

# Statusbericht zur Kernenergie- nutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2008

Fachbereich  
Sicherheit in der Kerntechnik

Ines Bredberg

Johann Hutter

Wolf Koch

Bernd Rehs

Matthias Schneider

Rolf Schulz



Bundesamt für Strahlenschutz

**BfS-SK-12/09**

**urn:nbn:de:0221-2009082104**

BfS-Berichte und BfS-Schriften können von den Internetseiten des Bundesamtes für Strahlenschutz unter [www.bfs.de](http://www.bfs.de) kostenlos als Volltexte heruntergeladen werden.

Salzgitter, September 2009

# Statusbericht zur Kernenergie- nutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2008

Fachbereich  
Sicherheit in der Kerntechnik

Ines Bredberg

Johann Hutter

Wolf Koch

Bern Rehs

Matthias Schneider

Rolf Schulz



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>4</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>5</b>
<b>1. ELEKTRISCHE ENERGIEERZEUGUNG DURCH KERNENERGIE IN DEUTSCHLAND</b>	<b>8</b>
<b>2. KERNKRAFTWERKE IN DEUTSCHLAND</b>	<b>13</b>
2.1 KERNKRAFTWERKE IN BETRIEB	14
2.1.1 BETRIEBSDATEN UND VERFÜGBARKEITEN DER KERNKRAFTWERKE	14
2.1.2 ANLAGEN- UND GENEHMIGUNGSSTATUS DER KERNKRAFTWERKE	14
2.2 KERNKRAFTWERKE IN STILLEGUNG BZW. STILLEGUNG BESCHLOSSEN	17
2.3 KERNKRAFTWERKE VOLLSTÄNDIG ABGEBAUT UND AUS DEM GELTUNGSBEREICH DES ATG ENTLASSEN	22
2.4 EINGESTELLTE KERNKRAFTWERKSVORHABEN	22
<b>3. FORSCHUNGSREAKTOREN MIT EINER THERMISCHEN DAUERLEISTUNG GRÖßER ALS 50 KW</b>	<b>24</b>
3.1 FORSCHUNGSREAKTOREN IN BETRIEB	24
3.2 FORSCHUNGSREAKTOREN IN STILLEGUNG BZW. STILLEGUNG BESCHLOSSEN	25
3.3 FORSCHUNGSREAKTOREN VOLLSTÄNDIG ABGEBAUT UND AUS DEM GELTUNGSBEREICH DES ATG ENTLASSEN	28
<b>4. ANLAGEN DER NUKLEAREN VER- UND ENTSORGUNG</b>	<b>31</b>
4.1 URANANREICHERUNGSANLAGEN	31
4.2 BRENNELEMENTFABRIKEN	31
4.3 LAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE IN ZENTRALEN UND DEZENTRALEN ZWISCHENLAGERN	33
4.3.1 LAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE IN DEN KERNKRAFTWERKEN	33
4.3.2 DEZENTRALE ZWISCHENLAGER AN KERNKRAFTWERKSSTANDORTEN	34
4.3.3 ZENTRALE ZWISCHENLAGER AUßERHALB VON KERNKRAFTWERKSSTANDORTEN	36
4.4 ZWISCHENLAGERUNG VON RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN UND KERNBRENNSTOFFEN	39
4.4.1 ZWISCHENLAGERUNG VON RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN	39
4.4.2 STAATLICHE VERWAHRUNG VON KERNBRENNSTOFFEN	39
4.5 WIEDERAUFARBEITUNG VON KERNBRENNSTOFFEN	39
4.6 KONDITIONIERUNG VON BRENNELEMENTEN ZUR DIREKTEN ENDLAGERUNG	41
4.7 ENDLAGERUNG	41
ANHANG I - KERNKRAFTWERKE -	48
ANHANG II - FORSCHUNGSREAKTOREN -	61
ANHANG III - ANLAGEN DER NUKLEAREN VER- UND ENTSORGUNG -	66

## ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Bericht mit dem Stand 31.12.2008 gibt einen Überblick über die Nutzung der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland. Im Bericht aufgeführt sind die wesentlichen Daten aller Kernkraftwerke, Forschungsreaktoren mit einer thermischen Dauerleistung größer als 50 kW<sub>th</sub> und der Anlagen der Kernbrennstoffver- und -entsorgung. Zum Berichtszeitpunkt 31.12.2008 waren 17 Kernkraftwerksblöcke in Betrieb. Sie erbrachten mit einer Stromerzeugung von insgesamt 148,8 TWh (140,5 TWh in 2007) einen Anteil von 23,3 % (22,0 % in 2007) der allgemeinen Gesamt-Brutto-Stromerzeugung (einschließlich Einspeisungen)\*. 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 mit einer thermischen Dauerleistung größer als 50 kW<sub>th</sub> 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 Genehmigungs-zustand. Die Informationen sind am Ende des Berichts zu einer Übersicht in Tabellenform zusammengefasst. Der Bericht wird jährlich in aktualisierter Form herausgegeben.

## SUMMARY

This report describes the use of nuclear energy in the Federal Republic of Germany as of December, 2008. It contains the essential data of all nuclear power plants, research reactors with a continuous thermal power larger than 50 kW<sub>th</sub> and the facilities of the nuclear fuel cycle. At the reporting moment 31st of December in 2008, 17 nuclear power plants were in operation. With 148,8 TWh (in 2007 - 140,5 TWh) altogether they provided 23,3 % (22,0 % in 2007) of the total gross electricity production (incl. electricity transfers)\*. The report summarizes the essential operational results of the nuclear power plants and information on granted licenses. A short description of the present state of the nuclear power plants that have been shut down or decommissioned and of the stopped projects is given. Concerning research reactors with a continuous thermal power larger than 50<sub>th</sub> kW, essential data on type, characteristics (thermal power, thermal neutron flux) and purpose of the facility are represented. Furthermore, an overview about the licensing and operation history and the present state of the operating condition is given. For the facilities of the nuclear fuel cycle data on purpose and capacity, the licensing history and the present state of operation and licensing are given. To give a survey, the data are summarized in tabular form in the report annexes. The report will be updated and published once a year.

\* vorläufige Schätzwerte Februar 2009/ preliminary estimated values as of February 2009;  
Quelle / source: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW – former VDEW e.V.)

# ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<b>AG</b>	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen	<b>DWK</b>	Deutsche Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH
<b>Energiebilanzen</b>		<b>DWR</b>	Druckwasserreaktor
<b>AGO</b>	Arbeitsgruppe Optionenvergleich	<b>EnBW</b>	Energiewerke Baden-Württemberg AG
<b>ANF</b>	Advanced Nuclear Fuel GmbH	<b>E.ON</b>	E.ON Kernkraft GmbH
<b>AtG</b>	Atomgesetz	<b>ERAM</b>	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
<b>AtVfV</b>	Atomrechtliche Verfahrensverordnung	<b>ERU</b>	Enriched-Uranium (angereichertes Uran)
<b>AVR</b>	Atomversuchskernkraftwerk Jülich	<b>EVU</b>	Energieversorgungsunternehmen
<b>BDEW</b>	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.	<b>EWN</b>	Energiewerke Nord GmbH
<b>BE</b>	Brennelement	<b>FDR</b>	Fortschrittlicher Druckwasserreaktor
<b>BER II</b>	Berliner-Experimentier-Reaktor II	<b>FMRB</b>	Forschungs- und Messreaktor Braunschweig
<b>BfS</b>	Bundesamt für Strahlenschutz	<b>FR 2</b>	Forschungsreaktor Karlsruhe 2
<b>BGR</b>	Bundesanstalt für Geowissenschaft und Rohstoffe	<b>FRF 1</b>	Forschungsreaktor Frankfurt 1
<b>BLG</b>	Brennelementlager Gorleben GmbH	<b>FRF 2</b>	Forschungsreaktor Frankfurt 2
<b>BMBF</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung	<b>FRG-1</b>	Forschungsreaktor Geesthacht 1
<b>BMFT</b>	Bundesministerium für Forschung und Technologie	<b>FRG-2</b>	Forschungsreaktor Geesthacht 2
<b>BMU</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	<b>FRH</b>	Forschungsreaktor der Medizinischen Hochschule Hannover
<b>BNFL</b>	British Nuclear Fuels Ltd.	<b>FRJ-1</b>	Forschungsreaktor Jülich 1
<b>BStMLU</b>	Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen	<b>FRJ-2</b>	Forschungsreaktor Jülich 2
<b>BStMUGV</b>	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz	<b>FRM</b>	Forschungsreaktor München
<b>BVerwG</b>	Bundesverwaltungsgericht	<b>FRM-II</b>	Hochflussneutronenquelle München in Garching
<b>BZA</b>	Brennelement-Zwischenlager-Ahaus-GmbH	<b>FRMZ</b>	Forschungsreaktor TRIGA Mark II der Universität Mainz
<b>CASTOR®</b>	Cask for Storage and Transport of Radioactive material	<b>FRN</b>	Forschungsreaktor Neuherberg
<b>CEA</b>	Commissariat à l'Energie Atomique	<b>FZJ</b>	Forschungszentrum Jülich GmbH
<b>CLAB</b>	Zentrales Lager für abgebrannte Brennelemente in Frankreich	<b>FZK</b>	Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
<b>COGEMA</b>	Compagnie Générale des Matières Nucléaires	<b>GKN 1</b>	Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar Block 1
<b>DBE</b>	Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH	<b>GKN 2</b>	Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar Block 2
<b>DBG</b>	Dauerbetriebsgenehmigung	<b>GKSS</b>	Forschungszentrum Geesthacht GmbH
<b>DDR</b>	Deutsche Demokratische Republik	<b>GNS</b>	Gesellschaft für Nuklear Service mbH
<b>DIDO</b>	Schwerwassermoderierter und -gekühlter Forschungsreaktor (abgeleitet von D <sub>2</sub> O, der chemischen Formel für schweres Wasser) im Forschungszentrum Jülich	<b>GRS</b>	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH
<b>DKFZ</b>	Deutsches Krebsforschungszentrum	<b>GWh</b>	Gigawattstunde
		<b>HAW</b>	High Active Waste
		<b>HAWC</b>	High Active Waste-Concentrate
		<b>HDB</b>	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe
		<b>HDR</b>	Heißdampfreaktor, Großwelzheim
		<b>HEU</b>	High Enriched Uranium
		<b>HKG</b>	Hochtemperatur-Kernkraftwerk GmbH

<b>HMGU</b>	Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH	<b>MOX</b>	Mischoxid (-Brennstoff)
<b>HOBEG</b>	Hochtemperatur-Brennelement Ge- sellschaft	<b>MTR</b>	Materials Testing Reactor
<b>HTR</b>	Hochtemperaturreaktor	<b>MWe</b>	Megawatt elektrische Leistung
<b>HWL</b>	High Active Waste Lager	<b>MWh</b>	Megawattstunde
<b>IBS</b>	Inbetriebsetzung	<b>MW<sub>th</sub></b>	Megawatt thermische Leistung
<b>KBR</b>	Kernkraftwerk Brokdorf	<b>MZFR</b>	Mehrzweckforschungsreaktor, Karlsruhe
<b>KGR</b>	Kernkraftwerk Greifswald	<b>NMU</b>	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz
<b>KKB</b>	Kernkraftwerk Brunsbüttel	<b>NUKEM</b>	NUKEM GmbH Alzenau
<b>KKE</b>	Kernkraftwerk Emsland	<b>OH</b>	Otto Hahn
<b>KKG</b>	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	<b>oHG</b>	Offene Handelsgesellschaft
<b>KKI 1</b>	Kernkraftwerk Isar 1	<b>OVG</b>	Oberverwaltungsgericht
<b>KKI 2</b>	Kernkraftwerk Isar 2	<b>PKA</b>	Pilotkonditionierungsanlage
<b>KKK</b>	Kernkraftwerk Krümmel	<b>PFB</b>	Planfeststellungsbeschluss
<b>KKN</b>	Kernkraftwerk Niederaichbach	<b>PTB</b>	Physikalisch-Technische Bundes- anstalt
<b>KKP 1</b>	Kernkraftwerk Philippsburg Block 1	<b>RDB</b>	Reaktordruckbehälter
<b>KKP 2</b>	Kernkraftwerk Philippsburg Block 2	<b>RFR</b>	Rosendorfer Forschungsreaktor
<b>KKR</b>	Kernkraftwerk Rheinsberg	<b>RSK</b>	Reaktor-Sicherheitskommission
<b>KKS</b>	Kernkraftwerk Stade	<b>RWE</b>	Rheinisch-Westfälische Elektrizi- tätsgesellschaft
<b>KKU</b>	Kernkraftwerk Unterweser	<b>SAAS</b>	Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (der ehemali- gen DDR)
<b>KKW</b>	Kernkraftwerk	<b>SE</b>	Sicherer Einschluss
<b>KMK</b>	Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich	<b>SG</b>	Stilllegungsgenehmigung
<b>KNK II</b>	Kompakte natriumgekühlte Kernre- aktoranlage, Karlsruhe	<b>SM</b>	Schwermetall
<b>KRB A</b>	Kernkraftwerk Gundremmingen Block A	<b>SMUL</b>	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
<b>KRB-II-B</b>	Kernkraftwerk Gundremmingen Block B	<b>SNR</b>	Schneller natriumgekühlter Reaktor
<b>KRB-II-C</b>	Kernkraftwerk Gundremmingen Block C	<b>SSK</b>	Strahlenschutzkommission
<b>KWB A</b>	Kernkraftwerk Biblis Block A	<b>StrISchV</b>	Strahlenschutzverordnung
<b>KWB B</b>	Kernkraftwerk Biblis Block B	<b>SWR</b>	Siedewasserreaktor
<b>KWG</b>	Gemeinschaftskernkraftwerk Grohnde	<b>SZ-AG</b>	Salzgitter Aktiengesellschaft
<b>KWL</b>	Kernkraftwerk Lingen	<b>SZL</b>	Standortzwischenlager
<b>KWO</b>	Kernkraftwerk Obrigheim	<b>TBL-A</b>	Transportbehälterlager Ahaus
<b>KWU</b>	Siemens AG, Fachbereich Kraft- werk-Union	<b>TBL-G</b>	Transportbehälterlager Gorleben
<b>KWW</b>	Kernkraftwerk Würgassen	<b>TEG</b>	Teilerrichtungsgenehmigung
<b>LAGB</b>	Landesamt für Geologie und Berg- wesen des Landes Sachsen-Anhalt	<b>TG</b>	Teilgenehmigung
<b>LAVA</b>	Anlage zur Lagerung und Ver- dampfung hochaktiver Abfallflüs- sigkeiten	<b>TBG</b>	Teilbetriebsgenehmigung
<b>LAW</b>	Low Active Waste	<b>THTR-300</b>	Thorium-Hochtemperaturreaktor, Hamm/Uentrop
<b>LBEG</b>	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie in Hannover	<b>TRIGA</b>	Training Research Isotope General Atomics
<b>LEU</b>	Low Enriched Uranium	<b>TRIGA HD I</b>	Forschungsreaktor TRIGA HD I Heidelberg
<b>LWR</b>	Leichtwasserreaktor	<b>TRIGA HD II</b>	Forschungsreaktor TRIGA HD II Heidelberg
<b>MERLIN</b>	Medium Energy Research Light Water Moderated Industrial Nuclear Reactor im FZ Jülich	<b>TSG</b>	Teilstilllegungsgenehmigung
<b>MEU</b>	Medium Enriched Uranium	<b>TUM</b>	Technische Universität München
<b>MLU</b>	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen- Anhalt	<b>TWh</b>	Terrawattstunde
		<b>U-235</b>	Uranisotop 235
		<b>UAG</b>	Urananreicherungsanlage Gronau
		<b>UNS</b>	Unabhängiges Notstandssystem
		<b>UTA</b>	Urantrennarbeit
		<b>UVP</b>	Umweltverträglichkeitsprüfung
		<b>VAK</b>	Versuchsatomkraftwerk, Kahl

<b>VBA</b>	Verlorene Betonabschirmung
<b>VDEW</b>	Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V.
<b>VEK</b>	Verglasungseinrichtung Karlsruhe
<b>VEW AG</b>	Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen Aktiengesellschaft
<b>VGB</b>	Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V.
<b>VKTA</b>	Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V.
<b>WAK</b>	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe
<b>WASS</b>	Wasserabrasiv-suspensionsstrahlverfahren
<b>WAW</b>	Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf
<b>WWER</b>	Wassergekühlter, wassermoderierter Energiereaktor (DWR russischen Typs)
<b>WWR-S (M)</b>	Wassergekühlter, wassermoderierter Reaktor russischen Typs; S steht für Serienfertigung und M für Modifizierung (beim RFR: Veränderungen am Kern und am Brennstoff)
<b>w/o</b>	engl. Bezeichnung für Gewichtsprozent
<b>ZAB</b>	Zwischenlager Greifswald für abgebrannten Brennstoff
<b>ZLN</b>	Zwischenlager Nord, Rubenow

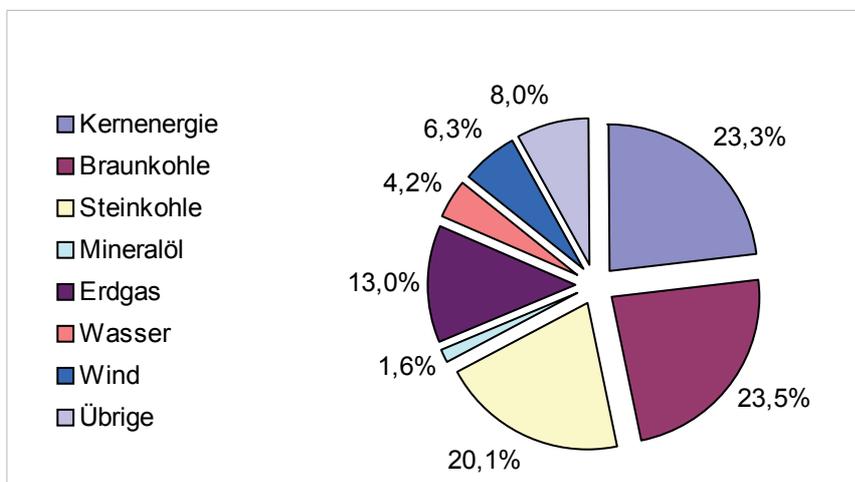
# 1. ELEKTRISCHE ENERGIEERZEUGUNG DURCH KERNENERGIE IN DEUTSCHLAND

Im Jahre 2008 wurden insgesamt 639,1 TWh elektrische Energie in der Bundesrepublik Deutschland erzeugt (Bruttoerzeugung inklusive Einspeisungen, BDEW Februar 2009). Dabei betrug der Anteil der Kernkraftwerke an der Gesamt-Bruttostromerzeugung etwa 23,3 %, entsprechend 148,8 TWh (2007 – 140,5 TWh). Damit ist der Anteil etwa gleich hoch im Vergleich zur Stromerzeugung aus Braunkohle. Die Bruttostromerzeugung insgesamt im Vergleich zum Vorjahr in Deutschland stieg leicht um etwa 1,7 TWh (siehe Tabelle 1.1).

	2006		2007*		2008*	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
<b>Kernenergie</b>	167,4	26,3	140,5	22,0	148,8	23,3
<b>Braunkohle</b>	151,1	23,7	155,1	24,3	150,0	23,5
<b>Steinkohle</b>	137,9	21,7	142,0	22,3	128,5	20,1
<b>Mineralöl</b>	10,5	1,7	9,7	1,5	10,5	1,6
<b>Erdgas</b>	73,4	11,5	75,9	11,9	83,0	13,0
<b>Wasser</b>	26,8	4,2	28,1	4,4	27,0	4,2
<b>Wind</b>	30,7	4,8	39,7	6,2	40,2	6,3
<b>Übrige (gesamt)</b>	39,1	6,1	46,4	7,3	51,1	8,0
<b>GESAMT</b>	636,8	100,0	637,4	100,0	639,1	100,0

\* alle Zahlen zu den Jahren 2007 und 2008 sind vorläufige Werte, z. T. geschätzt  
 [Quelle: BDEW e.V. Februar 2009]

**Tabelle 1.1: Anteile der Energieträger an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung in % incl. Einspeisungen**



**Abbildung 1: Gesamt-Brutto-Stromerzeugung 2008**

Der Anteil der Kernkraftwerke an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung der allgemeinen (öffentlichen) Elektrizitätsversorgung (d.h. ohne private Versorger wie Industrie, Bahn u.a.) betrug 2008 28,8 % (2007 26,7 %) [Quelle: BDEW]. Für den Anteil der Kernenergie am Endenergieverbrauch lässt sich für das Jahr 2007 ein Wert von etwa 5 % abschätzen.

## Erneuerbare Energieträger

Die verstärkte Nutzung der Erneuerbaren Energieträger ist Bestandteil der deutschen Klimaschutzstrategie. Bis zum Jahr 2010 soll der regenerative Anteil laut EU-Vorgabe auf 12,5 % erhöht werden. Im Jahr 2008 betrug der Anteil an der Brutto-Stromproduktion durch Erneuerbare Energieträger laut BDEW ca. 14,6 %. Damit wird die EU-Vorgabe für 2010 vorzeitig erfüllt. Bis 2020 strebt die Bundesregierung einen Anteil von

25 - 30 % an. Heute haben die Windenergie, die Wasserkraft (regenerativer Anteil, d.h. ohne Pumpspeichieranlagen) und die Biomasse die größte Bedeutung. Insgesamt verzeichneten im Jahr 2008 die erneuerbaren Energieträger Wind, Wasser, Biomasse, Photovoltaik und die Erzeugung von Energie aus biogenen Abfällen eine Produktion von ca. 93,0 TWh (2007: 87,9 TWh). Damit steigerte sich die Stromproduktion aus regenerativen Energieträgern im Vergleich zum Vorjahr insgesamt um ca. 6 %.

