sind am 25.4.2017 auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) übertragen worden.

tätserzeugung, 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. Der Anteil der radioaktiven Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung am gesamten endzulagernden Abfallgebundevolumen (ohne möglicherweise zusätzlich anfallende Abfälle aus der Schachanlage ASSE II und der Urananreicherung) beträgt mehr als 90 %, aber nur ca. 0,1 % der Gesamtaktivität aller radioaktiven Abfälle.

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 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. Bis dahin hatte die Bundesregierung vorgegeben, Planungsunterlagen während der Prüfung durch die Genehmigungsbehörde und der gerichtlichen Auseinandersetzungen nicht anzufassen. 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 im Jahr 2015 fortgesetzt. Insbesondere die mehr als 500 Nebenbestimmungen im PFB und die Tatsache, dass die Planungen zum großen Teil aus den 1990er Jahren stammen, erfordern eine umfängliche Aktualisierung. 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. Diese umfangreichen Umplanungen machen u.a. neue Baugenehmigungen erforderlich. Im Rahmen der vom Land Niedersachsen anerkannten projektbezogenen Privilegierung des BfS findet das vereinfachte bauaufsichtliche Zustimmungsverfahren gemäß § 74 Niedersächsischer Bauordnung (NBauO) Anwendung.

Es hat sich gezeigt, dass die aus den 1990er Jahren übernommenen Terminannahmen für den Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Endlagers Konrad unzutreffend war und unrealistische Erwartungen erzeugt hat. Das BfS hatte die DBE in seiner Verantwortung gebeten, anhand der aktuellen Erkenntnisse einen aktualisierten Terminplan für die Fertigstellung von Schacht Konrad zu erstellen. Für die Errichtung des Endlagers Konrad hat die DBE mbH im Januar 2016 eine aktualisierte Terminplanung vorgelegt, in der sie die Fertigstellung der Errichtung (Abschluss der Inbetriebnahmephase B) für Ende September 2022 vorgesehen hat. Nach Angaben der DBE mbH kann das Eintreten von Projektrisiken zu einer Veränderung der Terminlage führen.

Das BfS hat die DBE mbH aufgefordert, die Fertigstellung der Errichtung bis Ende September 2022 bzw. wenn möglich früher durchzuführen und das BfS rechtzeitig über notwendigen Unterstützungsbedarf zu informieren.

Ein latentes terminliches Projektrisiko ist die Aktualisierung der Planungen für die Gebäude und Anlagen auf heutige Standards. Wiewohl es sich um eine Umrüstung eines alten Erzbergwerkes handelt und die Zugänge über die bestehenden Schächte erfolgen, werden unter Tage die Einlagerungskammern und Grubennebenräume neu aufgefahren. Für die neuen Grubennebenräume werden zu deren genauen Dimensionierung baubegleitend geotechnische Berechnungen durchgeführt. Bereits vorliegende Ergebnisse führten hierbei zu erforderlichen Anpassungen im Ausbau und somit zu terminlichen Verzögerungen. Mittlerweile ist die Einlagerungstransportstrecke als horizontale Verbindung zwischen Schacht und Einlagerungskammern aufgefahren und es sind die für die Inbetriebnahme vorgesehenen Einlagerungskammern hergestellt. Die Aufahrungen der Grubennebenräume für den Werkstattbereich und die Versatzaufbereitung sind derzeit in Arbeit. Über Tage werden die erforderlichen Gebäude auf dem Schachtanlagengelände Konrad 1 weiter errichtet. Die Zufahrt zum Schachtanlagengelände Konrad 2 ist hergestellt. Hier ist die Baufreiheit für die Gebäude hergestellt und es erfolgen vorlaufende Infrastrukturarbeiten.

Die Planungen für das Endlager werden an das jeweils aktuelle technische Regelwerk angepasst. 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 das BfS als Betreiber<sup>13</sup> die Aufgabe, den Stand von Wissenschaft und

---

<sup>13</sup> Nach Redaktionsschluss: Die Betreiberaufgaben für das Endlager Konrad sind am 25.4.2017 auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) übertragen worden.

Technik zu verfolgen. Daher wird das BfS noch vor Inbetriebnahme eine Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik durchführen. 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 ist durch gesetzlichen Übergang seit 1990 das Bundesamt für Strahlenschutz.<sup>14</sup>

Im ERAM wurden von 1971 bis Februar 1991 insgesamt ca. 14.432 m<sup>3</sup> schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von ca.  $1,8 \cdot 10^{14}$  Bq (bezogen auf den 01.07.1991) und von Januar 1994 bis September 1998 ca. 22.320 m<sup>3</sup> schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität zum Zeitpunkt der Einlagerung von ca.  $9,1 \cdot 10^{13}$  Bq endgelagert. Außerdem wurden im ERAM Strahlenquellen und ein Behälter mit Radiumabfällen mit einer Gesamtaktivität zum Zeitpunkt der Einlagerung von ca.  $2,9 \cdot 10^{15}$  Bq 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. 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 (PFV) zur Stilllegung soll neben der Stilllegung des ERAM die Endlagerung der bis zu diesem Zeitpunkt im ERAM zwischengelagerten radioaktiven Abfälle sowie die Endlagerung der noch während des Stilllegungsbetriebs anfallenden radioaktiven Betriebsabfälle erfolgen.

Da die Einlagerung radioaktiver Abfälle im ERAM dauerhaft beendet ist und das Verfahren zur beantragten Stilllegung derzeit andauert, soll der Endlagerbetrieb auf einen Offenhaltungsbetrieb umgestellt werden. Hierfür wurde 2003 bei der zuständigen Genehmigungsbehörde des Landes Sachsen-Anhalt ein entsprechender Plan zur Genehmigung für die Umrüstung und den Offenhaltungsbetrieb des ERAM eingereicht. Wegen der bezüglich des weiteren Vorgehens entstandenen grundlegenden Fragestellungen wurde das Verfahren vom MULE am 11.06.2014 bis auf weiteres ausgesetzt. Als alternative Vorgehensweise bietet sich die Umsetzung der geplanten Anpassungen an die aktuellen Betriebsrandbedingungen als Einzelmaßnahmen an, um die Komplexität der notwendigen Genehmigungen zu reduzieren. Eine Stellungnahme zur aktuellen Situation und möglichen weiteren Vorgehensweise ist dem BMUB zum Jahreswechsel 2016/2017 zugeleitet worden. Zur Verbesserung des geomechanischen Zustandes im Zentralteil des ERAM wurden zwischen 2003 und 2011 insgesamt 27 Steinsalzabbau mit ca. 935.000 m<sup>3</sup> Salzbeton stabilisiert. Damit wurde das Ziel der bergbaulichen Gefahrenabwehr erreicht.

Die Planungen im PFV zur Stilllegung des ERAM zielen auf die Einhaltung der Schutzziele sowohl im Sinne des Strahlenschutzes als auch nach Bergrecht. Selbst in dem Fall, dass eine Freisetzung von Radionukliden aus dem später verschlossenen Endlager auf lange Sicht nicht gänzlich verhindert werden kann, dürfen nur so geringe Mengen dieser Radionuklide in die Biosphäre gelangen, dass die Schutzziele auf Dauer eingehalten werden.

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

---

<sup>14</sup> Nach Redaktionsschluss: Die Betreiberaufgaben für das Endlager Morsleben sind am 25.4.2017 auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) übertragen worden.

Millionen Kubikmeter Salzbeton in das ERAM einzubringen sein. Zum Abschluss der Arbeiten werden die mehrere hundert Meter tiefen Schächte ebenfalls mit speziell entwickelten Bauwerken abgedichtet.

Im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung wurden im PFV „Stilllegung ERAM“ die erforderlichen Unterlagen in der Zeit von Oktober bis Dezember 2009 ausgelegt. Die Erörterung der Einwendungen zum Vorhaben erfolgte im Oktober 2011.

Im Nachgang zum Erörterungstermin beauftragte das Bundesumweltministerium die Entsorgungskommission (ESK), eine Stellungnahme zu der Frage zu erstellen, ob der Langzeitsicherheitsnachweis für das ERAM methodisch dem Stand von Wissenschaft und Technik entspricht. Die Stellungnahme der ESK wurde am 31.01.2013 veröffentlicht und beinhaltet sechs Hauptforderungen zur Ergänzung der Langzeitsicherheitsanalysen. Aufgrund der methodischen Vorgaben sind auch Anpassungen des Stilllegungskonzeptes zu prüfen.

Darüber hinaus sind als Folge von Ergebnissen von Großversuchen unter Tage zu den Abdichtungsbauwerken im Steinsalz und im Anhydrit weitere Untersuchungen und Planungsanpassungen im Hinblick auf Baustoff, Bauwerkskonzeption und Nachweisführung notwendig.