Die installierte Leistung der Windkraftwerke wurde um 1.610 MW auf 23.900 MW ausgebaut. Ein schlechteres Windangebot im Vergleich zum Vorjahr lies die Stromerzeugung aus Windenergie, trotz der höheren Zahl an Windkraftanlagen, nur geringfügig steigen. Sie betrug 40,2 TWh (alle Angaben BDEW).

	2006*		2007*		2008*	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
<b>Wasser**</b>	20,0	3,1	21,2	3,3	20,8	3,3
<b>Wind</b>	30,7	4,8	39,7	6,2	40,2	6,3
<b>Solar</b>	2,2	0,3	3,1	0,5	4,0	0,6
<b>Biomasse</b>	15,5	2,4	19,4	3,0	23,0	3,6
<b>Müll**</b>	3,7	0,6	4,5	0,7	5,0	0,8
<b>GESAMT</b>	72,1	11,2	87,9	13,7	93,0	14,6

\* alle Zahlen sind vorläufige Werte, z. T. geschätzt [Quelle: BDEW Februar 2009]

\*\* nur regenerativer Anteil (50 %)

**Tabelle 1.2: Anteile der Erneuerbaren Energieträger an der Gesamt-Brutto-Stromerzeugung in %**

## Beendigung der Stromerzeugung aus Kernenergie

Am 11.06.2001 wurde eine Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den größten Energieversorgungsunternehmen über die Beendigung der Stromerzeugung aus Kernenergie unterzeichnet. Mit der Novellierung des Atomgesetzes vom April 2002 wurde die Ausstiegsvereinbarung gesetzlich umgesetzt.

Ein zentraler Punkt der Novelle ist das Erlöschen der Berechtigung zum Leistungsbetrieb der bestehenden elektrizitätserzeugenden Reaktoren mit Erreichung bestimmter Elektrizitätsmengen. Die ab 01.01.2000 noch produzierbaren Elektrizitätsmengen (Reststrommengen) sind in Anlage 3 Spalte 2 zu § 7 Abs. 1a Atomgesetz für jedes einzelne Kernkraftwerk festgeschrieben. In dieser Anlage ist auch festgelegt, dass die für das Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich aufgeführte Elektrizitätsmenge nur auf die Kernkraftwerke Emsland, Neckarwestheim 2, Isar 2, Brokdorf, Gundremmingen B und C sowie Biblis B übertragen werden kann. Strommengenübertragungen sind nach § 7 Abs. 1b AtG ohne Zustimmung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) von älteren auf jüngere Anlagen möglich. Im umgekehrten Fall ist dies nur möglich, wenn das BMU im Einvernehmen mit dem Bundeskanzleramt und dem Wirtschaftsministerium zustimmt.

In derzeit noch anhängigen Verwaltungsgerichtsverfahren bzgl. der Anträge auf Zustimmung zur Strommengenübertragung haben sich unterschiedliche Auffassungen über die zutreffende Auslegung der einschlägigen atomgesetzlichen Regelungen zwischen dem BMU und den Genehmigungsinhabern gezeigt.<sup>1</sup> Einzelheiten können unter <http://www.bmu.de/atomenergie.sicherheit> nachgelesen werden.

Seit dem Monats Mai 2002 melden die Genehmigungsinhaber der deutschen Kernkraftwerke dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) die monatlich erzeugten Elektrizitätsmengen nach den Vorgaben des § 7 Abs. 1c AtG.

Das BfS gibt mindestens einmal im Jahr die Reststrommengen im Bundesanzeiger bekannt. Die Bekanntmachungen des BfS können dem Bundesanzeiger oder der Website des BfS unter <http://www.bfs.de/kerntechnik/strommengen.html> entnommen werden. Die Tabelle 1.3 zeigt den veröffentlichten Stand zum 31.12.2008. Sie gibt neben den erzeugten Elektrizitätsmengen im Berichtszeitraum 2008 auch die erzeugten Mengen in den beiden Vorjahren 2006 und 2007 sowie die verbleibenden Reststrommengen zum Bezugsdatum 31.12.2008 wieder.

---

<sup>1</sup> Nach Redaktionsschluss: In seinem Urteil vom 26.03.2009 (Az BVerwG 7C8.08 und 7C12.08) hat das Bundesverwaltungsgericht letztendlich entschieden, dass die Betreiberinnen der Kernkraftwerke Brunsbüttel und Biblis A keinen Anspruch auf Übertragung von Reststrommengen des stillgelegten Kernkraftwerks Mülheim-Kärlich haben.

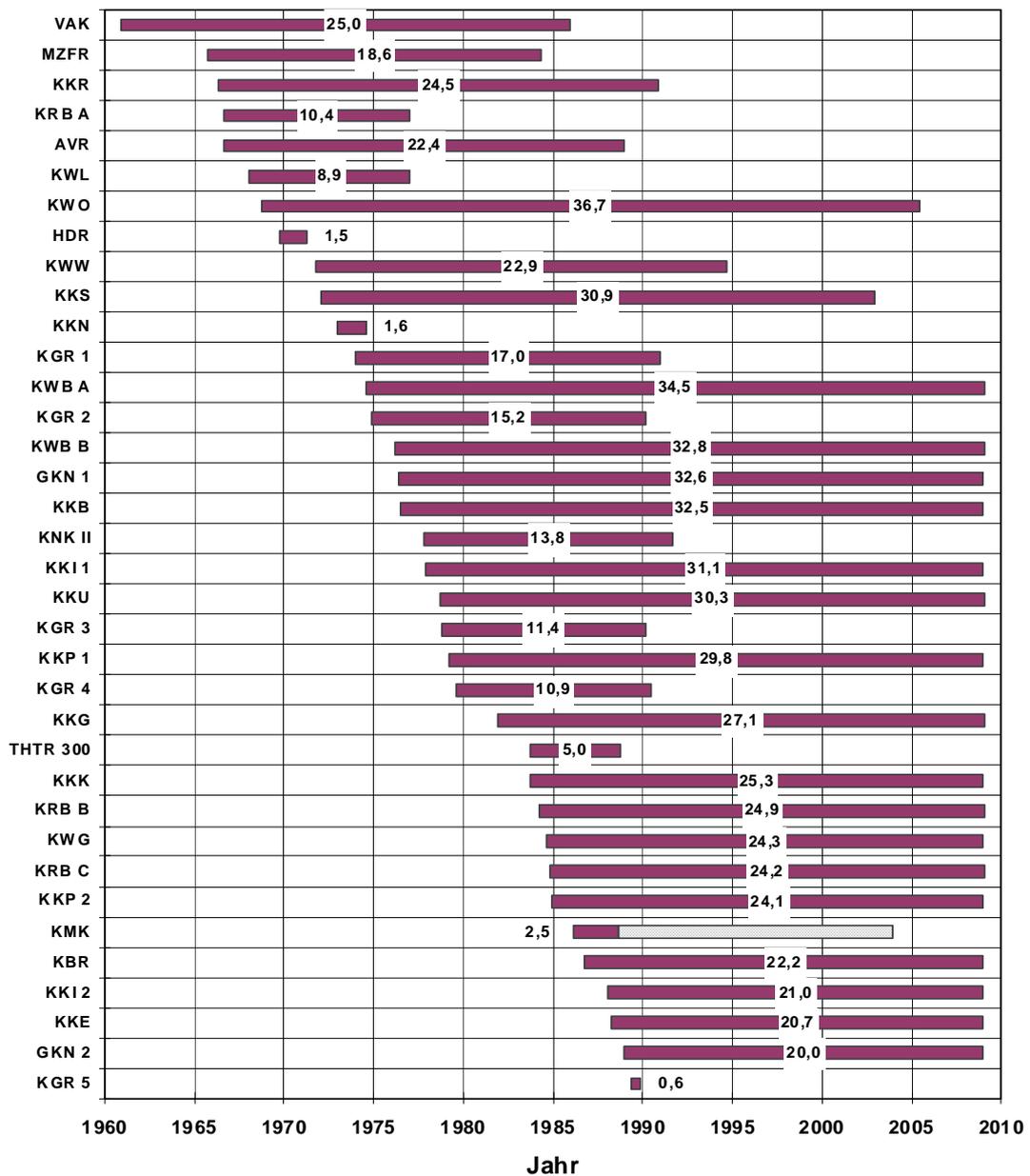
Vom 1. Januar 2000 bis 31. Dezember 2008 erzeugte elektrische Nettoarbeit und Reststrommengen [GWh] - Jahresmeldung 2008							
Kernkraftwerk	Reststrommenge ab 01. Jan. 2000 gem. § 7 Abs. 1a AtG	1. Jan. 2000 bis 31. Dez. 2005	Summe 2006	Summe 2007	Summe 2008***	bisher übertragene Strommengen	verbleibende Reststrommenge
Stade*	23.180,00	18.394,47					4.785,53
Obrigheim**	8.700,00	14.199,89				5.499,89	0,00
Biblis A	62.000,00	41.323,71	6.995,31	0,00	8.472,13		5.208,85
Neckarwestheim 1	57.350,00	36.206,37	6.182,17	4.713,53	3.786,95		6.460,98
Biblis B	81.460,00	49.320,34	8.300,58	884,46	10.355,20		12.599,42
Brunsbüttel	47.670,00	28.215,08	5.967,39	2.487,86	0,00		10.999,67
Isar 1	78.350,00	40.537,10	6.808,10	6.755,77	7.582,63		16.666,40
Unterweser	117.980,00	54.916,74	10.391,46	9.076,27	9.295,52		34.300,01
Philippsburg 1	87.140,00	39.105,96	6.911,89	6.966,11	6.148,10	-5.499,89	22.508,05
Grafenrheinfeld	150.030,00	60.705,96	9.424,88	10.311,47	9.763,01		59.824,68
Krümmel	158.220,00	54.007,28	10.177,78	5.454,86	0,00		88.580,08
Gundremmingen B	160.920,00	60.588,45	10.085,79	10.496,50	9.669,91		70.079,35
Philippsburg 2	198.610,00	62.951,35	10.967,39	11.180,64	10.844,03		102.666,59
Grohnde	200.900,00	65.243,81	10.995,69	10.818,40	10.545,95		103.296,15
Gundremmingen C	168.350,00	58.803,03	10.542,96	9.888,31	9.928,98		79.186,72
Brokdorf	217.880,00	66.893,48	11.201,33	11.425,65	11.450,40		116.909,14
Isar 2	231.210,00	68.935,80	11.755,26	11.377,49	11.456,15		127.685,30
Emsland	230.070,00	66.109,45	11.147,60	10.989,22	10.896,15		130.927,58
Neckarwestheim 2	236.040,00	62.537,41	10.877,47	10.411,09	10.702,15		141.511,88
<b>Summe</b>	<b>2.516.060,00</b>	<b>948.995,68</b>	<b>158.733,05</b>	<b>133.237,63</b>	<b>140.897,26</b>	<b>5.499,89</b>	<b>1.134.196,38</b>
Mülheim-Kärlich	107.250,00						107.250,00
<b>Gesamtsumme</b>	<b>2.623.310,00</b>						<b>1.241.446,38</b>

\* Das Kernkraftwerk Stade ging am 14.11.2003 außer Betrieb und wurde am 07.09.2005 stillgelegt. Über die Verwendung der verbliebenen Reststrommenge bei KKS ist noch nicht entschieden worden.

\*\* Das Kernkraftwerk Obrigheim wurde am 11.05.2005 außer Betrieb genommen und am 28.08.2008 stillgelegt.

\*\*\* Die Angaben in der Spalte 6 "Summe 2008" enthalten die von den Wirtschaftsprüfern gemäß § 7 Abs. 1a AtG geprüften Werte.

**Tabelle 1.3: Erzeugte Elektrizitätsmengen (netto) der deutschen Kernkraftwerke, Übertragung von Produktionsrechten und Erfassung der Reststrommengen**



**Im Diagramm verwendete Abkürzungen:**

<b>VAK</b>	Versuchsatomkraftwerk Kahl	<b>KWB A</b>	Kernkraftwerk Biblis A	<b>THTR</b>	Thorium-Hochtemperaturreaktor Hamm-U.
<b>MZFR</b>	Mehrzweckforschungsreaktor Karlsruhe	<b>KGR 2</b>	Kernkraftwerk Greifswald, Block 2	<b>KKK</b>	Kernkraftwerk Krümmel
<b>KKR</b>	Kernkraftwerk Rheinsberg	<b>KWB B</b>	Kernkraftwerk Biblis B	<b>KRB B</b>	Kernkraftwerk Gundremmingen B
<b>KRB A</b>	Gundremmingen A	<b>GKN 1</b>	Kernkraftwerk Neckarwestheim 1	<b>KWG</b>	Kernkraftwerk Grohnde
<b>AVR</b>	Atomversuchskernreaktor Jülich	<b>KKB</b>	Kernkraftwerk Brunsbüttel	<b>KRB C</b>	Kernkraftwerk Gundremmingen C
<b>KWL</b>	Kernkraftwerk Lingen	<b>KNK II</b>	Komp. natriumgekühlte Kernreaktoranlage	<b>KKP 2</b>	Kernkraftwerk Philippsburg 2
<b>KWO</b>	Kernkraftwerk Obrigheim	<b>KKI 1</b>	Kernkraftwerk Isar 1	<b>KMK</b>	Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich
<b>HDR</b>	Heißdampfreaktor Grosswelzheim	<b>KKU</b>	Kernkraftwerk Unterweser	<b>KBR</b>	Kernkraftwerk Brokdorf
<b>KWW</b>	Kernkraftwerk Würiggassen	<b>KGR 3</b>	Kernkraftwerk Greifswald, Block 3	<b>KKI 2</b>	Kernkraftwerk Isar 2
<b>KKS</b>	Kernkraftwerk Stade	<b>KKP 1</b>	Kernkraftwerk Philippsburg 1	<b>KKE</b>	Kernkraftwerk Emsland
<b>KKN</b>	Kernkraftwerk Niederaichbach	<b>KGR 4</b>	Kernkraftwerk Greifswald, Block 4	<b>GKN 2</b>	Kernkraftwerk Neckarwestheim 2
<b>KGR 1</b>	Kernkraftwerk Greifswald, Block 1	<b>KKG</b>	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	<b>KGR 5</b>	Kernkraftwerk Greifswald, Block 5

**Abbildung 2: Betriebszeiten der Kernkraftwerke in Deutschland in Jahren seit Erstkritikalität Stand 31.12.2008**

## 2. KERNKRAFTWERKE IN DEUTSCHLAND

In der Bundesrepublik Deutschland sind gegenwärtig (Stand 31.12.2008)

17 Kernkraftwerke in Betrieb,

17 Kernkraftwerksblöcke in Stilllegung bzw. die Stilllegung ist beschlossen,

2 Kernkraftwerke sind vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen und

6 Kernkraftwerksvorhaben wurden eingestellt.

Status	DWR		SWR		Sonstige		Gesamt	
	Anzahl	MWe (brutto)	Anzahl	MWe (brutto)	Anzahl	MWe (brutto)	Anzahl	MWe (brutto)
in Betrieb	11	14.763	6	6.734	—	—	17	21.497
in Stilllegung, Stilllegung beschlossen	10	4.658	4	1.188	3	344	17	6.190
vollständig abgebaut	—	—	—	—	2	131	2	131
Vorhaben eingestellt	5	3.320	—	—	1	327	6	3.647

**Tabelle 2.1: Kernkraftwerke in Deutschland 2008**

Die einzelnen KKW werden gemäß ihres Betriebszustandes in den Kapiteln 2.1 bis 2.4 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.

## 2.1 KERNKRAFTWERKE IN BETRIEB

Eine Auflistung der in Betrieb befindlichen 17 Kernkraftwerke mit ihren wesentlichen Kenndaten enthält Tabelle I.2.a im Anhang I.

### 2.1.1 BETRIEBSDATEN UND VERFÜGBARKEITEN DER KERNKRAFTWERKE

Die im Jahr 2008 in der Bundesrepublik betriebenen Kernkraftwerksblöcke wiesen im Vergleich zu den Vorjahren folgende Verfügbarkeiten und Ausnutzungen auf:

Jahr	Zeitverfügbarkeit [%]	Arbeitsverfügbarkeit [%]	Arbeitsausnutzung [%]
2008	80,0	77,9	74,9
2007	76,0	76,4	74,4
2006	91,1	90,8	89,1
2005	88,8	88,0	86,3

Quelle: Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V. (VGB 2008)

#### Tabelle 2.2: Durchschnittliche Verfügbarkeiten der Kernkraftwerke in %

Die Verfügbarkeiten der Kernkraftwerke lagen im Jahr 2008 geringfügig über denen des Vorjahres. Die Anlagen Krümmel und Brunsbüttel befanden sich weiterhin im Stillstandsbetrieb.

### 2.1.2 ANLAGEN- UND GENEHMIGUNGSSTATUS DER KERNKRAFTWERKE

Im folgenden Abschnitt wird jeweils eine kurze Beschreibung der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke vorgenommen und auf die - durch die zuständigen atomrechtlichen Behörden gemäß Tabelle I.1 (Anhang I) - im Berichtszeitraum erteilten wesentlichen Genehmigungen nach § 7 AtG eingegangen. Weiterhin können Details zu den bisher erfolgten Leistungserhöhungen der Tabelle I.2b im Anhang entnommen werden.

#### Kernkraftwerk Neckarwestheim Blöcke 1 (GKN 1) und 2 (GKN 2)

Das Kernkraftwerk Neckarwestheim 1 ist ein Druckwasserreaktor (DWR) der 2. Generation und wurde 1976 mit einer Leistung von 855 MWe in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von 840 MWe resultiert aus einer Leistungsabsenkung durch Kondensatorumberohrung im Jahre 1990.

Neckarwestheim 2 ist ein DWR der 4. Generation, eine Konvoi-Anlage, die 1988 mit einer Leistung von 1316 MWe in Betrieb genommen wurde. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.400 MWe (ab Januar 2007) ergibt sich aufgrund mehrerer thermischer und elektrischer Leistungsänderungen.

Am 25.04.2000 wurden vom Betreiber für beide Anlagen weitere Anträge nach § 7 AtG auf thermische Leistungserhöhung gestellt. Weiterhin befinden sich noch Anträge zur Verbesserung der Elektro-, Leit- und Systemtechnik sowie zum Austausch der Reaktorschutzleittechnik gegen digitale Leittechnik im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren.

Das Kernkraftwerk Neckarwestheim 2 ist mit der Inbetriebnahme im Dezember 1988 das jüngste in Deutschland betriebene KKW. Wie bei Neckarwestheim 1 wird im Neckarwestheim 2 neben dem Strom für das öffentliche Netz auch Strom für die Deutsche Bahn AG produziert.

Im Berichtsjahr wurde für Neckarwestheim 2 am 02.04.2008 eine Genehmigung nach § 7 AtG auf Errichtung und Betrieb eines 5-geschossigen Fremdpersonalgebäudes erteilt.

## **Kernkraftwerk Philippsburg Blöcke 1 (KKP 1) und 2 (KKP 2)**

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 MWe in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von 926 MWe ergibt sich aufgrund zweier elektrischer Leistungserhöhungen.

Beim Nachbarblock Philippsburg 2 handelt es sich um einen DWR der 3. Generation, eine Vor-Konvoi-Anlage. Die Anlage war im Jahre 1984 mit einer Leistung von 1.349 MWe in Betrieb gegangen. Die derzeitige elektrische Leistung von 1458 MW ergibt sich aufgrund mehrerer thermischer und elektrischer Leistungserhöhungen. Während der Revision 2008 wurde mit dem Austausch der Hochdruckturbine eine Wirkungsgraderhöhung erzielt. Die neue, nun erreichbare elektrische Leistung kann erst bei einer Vorflutertemperatur von 8 °C meßtechnisch bestimmt werden.

Im Berichtsjahr wurde für beide Anlagen keine atomrechtliche Genehmigung erteilt.

## **Kernkraftwerk Isar Blöcke 1 (KKI 1) und 2 (KKI 2)**

Isar 1 gehört ebenfalls zu den SWR der Baureihe 69 und wurde 1977 in Betrieb genommen. Aufgrund einer elektrischen Leistungserhöhung beträgt derzeit die aktuelle Reaktorleistung 912 MWe. Ein Antrag auf eine Erhöhung der thermischen Reaktorleistung auf 2704 MW<sub>th</sub> liegt vor, wird vom Betreiber aber nicht weiterverfolgt.

Als eine der fünf Doppelblockanlagen in der Bundesrepublik Deutschland befindet sich auf dem Anlagengelande mit dem Kernkraftwerk Isar 2 ein DWR der 4. Generation, eine Konvoi-Anlage, welche als erste der drei Konvoi-Anlagen (Neckarwestheim 2, Emsland) 1988 mit einer Leistung von 1.370 MWe in Betrieb genommen wurde. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.475 MWe ergibt sich aufgrund zweier thermischer und mehrerer elektrischer Leistungserhöhungen.

Im Berichtszeitraum wurde für beide Anlagen keine atomrechtliche Genehmigung nach § 7 AtG erteilt.

## **Kernkraftwerk Grafenrheinfeld (KKG)**

Das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld ist ein DWR der 3. Generation (Vor-Konvoi-Anlage) und wurde 1981 mit einer Leistung von 1.299 MWe in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.345 MWe ergibt sich aufgrund zweier elektrischer Leistungserhöhungen. Ein Antrag zur Erhöhung der thermischen Reaktorleistung auf 3950 MW<sub>th</sub> liegt der Genehmigungsbehörde vor.

Im Berichtszeitraum wurde keine atomrechtliche Genehmigung nach § 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 SWR der Baureihe 72. Beide Blöcke wurden 1984 jeweils mit einer Leistung von 1.310 MWe in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von je 1.344 MWe ergibt sich aufgrund jeweils zweier elektrischer Leistungserhöhungen. Das Kernkraftwerk Gundremmingen bildet im Hinblick auf die elektrische Leistung die größte deutsche Kernkraftwerksanlage. Ein Antrag zur Erhöhung der thermischen Reaktorleistung für beide Blöcke auf 4000 MW<sub>th</sub> liegt vor und befindet sich zur Zeit im Genehmigungsverfahren.

Für die Anlage Gundremmingen wurde im Berichtsjahr keine atomrechtliche Genehmigung nach § 7 AtG erteilt.

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

Bibilis A ist ein DWR der 2. Generation und wurde 1974 mit einer Leistung von 1.204 MWe in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.225 MWe ergibt sich aufgrund der letzten elektrischen Leistungserhöhung, die in 1995 vorgenommen wurde. Das Kernkraftwerk Biblis wurde als Doppelblockanlage mit Block B (ebenfalls DWR 2. Generation mit derzeit 1.300 MWe aufgrund zweier elektrischer Leistungserhöhungen – Betriebsbeginn 1976) konzipiert.

Im Berichtsjahr wurden drei atomrechtliche Genehmigungen nach § 7 AtG für Biblis A erteilt. Gegenstand der am 20.08.2008 erteilten Genehmigung ist die Betätigung des Hilfsprogrammgebers bei Borkonzentratio-

nen < 2550 ppm und bei Abkühlborkonzentrationen  $\geq C_{H-K} + 500$  ppm. Weiterhin wurde am 13.10.2008 eine Genehmigung für die Durchführung von Brennelement-Reparaturen im Lagergestell des Brennelement-Lagerbeckens erteilt. Die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb von katalytischen Rekombinatoren zum Wasserstoffabbau wurde am 12.11.2008 erteilt.

Biblis B erhielt am 28.02.2008 eine atomrechtliche Genehmigung für die Umstellung der Wasserstoffbegabung des Hauptkühlmittels im Volumenausgleichsbehälter.

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

Beim Kernkraftwerk Unterweser handelt es sich um einen DWR der 2. Generation. Er wurde 1978 mit einer Leistung von 1.300 MWe in Betrieb genommen. Die aktuelle Reaktorleistung, die sich aus einer thermischen und mehreren elektrischen Leistungserhöhungen ergibt, beträgt 1.410 MWe.

Der Austausch der Halbportalkranlaufkatze UQ 11 wurde mit Genehmigung vom 22.10.2008 gestattet.

Beantragt sind Änderungen der sicherheitstechnischen Parameter für die Kernausslegung und der Austausch des Reaktorschutzes.

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

Das Kernkraftwerk Grohnde ist ein DWR der 3. Generation (Vor-Konvoi) und wurde 1984 mit einer Leistung von 1.365 MWe in Betrieb genommen. Eine thermische und zwei elektrische Leistungserhöhungen führten zur derzeitigen Reaktorleistung von 1.430 MWe.

Für die Anlage Grohnde wurden in den vergangenen Jahren Anträge zum Einsatz von Uran-Brennelementen mit einer Anfangsanreicherung von bis zu 4,4 Gewichtsprozent Uran 235 sowie zur Erhöhung der thermischen Reaktorleistung auf 4000 MW<sub>th</sub> gestellt. Im Genehmigungsverfahren befinden sich weiterhin Anträge auf die Einführung digitaler Leittechnik im Bereich der Neutronen-Außeninstrumentierung und auf Änderung der sicherheitstechnischen Parameter für die Kernausslegung.

In 2008 wurde keine atomrechtliche Genehmigung nach § 7 AtG erteilt.

### **Kernkraftwerk Emsland (KKE)**

Die Anlage Emsland ist ein DWR der 4. Generation, eine der drei Konvoi-Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland. Die Anlage wurde 1988 mit einer Leistung von 1.316 MWe in Betrieb genommen. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.400 MWe ergibt sich aufgrund einer thermischen und mehrerer elektrischen Leistungserhöhungen.

Derzeit befindet sich im Genehmigungsverfahren ein Antrag auf Erhöhung der thermischen Reaktorleistung auf 3950 MW<sub>th</sub>.

Im Berichtszeitraum wurde keine atomrechtliche Genehmigung nach § 7 AtG erteilt.

### **Kernkraftwerk Brokdorf (KBR)**

Beim Kernkraftwerk Brokdorf handelt es sich um einen DWR der 3. Generation (Vor-Konvoi). Die Anlage wurde 1986 mit einer Leistung von 1.380 MWe in Betrieb genommen. Die Reaktorleistung beträgt derzeit 1.480 MWe. Sie ergibt sich aus zwei thermischen und mehreren elektrischen Leistungserhöhungen. Die letzte Genehmigung zur Erhöhung der thermischen Reaktorleistung wurde am 23.05.2006 erteilt. Damit ist KBR die derzeit leistungsstärkste Anlage Deutschlands.

Am 30.04.2008 wurde die 9. Nachtragsgenehmigung zur zweiten Teilbetriebsgenehmigung für das Kernkraftwerk Brokdorf erteilt. Umfang dieser Genehmigung ist die Präzisierung und Erweiterung des primären (externen) Auslegungskriteriums für den Brennstabinnendruck. Ziel ist die Begrenzung des inneren Überdrucks in den Brennstäben, die damit zur Erhaltung der Integrität der Brennstäbe beiträgt.

Nach Redaktionsschluss wurde am 19.02.2009 der Antrag auf Anreicherungserhöhung auf bis zu 4,45 Gewichtsprozent Uran 235 beschieden (10. Nachtragsgenehmigung).

### **Kernkraftwerk Brunsbüttel (KKB)**

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

Für das Kernkraftwerk Brunsbüttel wurde im Jahr 2008 keine atomrechtliche Genehmigung nach § 7 AtG erteilt.

### **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. Die derzeitige Reaktorleistung von 1.402 MWe resultiert aus einer Wirkungsgradverbesserung an der Turbine, die in der Revision 2005 durchgeführt wurde.

Laufende Genehmigungsverfahren betreffen den Einsatz von Mischoxidbrennelementen sowie den Einsatz von Svea 96 Optima (3) Brennelementen.

Für Krümmel wurde im Berichtsjahr 2008 keine atomrechtliche Genehmigung nach § 7 AtG erteilt.

## **2.2 KERNKRAFTWERKE IN STILLEGUNG BZW. STILLEGUNG BESCHLOSSEN**

In der Bundesrepublik Deutschland befinden sich gegenwärtig 17 Kernkraftwerksblöcke in Stilllegung bzw. die Stilllegung ist beschlossen (siehe Tabelle I.3). Davon befinden sich zwei Anlagen im sicheren Einschluss, die anderen werden zurückgebaut mit dem Ziel des vollständigen Abbaus ("grüne Wiese").

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

Das Kernkraftwerk Rheinsberg mit einer Leistung von 70 MWe (Reaktortyp WWER) ging 1966 in Betrieb. Es diente der eigenständigen Reaktorentwicklung der ehemaligen 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. Mit der am 23.07.2007 erteilten Genehmigung „Komplettmontage des unzerlegten Reaktordruckbehälters und Transportbereitstellung“ und der durch das BfS am 02.10.2007 erteilten Beförderungsgenehmigung, konnte der Transport des Reaktordruckbehälters ins Zwischenlager Nord am 30.10.2007 erfolgreich durchgeführt werden.

Aufgrund der Absenkung des Aktivitätsinventars durch Abtransport des Reaktordruckbehälters wurde am 15.12.2008 eine Genehmigung zur Änderung der Sicherheitskonzeption erteilt. Diese beinhaltet u.a. die Inkraftsetzung des „Sicherheitskonzeption nach Entsorgung des Reaktordruckbehälters“ und den Rückbau von nicht mehr benötigten Sicherheitsanlagen.

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

Das Versuchskraftwerk KNK II diente der Entwicklung der Brütertechnologie. Die Anlage enthielt einen 21 MWe 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 10 Schritten vor. Davon sind acht Schritte bereits ausgeführt. Die 1. 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 nach Cadarache (F) abtransportiert. Im neunten Rückbauschnitt wurde der Rückbau des Reaktortanks und des biologischen Schildes genehmigt. Davon konnte im Jahr 2008 die Zerlegung des Reaktortanks und seiner Einbauten abgeschlossen werden. Die zerlegten Teile wurden fernhantiert in abgeschirmte Transportbehälter geladen und zur weiteren Bearbeitung und Lagerung in die Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) des Forschungszentrums Karlsruhe gebracht. Des Weiteren wurde im Berichtsjahr an der Zerlegung der Natrium-Kühlfallen gearbeitet, die im Jahr 2007 genehmigt wurde.

Es ist vorgesehen, nach Entlassung der Anlage aus dem AtG, die restlichen Gebäude konventionell abzureißen und das Gelände zu rekultivieren. Ziel ist es die Arbeiten bis zum Jahr 2013 zu beenden.

### **Mehrzweckforschungsreaktor Karlsruhe (MZFR)**

Der Mehrzweckforschungsreaktor mit einem 57 MWe 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).

Die Arbeiten zum 7. Stilllegungsschritt, Demontage und Zerlegung des Reaktordruckbehälters und seiner Einbauten sowie Verpackung der Abbauteile wurde im Berichtsjahr 2008 abgeschlossen. Mit der 8. Stilllegungsgenehmigung vom 31.01.2007 liegen alle atomrechtlichen Genehmigungen für den vollständigen Rückbau der Anlage vor. Es wurde mit den Vorbereitungsmaßnahmen zum Rückbau des biologischen Schildes begonnen.

Die Arbeiten sollen voraussichtlich im Jahr 2013 beendet sein.

### **Kernkraftwerk Obrigheim (KWO)**

Das Kernkraftwerk Obrigheim (KWO), ein 357 MWe (brutto) 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 Abs.1a AtG endgültig abgeschaltet.

Der Rückbau soll in insgesamt drei 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. Seit März 2007 ist das interne Lagerbecken frei von Brennelementen. Eine Trockenlagerung in CASTOR-Behältern ist geplant und wurde nach § 6 AtG am 22.04.2005 beim BfS beantragt.

Die erste Stilllegungsgenehmigung (SG) zur endgültigen und dauerhaften Betriebseinstellung wurde am 28.08.2008 erteilt. Zwei schon 1983 ausgebaute und auf dem Kernkraftwerksgelände Obrigheim eingelagerte Dampferzeuger sind im September/Oktober 2008 auf dem Wasserweg nach Lubmin mit dem Ziel der Dekontamination und Zerlegung transportiert worden. Am 01.12.2008 wurde ein Antrag auf Änderung der 1. SG gestellt. Dieser befasst sich u.a. mit dem Austausch der Materialschleuse des Reaktorgebäudes. Am 15.12.2008 wurde ein Antrag auf die 2. Stilllegungsgenehmigung gestellt, welcher neben einer Anpassung der genehmigungstechnischen Vorgehensweise auch den Abbau von Anlagenteilen im Kontrollbereich sowie von weiteren Anlagenteilen im Überwachungsbereich vorsieht.

### **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 BE wurden bis 1989 aus der Anlage entfernt und zur Wiederaufarbeitung gebracht. Die Genehmigung zur Stilllegung nach § 7 Abs. 3 AtG wurde am 26.05.1983 erteilt. Es erfolgt der vollständige Rückbau der Anlage in einzelnen Phasen auf der Grundlage der vorliegenden atomrechtlichen Genehmigungen.

Der Schwerpunkt der Rückbauarbeiten im Jahr 2008 lag weiterhin in der Dekontamination des Reaktorgebäudes.

Nach Abschluss der Rückbauarbeiten ist vorgesehen, die verbleibenden Reststrukturen als Technologiezentrum für den Standort zu nutzen. Sie sollen zur Dekontamination und Abfallbehandlung für die beiden noch laufenden Blöcke KRB-II-B und KRB-II-C dienen. Die atomrechtliche Genehmigung wurde dazu am 05.01.2006 erteilt.

## **Versuchsatomkraftwerk Kahl (VAK)**

Das Versuchsatomkraftwerk Kahl mit einem 16 MWe 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. Dies geschah im Austausch für die Wiederaufarbeitung schwedischer Uran-Brennelemente in Frankreich (COGEMA). Grundlage war ein Vertrag zur Überleitung der schwedischen Brennelemente zur COGEMA zwischen den Energieversorgungsunternehmen, der COGEMA und Schweden.

Im Berichtsjahr wurden Arbeiten zur Dekontamination im Reaktorgebäude sowie zur Freimessung der Bodenflächen um die Anlage durchgeführt. Ziel ist es, nach vollständiger Freigabe der Anlage, die Gebäude konventionell abzureißen und den Standort in eine grüne Wiese zu überführen.

Der Abschluss der Stilllegungsarbeiten wird voraussichtlich 2010 sein.

## **Kernkraftwerk Greifswald (KGR)**

Der Bau des Kernkraftwerkes Greifswald ging auf die Entscheidung der Regierung der ehemaligen DDR von 1955 zurück, Kernenergie zur Elektroenergieerzeugung zu nutzen. Von den 8 DWR-Blöcken des KGR mit je 440 MWe 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 wurde 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 Kap. 2.4).

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 Abs. 3 AtG erteilt. Gegenstand der am 16.08.2007 erteilten 35. Änderungsgenehmigung und der 1. Änderungsgenehmigung zur 4. Teilgenehmigung zur o.g. Stilllegungsgenehmigung ist u.a. die Änderung der Entsorgungsstrategie beim Abbau der Reaktorbaugruppen der Blöcke 1 bis 4 des KGR. Abgeschirmte Großkomponenten können nach diesem Konzept in unzerlegtem Zustand im Zwischenlager Nord (ZLN) zwischengelagert werden. So erfolgte der Abtransport der Reaktordruckgefäße der Blöcke 1 und 2 in das ZLN im November 2007.

Die am 07.05.2008 erteilte 36. Änderungsgenehmigung zur Genehmigung vom 30.06.1995 und die 20. Genehmigung zum Abbau von Anlagenteilen beinhalten unter anderem den weiteren Abbau von Anlagen und Anlagenteilen im Kontroll- und Überwachungsbereich.

Am 22.08.2008 wurde der EWN GmbH im Rahmen eines Feststellungsbescheides mitgeteilt, dass das Maschinenhaus Block 3/4 und ein Teil des Maschinenhauses Block 5 nicht mehr den Vorschriften des Atomgesetzes unterliegen. Der Gebäudebereich des Maschinenhauses Block 3/4 wurde aber nur oberhalb der Unterkante der neuen Bodenplatte aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.

Der Rückbau der übrigen Anlage soll voraussichtlich im Jahre 2012 abgeschlossen sein.

## **Kernkraftwerk Stade (KKS)**

Das Kernkraftwerk Stade, ein DWR mit einer Leistung von 672 MWe, war von 1972 bis 2003 in Betrieb. Die endgültige Abschaltung erfolgte am 14.11.2003. Der Betreiber E.ON hatte mit Schreiben vom 23.07.2001 den Antrag nach § 7 Abs.3 AtG zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage gestellt. Es wurde der direkte Rückbau der Anlage beantragt.

Die Brennelemente wurden Ende April 2005 zur Wiederaufarbeitung nach Frankreich abtransportiert.

Die erste Genehmigung nach § 7 Abs. 3 AtG zur Stilllegung und Abbau des KKS wurde am 07.09.2005 erteilt. Sie trifft die notwendigen Festlegungen zur Bearbeitung, Konditionierung und Lagerung des beim Abbau anfallenden Materials (Abfall- und Reststoffkonzept), zur Freigabe, zum Abbau Phase 1 und zur Errichtung des Lagers für radioaktive Abfälle (LarA). Die zweite Genehmigung, erteilt am 15.02.2006, gestattet den Ausbau von Großkomponenten (Dampferzeuger) und den dazu notwendigen Umbau der Schleuse. Die ausgebauten Dampferzeuger wurden im September 2007 zur weiteren Entsorgung auf dem Seeweg zur Studsvik Nuclear Dept. Radwaste AB nach Schweden transportiert.

Mit dem Genehmigungsbescheid I/2008 vom 14.05.2008 wird der Abbau der Phase 3 Teil A gestattet. Er beinhaltet u.a. den Abbau des Deckels des Reaktordruckbehälters, der Kerneinbauten, des biologischen Schildes sowie anderer Systeme und Komponenten.

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

Das Kernkraftwerk Lingen, ein SWR mit einer Leistung von 252 MWe, 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. Bei der Revision stellten sich weitere Schäden heraus, so dass die Genehmigungsbehörde die erneute Inbetriebnahme von zusätzlichen umfangreichen Ertüchtigungsmaßnahmen abhängig machte. Deren Kosten waren jedoch so hoch, 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 wird seit 1988 die Anlage im sicheren Einschluss (SE) betrieben. Die Brennelemente wurden vor Beginn des sicheren Einschlusses nach Sellafield (GB) transportiert. Die Überwachung des sicheren Einschlusses wird vom benachbarten Kernkraftwerk Emsland (KKE) vorgenommen.

Im Dezember 2007 hat die Kernkraftwerk Lingen GmbH den Antrag vom 21.12.2004 auf Fortführung des sicheren Einschlusses zurückgezogen. Am 15.12.2008 wurde von der Betreiberin ein Antrag auf Abbau der Anlage nach § 7 Abs. 3 AtG gestellt. Im zunächst beantragten ersten Genehmigungsschritt soll der Abbau aller nicht kontaminierten und kontaminierten Anlagenteile erfolgen. Ein zweiter, später zu beantragender, Genehmigungsschritt 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.

Weiterhin wurde am 26.09.2008 die Genehmigung zum Abriss des vorhandenen, sanierungsbedürftigen Schornsteins oberhalb einer Höhe von 10 m und Bau eines 60 m hohen Fortluftkamins erteilt.

### **AVR-Versuchskernkraftwerk Jülich (AVR)**

Das AVR-Versuchskernkraftwerk war ein Versuchsreaktor, der ausschließlich in Deutschland entwickelt wurde. Mit einem 15 MWe 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 MWe) in Hamm-Uentrop die Weiterentwicklung dieser Technologie in Deutschland nicht weiter verfolgt wurde. 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 im Juni 1998 abgeschlossen.

Der Betreiber hat sich seit einigen Jahren mit einer Konzeptänderung – direkter Abbau statt sicherem Einschluss – beschäftigt. Mit Schreiben vom 25.02.2005, aktualisiert durch Schreiben vom 25.04.2006 sowie präzisiert und ergänzt durch Schreiben vom 20.06.2008, hat die AVR GmbH gemäß § 7 Abs. 3 beantragt, den AVR vollständig abzubauen und das Betriebsgelände aus dem Geltungsbereich des AtG zu entlassen. Das Genehmigungsverfahren ist weit fortgeschritten. Am 4.11.2008 wurde der Reaktorbehälter im Rahmen einer 5. Veränderungsgenehmigung vom 09.11.2004 mit Porenleichtbeton verfüllt. Geplant ist, den verfüllten Reaktorbehälter in ca. 2 Jahren herauszuheben und unzerlegt in ein noch zu errichtendes, standortnahes Zwischenlager auf dem Gelände des Forschungszentrums Jülich zu verbringen.

## **Kernkraftwerk Würgassen (KWW)**

Das Kernkraftwerk Würgassen, ein Siedewasserreaktor mit einer Leistung von 670 MWe, 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 3 Stilllegungsgenehmigungen für die Anlage erteilt.

Im Berichtszeitraum wurden auf der Grundlage der o.g. Stilllegungsgenehmigungen die Rückbauarbeiten zur Stilllegung des KWW fortgesetzt. Es ist geplant, die Gebäude bis zum Jahr 2014 freizugeben. Über den Abriss der Gebäude finden gegenwärtig Überlegungen im Rahmen des Standortkonzeptes statt. Zwei Zwischenlagergebäude für schwach- und mittelradioaktive Abfälle werden verbleiben, bis ein Endlager annahmefähig ist.

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

Der THTR-300, mit einem heliumgekühlten 308 MWe Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktor, 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<sup>®</sup>-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 MWe, ging im März 1986 in Betrieb. Nachdem das BVerwG die erste Teilgenehmigung (1. TG alt) aufgehoben hatte, ist es seit dem 09.09.1988 abgeschaltet.

Die RWE Power AG hat 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. Aus dem Kernkraftwerk sind alle bestrahlten Brennelemente zur Wiederaufarbeitung nach La Hague (F) abtransportiert worden. Neue Brennelemente, die für die Nachladung des Reaktors bestimmt waren, wurden an den Hersteller in Belgien abgegeben. Die Anlage ist somit seit dem 29.07.2002 kernbrennstofffrei.

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.