Im Jahr 2016 wurden parallel zur Abarbeitung der ESK-Empfehlungen grundlegende strategische Überlegungen zum Stand des Stilllegungsprojektes, den Randbedingungen und der weiteren Vorgehensweise fortgeführt. Die Notwendigkeit weitreichender fachlicher Anpassungen bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Standes von Wissenschaft und Technik bis zum Verfahrensabschluss und die Veränderung organisatorischer und regulatorischer Randbedingungen für das Planfeststellungsverfahren erfordern eine Überarbeitung und teilweise Neugestaltung der Antragsunterlagen auch unter Berücksichtigung der bereits vorliegenden Prüfergebnisse des MULE. Die Entscheidung, ob als Ergebnis der Anpassungen der Verfahrensunterlagen eine erneute Öffentlichkeitsbeteiligung erforderlich ist, obliegt der Genehmigungsbehörde.

### **Schachanlage ASSE II**

Die Schachanlage Asse II bei Wolfenbüttel ist ein rund 100 Jahre altes Kali- und Steinsalzbergwerk, in das zwischen 1967 und 1978 über 125.000 Fässer radioaktive Abfälle 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. Heute steht die Asse vor zwei großen Problemen: Zum einen dringen Zutrittswässer in das Bergwerk ein, zum anderen ist die Stabilität des Grubengebäudes gefährdet. 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. Im Jahr 2017 wird die Betreiberschaft vom BfS auf die Bundesgesellschaft für Endlager mbH (BGE) übergehen.<sup>15</sup>

Die sogenannte Lex Asse (§ 57 b AtG), das "Gesetz zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachanlage Asse II", ist am 24. April 2013 in Kraft getreten. 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 Schachanlage sind die Stabilisierung des Grubengebäudes und die Vorsorge zur Minimierung der Konsequenzen eines Absaufens der Schachanlage 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. Aktuell ist eine Evaluierung der Notfallplanung in Arbeit.

Nach Inkrafttreten des § 57b AtG "Lex Asse" hat das BfS die Vorgehensweise und die Abläufe bei der Faktenerhebung überprüft. Hintergrund ist, dass die bisherigen Erfahrungen sowohl bei der Erlangung einer Genehmigung als auch bei der Abarbeitung von resultierenden Auflagen einen Zeitaufwand erforderten, der

---

<sup>15</sup> Nach Redaktionsschluss: Die Betreiberaufgaben für die Schachanlage Asse sind am 25.4.2017 auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) übertragen worden.

nicht im Einklang mit dem Ziel einer möglichst zügigen Rückholung steht. Aktuell wird der Schritt 1 der Faktenerhebung (das Anbohren von zwei ausgewählten Einlagerungskammern ELK 7/750 und 12/750) fortgesetzt und 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 werden die Planungen zur Rückholung vertieft. Zur Festlegung eines Ansatzpunktes für den neuen Bergungsschacht 5 sowie zur Positionierung von neuen Infrastrukturräumen werden diverse Erkundungsbohrungen gestoßen und ausgewertet. Eine Entscheidung über die Eignung des aktuell vorgesehenen Schachtstandortes ist erst nach Abschluss der Erkundungen und Auswertung der Ergebnisse möglich.

Vor Rückholungsbeginn sind eine Konditionierungsanlage sowie ein aufnahmebereites Zwischenlager für die Abfälle in Betrieb zu nehmen. Der Kriterien-basierte Auswahlprozess für die Standortfindung des Zwischenlagers hat begonnen.

## 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   |
| 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: 31.12.2016

**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 Strahlenschutz (bis 29.07.2016)<br>Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (seit 30.07.2016)                        | Aufsichtsbehörden der Länder  |
| <b>Bundesland</b>           | <b>Genehmigungsbehörde für Anlagen nach § 7 AtG</b>  | <b>Aufsichtsbehörde nach § 19 i.V.m. §§ 6 und 7 AtG</b>               |
| 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 Stadtentwicklung und Umwelt   |   |
| Brandenburg (BB)            | Ministerium der Justiz und für Europa und Verbraucherschutz  |   |
| Bremen (HB)                 | Senator für Umwelt, Bau, Verkehr im Benehmen mit dem Senator für Gesundheit  |   |
| Hamburg (HH)                | Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt  |   |
| 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 und Klimaschutz  |   |
| Nordrhein-Westfalen (NW)    | Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen                                      |   |
| Rheinland-Pfalz (RP)        | Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten   |   |
| Saarland (SL)               | Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr  |   |
| Sachsen (SN)                | Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft  |   |
| Sachsen-Anhalt (ST)         | Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt  |   |
| Schleswig-Holstein (SH)     | Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein  |   |
| Thüringen (TH)              | Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz  |   |

**Tabelle I.2: Kernkraftwerke in Betrieb**

| Nr. | Name                          | Kurzbezeichnung | Reaktortyp | Leistung MW <sub>e</sub> | erste Kritikalität | in Leistungsbe-trieb | Betreiber                        | Standort            |
|-----|-------------------------------|-----------------|------------|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|
| 1   | Neckarwestheim-2 <sup>1</sup> | GKN 2           | DWR        | 1.400                    | 29.12.1988         | 1989                 | EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)       | Neckarwestheim (BW) |
| 2   | Philippsburg-2 <sup>2</sup>   | KKP 2           | DWR        | 1.468                    | 13.12.1984         | 1985                 | EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)       | Philippsburg (BW)   |
| 3   | Gundremmingen-B <sup>3</sup>  | KRB-II-B        | SWR        | 1.344                    | 09.03.1984         | 1984                 | Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH | Gundremmingen (BY)  |
| 4   | Gundremmingen-C               | KRB-II-C        | SWR        | 1.344                    | 26.10.1984         | 1985                 | Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH | Gundremmingen (BY)  |
| 5   | Isar-2                        | KKI 2           | DWR        | 1.485                    | 15.01.1988         | 1988                 | PreussenElektra GmbH             | Essenbach (BY)      |
| 6   | Emsland <sup>4</sup>          | KKE             | DWR        | 1.406                    | 14.04.1988         | 1988                 | Kernkraftwerk Lippe-Ems GmbH     | Lingen (NI)         |
| 7   | Grohnde                       | KWG             | DWR        | 1.430                    | 01.09.1984         | 1985                 | PreussenElektra GmbH             | Grohnde (NI)        |
| 8   | Brokdorf                      | KBR             | DWR        | 1.480                    | 08.10.1986         | 1986                 | PreussenElektra GmbH             | Brokdorf (SH)       |

---

<sup>1</sup> Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau vom 18.07.2016

<sup>2</sup> Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau vom 18.07.2016

<sup>3</sup> Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Abbau von Anlagenteilen vom 11.12.2014

<sup>4</sup> Antrag nach § 7 Absatz 3 AtG auf Stilllegung und Abbau vom 22.12.2016

**Tabelle I.3: Kernkraftwerke endgültig abgeschaltet**

| Nr. | Name             | Kurzbezeichnung | Reaktortyp | Leistung MW <sub>e</sub> (brutto) | erste Kritikalität | in Leistungsbetrieb | außer Betrieb | Antrag auf Stilllegung | Betreiber                                | Standort             |
|-----|------------------|-----------------|------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------|------------------------|--|----------------------|
| 1   | Neckarwestheim-1 | GKN 1           | DWR        | 840                               | 26.05.1976         | 1976                | 06.08.2011*   | 24.04.2013             | EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)               | Neckarwestheim (BW)  |
| 2   | Philippsburg-1   | KKP 1           | SWR        | 926                               | 09.03.1979         | 1980                | 06.08.2011*   | 24.04.2013             | EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)               | Philippsburg (BW)    |
| 3   | Isar-1           | KKI 1           | SWR        | 912                               | 20.11.1977         | 1979                | 06.08.2011*   | 04.05.2012             | PreussenElektra GmbH                     | Essenbach (BY)       |
| 4   | Grafenrheinfeld  | KKG             | DWR        | 1.345                             | 09.12.1981         | 1982                | 27.06.2015    | 28.03.2014             | PreussenElektra GmbH                     | Grafenrheinfeld (BY) |
| 5   | Biblis-A         | KWB A           | DWR        | 1.225                             | 16.07.1974         | 1975                | 06.08.2011*   | 06.08.2012             | RWE Power AG                             | Biblis (HE)          |
| 6   | Biblis-B         | KWB B           | DWR        | 1.300                             | 25.03.1976         | 1977                | 06.08.2011*   | 06.08.2012             | RWE Power AG                             | Biblis (HE)          |
| 7   | Unterweser       | KKU             | DWR        | 1.410                             | 16.09.1978         | 1979                | 06.08.2011*   | 04.05.2012             | PreussenElektra GmbH                     | Esenshamm (NI)       |
| 8   | Brunsbüttel      | KKB             | SWR        | 806                               | 23.06.1976         | 1977                | 06.08.2011*   | 01.11.2012             | Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG | Brunsbüttel (SH)     |
| 9   | Krümmel          | KKK             | SWR        | 1.402                             | 14.09.1983         | 1984                | 06.08.2011*   | 24.08.2015             | Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG     | Krümmel (SH)         |