Am 16.07.2004 wurde die Genehmigung für die Abbauphase 1a erteilt. Damit ging die Anlage in den Restbetrieb. Für den weiteren Abbau können damit diverse Hilfssysteme (u.a. Abluft) an die neuen Erfordernisse angepasst werden. Die am 23.02.2006 erteilte Änderungsgenehmigung zur Genehmigung 1a erlaubt den Abbau aller im Zuge der Phase 1a stillgesetzten Anlagen im Kontrollbereich, sofern der Entsorgungsnachweis für den dabei anfallenden Abfall ausreicht. Damit können alle Anlagenteile, die nicht mehr für den Restbetrieb benötigt werden, abgebaut werden. Ausnahme bilden dabei der Primärkreislauf, Handhabungseinrichtungen und der biologische Schild. RWE Power hat mit Schreiben vom 08.05.2008 beantragt, das Genehmigungsverfahren für das Standortlager und das Behandlungszentrum bis auf Weiteres ruhen zu lassen. Im Jahr 2008 konzentrierten sich die Abbauarbeiten auf die Stilllegung und Demontage von Anlagenteilen in den Reaktorgebäude-Ringräumen. Einige Räume konnten vollständig freigeräumt werden.

Der gesamte Rückbau der Anlage Mülheim-Kärlich wird ca. 10 Jahre in Anspruch nehmen.

## **2.3 KERNKRAFTWERKE VOLLSTÄNDIG ABGEBAUT UND AUS DEM GELTUNGSBEREICH DES ATG ENTLASSEN**

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

Der Heißdampfreaktor Großwelzheim mit 25 MWe 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 BE 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 AtG entlassen werden. Die restlichen Abbauarbeiten konventioneller Art wurden bis Mitte Oktober 1998 abgeschlossen.

### **Kernkraftwerk Niederaichbach (KKN)**

Das Kernkraftwerk Niederaichbach, ein Prototypkernkraftwerk mit 106 MWe 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 Baulinie 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 zum CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) 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 AtG entlassen. 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.

## **2.4 EINGESTELLTE KERNKRAFTWERKSVORHABEN**

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

Im Kernkraftwerk Greifswald wurden die Bau- und Montagearbeiten an den Blöcken 6 bis 8 (440 MWe DWR vom russischen Typ WWER, Reaktor W-213) im Jahre 1990 eingestellt. Der Rückbau der bereits errichteten Anlagen ist weit fortgeschritten.

Block 6 wird für Besucherrundgänge als technische Ausstellung zur Demonstration der Reaktortechnik genutzt. Das Maschinenhaus der Blöcke 5 bis 8 wurde komplett geräumt und ist für die industrielle Nachnutzung vorgesehen (siehe auch Kapitel 2.2). 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. Die so erprobten Werkzeuge und Einrichtungen werden für den Abbau aller Reaktordruckgefäße in den Blöcken 1 bis 4 eingesetzt.

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

Der SNR 300 mit einem 327 MWe natriumgekühlten schnellen Brutreaktor wurde von 1973 bis 1991 errichtet, weitgehend fertiggestellt 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 übertragen und wird seither kommerziell genutzt. Die Brennelemente wurden zunächst vom BfS staatlich verwahrt und später zur Aufarbeitung nach Frankreich verbracht (s. Kap. 4.4.2).

### **Kernkraftwerk Stendal**

Im Jahr 1974 wurde die Baustelle Stendal mit dem Ziel der Errichtung von vier 440 MWe Blöcken vom russischen Typ WWER eröffnet. 1976 wurde beschlossen im Kernkraftwerk Stendal die Blöcke A und B (DWR mit je 1.000 MWe) zu bauen. Die im Jahre 1976 begonnenen Bau- und Montagearbeiten sind nach mehrjährigen Verzögerungen 1990 endgültig eingestellt worden. Gebäude und Anlagen wurden zum Teil abgerissen bzw. werden anderweitig genutzt.

### **3. FORSCHUNGSREAKTOREN MIT EINER THERMISCHEN DAUERLEISTUNG GRÖßER ALS 50 KW**

In der Bundesrepublik Deutschland sind insgesamt 17 Forschungsreaktoren mit einer thermischen Dauerleistung größer als 50 kW zu betrachten. Davon sind gegenwärtig (Stand: 31.12.2008)

**4 Forschungsreaktoren in Betrieb,**

**7 Forschungsreaktoren in Stilllegung bzw. die Stilllegung ist beschlossen und**

**6 Forschungsreaktoren sind vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen.**

Diese Forschungsreaktoren werden gemäß ihrem Betriebs- und Genehmigungszustand in den Kapiteln 3.1, 3.2 und 3.3 sowie in den entsprechenden Tabellen II.1, II.2 und II.3 im Anhang II – Forschungsreaktoren beschrieben. Einen Überblick über die noch bestehenden Standorte der Anlagen gibt die Abbildung II.

#### **3.1 FORSCHUNGSREAKTOREN IN BETRIEB**

In der Bundesrepublik Deutschland waren 2008 noch vier Forschungsreaktoren mit einer thermischen Dauerleistung größer als 50 kW in Betrieb.

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

Der BER II ist ein Schwimmbad-Reaktor mit Brennelementen vom Typ MTR. Die thermische Leistung beträgt 10 MW und der thermische Neutronenfluss  $1,5 \cdot 10^{14}$   $1/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$ . 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 auf 10 MW und einer fast zehnfachen Erhöhung des thermischen Neutronenflusses auf  $1,5 \cdot 10^{14}$   $1/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$ . 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.

Zum Ende des Jahres 2004 wurde nach Zustimmung durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde die komplette betriebliche Leittechnik des BER II erneuert und auf Digitaltechnik umgestellt. Der Reaktor wurde nach knapp viermonatigen Umbauarbeiten im Januar des Jahres 2005 wieder in Betrieb genommen.

##### **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. Der Reaktorkern ist gemäß einer Auflage in der Betriebsgenehmigung (3. TG v. 02.05.2003) bis spätestens zum 31.12.2010 von HEU auf einen Brennstoff mit abgesenktem Anreicherungsgrad von höchstens 50 % Uran 235 (MEU) umzurüsten. Mit einem thermischen Neutronenfluss von  $8 \cdot 10^{14}$   $1/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$  ist die Anlage – bei einer vergleichsweise niedrigen thermischen Leistung von 20 MW – die intensivitätsstärkste deutsche Neutronenquelle für Strahlrohrexperimente und Bestrahlungen für wissenschaftliche, industrielle und medizinische Zwecke.

Die beiden ersten Teilgenehmigungen (TG) zur Errichtung der Anlage wurden am 04.04.1996 und 09.10.1997 vom BStMLU als zuständige Genehmigungsbehörde erteilt. Die nukleare Inbetriebsetzung und der Betrieb der Anlage sind Bestandteile der am 02.05.2003 erteilten 3. TG.

Der Reaktor wurde am 02.03.2004 erstmals kritisch. Nach einem umfangreichen Inbetriebsetzungsprogramm und der Zustimmung durch die Aufsichtsbehörde wurde der Routinebetrieb der Anlage am 25.04.2005 aufgenommen.

Im Jahr 2008 wurde von der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde einer Erhöhung des maximalen Abbrandes des Uran 235 von ursprünglich 1040 MWd auf 1200 MWd zugestimmt. Damit kann ein Betriebszyklus von bisher 52 Volllasttage auf bis zu 60 Volllasttage ausgeweitet werden.

### **Forschungsreaktor TRIGA Mark II der Universität Mainz (FRMZ)**

Der FRMZ ist ein offener Schwimmbadreaktor vom Typ TRIGA Mark II. Es handelt sich dabei um einen leichtwassergekühlten und -moderierten Reaktor mit homogenen Brennstoffmoderatorelementen aus LEU und Zirkonhydrid. Die nukleare Inbetriebnahme der Anlage erfolgte am 03.08.1965. Im Dauerbetrieb beträgt die thermische Leistung 100 kW und der thermische Neutronenfluss  $4 \cdot 10^{12}$   $1/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$ . Darüber hinaus kann der Reaktor im Pulsbetrieb über 30 ms mit einer Leistungsspitze von 250 MW und einem thermischen Neutronenfluss von  $8 \cdot 10^{15}$   $1/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$  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 von 28.07.1992 wurde ein umfangreicher Umbau der Kreisläufe des Reaktors durchgeführt.

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

Der FRG-1 ist ein offener Schwimmbadreaktor vom MTR-Typ mit einer thermischen Leistung von 5 MW und einem maximalen thermischen Neutronenfluss von  $1,4 \cdot 10^{14}$   $1/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$ . Er wurde am 23.10.1958 mit HEU in Betrieb genommen und dient im Wesentlichen der Materialforschung mit Strahlrohrexperimenten sowie der Isotopenproduktion und der Durchführung von Neutronenaktivierungsanalysen.

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 auch Kapitel 3.2).

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. Mit Genehmigung vom 08.03.2000 folgten eine weitere Verdichtung des Kernbrennstoffs und der Aufbau eines 3x4 Kompaktkerns mit zwölf BE. Zur Verhinderung eines Trockenfallens des Kerns bei einem Leck im Primärkreis wurden wasserdichte Schotten in den Radioaktiv-Keller unterhalb der Betriebsbecken eingebaut (Genehmigung vom 21.05.2001). In den Jahren 2003 und 2004 wurde mit Genehmigung vom 05.03.2002 eine neue Notstromanlage errichtet und zu Beginn des Jahres 2005 in Betrieb genommen.

Es ist vorgesehen, den FRG-1 wegen Neustrukturierungen der Neutronenforschung in Deutschland trotz modernstem Stand der Technik im Jahr 2010 endgültig abzuschalten.

## **3.2 FORSCHUNGSREAKTOREN IN STILLLEGUNG BZW. STILLLEGUNG BESCHLOSSEN**

In der Bundesrepublik Deutschland befanden sich Ende 2008 sieben Forschungsreaktoren mit einer thermischen Dauerleistung größer als 50 kW in der Stilllegung bzw. die Stilllegung wurde beschlossen.

### **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 stellte sie den bezüglich der thermischen Leistung stärksten deutschen Forschungsreaktor dar. Mit einem thermischen Neutronenfluss von  $1,0 \cdot 10^{14}$   $1/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$  wurde der FR 2 als Neutronenquelle für Strahlrohrexperimente zur Grundlagenforschung sowie für Bestrahlungsversuche zur Brennstabentwicklung und zur Isotopenproduktion für medizinische Zwecke eingesetzt.

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

Der FR 2 wurde nach zwanzigjähriger Betriebszeit am 21.12.1981 aus wirtschaftlichen Gründen endgültig abgeschaltet. Die BE 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.

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

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

Die Anlage ging 1957 mit LEU und einer thermischen Leistung von 1 MW in Betrieb, wurde aber bereits 1960 auf HEU umgestellt. Im Laufe der Betriebsjahre erfolgte schrittweise eine Erhöhung des thermischen Neutronenflusses von ursprünglich  $1 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$  auf  $7 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ ; dazu wurde die thermische Leistung 1966 auf 2,5 MW und 1968 auf 4 MW erhöht (Betriebsgenehmigungen vom 27.10.1966 und 10.05.1968) 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 BE in die USA verbracht. Die TUM hat nach der inzwischen erfolgten Aufnahme des Routinebetriebs des FRM-II weitere Unterlagen zu ihrem Antrag auf Erteilung einer Stilllegungsgenehmigung für den FRM vorgelegt, die zur Zeit von der zuständigen Genehmigungsbehörde geprüft werden.

### **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, der thermische Neutronenfluss  $3 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ . Im Pulsbetrieb konnte der Reaktor kurzzeitig über ca. 10 ms mit Leistungsspitzen bis zu 2000 MW 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 Schwere-wassertank neutronenphysikalisch gekoppelt waren. Der Reaktor wurde am 03.10.1967 erstmals kritisch. Die thermische Leistung betrug 1 MW, der thermische Neutronenfluss  $6 \cdot 10^{12} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ . Die Anlage wurde von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) als Neutronenquelle für Bestrahlungen und Strahlrohrexperimente eingesetzt, insbesondere im Bereich der Neutronenmetrologie und -dosimetrie sowie der Physik der kondensierten Materie.

Der Reaktor wurde am 19.12.1995 aus wirtschaftlichen Überlegungen außer Betrieb genommen. Die noch vorhandenen Brennelemente wurden am 28.08.1996 zur Entsorgung in die USA abtransportiert. Am 02.03.2001 wurde die SG für die Anlage erteilt. Der Abbau der Anlage wurde Mitte 2004 beendet. Die beim Betrieb der Anlage 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 Reaktorgebäude und andere Gebäudebereiche und Bodenflächen wurden sukzessive bis zum 28.07.2005 aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen und können jetzt von der PTB uneingeschränkt für anderweitige Zwecke genutzt werden.

### **Forschungsreaktor Jülich 2 (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 und einem thermischen Neutronenfluss von  $2 \cdot 10^{14} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$  wurde für Strahlrohrexperimente sowie für Bestrahlungen zur Isotopenproduktion und Neutronenaktivierungsanalyse verwendet.

Die nukleare Inbetriebnahme der Anlage erfolgte am 14.11.1962. 1967 wurde durch die Ausschöpfung vorhandener Reserven eine erste Leistungserhöhung von 10 MW auf 15 MW (Genehmigung vom 11.12.1967), 1972 durch Umbau- und Ertüchtigungsmaßnahmen eine zweite Leistungserhöhung auf 23 MW vorgenommen (Genehmigung vom 15.03.1972). Zwischen November 1990 und April 1995 wurde der Reaktor zur Beseitigung von Schäden und zur Durchführung von Nachrüstmaßnahmen außer Betrieb genommen. Die Zustimmung der Aufsichtsbehörde zur Wiederinbetriebnahme der Anlage erfolgte im Februar 1995.

Am 02.05.2006 wurde der FRJ-2 endgültig abgeschaltet und befindet sich seit dieser Zeit in der Nachbetriebsphase. Die abgebrannten Brennelemente wurden im Rahmen der Betriebsgenehmigung 2008 in die USA entsorgt. Ein Antrag zur Stilllegung und zum Abbau der Reaktoranlage wurde am 27.04.2007 eingereicht und mit überarbeiteten Antragsunterlagen am 15.12.2008 neu vorgelegt. Zur Fortführung der wissenschaftlichen Arbeiten hat das Forschungszentrum Jülich (FZJ) eine Außenstation bei dem neuen Forschungsreaktor FRM-II in Garching (Kapitel 3.1) eingerichtet.

### **Forschungsreaktor Geesthacht 2 (FRG-2)**

Beim FRG-2 handelte es sich wie beim FRG-1 (Kapitel 3.1) um einen offenen Schwimmbadreaktor vom MTR-Typ; die thermische Leistung betrug 15 MW und der maximale thermische Neutronenfluss  $1,5 \cdot 10^{14} \text{ 1/cm}^2 \cdot \text{s}$ . 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 (siehe auch Kapitel 3.1).

Mit dem o.a. Bescheid vom 06.09.1967 wurde gleichfalls eine Genehmigung zur Erhöhung der thermischen Leistung des FRG-2 von 5 MW auf 15 MW erteilt. Der Reaktor wurde während seiner 30-jährigen Betriebszeit durchgehend mit HEU betrieben; einem Antrag des Betreibers Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (GKSS) vom 25.09.1986 zur Umstellung der Anlage von HEU auf LEU wurde von der Genehmigungsbehörde nicht entsprochen.

Am 28.01.1993 wurde von der GKSS aufgrund des Auftragsrückgangs für Materialtests durch Bestrahlungen im Einvernehmen mit dem 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. Da der FRG-2 und der FRG-1 auf der Basis der o.a. Betriebsgenehmigung vom 06.09.1967 genehmigungstechnisch eine gemeinsame Reaktoranlage darstellen und § 7 Abs. 3 AtG eine Stilllegung von Anlagenteilen nicht vorsieht, ist die Außerbetriebnahme und der Teilabbau des FRG-2 rechtlich als eine Veränderung des Betriebs der Gesamtanlage gemäß § 7 Abs. 1 AtG anzusehen. Die BE wurden zunächst im gemeinsamen Lagerbecken zwischengelagert und bis zum 20.09.2000 in die USA entsorgt. Die formale Stilllegung und der endgültige Abbau des FRG-2 werden später gemeinsam mit dem Abbau des voraussichtlich im Jahr 2010 außer Betrieb gehenden FRG-1 im Rahmen einer Stilllegung der Gesamtanlage nach § 7 Abs. 3 AtG vorgenommen.

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

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

Der Reaktor wurde am 16.12.1957 mit LEU und einer thermischen Leistung von 2 MW in Betrieb genommen, die bis 1967 schrittweise, u.a. auch durch eine Umrüstung von LEU auf MEU, auf 10 MW 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 GEL (Gemeinsame Einrichtung der Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen) bis zum 30.06.1991 verlängert. Einem Antrag des Betreibers vom 05.03.1991 für eine Dauerbetriebsgenehmigung wurde nicht entsprochen. 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 Abs. 3 AtG am 28.06.1991 eine Einstellung des auf Kernspaltung gerichteten Betriebs der Anlage.

Für die Stilllegung und den Abbau der Anlage wurden ab dem 30.01.1998 mehrere Teilgenehmigungen erteilt. Mit der abschließenden 4. TG vom 01.02.2005 wurde der Abbau der Restanlage genehmigt. Die Arbeiten dazu wurden aufgrund der fehlenden Haushaltsmittel für zwei Jahre unterbrochen und erst im Jahr 2007 wieder aufgenommen. Im Jahr 2008 wurden Arbeiten zum Abtrag des biologischen Schildes durchgeführt. Es ist vorgesehen, den Rückbau bis zum Jahr 2011 mit dem Ziel „grüne Wiese“ abzuschließen.

Die bestrahlten BE wurden zwischen dem 30.05.2005 und dem 13.06.2005 in insgesamt 18 CASTOR<sup>®</sup>-Behältern in das Transportbehälterlager Ahaus gebracht. Am 18.12.2006 wurde im Rahmen eines zwischen den USA, Russland und der IAEA vereinbarten Rückführungsprogramms (RRRFR – Russian Research Reactor Fuel Return) etwa 300 kg unbestrahlter Kernbrennstoff aus LEU und MEU in das Herkunftsland Russland transportiert.

### **3.3 FORSCHUNGSREAKTOREN VOLLSTÄNDIG ABGEBAUT UND AUS DEM GELTUNGSBEREICH DES ATG ENTLASSEN**

In der Bundesrepublik Deutschland wurden bisher sechs Forschungsreaktoren mit einer thermischen Dauerleistung größer als 50 kW vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen.

#### **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, der thermische Neutronenfluss  $10^{13}$  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 wurde am 30.06.1980 erteilt und 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 später ein Abriss vorgesehen wurde, 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 die Anlage aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen. Es ist vorgesehen, das Gebäude im Rahmen des Freigabeverfahrens im Jahr 2009 konventionell abzureißen.

#### **Forschungsreaktor TRIGA HD II Heidelberg (TRIGA HD II)**

Wie beim TRIGA HD I (siehe oben) handelte es sich beim TRIGA HD II um einen Schwimmbadreaktor vom Typ TRIGA Mark I mit homogenen Brennstoffmoderatorelementen aus LEU und Zirkonhydrid. Die thermische Leistung der Anlage betrug ebenfalls 250 kW, der thermische Neutronenfluss  $10^{13}$  1/cm<sup>2</sup>·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 Abs. 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 AtG entlassen.

### **Forschungsreaktor Frankfurt 2 (FRF 2)**

Beim FRF 2 handelte es sich um einen leichtwassergekühlten und -moderierten Reaktor vom modifizierten Typ TRIGA mit homogenen Brennstoffmoderatorelementen aus LEU und Zirkonhydrid. Der Reaktor wurde auf der Basis der Errichtungsgenehmigung vom 10.01.1973 in die verbliebenen Baulichkeiten (Reaktorhalle und Reaktorblock) des demontierten Vorgängerreaktors FRF 1 eingebaut. Der FRF 1 wurde in der Zeit vom 10.01.1958 bis 19.03.1968 als homogener Lösungsreaktor vom Typ L54 mit einer thermischen Leistung von 50 kW betrieben. Der neue FRF 2 war als Neutronenquelle für die Grundlagenforschung in der Kernphysik und der Festkörperphysik sowie für Aktivierungsanalysen und zur Isotopenproduktion vorgesehen. Die konzipierte thermische Leistung betrug 1 MW, der konzipierte thermische Neutronenfluss  $3 \cdot 10^{13}$   $1/\text{cm}^2\text{s}$ . 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 AtG 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 kW, der thermische Neutronenfluss  $8,5 \cdot 10^{12}$   $1/\text{cm}^2\text{s}$ . 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 zur Entsorgung 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 BE vom MTR-Typ. Die thermische Leistung betrug zuletzt 10 MW, der thermische Neutronenfluss  $1,1 \cdot 10^{14}$   $1/\text{cm}^2\text{s}$ . Der Reaktor ging am 23.02.1962 in Betrieb und wurde für Bestrahlungen und Strahlrohrexperimente verwendet.

1971 wurde für eine Erhöhung des Neutronenflusses von  $6 \cdot 10^{13}$   $1/\text{cm}^2\text{s}$  auf den zuletzt verfügbaren Wert von  $1,1 \cdot 10^{14}$   $1/\text{cm}^2\text{s}$  eine umfangreiche Umrüstung der Anlage vorgenommen. Dies betraf u.a. den Einsatz neuer BE mit höherer U-235-Masse sowie Änderungen im Primär- und Sekundärkreislauf zur Abfuhr der von 5 MW auf 10 MW verdoppelten thermischen Leistung (Genehmigungsbescheide von 03.06.1971 und 15.09.1971).