\*Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 31.07.2011

**Tabelle I.4: Kernkraftwerke in Stilllegung**

| Nr. | Name  | Kurzbezeichnung | Reaktortyp             | Leistung MW <sub>e</sub> (brutto) | erste Kritikalität | in Leistungsbetrieb | außer Betrieb | Stilllegung begonnen | 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 <sub>2</sub> 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   | Gundremmingen-A   | KRB-A           | SWR                    | 250                               | 14.08.1966         | 1967                | 13.01.1977    | 26.05.1983           | Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH   | Gundremmingen (BY)            |
| 6   | Greifswald-1 (ö.H.)<br>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)                   |
| 7   | 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)                   |
| 8   | 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)                   |

| Nr. | Name  | Kurzbezeichnung | Reaktor-typ | Leistung MW <sub>e</sub> (brutto) | erste Kritikalität | in Leistungs-betrieb | außer Betrieb   | Stilllegung begonnen  | Betreiber  | Standort             |
|-----|---|-----------------|-------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|---|---|--|----------------------|
| 9   | 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)          |
| 10  | Greifswald-5 (ö.H.)   | KGR 5           | DWR / WWER  | 440                               | 26.03.1989         | -                    | 30.11.1989  | 30.06.1995  | Energiewerke Nord GmbH (EWN)                         | Lubmin (MV)          |
| 11  | Lingen<br>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<br>21.12.2015 (Abbau der Anlage) | Kernkraftwerk Lingen GmbH                            | Lingen (NI)          |
| 12  | Stade   | KKS             | DWR         | 672                               | 08.01.1972         | 1972                 | 14.11.2003  | 07.09.2005  | PreussenElektra GmbH                                 | Stade (NI)           |
| 13  | Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor 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)         |
| 14  | Thorium-hochtemperaturreaktor (ö.H.)  | THTR-300        | HTR         | 308                               | 13.09.1983         | 1987                 | 29.09.1988  | 22.10.1993   10/1997 SE                                     | HKG  | Hamm-Uentrop (NRW)   |
| 15  | Würgassen   | KWW             | SWR         | 670                               | 22.10.1971         | 1975                 | 26.08.1994 Stilllegungsbeschluss des Betreibers am 29.05.95 | 14.04.1997  | PreussenElektra GmbH                                 | Würgassen (NRW)      |
| 16  | Mülheim-Kärlich   | KMK             | DWR         | 1302                              | 01.03.1986         | 1987                 | 09.09.1988  | 16.07.2004  | RWE Power AG   | Mülheim-Kärlich (RP) |

(ö.H.) Finanzierung durch öffentliche Hand

**Tabelle I.5: Kernkraftwerke aus dem AtG entlassen**

| Nr. | Name  | Kurzbezeichnung | Reaktortyp                        | Leistung MW <sub>e</sub> (brutto) | erste Kritikalität | in Leistungsbetrieb | außer Betrieb | Stilllegung begonnen   beendet                                      | Betreiber   | Standort            |
|-----|---|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------|---|---|---------------------|
| 1   | Heissdampfreaktor Grosswolzheim (ö.H.)  | HDR             | HDR (Heißdampfreaktor)            | 25                                | 14.10.1969         | 1970                | 20.04.1971    | 16.02.1983   Entlassung aus AtG: 14.05.1998<br>Abgebaut: 15.10.1998 | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), vormals Forschungszentrum Karlsruhe GmbH | Karlstein (BY)      |
| 2   | Niederaichbach (ö.H.) schwerwasser-moderierter Druckröhrenreaktor mit CO <sub>2</sub> -Gaskühlung | KKN             | DRR / D <sub>2</sub> O-Mod-erator | 106                               | 17.12.1972         | 1973                | 31.07.1974    | 21.10.1975   Entlassung aus AtG: 17.08.1994<br>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<br>Abgebaut: 24.09.2010 | VAK   | Karlstein (BY)      |

**Tabelle I.6: Eingestellte Kernkraftwerksvorhaben**

| Nr. | Bezeichnung der Anlage und Standort | Betreiber                                     | Typ | Leistung brutto [MWe] | Bemerkungen  |
|-----|-------------------------------------|---|-----|-----------------------|--|
| 1   | KGR 6<br>Lubmin (MV)                | Energiewerke Nord GmbH                        | DWR | 440                   | Endgültige Abschaltung: 30.11.1989<br>Gen. Still./Abbau Gesamtanlage<br>30.06.1995 ff. |
| 2   | KGR 7<br>Lubmin (MV)                | Energiewerke Nord GmbH                        | DWR | 440                   | Vorhaben eingestellt   |
| 3   | KGR 8<br>Lubmin (MV)                | Energiewerke Nord GmbH                        | DWR | 440                   | Vorhaben eingestellt   |
| 4   | SNR 300<br>Kalkar (NW)              | Schnell-Brüter-Kernkraftwerksgesellschaft mbH | SNR | 327                   | Vorhaben eingestellt<br>20.03.1991   |
| 5   | Stendal A<br>Stendal (ST)           | Altmark Industrie GmbH                        | DWR | 1.000                 | Vorhaben eingestellt   |
| 6   | Stendal B<br>Stendal (ST)           | Altmark Industrie GmbH                        | DWR | 1.000                 | Vorhaben eingestellt   |



## **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: 31.12.2016

**Tabelle II.1: Forschungsreaktoren in Betrieb**

| Nr. | Name   | Kurzbezeichnung | Bauart/Reaktortyp; Leistung   | erste Kritikalität         | Betreiber  | Standort        |
|-----|--|-----------------|---|----------------------------|--|-----------------|
| 1   | Berliner Experimentier-Reaktor II  | BER-II          | Schwimmbad / MTR<br>10 MW <sub>th</sub>   | 09.12.1973                 | Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH, ehemals Hahn-Meitner-Institut | Berlin (BE)     |
| 2   | SUR Furtwangen   | SUR-FW          | homogen (S) / SUR-100<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub>                                   | 28.06.1973                 | Hochschule Furtwangen  | Furtwangen (BW) |
| 3   | SUR Stuttgart<br>1969 Umbau und Umzug in anderes Gebäude   | SUR-S           | homogen (S) / SUR-100<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub>                                   | 24.08.1964 /<br>12.06.1969 | Universität Stuttgart, Institut für Kernenergetik und Energiesysteme                     | Stuttgart (BW)  |
| 4   | SUR Ulm  | SUR-U           | homogen (S) / SUR-100<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub>                                   | 01.12.1965                 | Fachhochschule Ulm, Labor für Strahlenmeßtechnik und Reaktortechnik                      | Ulm (BW)        |
| 5   | Hochflussneutronenquelle<br>München/Garching   | FRM-II          | Schwimmbad /<br>Kompaktkern mit D <sub>2</sub> O-<br>Moderator; 20 MW <sub>th</sub> | 02.03.2004                 | Technische Universität München   | Garching (BY)   |
| 6   | Forschungsreaktor Mainz  | FRMZ            | Schwimmbad / TRIGA<br>MARK-II<br>0,1 MW <sub>th</sub>                               | 03.08.1965                 | Universität Mainz, Institut für Kernchemie   | Mainz (RP)      |
| 7   | Ausbildungskernreaktor<br>Genehmigung war gemäß § 57a AtG bis zum<br>30.06.2005 befristet; 2004 Umbau zum AKR-<br>2. Erste Kritikalität als AKR-2 22.03.05 | AKR/<br>AKR-2   | homogen (S) / SUR-<br>Typ<br>2,0E-06 MW <sub>th</sub>                               | 28.07.1978 /<br>22.03.2005 | Technische Universität Dresden,<br>Institut für Energietechnik                           | Dresden (SN)    |

**Tabelle II.2: Forschungsreaktoren endgültig abgeschaltet**

| Nr. | Name                                | Kurzbezeichnung | Bauart/<br>Reaktortyp; Leistung                   | erste<br>Kritikalität | außer<br>Betrieb   | Antrag auf<br>Stilllegung   | Betreiber   | Standort        |
|-----|-------------------------------------|-----------------|---|-----------------------|--|---|---|-----------------|
| 1   | Siemens-Unterrichtsreaktor Hannover | SUR-H           | homogen (S) / SUR-100<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub> | 09.12.1971            | Seit 2008 ist die Anlage kernbrennstofffrei  | 22.10.2013  | Leibniz Universität Hannover<br>Institut für Kerntechnik und zerstörungsfreie Prüfverfahren                 | Hannover (NI)   |
| 2   | Siemens-Unterrichtsreaktor Aachen   | SUR-AA          | homogen (S) / SUR-100<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub> | 22.09.1965            | Seit 2008 ist die Anlage kernbrennstofffrei  | Antrag in 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 <sub>th</sub>              | 23.10.1958            | 28.06.2010   | 21.03.2013  | Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH                                 | Geesthacht (SH) |
| 4   | Forschungsreaktor Geesthacht-2      | FRG-2           | Schwimmbad / MTR; 15 MW <sub>th</sub>             | 16.03.1963            | 28.01.1993<br>Antrag auf Außerbetriebnahme<br>17.01.1995<br>Gen. Außerbetriebnahme und Teilabbau | 21.03.2013<br>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) |

**Tabelle II.3: Forschungsreaktoren in Stilllegung**

| Nr. | Name   | Kurzbezeichnung | Bauart/<br>Reaktortyp;<br>Leistung                    | erste<br>Kritikalität | außer<br>Betrieb | Stilllegung<br>begonnen   | Betreiber   | Standort                          |
|-----|--|-----------------|---|-----------------------|------------------|---|---|-----------------------------------|
| 1   | Forschungsreaktor-2                            | FR-2            | Tank / D <sub>2</sub> O;<br>44 MW <sub>th</sub>       | 07.03.1961            | 21.12.1981       | 03.07.1986 (SG)  <br>20.11.1996 SE  | Wiederaufarbeitungs-<br>anlage Karlsruhe<br>Rückbau- und<br>Entsorgungs-GmbH<br>(Unternehmen der<br>EWN GmbH) | Eggenstein-<br>Leopoldshafen (BW) |
| 2   | Forschungsreaktor<br>München                   | FRM             | Schwimmbad /<br>MTR; 4 MW <sub>th</sub>               | 31.10.1957            | 28.07.2000       | 03.04.2014 (SG)   | Technische Universität<br>München   | Garching (BY)                     |
| 3   | Forschungsreaktor<br>Neuherberg                | FRN             | Schwimmbad /<br>TRIGA MARK-III;<br>1 MW <sub>th</sub> | 23.08.1972            | 16.12.1982       | 30.05.1983 (SG)  <br>24.05.1984 SE  | Helmholtz Zentrum<br>München – Deutsches<br>Forschungszentrum für<br>Gesundheit und<br>Umwelt (GmbH)          | Oberschleißheim (BY)              |
| 4   | Forschungs- und<br>Messreaktor<br>Braunschweig | FMRB            | Schwimmbad /<br>MTR; 1 MW <sub>th</sub>               | 03.10.1967            | 19.12.1995       | 02.03.2001 (SG)  <br>28.07.2005 (Anlage<br>bis auf Zwischenlager<br>aus dem AtG entlas-<br>sen) | Physikalisch-<br>Technische<br>Bundesanstalt  | Braunschweig (NI)                 |
| 5   | DIDO   | FRJ-2           | Tank / D <sub>2</sub> O<br>23 MW <sub>th</sub>        | 14.11.1962            | 02.05.2006       | 20.09.2012 (SG)   | JEN mbH<br>(Unternehmen der<br>EWN-GmbH), vormals<br>Forschungszentrum<br>Jülich GmbH                         | Jülich (NRW)                      |
| 6   | Rosendorfer<br>Forschungsreaktor               | RFR             | Tank / WWR-SM;<br>10 MW <sub>th</sub>                 | 16.12.1957            | 27.06.1991       | 30.01.1998 (SG)   | VKTA-Strahlenschutz,<br>Analytik und<br>Entsorgung Rosendorf<br>e.V.  | Rosendorf (SN)                    |

Abkürzungen

SG Stilllegungsgenehmigung

SE Sicherer Einschluss

**Tabelle II.4: Forschungsreaktoren aus dem AtG entlassen**

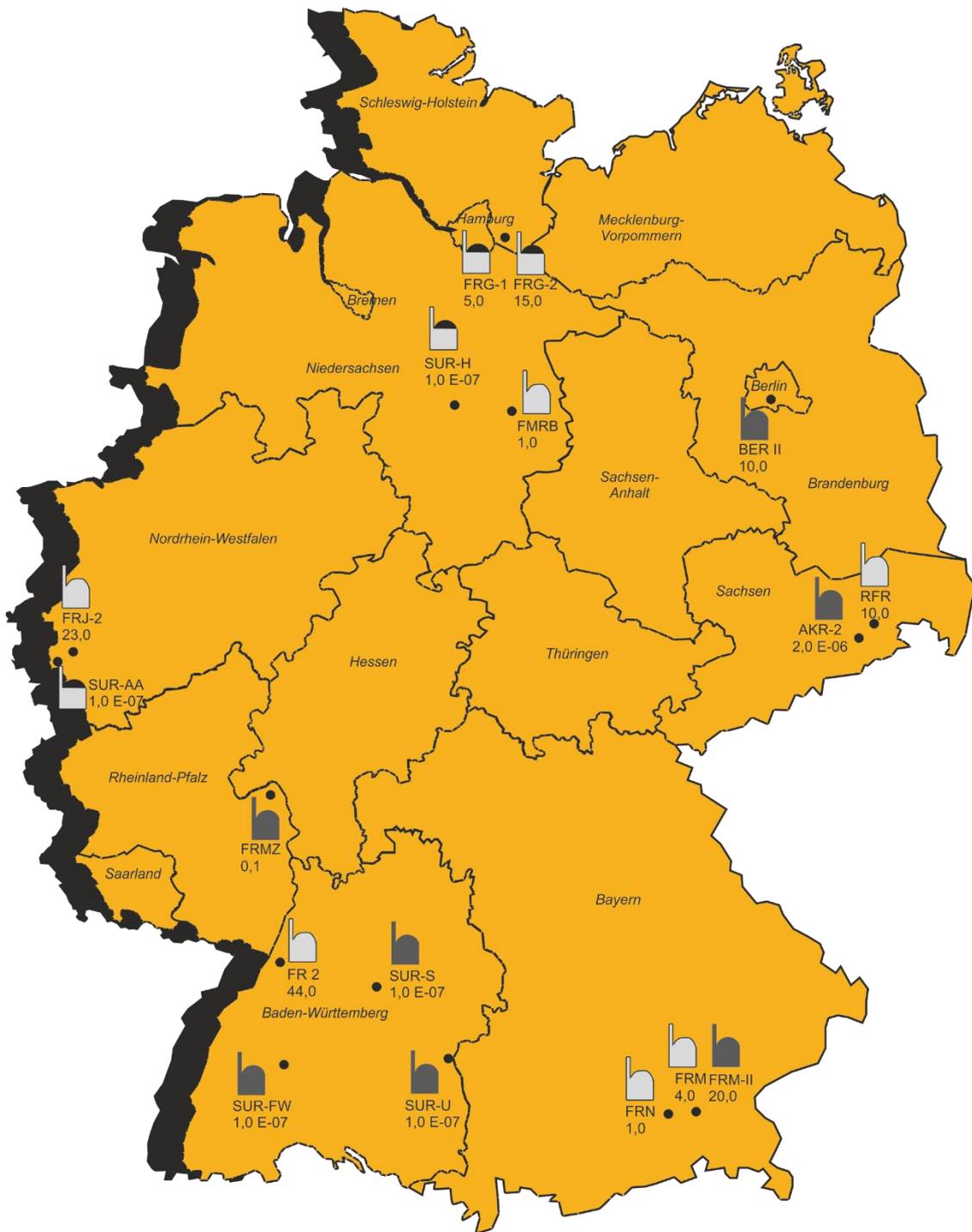
| Nr. | Name   | Kurzbezeichnung | Bauart/<br>Reaktortyp;<br>Leistung  | erste<br>Kritikalität             | außer<br>Betrieb | Stilllegung<br>begonnen   beendet  | Betreiber   | Standort                          |
|-----|--|-----------------|---|-----------------------------------|------------------|--|---|-----------------------------------|
| 1   | Schnelle Nullenergie-Anordnung                                   | SNEAK           | homogen (S);<br>1,0E-03 MW <sub>th</sub>  | 15.12.1966                        | 11/1985          | 03.06.1986 (SG)  <br>06.05.1987  | Karlsruher Institut für<br>Technologie (KIT),<br>vormals Forschungs-<br>zentrum Karlsruhe<br>GmbH | Eggenstein-<br>Leopoldshafen (BW) |
| 2   | Schnelle Unterkritische<br>Anordnung<br>Genehmigung nach § 9 AtG | SUAK            | schnelle<br>unterkritische<br>Anordnung;<br>0 MW <sub>th</sub>                                      | 20.11.1964<br>Inbetrieb-<br>nahme | 07.12.1978       |  | Karlsruher Institut für<br>Technologie (KIT),<br>vormals Forschungs-<br>zentrum Karlsruhe<br>GmbH | Eggenstein-<br>Leopoldshafen (BW) |
| 3   | Schnell-Thermischer<br>Argonautreaktor                           | STARK           | Argonaut;<br>1,0E-05 MW <sub>th</sub><br>modifizierter schnell-<br>thermischer Argonaut-<br>reaktor | 11.01.1963                        | 03/1976          | 1976 (SG)   1977   | Karlsruher Institut für<br>Technologie (KIT),<br>vormals Forschungs-<br>zentrum Karlsruhe<br>GmbH | Eggenstein-<br>Leopoldshafen (BW) |
| 4   | Siemens-Unterrichtsreaktor<br>Karlsruhe                          | SUR-KA          | homogen (S) /<br>SUR-100;<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub>   | 07.03.1966                        | 09/1996          | 25.11.1996 (SG)  <br>26.06.1998  | Karlsruher Institut für<br>Technologie (KIT),<br>vormals Forschungs-<br>zentrum Karlsruhe<br>GmbH | Eggenstein-<br>Leopoldshafen (BW) |
| 5   | TRIGA Heidelberg I   | TRIGA HD I      | Schwimmbad /<br>TRIGA MARK-I;<br>0,25 MW <sub>th</sub>  | 26.08.1966                        | 31.03.1977       | 30.06.1980 (SG),<br>11.12.1980 (SE),<br>16.01.2006 (AG)  <br>13.12.2006<br>Anlage abgerissen und<br>Gelände komplett<br>saniert (2009) | Deutsches<br>Krebsforschungs-<br>zentrum  | Heidelberg (BW)                   |
| 6   | TRIGA Heidelberg II  | TRIGA HD II     | Schwimmbad /<br>TRIGA MARK-I;<br>0,25 MW <sub>th</sub>  | 28.02.1978                        | 30.11.1999       | 13.09.2004 (SG)  <br>13.12.2006  | Deutsches<br>Krebsforschungs-<br>zentrum  | Heidelberg (BW)                   |
| 7   | AEG-Nullenergiereaktor,<br>Thermisch-Kritische<br>Anordnung      | TKA             | Tank / thermisch<br>kritische<br>Anordnung;<br>1,0E-04 MW <sub>th</sub>                             | 23.06.1967                        | 1973             | 28.09.1981 (SG)  <br>21.12.1981  | Kraftwerk Union AG  | Karlstein (BY)                    |
| 8   | AEG-Prüfreaktor  | PR-10           | Argonaut;<br>1,80E-04 MW <sub>th</sub>  | 27.01.1961                        | 1976             | 27.07.1976 (SG)  <br>22.02.1978  | Kraftwerk Union AG  | Karlstein (BY)                    |
| 9   | Siemens Argonaut Reaktor   | SAR             | Argonaut;<br>1,0E-03 MW <sub>th</sub>   | 23.06.1959                        | 31.10.1968       | 08.01.1992 (AG)  <br>20.03.1998  | Technische<br>Universität München   | Garching (BY)                     |