Am 22.03.1985 wurde der FRJ-1 abgeschaltet. Die BE 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 AtG genehmigt. Diese Arbeiten wurden im Laufe des Jahres 2007 abgeschlossen und die Anlage am 23.11.2007 aus dem Anwendungsbereich des AtG entlassen. Die Reaktorhalle und ihre Anbauten wurden danach gemäß konventioneller 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 Urandioxid mit einer maximalen Anreicherung von 5,42 % Uran 235 und einer thermischen Leistung von 38 MW verwendet.

Die Hauptaufgabe der "Otto Hahn" bestand im Sammeln von Betriebserfahrungen für kernenergiebetriebene Schiffe zur zivilen Nutzung. Die Inbetriebnahme als Nuklearschiff war am 11.10.1968, die Außerbetriebnahme erfolgte zehn Jahre später am 22.03.1979. Die Brennelemente wurden bis zum Herbst 1979 zur Wiederaufarbeitung zur WAK verbracht.

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. Das Schiff wurde nach dem Ausbau der Reaktoranlage dekontaminiert und freigemessen und am 01.09.1982 aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen.

## 4. ANLAGEN DER NUKLEAREN VER- UND ENTSORGUNG

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

### 4.1 URANANREICHERUNGSANLAGEN

#### Urananreicherungsanlage Gronau (UAG)

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

Die Anlage ist Mitte August 1985 mit 400 Mg Urantrennarbeit pro Jahr (UTA/a) in Betrieb gegangen. Schrittweise wurde die Kapazität auf zurzeit 1.800 Mg UTA/a erhöht.

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 w/o. Die Genehmigung beinhaltet auch die Lagerung von 58.962 Mg abgereichertem Uran 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 w/o U-235 als  $UF_6$ . Die erweiterte Anlage wird seit Mitte 2008 errichtet und wird sukzessive in Betrieb genommen.

### 4.2 BRENNELEMENTFABRIKEN

In der Bundesrepublik Deutschland sind folgende Brennelementfabriken in Betrieb, stillgelegt, rückgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen (siehe auch Tabellen III.2; III.3):

#### Brennelementfabrik ANF, Lingen

In der Brennelementfabrik ANF werden Uran-Brennelemente mit einem maximalen Anteil von 5 Gewichtsprozent (w/o) U-235 zum überwiegenden Einsatz in Leichtwasserreaktoren hergestellt. Als Ausgangsmaterial werden  $UO_2$ -Pulver,  $UF_6$  oder extern gefertigte  $UO_2$ -Tabletten verwendet.

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 t  $UO_2$ -Tabletten genehmigt (Beginn der Produktion 1988). Der Betrieb der Trockenkonversion mit bis zu 5 w/o U-235 angereichertem Uran wurde im Juni 1994 aufgenommen (7. TBG). Im Juni 1996 wurden eine zweite Brennstabfertigungslinie sowie ein Lager- und Umschlaggebäude für  $UO_2$ -Tabletten und -Pulver genehmigt. Die Genehmigung zur Verarbeitung von jährlich zusätzlich 250 Mg extern gefertigter Urantabletten zu Brennelementen wurde im März 1997 erteilt. Im März 2002 wurde eine Erhöhung der jährlichen Uranpulververarbeitung von 400 Mg auf 500 Mg und im Januar 2005 auf 650 Mg/a Uran genehmigt.

#### Siemens Brennelementwerk Hanau, Betriebsteil MOX-Verarbeitung

Die Anlage diente seit 1968 der Herstellung von Mischoxid-Brennelementen auf der Basis von  $UO_2/PuO_2$ ,  $PuO_2$  oder  $UO_2$ -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.

Die Siemens AG hat mit Datum vom 07.05.1996 einen Antrag auf Leerfahren der MOX-Anlage gestellt. Das Vorhaben wurde im Oktober 1996 öffentlich erörtert. Im September und November 1997 sowie am

28.01.1998 wurden Teilgenehmigungen erteilt, die in der MOX-Anlage lagernden Kernbrennstoffe im Rahmen eines Leerfahrprogramms so zu bearbeiten, dass diese lager- und transportfähig werden.

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 dritte TG am 03.01.2005 erteilt. Sie erlaubt für einige Gebäude und Teile des Freigeländes bereits eine konventionelle Nutzung. Die vierte und abschließende TG wurde am 16.03.2005 erteilt.

Im Dezember 2005 wurden die restlichen Kernbrennstoffe aus den vom Bundesamt für Strahlenschutz für die staatliche Verwahrung gem. § 5 AtG genutzten Bereichen im Spaltstofflager abtransportiert. Die Lagerbereiche wurden vom BfS Ende Dezember 2005 kontaminationsfrei in die atomrechtliche Verantwortung der Fa. Siemens zum weiteren Rückbau übergeben.

Die Rückbauarbeiten 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 Gebäude ist leergeräumt und steht zur anderweitigen Nutzung zur Verfügung.

Das Anlagengelände kann somit einer uneingeschränkten neuen Nutzung zugeführt werden.

### **Siemens Brennelementwerk Hanau, Betriebsteil Uranverarbeitung**

Die Anlage diente seit 1969 der Herstellung von Uran-Brennelementen mit einem maximalen Anteil von 5 Gewichtsprozent U-235 zum überwiegenden Einsatz in Leichtwasserreaktoren. Als Ausgangsmaterial wurde  $UF_6$  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 1998 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  $\mu$ 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 allenfalls im Bereich von 10  $\mu$ 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 Sonder-Brennelementen aus Uranoxid mit einem Anteil von maximal 4 Gewichtsprozent U-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 AtG entlassen. Die freigegebenen Gebäudebereiche werden für die konventionelle Fertigung von Strukturteilen genutzt.

## **Brennelementfabrik NUKEM, Hanau**

Die Firma NUKEM produzierte seit 1962 Sonder-Brennelemente für Forschungsreaktoren aus Uran und Thorium bis zu einer U-235-Anreicherung von 94 Gewichtsprozent.

Die NUKEM hatte am 23.12.1988 einen Antrag auf Stilllegung der gesamten Betriebsstätte NUKEM eingereicht. Die Genehmigung zur Stilllegung wurde am 10.03.1993 erteilt. Weitere Genehmigungen zum Abbau der nicht sicherheitsrelevanten Anlagenteile wurden erteilt.

Der Abbau der ortsfesten Produktionsstätte, die Bodensanierung bzw. Dekontamination und Sanierung von Gebäudeteilen, die einer anderen Nutzung zugeführt werden sollen, wurde im November 1997 öffentlich erörtert. Die Genehmigung für den Abriss der Gebäude und die Sanierung des Geländes wurde am 19.10.2000 erteilt.

Es hatte sich gezeigt, dass die sogenannte 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 muss. 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 für die Grundwassersanierung genutzte Fläche von 1000 qm, aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen. Die Grundwassersanierung wird voraussichtlich noch mehrere Jahre andauern.

## **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 am 30.12.1974 nach § 9 AtG genehmigte Anlage wurde am 15.01.1988 zunächst vorübergehend außer Betrieb genommen und in der Folge stillgelegt.

Zwischen dem 30.01.1990 und dem 07.04.1995 wurden insgesamt sechs Genehmigungen zur Stilllegung der Anlage 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 AtG entlassen. Gelände und Gebäude werden heute von der Nuclear Cargo & Service GmbH genutzt.

## **4.3 LAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNLEMENTE IN ZENTRALEN UND DE-ZENTRALEN ZWISCHENLAGERN**

### **4.3.1 LAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNLEMENTE IN DEN 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).

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 DEZENTRALE ZWISCHENLAGER AN KERNKRAFTWERKSSTANDORTEN

Die Tabelle III.5 gibt einen Überblick über die dezentralen Zwischenlager an den Standorten der Kernkraftwerke in Deutschland.

#### AVR-Behälterlager Jülich

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

Das Behälterlager bildet einen Teilbereich der Abfallagerhalle II in der Betriebsabteilung Dekontamination der Forschungszentrum Jülich GmbH.

Die atomrechtliche Genehmigung zur Aufbewahrung von abgebrannten AVR Kugel-Brennelementen wurde am 17.06.1993 für einen Zeitraum von 20 Jahren erteilt. Sie umfasst die Aufbewahrung von maximal 300.000 Brennelementkugeln in maximal 158 Behältern.

Am 07.07.2005 wurde die Änderungsgenehmigung für die Aufbewahrung der letzten 2.400 Brennelementkugeln erteilt.

Der Lagerbetrieb wurde am 23.08.1993 aufgenommen. Ende 2008 befanden sich insgesamt 149 beladene Behälter der Bauart CASTOR® THTR/AVR im AVR-Behälterlager.

Im Hinblick darauf, dass möglicherweise eine über den 30.06.2013 hinausgehende weitere Zwischenlagerung im AVR-Behälterlager erforderlich ist, wurde am 26.06.2007 vorsorglich eine Verlängerung der bestehenden Aufbewahrungsgenehmigung beantragt.

#### Zwischenlager im Kernkraftwerk Obrigheim

Die Kernkraftwerk Obrigheim 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 Nasslager für 980 Brennelemente (ca. 286 t 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. Am 31.12.2007 befanden sich insgesamt 342 Brennelemente im Nasslager. Seit dem 22.04.2005 liegt dem BfS ein Antrag der Kernkraftwerk Obrigheim GmbH zur Aufbewahrung der abgebrannten Brennelemente in einem Trockenlager vor (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.

Für die Erteilung der atomrechtlichen Genehmigung nach § 6 AtG ist das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) zuständig. 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 Europäische Richtlinie 97/11/EG 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.

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat nach den Terroranschlägen vom 11.09.2001 im Rahmen der Genehmigungsverfahren auch die Auswirkungen eines gezielt herbeigeführten Flugzeugabsturzes auf die beantragten Standort-Zwischenlager geprüft. Für die genehmigten Standort-Zwischenlager haben die Prüfungen des Bundesamtes für Strahlenschutz ergeben, 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 keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich sind.

Bei den Standort-Zwischenlagern 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 Standort-Zwischenlager 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 ist so bemessen, dass alle anfallenden abgebrannten Brennelemente bis zur endgültigen Einstellung des Kraftwerksbetriebes aufgenommen und dort auch über die Stilllegung des Kernkraftwerks hinaus bis zur Inbetriebnahme eines Endlagers gelagert werden können.

Bis zum Ablauf des Jahres 2003 wurde die Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente für 12 Standort-Zwischenlager genehmigt. Das BfS hat zunächst die jeweils abschließend geprüften Antragsteile beschieden, so dass die Bearbeitung der in den Jahren 1998 bis 2000 gestellten Anträge noch nicht beendet ist. Das BfS hat im Jahr 2007 die Prüfungen im Rahmen von Ergänzungsgenehmigungen und Änderungsgenehmigungen für die Standort-Zwischenlager fortgeführt. In den Ergänzungs- und Änderungsgenehmigungsverfahren erfolgten jeweils Einzelfallprüfungen, ob ergänzende Untersuchungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich sind.

Für die Standort-Zwischenlager wurden – mit Ausnahme des Standort-Zwischenlagers Lingen – die Baugenehmigungen komplementär zu den atomrechtlichen Genehmigungen erteilt. Das Lagergebäude in Lingen wurde am 27.09.2000 baurechtlich genehmigt und im April 2002 fertig gestellt. Somit war das Zwischenlager Lingen zum Zeitpunkt der atomrechtlichen Genehmigungserteilung bereits betriebsbereit. Mit der Errichtung der übrigen Standort-Zwischenlager durfte erst nach Abschluss der Umweltverträglichkeitsprüfung und nachfolgender Erteilung der Baugenehmigung durch die jeweilige Baubehörde der Länder im Zeitraum 2003/2004 begonnen werden. Einen Überblick über die jeweils erteilte erste Genehmigung, die genehmigten Schwermetallmassen (SM) und Stellplätze, den Baubeginn sowie die Inbetriebnahme (d.h. die erste Einlagerung eines beladenen Behälters) der Standort-Zwischenlager gibt die Tabelle 4.1 Weitere Einzelheiten zu den Standort-Zwischenlagern können der Tabelle III.5 entnommen werden.

Seit dem 22.04.2005 liegt dem Bundesamt für Strahlenschutz ein Antrag der Kernkraftwerk Obrigheim GmbH zur Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen in einem Standort-Zwischenlager Obrigheim vor. 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 Kernkraftwerkes Obrigheim. Die Brennelemente werden derzeit in einem bereits bestehenden externen Nasslager am Standort aufbewahrt (s.o.). Da das externe Nasslager die geplanten Rückbauarbeiten des Kernkraftwerkes Obrigheim behindert, beabsichtigt die Antragstellerin auf dem Gelände des Kernkraftwerkes Obrigheim ein separates Standort-Zwischenlager mit trockener Zwischenlagerung der bestrahlten Brennelemente für maximal 40 Jahre zu betreiben. Das Konzept der EnKK sieht die Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente in insgesamt 15 Transport- und Lagerbehältern der Behälterbauart CASTOR 440/84 vor. Beantragt ist die Aufbewahrung der Kernbrennstoffe in einer Lagerhalle aus Stahlbeton mit Verlade- und Lagerbereich (ca. 35,3 m lang, ca. 17,8 m breit und ca. 16,7 m hoch). Die Wandstärke der Außenwände in diesem Bereich soll ca. 85 cm und die Dicke des Betondaches ca. 55 cm betragen. Damit entsprechen die Wandstärken des Standort-Zwischenlagers Obrigheim den Wandstärken der Zwischenlager in Süddeutschland, welche nach dem sogenannten WTI-Konzept errichtet wurden. An die Ostseite der Lagerhalle schließt sich ein Betriebsgebäude an. Außerdem ist ein separates Wachgebäude (Sicherungszentrale) nebst technischen Einrichtungen für den Objektschutz vorgesehen. Das Zwischenlager Obrigheim soll für den autarken Betrieb ausgelegt und bereits unmittelbar nach seiner Inbetriebnahme nahezu autark betrieben werden. Mit der öffentlichen Auslegung der Antragsunterlagen im Zeitraum vom 08.05. – 07.07.2008 hat das BfS mittlerweile das Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren eingeleitet. In diesem Zeitraum haben insgesamt 897 Personen Einwendungen gegen das Vorhaben erhoben. Die Einwendungen wurden vom 08. – 10.10.2008 im Rahmen eines Erörterungstermins mit der Antragstellerin, den Sachverständigen und Behördenvertretern sowie den Einwendern vertieft diskutiert. Über den Verlauf und die Ergebnisse des Erörterungstermins wurde ein Wortprotokoll erstellt. Die Ergebnisse des Erörterungstermins werden im weiteren Verlauf des Verfahrens bei den Prüfungen der Genehmigungsvoraussetzungen berücksichtigt.

Standort-Zwischenlager (SZL)	Erteilung der 1. Genehmigung nach § 6 AtG	Masse SM [Mg]	Stellplätze gesamt (Ende 2008 belegt)	Baubeginn	Inbetriebnahme
SZL Biblis	22.09.2003	1400	135 (41)	01.03.2004	18.05.2006
SZL Brokdorf	28.11.2003	1000	100 (6)	05.04.2004	05.03.2007
SZL Brunsbüttel	28.11.2003	450	80 (64)	07.10.2003	05.02.2006
SZL Grafenrheinfeld	12.02.2003	800	88 (10)	22.09.2003	27.02.2006
SZL Grohnde	20.12.2002	1000	100 (12)	10.11.2003	27.04.2006
SZL Gundremmingen	19.12.2003	1850	192 (17)	23.08.2004	25.08.2006
SZL Isar	22.09.2003	1500	152 (12)	14.06.2004	12.03.2007
SZL Krümmel	19.12.2003	775	80 (14)	23.04.2004	14.11.2006
SZL Lingen	06.11.2002	1250	125 (24)	18.10.2000	10.12.2002
SZL Neckarwestheim	22.09.2003	1600	151 (27)	17.11.2003	06.12.2006
SZL Philippsburg	19.12.2003	1600	152 (26)	17.05.2004	19.03.2007
SZL Unterweser	22.09.2003	800	80 (3)	19.01.2004	18.06.2007

**Tabelle 4.1: Standort-Zwischenlager**

#### 4.3.3 ZENTRALE ZWISCHENLAGER AUßERHALB VON KERNKRAFTWERKSSTANDORTEN

Eine Übersicht zu den zentralen Zwischenlagern außerhalb von Kernkraftwerksstandorten enthält Tabelle III.4.

Bei den Transportbehälterlagern Ahaus (TBL-A), Gorleben (TBL-G) und dem Transportbehälterlager des Zwischenlagers Nord (ZLN) 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 ist ein Trockenlager für abgebrannte Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern vom Typ CASTOR<sup>®</sup>.

Die atomrechtliche Genehmigung zur Aufbewahrung von Brennelementen aus Leichtwasserreaktoren nach § 6 AtG für eine Kapazität von 1.500 t 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-A hat eine Genehmigung für die Aufbewahrung abgebrannter Kugel-Brennelemente aus dem THTR-300 in Transport- und Lagerbehältern der Bauart CASTOR<sup>®</sup> THTR/AVR; sie wurde am 17.03.1992 erteilt. Bis Ende April 1995 waren alle 305 CASTOR<sup>®</sup> 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 420 Stellplätzen die Aufbewahrung von max. 3.960 t SM in den bisher genehmigten sowie in den neuen Behältern der Bauarten CASTOR<sup>®</sup> V/19, CASTOR<sup>®</sup> V/19 SN06 und CASTOR<sup>®</sup> V/52 bis zum 31.12.2036. In der Genehmigung ist die maximal einlagerbare Aktivität auf  $2 \times 10^{20}$  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 Behältern CASTOR® THTR/AVR, 2 CASTOR® V/19-Behälter, 1 Behälter CASTOR® V/19 SN06 und 3 CASTOR® V/52-Behälter mit LWR-BE in das Transportbehälterlager Ahaus überführt.

In einer 1. Änderungsgenehmigung vom 17.05.2000 für das TBL-A wurde das Brennstoffinventar den inzwischen vorliegenden Bedingungen angepasst. In den Behältern der Bauart CASTOR® V/19 SN 06 dürfen künftig u.a. auch unterschiedliche Brennelement-Typen (Mischbeladung) gelagert werden. Die maximale Wärmeleistung für diese Bauart und für die Bauart CASTOR® V/19 ist auf 25 kW gegenüber früher 39 kW begrenzt. Die älteren CASTOR®-Bauarten Ia, Ic und IIa dürfen künftig nicht mehr eingelagert werden.

Am 24.04.2001 wurde eine 2. Änderungsgenehmigung erteilt. Sie umfasst die Wiedererlangung der max. zulässigen Wärmeleistung von 39 kW bzw. 40 kW für die Behälterbauarten CASTOR® V/19 SN06 und CASTOR® V/52 (die mit der 1. Änderungsgenehmigung abgesenkt worden war), das Abfertungsverfahren bei Verwendung einer silberummantelten großen Metaldichtung im Primärdeckel (Nassverpressung), sowie die Änderung der technischen Annahmebedingungen und der Lagerbelegung (Aufstellung von Behältern mit erhöhter Wärmeleistung).

Am 30.03.2004 wurde die 3. Änderungsgenehmigung erteilt. Sie ermöglicht die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in Form von bestrahlten Brennelementen aus dem Rossendorfer Forschungsreaktor in 18 Transport- und Lagerbehältern CASTOR® MTR2. Die 18 Behälter wurden 2005 von Rossendorf nach Ahaus transportiert und dort eingelagert. Damit befinden sich seit 2005 insgesamt 329 beladene Transport- und Lagerbehälter im TBL Ahaus.

Am 04.07.2008 wurde die 4. Änderungsgenehmigung, betreffend den Verschluss der Luftzugangsöffnungen und eine geänderte Lagerbelegung, erteilt.

Am 22.12.2008 wurde die 5. Änderungsgenehmigung zur Änderung von Sicherheitseinrichtungen erteilt.

Nach Abschluss des Klage- und Widerspruchsverfahrens ist die Aufbewahrungsgenehmigung für das TBL Ahaus inzwischen bestandskräftig.

Am 30.10.2006 haben die Gesellschaft für Nuklear Service mbH (GNS) und die Brennelement-Zwischenlager-Ahaus-GmbH (BZA) bei der Bezirksregierung Münster einen Antrag nach § 7 StrlSchV zur Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen aus dem Betrieb und der Stilllegung deutscher Kernkraftwerke im TBL Ahaus gestellt. Die Gesamtaktivität der eingelagerten radioaktiven Abfälle soll auf maximal  $10^{17}$  Bq beschränkt werden. Die Dauer der Zwischenlagerung soll auf einen Zeitraum von maximal 10 Jahren begrenzt werden.

Außerdem haben die GNS und die BZA am 20.12.2006 einen Antrag nach § 6 AtG auf Aufbewahrung von hochdruckkompaktierten radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe in Transport- und Lagerbehältern der Bauart TGC36 gestellt. Aus heutiger Sicht sollen bis zu 150 Behälter eingelagert werden.

## **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.

Die atomrechtliche Aufbewahrungsgenehmigung nach § 6 AtG für eine Kapazität von 1.500 t SM wurde am 05.09.1983 erteilt, nachdem ein entsprechender Antrag im September 1980 gestellt worden war. Am 25.04.1995 wurde der Lagerbetrieb aufgenommen.