| Nr. | Name   | Kurzbezeichnung  | Bauart/<br>Reaktortyp;<br>Leistung                         | erste<br>Kritikalität     | außer<br>Betrieb | Stilllegung<br>begonnen   beendet                                    | Betreiber   | Standort       |
|-----|--|------------------|--|---------------------------|------------------|--|---|----------------|
| 10  | Siemens Unterkritische Anordnung<br>SUA war Zubehör zum SUR-München            | SUA              | unterkritische Anordnung;<br>0 MW <sub>th</sub>            | 06/1959<br>Inbetriebnahme | 1968             | 31.10.1968 (SG)<br>28.08.1992 (AG)  <br>20.03.1998                   | Technische Universität München  | Garching (BY)  |
| 11  | Siemens-Unterrichtsreaktor München   | SUR-M            | homogen (S) /<br>SUR-100;<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub>      | 28.02.1962                | 10.08.1981       | 28.08.1992 (AG)  <br>20.03.1998                                      | Technische Universität München  | Garching (BY)  |
| 12  | Berliner Experimentier-Reaktor   | BER I            | homogen (L) /<br>L-54(L);<br>0,05 MW <sub>th</sub>         | 24.07.1958                | Sommer<br>1972   | 15.02.1974 (Widerruf der<br>Genehmigung zum Betrieb)  <br>23.04.1974 | Helmholtz-Zentrum<br>Berlin für Materialien<br>und Energie GmbH,<br>ehemals Hahn-<br>Meitner-Institut | Berlin (BE)    |
| 13  | Siemens-Unterrichtsreaktor Berlin  | SUR-B            | homogen (S) /<br>SUR-100<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub>       | 26.07.1963                | 15.10.2007       | 01.12.2008 (SG)  <br>16.04.2013                                      | Technische<br>Universität Berlin,<br>Institut für<br>Energietechnik,<br>Fachgebiet<br>Kerntechnik     | Berlin (BE)    |
| 14  | Siemens-Unterrichtsreaktor Bremen  | SUR-HB           | homogen (S) /<br>SUR-100;<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub>      | 10.10.1967                | 17.06.1993       | 05.06.1997 (SG)<br>27.07.1999 (AG)  <br>03/2000                      | Hochschule Bremen   | Bremen (HB)    |
| 15  | Siemens-Unterrichtsreaktor Hamburg   | SUR-HH           | homogen (S) /<br>SUR-100;<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub>      | 15.01.1965                | 08/1992          | 31.03.1999 (SG)  <br>12/1999   | Fachhochschule<br>Hamburg   | Hamburg (HH)   |
| 16  | Forschungsreaktor Frankfurt -1   | FRF 1            | homogen (L) / L-<br>54(L); 0,05 MW <sub>th</sub>           | 10.01.1958                | 19.03.1968       | 1970 (AG)   31.10.2006   | Johann-Wolfgang-<br>Goethe-Universität  | Frankfurt (HE) |
| 17  | Forschungsreaktor Frankfurt -2   | FRF-2            | Schwimmbad /<br>modifizierter<br>TRIGA; 1 MW <sub>th</sub> | keine Kritikalität        | kein Betrieb     | 25.10.1982 (SG)  <br>31.10.2006                                      | Johann-Wolfgang-<br>Goethe-Universität  | Frankfurt (HE) |
| 18  | Siemens-Unterrichtsreaktor Darmstadt   | SUR-DA           | homogen (S) /<br>SUR-100;<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub>      | 23.09.1963                | 22.02.1985       | 23.11.1989 (SG)<br>02.08.1990 (AG)  <br>29.11.1996                   | Technische<br>Hochschule<br>Darmstadt   | Darmstadt (HE) |
| 19  | TRIGA-Hannover   | FRH/TRIGA<br>MHH | Schwimmbad /<br>TRIGA Mark-I;<br>0,25 MW <sub>th</sub>     | 31.01.1973                | 18.12.1996       | 08.05.2006 (SG)  <br>13.03.2008                                      | Medizinische<br>Hochschule<br>Hannover  | Hannover (NI)  |
| 20  | Forschungsreaktor MERLIN   | FRJ-1            | Schwimmb./MTR<br>10 MW <sub>th</sub>                       | 24.02.1962                | 22.03.1985       | 08.06.1995 (SG)<br>23.11.2007  | Forschungszentrum<br>Jülich GmbH  | Jülich (NRW)   |
| 21  | Abbrandmessung<br>differentieller<br>Brennelemente mit<br>kritischer Anordnung | ADIBKA           | homogen (L) /<br>L77A;<br>1,0E-04 MW <sub>th</sub>         | 18.03.1967                | 30.10.1972       | 07.07.1977 (SG)  <br>12/1977   | Forschungszentrum<br>Jülich GmbH  | Jülich (NRW)   |

| Nr. | Name  | Kurzbezeichnung | Bauart/<br>Reaktortyp;<br>Leistung  | erste<br>Kritikalität | außer<br>Betrieb                             | Stilllegung<br>begonnen   beendet | Betreiber   | Standort        |
|-----|---|-----------------|---|-----------------------|--|-----------------------------------|---|-----------------|
| 22  | Kritische Anordnung für Hochtemperaturreaktoren   | KAHTER          | kritische Anordnung;<br>1,0E-04 MW <sub>th</sub>  | 02.07.1973            | 03.02.1984                                   | 09.11.1987 (SG)  <br>06/1988      | Forschungszentrum<br>Jülich GmbH  | Jülich (NRW)    |
| 23  | Kritisches Experiment zum Incore-Thermionik-Reaktor   | KEITER          | kritische Anordnung;<br>1,0E-06 MW <sub>th</sub>  | 15.06.1971            | 1982   | 18.03.1982 (SG)  <br>06/1988      | Forschungszentrum<br>Jülich GmbH  | Jülich (NRW)    |
| 24  | Rosendorfer Anordnung für kritische Experimente   | RAKE            | Tank / kritische Anordnung ;<br>1,0E-05 MW <sub>th</sub>  | 03.10.1969            | 26.11.1991                                   | 19.08.1997 (SG)  <br>28.10.1998   | VKTA-<br>Strahlenschutz,<br>Analytik und<br>Entsorgung<br>Rosendorf e.V.                | Rosendorf (SN)  |
| 25  | Rosendorfer Ringzonenreaktor  | RRR             | Argonaut;<br>1,0E-03 MW <sub>th</sub>   | 16.12.1962            | 25.09.1991                                   | 31.03.1999 (SG)  <br>11.05.2000   | VKTA-<br>Strahlenschutz,<br>Analytik und<br>Entsorgung<br>Rosendorf e.V.                | Rosendorf (SN)  |
| 26  | Zittauer Lehr- und Forschungsreaktor<br><small>Genehmigung gemäß § 57a AtG bis zum 30.06.2005 befristet</small>             | ZLFR            | Tank / WWR-M;<br>1,0E-05 MW <sub>th</sub>   | 25.05.1979            | 24.03.2005<br><small>Letzter Betrieb</small> | 01.07.2005 (SG)  <br>03.05.2006   | Hochschule<br>Zittau/Görlitz (FH) FB<br>Maschinenbauwesen                               | Zittau (SN)     |
| 27  | Anlage für Nulleistungsexperimente  | ANEX            | kritische Anordnung;<br>1,0E-04 MW <sub>th</sub>  | 05/1964               | 05.02.1975                                   | 19.03.1979 (AG)  <br>01/1980      | Helmholtz-Zentrum<br>Geesthacht Zentrum<br>für Material- und<br>Küstenforschung<br>GmbH | Geesthacht (SH) |
| 28  | Nuklearschiff "Otto Hahn"<br><small>Zuständige atomrechtliche Aufsichtsbehörde in der Freien und Hansestadt Hamburg</small> | OH              | DWR /<br>Schiffsreaktor;<br>38 MW <sub>th</sub><br><small>wird in Deutschland<br/>den FR zugeordnet</small> | 26.08.1968            | 22.03.1979                                   | 01.12.1980 (SG)  <br>01.09.1982   | Helmholtz-Zentrum<br>Geesthacht Zentrum<br>für Material- und<br>Küstenforschung<br>GmbH | Geesthacht (SH) |
| 29  | Siemens-Unterrichtsreaktor<br>Kiel  | SUR-KI          | homogen (S) /<br>SUR-100;<br>1,0E-07 MW <sub>th</sub>   | 29.03.1966            | 11.12.1997                                   | 19.03.2008 (SG)  <br>02.04.2008   | Fachhochschule Kiel   | Kiel (SH)       |