In einer Neugenehmigung vom 02.06.1995 wurde, neben der Aufstockung auf insgesamt 3.800 t 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  $2 \times 10^{20}$  Bq begrenzt. Vor dieser Entscheidung wurde aufgrund der Änderung des § 6 AtG eine Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt.

Am 01.12.2000 ist dem TBL-G eine 1. Änderungsgenehmigung zur Genehmigung vom 02.06.1995 erteilt worden. Die Genehmigung betraf die Änderung der Technischen Annahmebedingungen für die Behälter. Sie umfasste auch die Einbeziehung der GNS als Genehmigungsinhaberin, außerdem die Nutzung weiterer

Behälterbauarten für die bereits 1995 genehmigten Brennelement-Typen sowie geringe Modifikationen dieser Brennelemente. Am 18.01.2002 wurde die 2. Änderungsgenehmigung erteilt. Die genehmigten Änderungen betreffen nur den CASTOR<sup>®</sup> HAW 20/28 CG ab Seriennummer 16.

Am 23.05.2007 wurde mit der 3. Änderungsgenehmigung die Nutzung der neuen Behälterbauart TN85 für die Aufbewahrung hochradioaktiver Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken erlaubt. Der Behälter TN85 der französischen AREVA NC (vormals COGEMA) ermöglicht eine höhere Wärmeleistung für die aufzubewahrenden Glaskokillen von maximal 56 kW gegenüber der bisher für die CASTOR-Behälter genehmigten Wärmeleistung von maximal 45 kW. Die Rückführung der Glaskokillen nach Deutschland ist durch internationale Verträge der Bundesrepublik Deutschland mit der Republik Frankreich verbindlich festgeschrieben.

Mit Schreiben vom 29.02.2000 bzw. 02.03.2000 hat die Brennelementlager Gorleben GmbH (BLG) bzw. die GNS beantragt, die Aufbewahrung von HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung auch in Behältern der Bauart CASTOR HAW28M mit einer Wärmeleistung bis zu 56 kW je Behälter zu gestatten. Mit Schreiben vom 20.09.2006 wurde dieser Antrag zunächst auf die Lagerung von HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung bei der AREVA NC beschränkt. Die Bearbeitung dieses Antrages erfolgt zur Zeit. Der Antrag zur Aufbewahrung der HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung in der Anlage der britischen Sellafield Ltd. soll in einem späteren Genehmigungsschritt geprüft werden.

Am 31.12.2008 befanden sich 5 Behälter mit abgebrannten Brennelementen (1 CASTOR<sup>®</sup> Ic, 1 CASTOR<sup>®</sup> IIa, 3 CASTOR<sup>®</sup> V/19) und 86 Behälter mit HAW-Glaskokillen (1 TS 28 V und 74 CASTOR<sup>®</sup> HAW 20/28 CG und 11 TN85) im Lager.

### **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 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 t SM in max. 80 Behältern der Bauart CASTOR<sup>®</sup> 440/84. Das maximal einlagerbare Aktivitätsinventar wird auf  $7,5 \times 10^{18}$  Bq begrenzt. Die Genehmigung war mit Sofortvollzug ausgestattet und wurde beklagt, ist inzwischen aber bestandskräftig. Am 11.12.1999 wurde mit der Einlagerung von CASTOR<sup>®</sup>-Behältern begonnen.

Vom Betreiber beantragte Änderungen wurden in einer 1. Änderungsgenehmigung vom 14.03.2001 genehmigt. Sie umfassen u.a. die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in einem Behälter der Bauart CASTOR<sup>®</sup> 440/84 mit verändertem Korb (u.a. Sonderbrennelemente und plutoniumhaltige Quellen) und in sechs bereits vor Genehmigungserteilung beladenen Behältern der Bauart CASTOR<sup>®</sup> 440/84.

In einer 2. Änderungsgenehmigung vom 07.07.2003 wurde alternativ zur Trockenverpressung auch die Verpressung der Primärdeckel-Metallichtung vor der Trocknung (Nassverpressung) genehmigt.

In einer 4. Änderungsgenehmigung für das ZLN wurde am 17.02.2006 die Aufbewahrung von Behältern CASTOR 440/84 mit ergänzten Inventaren, von 3 Behältern CASTOR KRB-MOX (u.a. mit Sonderbrennelementen) sowie von maximal 10 leeren, innen kontaminierten Behältern genehmigt. Damit ist der ursprüngliche Antragsumfang vollständig abgearbeitet und die Kernbrennstoffe aus den Anlagen in Rheinsberg und Greifswald können vollständig im ZLN zwischengelagert werden.

Am 17.12.2008 wurde die 5. Änderungsgenehmigung zur Änderung und Ergänzung von Sicherungsanlagen erteilt.

Noch nicht entschieden ist über den im Jahr 2005 von der EWN gestellten Antrag zur Aufbewahrung von vier Behältern der Bauart CASTOR KNK mit bestrahlten und unbestrahlten Brennstäben sowie zur Aufbewahrung von fünf Behältern der Bauart CASTOR HAW 20/28 CG einschließlich Inventar mit HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (VEK-Kokillen).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Nach Redaktionsschluss: Die Genehmigung nach § 6 AtG zur Aufbewahrung von fünf Behältern der Bauart CASTOR HAW 20/28 CG einschließlich Inventar mit HAW-Glaskokillen (VEK-Kokillen) wurde am 24.02.2009 erteilt.

Zum Stichtag 31.12.2008 befanden sich insgesamt 65 beladene CASTOR<sup>®</sup>-Behälter im ZLN.

## **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. Die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aus dem KKW-Betrieb erfolgt zur Zeit auf dem Gelände der Kernkraftwerke sowie in den externen Zwischenlagern in Gorleben, Mitterteich, Esenshamm und Lubmin/Rubenow.

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 hat das BfS die Endlagerung dieser Abfälle beantragt.

### **4.4.2 STAATLICHE VERWAHRUNG VON KERNBRENNSTOFFEN**

Gemäß § 5 AtG sind Kernbrennstoffe (z.B. unbestrahlte Brennelemente, Brennstäbe und UO<sub>2</sub>-Tabletten) für den Fall, dass der Besitzer nicht über eine gültige Genehmigung verfügt, staatlich zu verwahren. Für den Vollzug der staatlichen Verwahrung ist das Bundesamt für Strahlenschutz zuständig. Für diesen Fall hat der Staat Vorsorge zu treffen.

Sollten wider Erwarten größere Mengen staatlich zu verwahrende Kernbrennstoffe anfallen, werden diese vor Ort verwahrt. Die Vorhaltung einer eigenen Einrichtung für solche Fälle ist unverhältnismäßig.

Für anfallende kleinere Mengen Kernbrennstoffe, die gemäß § 5 AtG zukünftig zu verwahren sind, werden Lagerflächen angemietet sowie Behälter und Zubehör entwickelt und beschafft. Ziel ist die vorsorgliche Vorbereitung einer weitgehend wartungsfreien Behälterlagerung für den Bedarfsfall.

In der Außenstelle des BfS in Berlin Karlshorst wird noch eine Plutonium-Beryllium-Neutronenquelle (Pu-Be-Quelle) staatlich verwahrt. Ein Konzept zur veränderten temporären Verwahrung der Pu-Be-Quelle befindet sich in der Umsetzung.

## **4.5 WIEDERAUFARBEITUNG VON KERNBRENNSTOFFEN**

In den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde in Deutschland mit der Entwicklung der Technologie zur Wiederaufarbeitung bestrahlter Brennelemente zur Schließung des so genannten Kernbrennstoffkreislaufs begonnen. Diesem Ziel diente die Pilotanlage Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK). 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 (COGEMA, 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 AtG vom 27.04.2002 Transporte zur Wiederaufarbeitung im Ausland nach dem 30.06.2005 untersagt. Die Entsorgung der Brennelemente ist 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) war eine Versuchsanlage zur Wiederaufarbeitung von abgebrannten Kernbrennstoffen aus Forschungs-, Prototyp- und Leistungsreaktoren. Neben dem Ziel der Gewinnung von Betriebserfahrungen wurden Entwicklungsvorhaben im Hinblick auf eine deutsche Wiederaufarbeitungsanlage im industriellen Maßstab durchgeführt.

Die WAK nahm 1971 den Betrieb auf, der Ende 1990 nach dem Verzicht auf eine großtechnische Wiederaufarbeitungsanlage wieder eingestellt worden ist.

Die WAK gliedert sich in drei Bereiche: Prozessgebäude, High-active-Waste-Lager (HWL) und Anlage zur Lagerung und Verdampfung hochaktiver Abfallflüssigkeiten (LAVA) mit Behältern und Verfahreseinheiten zur Zwischenlagerung von hochaktivem flüssigen Abfallkonzentrat (HAWC) und mittelaktiven Flüssigkeitsabfällen sowie die Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK).

Das Stilllegungskonzept der Anlage sieht den Rückbau in 6 Schritten vor. Die ersten beiden Schritte, die Außerbetriebnahme und Deregulierung der Prozesseinrichtungen sowie die Demontage von Einzelsystemen im Prozessgebäude, sind abgeschlossen. Derzeit finden im Rahmen des 3. Rückbauschlusses Dekontaminationsarbeiten sowie radiologische Bestandsaufnahmen im Prozessgebäude statt.

Der Abbau der LAVA setzt die Verglasung des dort noch lagernden hochaktiven Flüssigabfalls in der VEK voraus. Für die Errichtung und den Betrieb der VEK wurde am 20.12.1996 ein Antrag auf Erteilung einer Genehmigung nach § 7 AtG gestellt. Die 1. Teilerrichtungsgenehmigung (TEG) für die VEK wurde am 30.12.1998 erteilt. Anfang 2000 wurde mit der Errichtung der VEK begonnen. Die Inbetriebnahme und der nicht nukleare Verglasungsbetrieb der Anlage sind abgeschlossen. Die 2. Teilbetriebsgenehmigung für den heißen (nuklearen) Betrieb wurde im Berichtszeitraum noch nicht erteilt.<sup>3</sup>

Die fernhantierte Demontage der leeren MAW-Lagerbehälter im HWL wird mit der 20. Stilllegungsgenehmigung, erteilt am 31.01.2006, gestattet. Im Berichtsjahr fanden vorbereitende Arbeiten zum Rückbau der Behälter statt.

Mit der Änderungsgenehmigung zur 3. TEG für die VEK vom 19.07.2005 wurde die Einrichtung eines Transportbereitstellungsplatzes für beladene Castor-Behälter genehmigt. Die Arbeiten hierzu sind vollständig ausgeführt.

Durch die Übertragung der Gesellschaftsanteile der zu den Energieversorgungsunternehmen gehörenden Deutschen Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen (DWK) an der WAK auf die Energiewerke-Nord GmbH (EWN GmbH), wurde die WAK in ein bundeseigenes Unternehmen überführt. Die Finanzierung erfolgt jetzt zu 92% durch den Bund und zu 8% durch das Land Baden-Württemberg.

Nach der Übernahme des WAK-Projektes durch die EWN hat eine Überprüfung des technischen Gesamtkonzepts für die Stilllegung und den Rückbau der WAK stattgefunden. Die Teilziele "HAWC-Entsorgung" und „Deregulierung nach HAWC-Verglasung“ wurden neu gewichtet. Der Rückbau der entkoppelten Gebäudeteile Prozessgebäude, VEK und HAWC-Lagerbereich wird zukünftig jeweils eigenständig geplant und durchgeführt. Im Hinblick auf die Zerlegung der HAWC-Behälter - die für den zeitlichen und kostenmäßigen Projektverlauf von großer Bedeutung sind - wurden mehrere technische Varianten geprüft und ein optimiertes Vorgehen festgelegt. Die technischen Planungen werden auf der Grundlage des überarbeiteten Konzeptes weiter detailliert. Die Gesamtplanungen wurden überprüft und korrigiert. Das voraussichtliche Projektende verschiebt sich demnach auf das Jahr 2023.

---

<sup>3</sup> Nach Redaktionsschluss wurde am 24.02.2009 die 2. Teilbetriebsgenehmigung für die VEK erteilt.

## **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 Wiederaufarbeitungsanlage 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, 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 ZUR DIREKTEN ENDLAGERUNG**

### **Pilot-Konditionierungsanlage Gorleben (PKA)**

(Siehe auch Tabelle III.8)

Zur Weiterentwicklung von Techniken zur direkten Endlagerung wurde am Standort Gorleben (Niedersachsen) 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 t SM pro Jahr ausgelegt.

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

Mit Bescheid vom 21.07.1994 hat 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.

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 schadhaften Behälter jederzeit annehmen zu können.

## **4.7 ENDLAGERUNG**

Eine Übersicht über Endlager für radioaktive Abfälle und Endlagerprojekte in der Bundesrepublik Deutschland bietet die Tabelle III.9. Die Zuständigkeiten bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle sind in der Abbil-

dung III.2 und der Ablauf von Planfeststellungsverfahren und bergrechtlichen Verfahren ist in Abbildung III.3 dargestellt.

### **Bergwerk zur Erkundung des Salzstocks GORLEBEN (Projekt)**

Die Untersuchung des Salzstocks Gorleben im niedersächsischen Landkreis Lüchow-Dannenberg auf seine Eignung als Endlager für alle Arten fester und verfestigter radioaktiver Abfälle begann 1979.

Im Rahmen der übertägigen Erkundung wurde das übertägige Messprogramm im Gebiet Dömitz-Lenzen nördlich der Elbe abgeschlossen. Unter Tage wurde der erste Erkundungsbereich (EB1) im Nordostteil des Salzstocks Gorleben aufgefahren und untersucht.

Als Folge der Vereinbarung vom 14.06.2000 zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen über einen Energiekonsens wurde die untertägige Erkundung des Salzstocks Gorleben für mindestens 3 bis maximal 10 Jahre unterbrochen (Gorleben-Moratorium), da die Erkundung zu Zeit nichts zur Klärung konzeptioneller und sicherheitstechnischer Fragestellungen beitragen kann. Das Moratorium in Gorleben bedeutet keine Aufgabe des Standorts. Erst wenn die das Moratorium begründenden Fragestellungen geklärt und Vergleiche mit anderen Standorten möglich sind, kann entschieden werden, ob die Erkundung des Salzstocks Gorleben fortgesetzt wird. Bis dahin werden die bisher gewonnenen geologischen Erkenntnisse gesichert und das Erkundungsbergwerk über und unter Tage in einem Zustand gehalten, der eine evtl. spätere Wiederaufnahme der Erkundung ermöglicht. Diesen Randbedingungen entsprechend regelt der jeweils gültige Hauptbetriebsplan die Offenhaltungsphase und die zur Werterhaltung notwendigen Maßnahmen.

Im Jahre 2008 wurde der zuständigen Bergbehörde der 5. Nachtrag – Aktualisierung und Verlängerung – des Hauptbetriebsplanes gemäß § 52 BBergG für das Bergwerk zur Erkundung des Salzstockes Gorleben (Hauptbetriebsplan Offenhaltung) vorgelegt. Die Geltungsdauer der Zulassung des 4. Nachtrages wurde verlängert bis 31.12.2008, die Zulassung des 5. Nachtrages wurde im Dezember 2008 erteilt (Geltungsdauer 01.01.2009 – 30.09.2010).

Die Absicht des Bundes, während des Moratoriums den Standort Gorleben und seine Position als Antragsteller rechtlich abzusichern und das Vorhaben gegen Eingriffe Dritter zu schützen, führte zur Verlängerung des Rahmenbetriebsplans bis 30.09.2010 für das Erkundungsbergwerk. Darüber hinaus wurde das Vorhaben auf dem Weg über eine Rechtsverordnung nach § 9g Atomgesetz durch die Gorleben-Veränderungssperren-Verordnung (GorlebenVSpV) gesichert. Die GorlebenVSpV trat einen Tag nach der Verkündung am 26.07.2005 in Kraft.

Mit Beginn des Moratoriums wurde die untertägige Erkundung durch Streckenvortrieb, Erkundungsbohrungen und geotechnische Messungen eingestellt. Geotechnische Messungen werden nur noch zu Beweissicherungszwecken bzw. zur Überwachung des konturnahen Streckenprofils zur Gewährleistung der bergbauartigen Sicherheit durchgeführt.

Seit dem 01.10.2000 werden nur noch Maßnahmen und Arbeiten durchgeführt, die bergsicherheitslich und betriebstechnisch notwendig sind, um das Erkundungsbergwerk in einem auch langfristig betriebssicheren Zustand zu erhalten und um die bisherigen Investitionen und Arbeitsergebnisse nicht zu entwerten.

### **Endlager KONRAD**

Die Schachtanlage Konrad in Salzgitter hat die seit 1933 bekannte Eisenerzlagerstätte zwischen etwa 800 m und 1.300 m Teufe aufgeschlossen. Das Abteufen von Schacht Konrad 1 begann 1957. Die Eisenerzgewinnung wurde bereits 1976 aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt. Aufgrund der außergewöhnlichen Trockenheit der Schachtanlage wurde sie 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. Das heute erwartete Abfallvolumen ist im Vergleich zu diesen Schätzungen deutlich zurückgegangen. Das zur Endlagerung genehmigte Volumen ist auf 303.000 m<sup>3</sup> Abfälle beschränkt.

Die endzulagernden radioaktiven Abfälle fallen insbesondere bei der Nutzung der Kernenergie für die Elektrizitätserzeugung, bei der Stilllegung und dem Abbau kerntechnischer Einrichtungen, bei der Radioisotopenanwendung in Gewerbe, Forschung, Medizin und bei der Bundeswehr sowie im Bereich von For-

schungs- und Entwicklungsarbeiten an. Diese machen vom Volumen her ca. 90 %, aber nur 0,1 % der Aktivität aller radioaktiven Abfälle aus und sollen in tiefen geologischen Schichten dauerhaft eingelagert werden.

Das seit 1982 laufende Planfeststellungsverfahren ist durch Planfeststellungsbeschluss (PFB) vom 22.05.2002 abgeschlossen worden. Da der Antrag auf Sofortvollzug entsprechend der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen über die Beendigung der Stromerzeugung aus Kernenergie vom BfS am 17.07.2000 zurückgenommen wurde, konnte mit der Umsetzung des PFB nicht begonnen werden. 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.

Die Verfassungsbeschwerde der Stadt Salzgitter wurde mit Beschluss vom 21.02.2008 der 3. Kammer des ersten Senats des Bundesverfassungsgerichtes mangels Zulässigkeit nicht zur Entscheidung angenommen. Über die Verfassungsbeschwerde eines Bürgers ist noch nicht entschieden worden.

Zusätzlich zum (atomrechtlichen) Planfeststellungsbeschluss ist bei Arbeiten in oder an einem Bergwerk aber auch noch eine bergrechtliche Genehmigung der zuständigen Bergbehörde notwendig. Diese Genehmigung wurde mit Zulassung des Hauptbetriebsplanes am 15.01.2008 für eine Laufzeit von sechs Jahren erteilt.

Im Jahr 2008 wurden auf der Schachanlage Konrad über und unter Tage Arbeiten ausgeführt, die der notwendigen Offenhaltung der Grube und der Aufrechterhaltung der Grubensicherheit dienten. Das schloss Sanierungsarbeiten an Gebäuden, Schächten und Grubenräumen mit ein. Sanierungsarbeiten wurden dabei immer so durchgeführt, dass sie einer späteren Umrüstung nicht entgegenstehen.

Außerdem wurden Arbeiten zur Baustelleneinrichtung wie das Herrichten von Flächen, Aufstellen von Büro- und Kauencontainern und Abbruch erster Gebäude vorgenommen. Die notwendigen Planungen zur termingerechten Abwicklung des Projektes wurden im Jahr 2008 fortgesetzt.

Die Kauf- und Gestattungsverträge mit der Salzgitter AG für die notwendigen Flächen für die Verkehrsanbindung Konrad 2 wurden im Dezember 2008 unterzeichnet. Damit erwirbt das BfS nicht nur die Grundstücke für die Errichtung des Endlagers am Schacht Konrad 2 sondern auch die erforderlichen Wege- und Durchleitungsrechte.

## **Endlager für radioaktive Abfälle MORSLEBEN (ERAM)**

Das in den ehemaligen Kali- und Steinsalzbergwerken Bartensleben und Marie durch die ehemalige DDR eingerichtete Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) ging durch den Einigungsvertrag 1990 in die Verantwortung der Bundesrepublik Deutschland über und wurde, mit Unterbrechung der Einlagerung von 1991 bis 1994, bis 1998 zur Endlagerung niedrig- und mittelradioaktiver Abfälle mit kurzen Halbwertszeiten genutzt. Inhaber der Dauerbetriebsgenehmigung ist durch gesetzlichen Übergang seit 1990 das Bundesamt für Strahlenschutz.