AG Abbaugenehmigung

SG Stilllegungsgenehmigung



**Legende:**

FR, in Betrieb



FR, endgültig abgeschaltet



FR, in Stilllegung



Zahlen: Thermische Leistung in MW  
Stand: 31.12.2016

**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: 31.12.2016

**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)<br>9. TG vom 31.10.1997 Kapazitätserweiterung auf 1.800 Mg UTA/a<br>Bescheid Nr. 7/Ä2 vom 27.11.1998 2. Veränderungsgenehmigung für 2 weitere Trennhallen,<br>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 wird seit Mitte 2008 errichtet und sukzessive in Betrieb genommen.<br>Die Anlage wird mit einer Kapazität von nominal 4.500 Mg UTA/a betrieben.<br>Der Bau einer Lagerhalle mit einer Kapazität von bis zu 60.000 Mg U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> wurde 2014 fertig gestellt, aber 2016 noch nicht in Betrieb genommen. |

**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,<br>7. TBG vom 08.06.1994 (Betrieb der Konversionsanlage mit angereichertem Uran)<br>07.03.1997: Kapazitätserhöhung der Brennelement-Fertigung um 250 Mg extern gefertigter Urantabletten pro Jahr<br>11.01.2005: Erhöhung des Uranpulverdurchsatzes auf 650 Mg/a<br>02.12.2009: Erhöhung der Kapazität auf 800 Mg/a<br>12.06.2014: Erweiterung der Lagerbereiche für Kernbrennstoff | ANF bewahrt nach § 6 AtG für die Endlagerung bestimmte radioaktive Abfälle aus eigener Brennelement-Herstellung und UF <sub>6</sub> für Dritte auf ihrem Betriebsgelände auf. Eine Lagerhalle zur Aufbewahrung von UF <sub>6</sub> -Behältern ist in Betrieb genommen worden. |

**Tabelle III.3: Brennelementfabriken aus dem Atomgesetz entlassen**

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

| Nr | Bezeichnung der Anlage und Standort                         | Zweck der Anlage  | Kapazität lt. Genehmigung   | Genehmigung  | Bemerkungen   |
|----|---|---|---|--|---|
|    |   |   |   |  | (Gen. nach § 7 StrISchV) dauert noch an.  |
| 4  | Brennelementwerk NUKEM-A Hanau-Wolfgang (HE)                | Herstellung von Brennelementen aus angereichertem Uran und Thorium für Forschungsreaktoren            | 100 kg U-235 Anreicherung bis 20 %;<br>1.700 kg U-235 Anreicherung zwischen 20 % und 94 %;<br>100 Mg natürliches Uran;<br>100 Mg angereichertes Uran;<br>200 Mg Thorium | Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG vom 30.07.1962<br>Mehrere Genehmigungen zum Abbau, zur Stilllegung und zur Sanierung des Geländes von 1988 bis 2001<br>Im Mai 2006 - bis auf eine Teilfläche von 1.000 m <sup>2</sup> 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.<br>Die Rückbauarbeiten und die radiologische Bodensanierung sind abgeschlossen.<br>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<br>11,7 Mg SM (während der Betriebszeit)  | Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG vom 30.12.1974.<br>neun Genehmigungen zum Abbau und zur Stilllegung zwischen 05.12.1988 und 07.04.1995.<br>Am 18.12.1995 aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen.   | Anlage wurde am 15.01.1988 vorübergehend außer Betrieb genommen, in Folge stillgelegt.<br>Verfahrenstechnische Komponenten wurden abgebaut.<br>Dekontamination v. Gelände und Gebäudestrukturen sind abgeschlossen.<br>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<br>max. einlagerbare Aktivität:<br>$7,5 \cdot 10^{18}$ Bq  | Nach § 6 AtG vom 05.11.1999<br>1. Änderung vom 14.03.2001<br>2. Änderung vom 07.07.2003<br>3. Änderung vom 19.12.2005<br>4. Änderung vom 17.02.2006<br>5. Änderung vom 17.12.2008<br>6. Änderung vom 24.02.2009<br>7. Änderung vom 30.04.2010  | Seit 2011 befinden sich 74 Behälter im ZLN, davon:<br>- 62 CASTOR® 440/84<br>- 3 CASTOR® KRB-MOX<br>- 4 CASTOR® KNK<br>- 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;<br>max. einlagerbare Aktivität<br>$2 \cdot 10^{20}$ Bq | 05.09.1983 nach § 6 AtG, Anordnung des Sofortvollzugs am 06.09.1988<br>Neugenehmigung vom 02.06.1995 für bestrahlte Brennelemente und verglaste Spaltproduktlösungen<br>1. Änderung vom 01.12.2000<br>2. Änderung vom 18.01.2002<br>3. Änderung vom 23.05.2007<br>4. Änderung vom 29.01.2010 | Seit 2011 befinden sich insgesamt 113 Behälter im TBL-G, davon<br>- 5 Behälter mit abgebrannten Brennelementen, davon<br>- 1 CASTOR® Ic<br>- 1 CASTOR® IIa,<br>- 3 CASTOR® V/19 und 108 Behälter mit HAW-Glaskokillen, davon<br>- 1 TS 28 V,<br>- 74 CASTOR® HAW 20/28 CG,<br>- 21 CASTOR® HAW28M<br>- 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<br>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)<br>1. Änderung vom 17.05.2000<br>2. Änderung vom 24.04.2001<br>3. Änderung vom 30.03.2004<br>4. Änderung vom 04.07.2008<br>5. Änderung vom 22.12.2008<br>6. Änderung vom 26.05.2010<br>7. Änderung vom 08.02.2016<br>8. Änderung vom 21.07.2016 | Im April 1995 wurde die Einlagerung von 305 CASTOR® THTR/AVR- Behältern mit Brennelementen des THTR-300 abgeschlossen.<br>Am 20.03.1998 wurden zusätzlich<br>- 2 CASTOR® V/19<br>- 1 CASTOR® V/19 SN06<br>und<br>- 3 CASTOR® V/52 mit LWR-Brennelementen in das TBL-A überführt.<br>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<br>1. Änderung vom 22.03.2006<br>2. Änderung vom 28.09.2006<br>1. Ergänzung vom 03.09.2007<br>2. Ergänzung vom 18.02.2010<br>3. Änderung vom 11.05.2010<br>4. Änderung vom 13.12.2013<br>5. Änderung vom 16.04.2014<br>6. Änderung vom 09.08.2016 | Baubeginn: 17.11.2003<br><br>Erste Einlagerung: 06.12.2006<br><br>Ende 2016 befanden sich 53 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<br>1. Änderung vom 05.10.2006<br>2. Änderung vom 21.12.2006<br>3. Änderung vom 13.06.2014<br>4. Änderung vom 18.12.2014<br>5. Änderung vom 24.02.2016   | Baubeginn: 17.05.2004<br><br>Erste Einlagerung: 19.03.2007<br><br>Ende 2016 befanden sich 58 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   | Seit Ende 2007 befinden sich 342 Brennelemente im Lagerbecken  |
| 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<br>Anordnung des Sofortvollzuges am 10.09.2003<br>1. Änderung vom 31.07.2007<br>2. Änderung vom 06.10.2011<br>3. Änderung vom 03.11.2011  | Baubeginn: 22.09.2003<br><br>Erste Einlagerung: 27.02.2006<br><br>Ende 2016 befanden sich 21 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<br>Anordnung des Sofortvollzuges am 28.07.2004<br>1. Änderung vom 02.06.2006<br>2. Änderung vom 07.01.2014<br>3. Änderung vom 27.02.2015<br>4. Änderung vom 27.10.2015   | Baubeginn: 23.08.2004<br><br>Erste Einlagerung: 25.08.2006<br><br>Ende 2016 befanden sich 48 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<br>Anordnung des Sofortvollzuges am 28.05.2004<br>1. Änderung vom 11.01.2007<br>2. Änderung vom 29.02.2008<br>3. Änderung vom 16.11.2011<br>4. Änderung vom 07.02.2012<br>5. Änderung vom 20.06.2016<br>6. Änderung vom 28.07.2016 | Baubeginn: 14.06.2004<br><br>Erste Einlagerung: 12.03.2007<br><br>Ende 2016 befanden sich 36 Behälter im Zwischenlager  |
| 7   | Standort-Zwischenlager Biblis HE              | Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus den Blöcken A und B des Kernkraftwerks Biblis        | 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<br>1. Änderung vom 20.10.2005<br>1. Ergänzung vom 20.03.2006<br>2. Änderung vom 27.03.2006<br>3. Änderung vom 16.06.2014<br>4. Änderung vom 22.07.2014<br>5. Änderung vom 22.09.2015<br>6. Änderung vom 07.04.2016                 | Baubeginn: 01.03.2004<br><br>Erste Einlagerung: 18.05.2006<br><br>Ende 2016 befanden sich 74 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<br>Anordnung des Sofortvollzuges am 19.09.2005<br>1. Änderung vom 17.04.2007<br>2. Änderung vom 23.05.2012<br>3. Änderung vom 25.06.2012   | Baubeginn: 10.11.2003<br><br>Erste Einlagerung: 27.04.2006<br><br>Ende 2016 befanden sich 30 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<br>1. Ergänzung vom 31.07.2007<br>1. Änderung vom 01.02.2008<br>2. Änderung vom 19.12.2014<br>3. Änderung vom 07.08.2015   | Baubeginn: 18.10.2000<br><br>Erste Einlagerung: 10.12.2002<br><br>Ende 2016 befanden sich 38 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<br>Anordnung des Sofortvollzuges am 05.02.2007<br>1. Änderung vom 27.05.2008<br>2. Änderung vom 05.01.2012<br>3. Änderung vom 18.12.2012<br>4. Änderung vom 11.08.2016                               | Baubeginn: 19.01.2004<br><br>Erste Einlagerung: 18.06.2007<br><br>Ende 2016 befanden sich 27 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<br>1. Änderung vom 27.04.1995<br>2. Änderung vom 07.07.2005<br>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<br>Mit der 4. Änderung wurde die Anzahl der Stellplätze von 80 auf 65 Plätze und die Wärmefreisetzung von 3,0 auf 2,28 MW reduziert. | Nach § 6 AtG vom 19.12.2003<br>1. Änderung vom 16.11.2005<br>Anordnung des Sofortvollzuges am 28.04.2006<br>2. Änderung vom 17.10.2007<br>3. Änderung vom 09.07.2014<br>4. Änderung vom 18.04.2016<br>5. Änderung vom 04.07.2016 | Baubeginn: 23.04.2004<br><br>Erste Einlagerung: 14.11.2006<br><br>Ende 2016 befanden sich 29 Behälter im Zwischenlager. |