Im ERAM wurden in der Zeit zwischen 1971 und 1998 insgesamt ca. 37.000 m<sup>3</sup> niedrig- und mittelradioaktive Abfälle mit einer Gesamtaktivität von weniger als  $6 \times 10^{14}$  Bq (Stichtag: 30.06.2005) eingelagert. Am 21.05.1999 gab das BfS bekannt, dass die Einlagerung radioaktiver Abfälle im ERAM aus Sicherheitsgründen nicht wieder aufgenommen wird. Durch die Atomgesetznovelle 2002 wurde § 57a AtG dahingehend geändert, dass die Dauerbetriebsgenehmigung mit Ausnahme der Regelungen für die Annahme und Endlagerung weiterer radioaktiver Abfälle als Planfeststellungsbeschluss i.S.d. § 9b AtG unbefristet fortgilt. Die Annahme von radioaktiven Abfällen zur Endlagerung ist ausgeschlossen. Da die Einlagerung radioaktiver Abfälle dauerhaft beendet worden ist, soll der Endlagerbetrieb auf einen Offenhaltungsbetrieb umgestellt werden. Bei der zuständigen Genehmigungsbehörde des Landes Sachsen-Anhalt wurde ein entsprechender Plan für die Umrüstung und den Offenhaltungsbetrieb des ERAM eingereicht.

Seit Oktober 2003 werden im Rahmen einer bergbaulichen Gefahrenabwehr zur Verbesserung des geometrischen Zustandes des Zentralteils des ERAM ausgewählte Grubenbaue, in denen keine radioaktiven Abfälle lagern, mit einem pumpfähigen Salzbeton verfüllt. Im Zusammenwirken mit dem Salzgebirge werden so zusätzliche Traggewölbe und Pfeiler aufgebaut, um die Gebrauchstüchtigkeit des Grubengebäudes für die Umsetzung der Stilllegungsmaßnahmen zu gewährleisten. Der Salzbeton, ein Gemisch aus Salzgrus, Kalksteinmehl, Sand, Zement und Wasser, ist ein hydraulisch abbindendes Versatzmaterial, das bereits

nach wenigen Tagen aushärtet und die geplante Stützwirkung entfaltet. Bis Ende 2008 sind rund 662.000 m<sup>3</sup> Salzbeton in 21 der insgesamt 24 Hohlräume auf den Sohlen 1, 2a, 2, 3a und 3 verpumpt worden.

Der am 13. Oktober 1992 beim MLU gestellte Antrag auf Weiterbetrieb des ERAM wurde am 9. Mai 1997 auf die Stilllegung des ERAM beschränkt. Im Rahmen des Stilllegungsverfahrens 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.

Schwerpunkte der Arbeiten für das Planfeststellungsverfahren liegen bei dem Stilllegungskonzept und den Sicherheitsanalysen. Die Stilllegung des ERAM erfolgt so, dass die Einhaltung der Schutzziele des Strahlenschutzes sichergestellt ist. Selbst wenn die Freisetzung von Radionukliden aus einem verschlossenen Endlager auf lange Sicht nicht gänzlich verhindert werden kann, dürfen nur solche Mengen dieser Radionuklide in die Biosphäre gelangen, dass die Schutzziele auf Dauer eingehalten werden. Dies wird durch Langzeitsicherheitsanalysen nachgewiesen. Dazu sollen weite Teile der unterirdischen Anlagen sowie die Schächte mit abdichtenden und stabilisierenden Baustoffen verfüllt werden. Die Einlagerungsbereiche werden mittels Abdichtungsbauwerken in den Zugangsstrecken abgedichtet. Insgesamt sieht das Konzept eine Verfüllmenge von etwa vier Millionen Kubikmeter Salzbeton vor. Die Schächte werden mit Schachtverschlüssen abgedichtet.

Mit Schreiben vom 12.09.2005 hat das BfS die nach § 6 AtVfV erforderlichen Planunterlagen für das Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren im Rahmen des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens für die endgültige Stilllegung des Endlagers beim MLU eingereicht.

Der Plan zur Stilllegung des ERAM stellt detailliert und umfassend Ausgangssituation, das Stilllegungskonzept mit den geplanten Verfüll- und Abdichtungsmaßnahmen bis hin zu den Schachtverschlüssen, die geplanten Arbeiten beim Um- und Rückbau der Anlagen sowie die radiologischen Auswirkungen auf die Umwelt dar. Bei der Langzeitsicherheitsanalyse werden die möglichen Auswirkungen von dem verschlossenen Endlager auf zukünftige Generationen berechnet beziehungsweise abgeschätzt. Dazu wurden unterschiedliche klimatische, geologische und bergbauliche Szenarien betrachtet.

Neben dem Plan hat das BfS außerdem eine Umweltverträglichkeitsstudie, in der alle Ergebnisse aus den Umweltuntersuchungen dargestellt und beurteilt werden, sowie eine Übersicht über verschiedene geprüfte Stilllegungsvarianten eingereicht. Diese Unterlagen werden im Rahmen der Beteiligung der Öffentlichkeit ausgelegt.

Der Planfeststellungsbeschluss (PFB) für das Vorhaben Stilllegung ERAM wird nach erfolgter Öffentlichkeitsbeteiligung und Begutachtung erteilt werden. Nach einer Umrüstungsphase kann dann mit der Umsetzung der genehmigten Stilllegungsmaßnahmen des ERAM begonnen werden. Die eigentliche Stilllegung des Endlagers nach dem Vorliegen des PFB wird etwa 15 Jahre in Anspruch nehmen. Die Kosten der Stilllegung werden voraussichtlich mindestens 840 Millionen Euro betragen (Kosten der Errichtung gem. § 3 AtKostV). Die Gesamtkosten bis zum Abschluss der Stilllegungsarbeiten werden auf etwa zwei Milliarden Euro veranschlagt (inklusive Betriebskosten).

## **Endlager für radioaktive Abfälle ASSE**

Das Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH (HMGU; ehemals GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH) betreibt im Auftrag des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seit 1965 bis 2008 die Schachanlage Asse II bei Remlingen (Landkreis Wolfenbüttel). In dem ehemaligen Salzbergwerk wurden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für die Endlagerung radioaktiver und chemisch-toxischer Abfälle in Salzformationen durchgeführt.

Im Zeitraum zwischen 1967 und 1978 sind etwa 125.000 Fässer schwachaktiver Abfälle in 12 Kammern in 725 – 750 m Tiefe und 1.300 Fässer mit mittelaktiven Abfällen in einer Kammer in 511 m Tiefe eingelagert worden. Das gesamte Aktivitätsinventar summiert sich auf  $3,1 \times 10^{15}$  Becquerel (01.01.2002), wobei 40 % des Inventars auf die mittelaktiven Abfälle entfallen. Mit Auslaufen der Genehmigungen fand ab Ende 1978 keine weitere Einlagerung von Abfällen mehr statt. Zu keinem Zeitpunkt war geplant, die erheblichen Mengen eingelagerter Abfälle nach Beendigung der Versuchsarbeiten rückzuholen.

1997 wurde entschieden, dass eine weitere Verwendung des Bergwerks nicht beabsichtigt ist und die endgültige Schließung der Schachanlage vorbereitet wird. Derzeit läuft das Genehmigungsverfahren zur Stilllegung.

Im Zeitraum von 1995 bis 2003 wurden die aus der Zeit der Steinsalzgewinnung stammenden Abbaukammern in der Südflanke des Forschungsbergwerkes mit arteigenem Material (Rückstands Salze des ehemaligen Kalibergwerkes Ronnenberg) verfüllt. Insgesamt sind 2,15 Mio. Mg Salzgrus eingebracht worden. Mit dieser Maßnahme sollte die Standsicherheit des Grubengebäudes verbessert und so die Fortentwicklung eines seit 1988 bestehenden Lösungszutritts von derzeit ca. 11 m<sup>3</sup> pro Tag aus dem Deck- und Nebengebirge behindert werden. Da der Salzgrus kompaktierbar ist, hat er keine sofortige stabilisierende Wirkung.

Bis 2003 sind die Grubenbaue unter den tiefsten Einlagerungskammern in einem Sohlenniveau unter 800 m (Tiefenaufschluss) bereits mit Salzgrus verfüllt und mit einer MgCl<sub>2</sub>-Lösung geflutet worden. Der Tiefenaufschluss besteht aus einer Kaverne mit 136.000 m<sup>3</sup> und einer Wendelstrecke mit 93.000 m<sup>3</sup> Volumen.

Der bisherige Betreiber, das Helmholtz Zentrum München, geht davon aus, dass die infolge der Gebirgsverformungen heute bereits eingetretenen Grundwasserzutritte auch in Zukunft nicht ausgeschlossen werden können (Langzeitsicherheit). Daher war geplant nach weitgehender Verfüllung aller erreichbarer Abbaue den Restporenraum des Salzgruses in der Südflanke mit einer Salzlösung zu füllen. Diese sollte mit dem anstehenden Kalisalz (Carnallit) weitgehend im chemischen Gleichgewicht stehen (Schutzfluid). Das Schutzfluid sollte eine schnelle Erhöhung des Innendrucks bewirken, was die Gebirgsbewegung (Konvergenz) reduziert. Damit wurde eine Stabilisierung des Gesamtsystems angestrebt.

Das BMBF, BMU und NMU haben sich am 21.11.2007 darauf verständigt, dass eine Bewertung ergänzender und alternativer Maßnahmen zum Stilllegungskonzept des HMGU unter Einbeziehung der Option einer Teilrückholung der MAW durchgeführt wird. Bestandteil der Vereinbarung war u.a. die Einrichtung einer Begleitgruppe des Landkreis Wolfenbüttel.

Im Februar 2008 konstituierte sich die "Asse II-Begleitgruppe" aus regionalen Vertretern der Politik, Verwaltung und Bürgern mit Sitz beim Landkreis Wolfenbüttel. Vertreter des BfS, des BMU und des NMU nehmen beratend und ohne Stimmrecht an den Sitzungen dieser Begleitgruppe teil.

Die Erarbeitung eines Optionenvergleichs für die Schließung des Forschungsbergwerks Asse II wird durch das BMBF und das BMU durchgeführt und finanziert. Hiermit wurden der Projektträger Karlsruhe (PTKA) und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beauftragt, die sowohl die Organisation als auch die inhaltliche Verantwortung dafür übernehmen. In dieser Arbeitsgruppe werden auch Experten des Vertrauens der Begleitgruppe bei der Erarbeitung des Optionenvergleichs beteiligt.

Im Rahmen der Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO) wurde das Stilllegungskonzept der HMGU überprüft und zu den von externen Gutachtern erstellten Machbarkeitsstudien zur Stabilisierung der Südflanke sowie zur Rückholung der mittelradioaktiven Abfälle Stellung genommen.

Nach Auffassung der AGO erscheint in Anbetracht der gegebenen standort- und systemspezifischen Randbedingungen die von HMGU präferierte Stilllegungsoption „Schutzfluidkonzept“ als eine Möglichkeit, im Endlagersystem Asse Verhältnisse herzustellen, die eine Prognose des zukünftigen Verhaltens mit hinreichender Sicherheit erlauben, sofern alle offenen Punkte eindeutig und mit ausreichendem Tiefgang beantwortet werden können. Dieses Stilllegungskonzept hat jedoch den Nachteil, dass ein Kontakt radioaktiver Abfälle mit Flüssigkeit frühzeitig in Kauf genommen wird. Aus Sicht der AGO sind nicht alle Alternativen ausreichend geprüft worden.

Die AGO steht einer Firstspaltverfüllung als erste Stabilisierungsmaßnahme positiv gegenüber. Weitere Stabilisierungsmaßnahmen durch Versatzinjektion müssen noch geprüft werden. Die AGO merkt jedoch abschließend an, dass das Risiko eines weiter steigenden Lösungszutritts trotz der von der CDM Consult GmbH vorgeschlagenen Maßnahmen bestehen bleibt. Die AGO schließt sich den Feststellungen der CDM an: „Eine eindeutige Korrelation zwischen Verformungszustand des Gebirges und dem Laugenzutritt kann ... aufgrund der komplexen Gebirgsverhältnisse und des nicht eindeutig definierbaren Laugenzutritts in das Salzgebirge nicht angegeben werden.“

Die im Auftrag des BfS erarbeitete Studie zur Teilrückholung der mittelradioaktiven Abfälle liegt seit Oktober im Entwurf vor. Die Rückholstudie kommt zu dem Ergebnis, dass eine Rückholung grundsätzlich technisch machbar sei. Die Zeit und die Aufwandschätzung sind aufgrund verschiedener genehmigungsrechtlicher und technischer Unwägbarkeiten unsicher. Die Beurteilung der Rechtfertigung ist ohne Vorlage einer umfassenden Sicherheits- und Störfallanalyse des derzeitigen Anlagenzustandes nicht abschließend möglich. Die AGO hat Ende Juli 2008 einen unvollständigen Entwurf einer Störfallanalyse durch das HMGU erhalten, die als Grundlage für eine Beurteilung nicht ausreicht. Die AGO ist sich in einer vorläufigen Beurteilung einig,

dass mit der Rückholung der mittelaktiven Abfälle im Hinblick auf die Langzeitsicherheit keine Verbesserung der Situation erzielt wird.

Die Erarbeitung einer umfassenden Störfallanalyse wird derzeit durch das BfS vorangetrieben und liegt voraussichtlich Ende März 2009 vor.

Am 04.09.2008 haben sich das BMU, das BMBF und das NMU darauf verständigt, dass die Schachanlage Asse II zukünftig verfahrensrechtlich wie ein Endlager zu behandeln ist. Danach wurde angestrebt, dass dem BfS die Betreiberschaft der Asse zum 01.01.2009 vom HGMU übertragen werden sollte.

Einen Tag nachdem sich die Ministerien auf den Betreiberwechsel verständigt haben, wurde am 05.09.2008 ein erstes interministerielles Koordinierungstreffen zur Vorbereitung des Wechsels im BfS durchgeführt. Es wurden drei Arbeitsgruppen (AG) unter der Gesamtleitung des BfS zur Vorbereitung der rechtlich/organisatorischen, betrieblich/stilllegungsprojektbezogenen sowie finanziellen Aspekte der Betriebsübernahme eingerichtet.

Um den Strahlenschutz der Schachanlage an den in der Kerntechnik üblichen Standards anzupassen, wurde darüber hinaus am 17.09.2008 eine BfS-interne Arbeitsgruppe Strahlenschutz gegründet.

Bereits seit Mitte Oktober 2008 wurde die messtechnische Überwachung und Umsetzung von Maßnahmen des betrieblichen Strahlenschutzes von zwei Technikern und einem Strahlenschutzingenieur des BfS unterstützt.

Der Kabinettsbeschluss zur Betriebsübernahme durch das BfS ab dem 01.01.2009 erfolgte am 05.11.2008. Zur rechtlichen Umsetzung der Überführung der Asse in das Atomrecht wurde eine Novellierung des AtG vorgenommen.

Das BfS erarbeitete im November 2008 ein Programm zum Management im Umgang mit den Zutrittslösungen um die Kontaminationen so gering wie möglich zu halten.

Die erste Maßnahme des BfS zur Verbesserung der Sicherheitssituation der Schachanlage wird eine Stabilisierung der Südflanke durch Firstspaltverfüllung sein. Hierbei werden die Hohlräume, die durch Sackung des porenreichen Verfüllmaterials in den Kammern an der Südflanke entstanden sind, mit Sorelbeton verfüllt. Konkrete Planungen dazu wurden bereits im Oktober 2008 zusammen mit dem damaligen Betreiber HMGU vorgenommen. Nach den vorlaufenden Planungsarbeiten, die Anfang 2009 begonnen haben, werden die Arbeiten für die Firstspaltverfüllung voraussichtlich im Juli 2009 beginnen.

## ANHÄNGE - ÜBERSICHT

Anhang I:	Kernkraftwerke
Tabelle I.1:	Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder für Umgangsgenehmigungen nach § 6 AtG und Anlagen nach § 7 Atomgesetz
Tabelle I.2a:	Kernkraftwerke in Betrieb
Tabelle I.2b:	Übersicht über thermische und elektrische Leistungserhöhungen in den deutschen Kernkraftwerken
Tabelle I.3:	Kernkraftwerke in Stilllegung bzw. Stilllegung beschlossen
Tabelle I.4:	Kernkraftwerke vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen
Tabelle I.5:	Eingestellte Kernkraftwerksvorhaben
Abbildung I:	Kernkraftwerke in Deutschland
Anhang II:	Forschungsreaktoren
Tabelle II.1:	Forschungsreaktoren in Betrieb
Tabelle II.2:	Forschungsreaktoren in Stilllegung bzw. Stilllegung beschlossen
Tabelle II.3:	Forschungsreaktoren vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen
Abbildung II:	Forschungsreaktoren mit einer Dauerleistung größer als 50 kW
Anhang III:	Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung
Tabelle III.1:	Urananreicherungsanlagen
Tabelle III.2:	Brennelementfabriken
Tabelle III.3:	Brennelementfabriken in Stilllegung oder aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen
Tabelle III.4:	Zentrale Brennelement-Zwischenlager
Tabelle III.5:	Dezentrale Standort-Zwischenlager und Interimslager (in Betrieb bzw. genehmigt)
Tabelle III.6:	Externe Abfallzwischenlager
Tabelle III.7:	Wiederaufarbeitungsanlagen (in Stilllegung)
Tabelle III.8:	Konditionierungsanlagen für Brennelemente
Tabelle III.9:	Endlagerung
Abbildung III.1:	Standorte der nuklearen Ver- und Entsorgung
Abbildung III.2:	Zuständigkeiten bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle
Abbildung III.3:	Ablauf des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens und der bergrechtlichen Verfahren

## **ANHANG I - KERNKRAFTWERKE -**

Tabelle I.1: Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder für Umgangsgenehmigungen nach § 6 AtG und Anlagen nach § 7 Atomgesetz

Tabelle I.2a: Kernkraftwerke in Betrieb

Tabelle I.2b: Übersicht über thermische und elektrische Leistungserhöhungen in den deutschen Kernkraftwerken

Tabelle I.3: Kernkraftwerke in Stilllegung bzw. Stilllegung beschlossen

Tabelle I.4: Kernkraftwerke vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen

Tabelle I.5: Eingestellte Kraftwerksvorhaben

Abbildung I: Kernkraftwerke in Deutschland

Stand: 31.12.2008

**Tabelle I.1: Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder für Umgangsgenehmigungen nach § 6 AtG und Anlagen nach § 7 AtG**

	<b>Behörde für Umgangsgenehmigungen nach § 6 AtG</b>	<b>Aufsichtsbehörde nach § 19 i.V.m. § 6 AtG</b>
Bundesrepublik Deutschland	Bundesamt für Strahlenschutz	Aufsichtsbehörden der Länder
<b>Land</b>	<b>Genehmigungsbehörde für Anlagen nach § 7 AtG</b>	<b>Aufsichtsbehörde nach § 19 i.V.m. §§ 6 und 7 AtG</b>
Baden-Württemberg	Umweltministerium im Einvernehmen mit dem Wirtschafts- und Innenministerium	Umweltministerium Baden-Württemberg
Bayern	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz; bei Energieanlagen im Einvernehmen mit Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Berlin	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin	
Brandenburg	Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz	
Bremen	Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa im Benehmen mit Senator für Arbeit, Frauen, Gesundheit, Jugend und Soziales	
Hamburg	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt	
Hessen	Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz	
Mecklenburg-Vorpommern	Innenministerium im Einvernehmen mit dem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus	Innenministerium
Niedersachsen	Ministerium für Umwelt und Klimaschutz	
Nordrhein-Westfalen	Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie	
Rheinland-Pfalz	Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz	
Saarland	Ministerium für Umwelt	
Sachsen	Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft	
Sachsen-Anhalt	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt	
Schleswig-Holstein	Ministerium für Soziales, Gesundheit, Familie, Jugend und Senioren	
Thüringen	Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt	

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

Stand: 31.12.2008

Kernkraftwerk	Standort	Bundesland	Betreiber	Typ	Leistung brutto [MWe]	Leistung netto [MWe]	1.Teil- genehmi- gung	Baubeginn	Erstkritikalität
Neckarwestheim 1	Neckarwestheim	BW	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	DWR	840	785	24.01.1972	02/1972	26.05.1976
Neckarwestheim 2	Neckarwestheim	BW	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	DWR	1.400	1.310	09.11.1982	11/1982	29.12.1988
Philippsburg 1	Philippsburg	BW	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	SWR	926	890	09.10.1970	10/1970	09.03.1979
Philippsburg 2	Philippsburg	BW	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	DWR	1.458	1.392	06.07.1977	07/1977	13.12.1984
Isar 1	Essenbach	BY	E.ON Kernkraft GmbH	SWR	912	878	16.05.1972	05/1972	20.11.1977
Isar 2	Essenbach	BY	E.ON Kernkraft GmbH	DWR	1.475	1.400	12.07.1982	09/1982	15.01.1988
Grafenrheinfeld	Grafenrheinfeld	BY	E.ON Kernkraft GmbH	DWR	1.345	1.275	21.06.1974	01/1975	09.12.1981
Gundremmingen B	Gundremmingen	BY	Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH	SWR	1.344	1.284	16.07.1976	07/1976	09.03.1984
Gundremmingen C	Gundremmingen	BY	Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH	SWR	1.344	1.288	16.07.1976	07/1976	26.10.1984
Biblis A	Biblis	HE	RWE Power AG	DWR	1.225	1.167	31.07.1970	01/1970	16.07.1974
Biblis B	Biblis	HE	RWE Power AG	DWR	1.300	1.240	06.04.1972	02/1972	25.03.1976
Unterweser	Esenshamm	NI	E.ON Kernkraft GmbH	DWR	1.410	1.345	28.06.1972	07/1972	16.09.1978