| Nr. | Bezeichnung der Anlage und Standort   | Zweck der Anlage  | Kapazität lt. Genehmigung   | Genehmigung  | Bemerkungen  |
|-----|---------------------------------------|---|---|--|--|
| 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<br>1. Änderung vom 24.05.2007<br>2. Änderung vom 19.07.2012<br>3. Änderung vom 29.08.2012  | Baubeginn: 05.04.2004<br><br>Erste Einlagerung: 05.03.2007<br><br>Ende 2016 befanden sich 29 Behälter im Zwischenlager.  |
| 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    | Nach § 6 AtG vom 28.11.2003<br>Anordnung des Sofortvollzuges am 28.10.2005<br>1. Änderung vom 14.03.2008<br>2. Änderung vom 21.07.2014<br><br>Mit Urteil des OVG Schleswig vom 13.06.2013 und Beschluss des BVerwG vom 08.01.2015 wurde die Genehmigung zur Aufbewahrung aufgehoben.<br><br>Am 16.11.2015 hat die Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG einen Antrag auf Neugenehmigung gestellt. | Baubeginn: 07.10.2003<br><br>Erste Einlagerung: 05.02.2006<br><br>Ende 2016 befanden sich 11 Behälter im Zwischenlager.<br>9 Behälter wurden bis 2013 auf Grundlage der Aufbewahrungsgenehmigung eingelagert. Zwei Behälter wurden 2016 auf Grundlage einer aufsichtlichen Anordnung bereitgestellt. |

**Tabelle III.6: Externe Abfallzwischenlager**

| Nr. | Bezeichnung der Anlage und Standort                              | Zweck der Anlage  | Kapazität lt. Genehmigung  | Genehmigung  | Bemerkungen  |
|-----|--|---|--|--|--|
| 1   | Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB)<br>Karlsruhe<br>BW | Lagerung von nicht wärmeentwickelnden Abfällen von FZK, WAK, ITU, Landes-sammelstelle 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<br>BY                          | Zwischenlagerung von Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aus bayerischen kerntechnischen Anlagen                                 | 40.000 Abfallgebinde (200-l-, 400-l- oder Gussbehälter)  | Umgangsgenehmigungen nach § 3 StrlSchV vom 07.07.1982  | In Betrieb seit Juli 1987.                                 |
| 3   | Standort-Zwischenlager<br>Biblis<br>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 vom 13.12.2006  | In Betrieb seit Juni 2008.                                 |
| 4   | Zwischenlager der NCS<br>Hanau<br>HE                             | Zwischenlagerung vernachlässigbar wärmeentwickelnder Abfälle überwiegend der kerntechnischen Industrie  | 1.250 Konrad-Container (KC) und<br>800 m <sup>2</sup> Stellfläche  | Umgangsgenehmigung nach § 7 StrlSchV vom 11.06.2002<br>Umgangsgenehmigung nach § 3 StrlSchV vom 02.04.1982 | In Betrieb seit Oktober 2002.<br><br>In Betrieb seit 1982. |
| 5   | Zwischenlager Nord (ZLN)<br>Rubenow<br>MV                        | Zwischenlagerung von Betriebs- und Stilllegungsabfällen der KKW Greifswald und Rheinsberg mit Zwischenlagerung der abgebauten Großkomponenten | 165.000 m <sup>3</sup>   | Umgangsgenehmigung nach § 3 StrlSchV vom 20.02.1998  | In Betrieb seit März 1998.                                 |

| Nr. | Bezeichnung der Anlage und Standort | Zweck der Anlage   | Kapazität lt. Genehmigung   | Genehmigung  | Bemerkungen                   |
|-----|-------------------------------------|--|---|--|-------------------------------|
| 6   | Abfalllager Unterweser NI           | Lagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aus den KKW Unterweser und Stade        | 200-I- und 400-I-Fässer, Betonbehälter, Stahlblechcontainer, Betoncontainer, Gussbehälter mit einer Gesamtaktivität bis $1,85 \cdot 10^{15}$ Bq | Umgangsgenehmigungen nach § 3 StrlSchV vom 24.06.1981, 29.11.1991 und 06.11.1998 | In Betrieb seit Herbst 1981.  |
| 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 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 $2.770 \text{ m}^3$ (Brutto)   | Umgangsgenehmigung nach § 3 StrlSchV 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)<br>Eggenstein-Leopoldshafen,<br>BW | Versuchsanlage zur Wiederaufarbeitung und Technologieentwicklung | 0,175 Mg SM/Tag;<br>ca. 40 Mg UO <sub>2</sub> /a | <p>Betrieb WAK:<br/>1. TBG nach § 7 AtG vom 02.01.1967</p> <p>Stilllegung WAK:<br/>1. Stilllegungsgenehmigung, März 1993<br/>21. Genehmigung zur Stilllegung und Abbau der WAK (Schritt 4) vom 23.04.2010 zur Deregulierung nach Verglasungsende<br/>22. Stilllegungsgenehmigung nach § 7 AtG vom 08.12.2010 zur fernhantierten Demontage der HAWC-Lagerbehälter im HWL und in der LAVA<br/>23. Stilllegungsgenehmigung vom 14.12.2011 zur Demontage des LAVA-Hochaktiv-Labors und der LAVA-(Heißen)-Zellen<br/>24. Stilllegungsgenehmigung vom 28.04.2014 zur vorgezogenen manuellen Demontage in der VEK</p> <p>Betrieb VEK<br/>1. Teilbetriebsgenehmigung (TBG) für die VEK vom 20.12.2005 (Inaktive Inbetriebsetzung)<br/>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 m<sup>3</sup> 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**

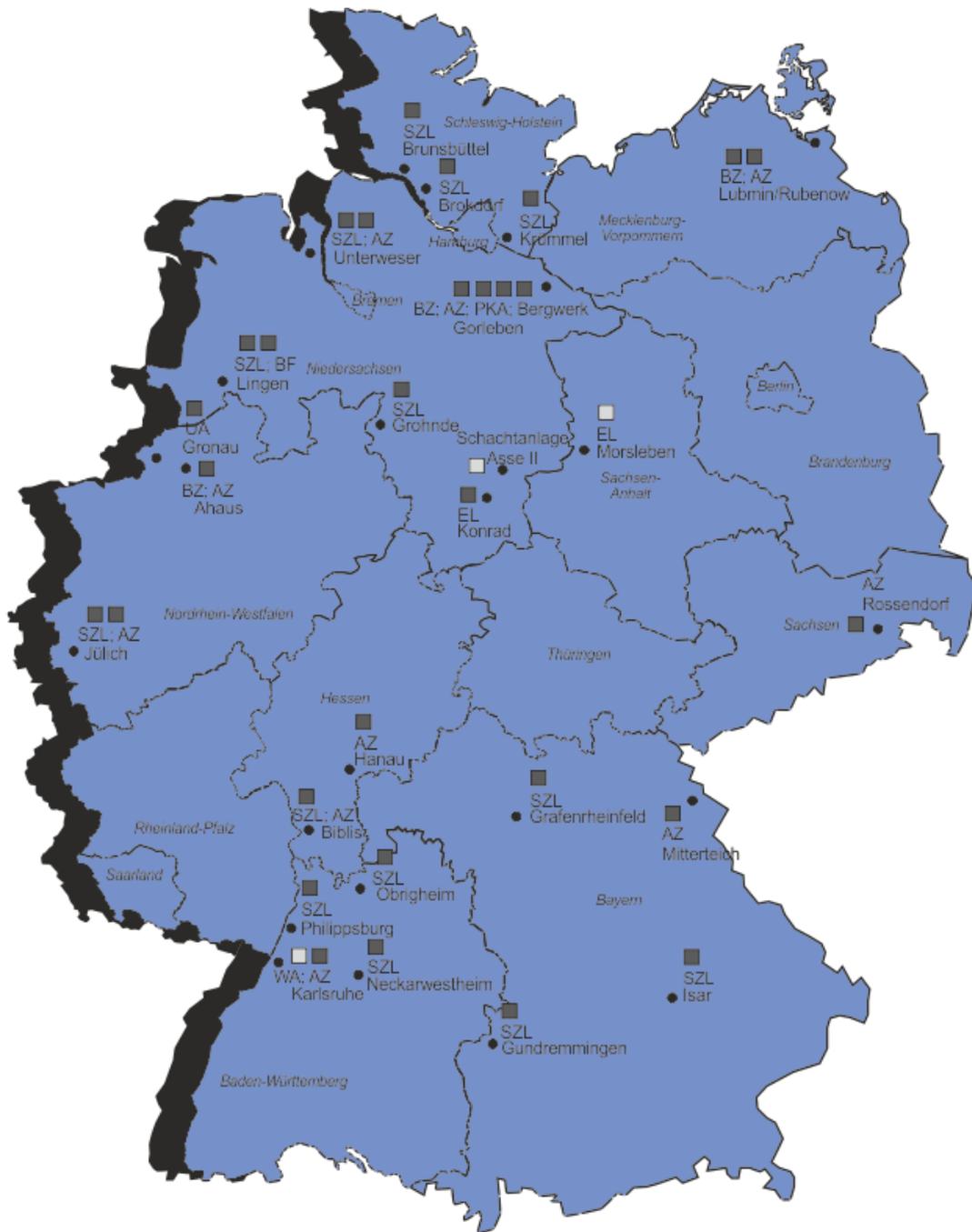
| Nr. | Bezeichnung der Anlage und Standort                   | Zweck der Anlage  | Kapazität lt. Genehmigung  | Genehmigung   | Bemerkungen   |
|-----|---|---|--|---|---|
| 1   | Pilot-Konditionierungsanlage (PKA)<br>Gorleben,<br>NI | Reparatur schadhafter Behälter, Konditionierung radioaktiver Reststoffe und Abfälle (u.a. ausgediente Brennelemente, Brennstäbe und Brennelement-Einbauteile) für die Zwischen- und Endlagerung | Beantragter Schwermetall-durchsatz:<br>35 Mg/a<br>Kapazität betrieblicher Pufferlager:<br>12 Mg SM | nach § 7 AtG:<br>1. TG vom 30.01.1990<br>2. TG vom 21.07.1994 (nachträgliche Auflage vom 18.12.2001)<br>3. TG vom 19.12.2000 (beinhaltet die Betriebsgenehmigung) | 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. |

**Tabelle III.9: Endlagerung und Stilllegungsprojekte**

| Nr. | Bezeichnung der Anlage und Standort  | Zweck der Anlage   | Endgelagerte Mengen / Aktivität | Genehmigung  | Bemerkungen  |
|-----|--------------------------------------|--|---------------------------------|--|--|
| 1   | Bergwerk Gorleben<br>Gorleben,<br>NI | <p><u>Ursprünglich:</u> Nachweis der Eignung des Standortes für die Endlagerung aller Arten radioaktiver Abfälle</p> <p><u>Aktuell:</u> Offenhaltung gemäß §29 StandAG</p> |                                 | <p>Der Antrag auf Planfeststellung nach § 9b AtG wurde 1977 gestellt. Die Überleitung in den Offenhaltungsbetrieb des Bergwerkes erfolgt auf der Grundlage des genehmigten Hauptbetriebsplanes gemäß § 52 BBergG für die Offenhaltung des Bergwerkes Gorleben für den Geltungszeitraum 01.10.2014 bis zum 30.09.2016 (Hauptbetriebsplan Offenhaltung). Dieser wurde verlängert bis zum 31.12.2017.</p>   | <p>Die geologische Wirtsformation ist Steinsalz.</p> <p>Die bergmännische Erkundung des Salzstocks Gorleben wurde mit Inkrafttreten des StandAG in 2013 (s. Kap. 4.7.3) offiziell beendet.</p> |
| 2   | Endlager Konrad<br>Salzgitter,<br>NI | Endlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung   |                                 | <p>Antrag nach § 9b AtG in 1982 (Planfeststellungsantrag)<br/>Rücknahme des Antrags auf Sofortvollzug mit Schreiben des BfS vom 17.07.2000.</p> <p>Der Planfeststellungsbeschluss ist mit Datum vom 22.05.2002 erteilt worden.</p> <p>Nach Erschöpfung des ordentlichen Rechtsweges nach Klagen gegen den Planfeststellungsbeschluss ist er seit 26.03.2007 rechtskräftig und kann umgesetzt werden.</p> <p>Anhängige Verfassungsbeschwerden sind nicht zugelassen worden oder nicht zur Entscheidung angenommen worden.</p> <p>Am 15.01.2008 wurde der Hauptbetriebsplan von der zuständigen Bergbehörde genehmigt.</p> | <p>Die geologische Wirtsformation ist Korallenoolith (Eisenerz) unterhalb einer wasserundurchlässigen Barriere aus der Kreidezeit.</p>   |

| Nr. | Bezeichnung der Anlage und Standort       | Zweck der Anlage   | Endgelagerte Mengen / Aktivität   | Genehmigung  | Bemerkungen   |
|-----|---|--|---|--|---|
| 3   | Schachtanlage ASSE II<br>Remlingen,<br>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. 124.500 LAW- und ca. 1.300 MAW-Gebinde eingelagert. Gesamtaktivität nach derzeitigen Erkenntnissen $2,89 \cdot 10^{15}$ Bq (01.01.2010), 20 % davon entfallen auf die MAW - Gebinde | <p>Genehmigungen nach § 3 StrlSchV in der Fassung vom 15.10.1965.</p> <p>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 Wirtsformation ist Steinsalz.</p> <p>Seit 01.01.2009 ist das BfS Betreiber der Schachtanlage Asse II. Umstellung auf Betrieb nach Atomrecht.</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  |
|-----|--|--|---|--|--|
| 4   | 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 36.753 m <sup>3</sup> schwach- und mittelradioaktiven Abfällen, Gesamtaktivität aller endgelagerten radioaktiven Abfälle liegt in der Größenordnung von 1·10 <sup>14</sup> Bq, die Aktivität der α-Strahler liegt in der Größenordnung von 10 <sup>11</sup> Bq (Stichtag: 31.12.2013). Zusätzlich sind Abfälle mit einer Aktivität von ca. 1,8·10 <sup>14</sup> Bq zwischengelagert (Stichtag: 31.12.2013). | <p>22.04.1986: Erteilung der Dauerbetriebsgenehmigung (DBG). Diese galt nach § 57a AtG bis zum 30.06.2005 fort; durch Novellierung des AtG in 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.</p> <p>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.</p> <p>Nach dem Erörterungstermin im Oktober 2012 prüft das MLU die Einwendungen hinsichtlich ihrer Relevanz für den Planfeststellungsbeschluss. Die ESK-Empfehlung vom 31.01.2013 zum Stand von Wissenschaft und Technik im Langzeitsicherheitsnachweis liegt vor. Die Umsetzung ist in Arbeit.</p> |



**Legende:**

- AZ Zwischenlager für radioaktive Abfälle
- BF Brennelementefabrik
- BZ Zentrales Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente
- EL Endlager für radioaktive Abfälle
- PKA Pilotkonditionierungsanlage

- SZL Standortzwischenlager
- UA Urananreicherungsanlage
- WA Wiederaufbereitungsanlage

■ In Betrieb/in Bau

□ In Stilllegung

Stand: 31.12.2016

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



Kontakt:

Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE)

Dienstszitz Salzgitter

Willy-Brandt Straße 5

D - 38226 Salzgitter

Telefon: +49 (0)3018 333-0

Telefax: +49 (0)3018 333 1885

Internet: [www.bfe.bund.de](http://www.bfe.bund.de)

E-Mail: [Poststelle@bfe.bund.de](mailto:Poststelle@bfe.bund.de)

[Poststelle@bfe.de-mail.de](mailto:Poststelle@bfe.de-mail.de)

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.



Bundesamt für  
kerntechnische  
Entsorgungssicherheit