Kernkraftwerk	Standort	Bundesland	Betreiber	Typ	Leistung brutto [MWe]	Leistung netto [MWe]	1.Teil- genehmi- gung	Baubeginn	Erstkritikalität
Grohnde	Grohnde	NI	E.ON Kernkraft GmbH	DWR	1.430	1.360	08.06.1976	06/1976	01.09.1984
Emsland	Lingen	NI	Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH	DWR	1.400	1.329	04.08.1982	08/1982	14.04.1988
Brokdorf	Brokdorf	SH	E.ON Kernkraft GmbH	DWR	1.480	1.410	25.10.1976	01/1976	08.10.1986
Brunsbüttel	Brunsbüttel	SH	Kernkraftwerk Brunsbüt- tel GmbH & Co. oHG	SWR	806	771	02.04.1970	04/1970	23.06.1976
Krümmel	Krümmel	SH	Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG	SWR	1.402	1.346	18.12.1973	04/1974	14.09.1983

**Tabelle I.2b: Übersicht über thermische und elektrische Leistungserhöhungen in den deutschen Kernkraftwerken**

Stand: 31.12.2008

Kernkraftwerk	Genehmigte thermische Leistung bei Erstkritikalität in MWth (Genehmigung)	Thermische Leistungserhöhung in MWth (Genehmigung, Antrag)	Elektrische Leistung in MWe brutto (im Jahr der Erstkritikalität)	Änderung der elektrischen Leistung (Jahr)	derzeitige elektrische Bruttoleistung in MWe	beantragte Leistungserhöhung in MWth (Antrag)
Neckarwestheim 1	2.362 (1. TEG v. 24.01.1972)	2.497 (2. TGB v. 26.05.1976, Antrag v. 02.04.1971) <sup>1)</sup>	855 (1976)	840 (1990)	840	2.597 (25.04.2000)
Neckarwestheim 2	3.765 (4. TGB v. 28.12.1988)	3.850 (3. ÄG v. 13.05.1991, Antrag v. 24.10.1990)	1.316 (1988)	1.314 [1989] 1.316 (1990) 1.365 (1992) 1.395 (08/2004) 1.400 (01/2007)	1.400	3.965 (25.04.2000)
Philippsburg 1	2.575 (1. TEG v. 09.10.1970)	-	900 (1979)	912 (1994) 926 (1996)	926	-
Philippsburg 2	3.765 (1. TEG v. 06.07.1977)	3.803 (5. ÄG v. 26.11.1991, Antrag v. 05.09.1991) 3.850 (8. ÄG v. 08.05.1992, Antrag v. 07.03.1991) 3.950 (ÄG v. 29.03.2000, Antrag v. 30.04.1998)	1.349 (1984)	1.357 (1991) 1.390 (1992) 1.402 (1993) 1.424 (1996) 1.458 (11/2000)	1.458	-
Isar 1	2.575 (4. TEG v. 18.11.1977)		907 (1977)	912 (06/2000)	912	2755 (04.04.2000) Antrag ruht
Isar 2	3.765 (4. TEG v. 12.07.1982)	3.850 (1. ÄG v. 25.02.1991, Antrag v. 16.10.1990) 3.950 (5. ÄG v. 20.11.1998, Antrag v. 07.04.1998)	1.370 (1988)	1.390 (1989) 1.400 (1991) 1.410 (1993) 1.420 (1995) 1.440 (1996) 1.455 (1998) 1.475 (2000)	1.475	-

Kernkraftwerk	Genehmigte thermische Leistung bei Erstkritikalität in MWth (Genehmigung)	Thermische Leistungserhöhung in MWth (Genehmigung, Antrag)	Elektrische Leistung in MWe brutto (im Jahr der Erstkritikalität)	Änderung der elektrischen Leistung (Jahr)	derzeitige elektrische Bruttoleistung in MWe	beantragte Leistungserhöhung in MWth (Antrag)
<b>Grafenrheinfeld</b>	3.765 (5. TEG v. 10.11.1981)	-	1.299 (1981)	1.300 (1984) 1.345 (1993)	1.345	3.950 (16.05.2000)
<b>Gundremmingen B</b>	3.840 (11. TEG v. 18.10.1984)	-	1.310 (1984)	1.300 (1987) 1.344 (1994)	1.344	4.100 (Antrag v. 14.09.1999 für Blöcke B und C, am 21.12.2001 zurückgezogen)  4.000 (Neuer Antrag v. 19.12.2001 für Blöcke B und C)
<b>Gundremmingen C</b>	siehe KRB B	-	1.310 (1984)	1.308 (1987) 1.344 (1995)	1.344	siehe KRB B
<b>Biblis A</b>	3.540 (6. TEG v. 14.12.1973)	-	1.204 (1974)	1.147 (1978) 1.204 (1980) 1.225 (1995)	1.225	-
<b>Biblis B</b>	3.733 (1. TEG v. 06.04.1972)	-	1.300 (1976)	1.238 (1978) 1.300 (1980)	1.300	-
<b>Unterweser</b>	3.733 (3. ÄG v. 15.03.1982)	3.900 (ÄG v. 16.08.2000, Antrag v. 19.9.1997)	1.300 (1978)	1.320 (1991) 1.350 (1996) 1.410 (11/2000)	1.410	-
<b>Grohnde</b>	3.765 (1. TEG v. 08.06.1976)	3.850 (ÄG v. 09.02.1990, Antrag v. 27.06.1989) 3.900 (ÄG v. 29.06.1999, Antrag v. 13.06.1997)	1.365 (1984)	1.394 (1990) 1.430 (1995)	1.430	4.000 (24.09.2007)
<b>Emsland</b>	3.765 (4. TG v. 30.03.1988)	3.850 (1. ÄEG v. 09.02.1990, Antrag v. 06.06.1989)	1.316 (1988)	1.314 (1988) 1.341 (1990) 1.363 (1992) 1.400 (08/2000)	1.400	3.950 (16.12.2002)

Kernkraftwerk	Genehmigte thermische Leistung bei Erstkritikalität in MWth (Genehmigung)	Thermische Leistungserhöhung in MWth (Genehmigung, Antrag)	Elektrische Leistung in MWe brutto (im Jahr der Erstkritikalität)	Änderung der elektrischen Leistung (Jahr)	derzeitige elektrische Bruttoleistung in MWe	beantragte Leistungserhöhung in MWth (Antrag)
<b>Brokdorf</b>	3.765 (1. TGB v. 30.12.1985)	3.850 (ÄG v. 15.02.1994 zur 2. BG v. 03.10.1986) 3.900 (7. NG zur 2. BG v. 23.05.2006, Antrag v. 16.12.2002)	1.380 (1986)	1.400 (1987) 1.395 (1988) 1.440 (1997) 1.480 (2008)	1.480	-
<b>Brunsbüttel</b>	2.292 (1. BG v. 22.06.1976)	-	806 (1976)	-	806	-
<b>Krümmel</b>	3.690 (1. BG v. 14.09.1983)	-	1.316 (1983)	1.376 (2005) 1.402 (2007)	1.402	-

<sup>1)</sup> Zu GKN I: Die 2. TGB vom 26.05.1976 beinhaltet u.a. Nulleistungs- und Leistungsversuche bis 30 % der thermischen Reaktorleistung.  
Ergänzungen: 1. Nachtrag zur 2. TGB vom 02.08.1976: Nulleistungs- und Leistungsversuche bis 80 % der thermischen Reaktorleistung  
2. Nachtrag zur 2. TGB vom 05.10.1976: Nulleistungs- und Leistungsversuche bis 100 % der thermischen Reaktorleistung  
3. Nachtrag zur 2. TGB vom 15.06.1977: Probetrieb bis 100 % der thermischen Reaktorleistung

Abkürzungen für Genehmigungsbescheide:

ÄG Änderungsgenehmigung  
 ÄEG Änderungs- und Ergänzungsgenehmigung  
 BG Betriebsgenehmigung  
 NG Nachtragsgenehmigung  
 SG Stilllegungsgenehmigung  
 TEG Teilerrichtungsgenehmigung  
 TGB Teilgenehmigung Betrieb

**Tabelle I.3: Kernkraftwerke in Stilllegung bzw. Stilllegung beschlossen**

Kernkraftwerk	Standort	Bundesland	Betreiber	Typ	Leistung brutto [MWe]	Baubeginn	Erstkritikalität	Endgültige Abschaltung	Status
Rheinsberg	Rheinsberg	BB	Energiewerke Nord GmbH	DWR	70	01/1960	11.03.1966	01.06.1990	Abbaugen. 28.04.1995 ff.
Kompakter natriumgekühler Kernreaktor	Eggenstein-Leopoldshafen	BW	Forschungszentrum Karlsruhe	SNR	21	09/1974	10.10.1977	23.08.1991	Abbaugen. 26.08.1993 ff.
Mehrzweckforschungreaktor	Eggenstein-Leopoldshafen	BW	Forschungszentrum Karlsruhe	DWR	57	12/1961	29.09.1965	03.05.1984	Abbaugen. 17.11.1987 ff.
Obrigheim	Obrigheim	BW	EnBW Kernkraft GmbH (EnKK)	DWR	357	03/1965	22.09.1968	11.05.2005	1. SG 28.08.2008
Gundremmingen A	Gundremmingen	BY	Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH	SWR	250	12/1962	14.08.1966	13.01.1977	Abbaugen. 26.05.1983 ff.
Versuchsatomkraftwerk Kahl	Kahl, Main	BY	Versuchsatomkraftwerk Kahl GmbH	SWR	16	07/1958	13.11.1960	25.11.1985	Abbaugen. 05.05.1988 ff.
Greifswald, Block 1	Lubmin	MV	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	03/1970	03.12.1973	18.12.1990	Gen. Still./Abbau Gesamtanlage 30.06.1995 ff.
Greifswald, Block 2	Lubmin	MV	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	03/1970	03.12.1974	14.02.1990	Gen. Still./Abbau Gesamtanlage 30.06.1995 ff.
Greifswald, Block 3	Lubmin	MV	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	04/1972	06.10.1977	28.02.1990	Gen. Still./Abbau Gesamtanlage 30.06.1995 ff.

Kernkraftwerk	Standort	Bundesland	Betreiber	Typ	Leistung brutto [MWe]	Baubeginn	Erstkritikalität	Endgültige Abschaltung	Status
<b>Greifswald, Block 4</b>	Lubmin	MV	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	04/1972	22.07.1979	02.06.1990	Gen. Still./Abbau Gesamtanlage 30.06.1995 ff.
<b>Greifswald, Block 5</b>	Lubmin	MV	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	12/1976	26.03.1989	30.11.1989	Gen. Still./Abbau Gesamtanlage 30.06.1995 ff.
<b>Stade</b>	Stade	NI	Kernkraft Stade GmbH & Co. oHG	DWR	672	12/1967	08.01.1972	14.11.2003	Gen. Still./Abbau Phase 1 vom 7.09.2005, Phase 2 vom 15.02.2006, Phase 3 vom 14.05.2008
<b>Lingen</b>	Lingen, Ems	NI	Kernkraftwerk Lingen GmbH	SWR	252	10/1964	31.01.1968	05.01.1977	Gen. für SE 21.11.1985; Antrag auf Rückbau der Anlage v. 15.12.2008
<b>Atomversuchskernkraftwerk Jülich</b>	Jülich	NRW	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH	HTR	15	08/1961	26.08.1966	31.12.1988	1. SG für SE 09.03.1994, Antrag auf vollständigen Abbau v. 25.02.2005
<b>Würgassen</b>	Würgassen	NRW	E.ON Kernkraft GmbH	SWR	670	01/1968	22.10.1971	26.08.1994	1. SG 14.04.1997
<b>Thorium-Hochtemperaturreaktor</b>	Hamm-Uentrop	NRW	Hochtemperatur-Kernkraftwerk GmbH	HTR	308	05/1971	13.09.1983	29.09.1988	Gen. für Betrieb SE 21.05.1997

Kernkraftwerk	Standort	Bundesland	Betreiber	Typ	Leistung brutto [MWe]	Baubeginn	Erstkritikalität	Endgültige Abschaltung	Status
Mülheim-Kärlich	Mülheim-Kärlich	RP	RWE Power AG	DWR	1.302	01/1975	01.03.1986	09.09.1988	Gen. Still./Abbauphase 1a am 16.07.2004

**Tabelle I.4: Kernkraftwerke vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen**

<b>KKW</b>	<b>Standort</b>	<b>Bundesland</b>	<b>Betreiber</b>	<b>Typ</b>	<b>Leistung brutto [MWe]</b>	<b>Baubeginn</b>	<b>Erst- kritikalität</b>	<b>Endgültige Abschaltung</b>	<b>Status</b>
<b>Heißdampf- reaktor</b>	Großwelzheim	BY	Forschungszentrum Karlsruhe	HDR	25	01/1965	14.10.1969	20.04.1971	vollständig abgebaut
<b>Nieder- aichbach</b>	Niederaichbach	BY	Forschungszentrum Karlsruhe	DRR	106	06/1966	17.12.1972	31.07.1974	vollständig abgebaut

**Tabelle I.5: Eingestellte Kernkraftwerksvorhaben**

<b>KKW</b>	<b>Standort</b>	<b>Bundesland</b>	<b>Betreiber</b>	<b>Typ</b>	<b>Leistung brutto [MWe]</b>	<b>Baubeginn</b>	<b>Endgültige Abschaltung</b>	<b>Status</b>
<b>Greifswald, Block 6</b>	Lubmin	MV	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	1976	30.11.1989	Gen. Still./Abbau Gesamtanlage 30.06.1995 ff.
<b>Greifswald, Block 7</b>	Lubmin	MV	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	1976		Vorhaben eingestellt
<b>Greifswald, Block 8</b>	Lubmin	MV	Energiewerke Nord GmbH	DWR	440	1976		Vorhaben eingestellt
<b>Schneller nat- riumgekühlter Reaktor 300</b>	Kalkar	NRW	Schnell-Brüter- Kernkraftwerksgesellschaft mbH	SNR	327	1973		Vorhaben eingestellt 20.03.1991
<b>Stendal A</b>	Stendal	ST	Altmark Industrie GmbH	DWR	1.000	1976		Vorhaben eingestellt
<b>Stendal B</b>	Stendal	ST	Altmark Industrie GmbH	DWR	1.000	1976		Vorhaben eingestellt



## **ANHANG II - FORSCHUNGSREAKTOREN -**

Tabelle II.1: Forschungsreaktoren in Betrieb

Tabelle II.2: Forschungsreaktoren in Stilllegung bzw. Stilllegung beschlossen

Tabelle II.3: Forschungsreaktoren vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen

Abbildung II: Forschungsreaktoren mit einer Dauerleistung größer als 50 kW

Stand: 31.12.2008

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

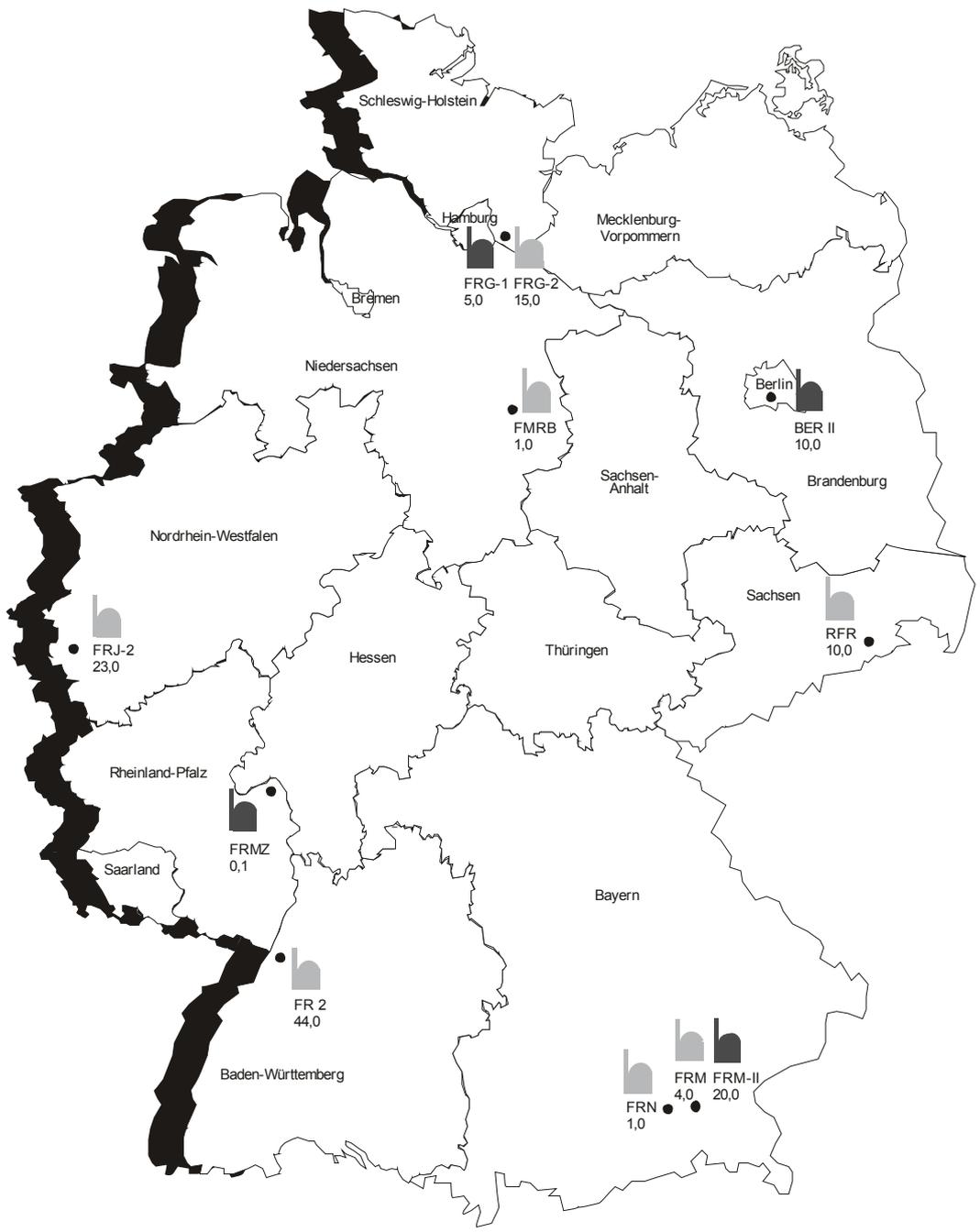
FR	Standort	Bundesland	Betreiber	Typ	Leistung thermisch [MW]	Neutronenfluss thermisch [ $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ]	Erst-kritikalität	Status
Berliner Experimentierreaktor II	Berlin	BE	Helmholtz-Zentrum Berlin (HMI)	Schwimmbad MTR	10	$1,5 \cdot 10^{14}$	09.12.1973	In Betrieb
Hochfluss-neutronenquelle München	Garching	BY	Technische Universität München (TUM)	Schwimmbad Kompaktkern	20	$8 \cdot 10^{14}$	02.03.2004	In Betrieb
Forschungsreaktor Mainz	Mainz	RP	Universität Mainz Institut für Kernchemie	Schwimmbad TRIGA Mark II	0,1	$4 \cdot 10^{12}$	03.08.1965	In Betrieb
FR Geesthacht 1	Geesthacht	SH	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH (GKSS)	Schwimmbad MTR	5	$1,4 \cdot 10^{14}$	23.10.1958	In Betrieb

**Tabelle II.2: Forschungsreaktoren in Stilllegung bzw. Stilllegung beschlossen**

FR	Standort	Bundesland	Betreiber	Typ	Leistung thermisch [MW]	Neutronenfluss thermisch [ $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ]	Erstkritikalität	Außer Betrieb	Status
<b>FR Karlsruhe 2</b>	Egg.-Leopoldshafen	BW	Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)	Tank-Typ D <sub>2</sub> O-Reaktor	44	$1 \cdot 10^{14}$	07.03.1961	21.12.1981	SG vom 03.07.1986 ff, SE seit 20.11.1996
<b>FR München</b>	Garching	BY	Technische Universität München (TUM)	Schwimmbad MTR	4	$7 \cdot 10^{13}$	31.10.1957	28.07.2000	Stilllegungsantrag vom 14.12.1998
<b>FR Neuherberg</b>	Oberschleißheim	BY	Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)	Schwimmbad TRIGA MARK III	1	$3 \cdot 10^{13}$	23.08.1972	16.12.1982	SG vom 30.05.1983, SE seit 24.05.1984
<b>Forschungs- u. Messreaktor Braunschweig</b>	Braunschweig	NI	Physikalisch Technische Bundesanstalt Braunschweig (PTB)	Schwimmbad MTR	1	$6 \cdot 10^{12}$	03.10.1967	19.12.1995	SG vom 02.03.2001, Anlage zum 28.07.2005 bis auf Zwischenlager aus dem AtG entlassen
<b>FR Jülich 2 (DIDO)</b>	Jülich	NRW	Forschungszentrum Jülich (FZJ)	Tank-Typ D <sub>2</sub> O-Reaktor	23	$2 \cdot 10^{14}$	14.11.1962	02.05.2006	Stilllegungsantrag vom 27.04.2007
<b>FR Geesthacht 2</b>	Geesthacht	SH	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH (GKSS)	Schwimmbad MTR	15	$1,5 \cdot 10^{14}$	16.03.1963	28.01.1993	Genehmigung zur Außerbetriebnahme u. Teilabbau vom 17.01.1995, Stilllegung später mit FRG-1
<b>Rosendorfer FR</b>	Rosendorf	SN	Verein für Kernforschungstechnik und Analytik Rosendorf (VKTA)	Tank-Typ WWR-S(M)	10	$1,2 \cdot 10^{14}$	16.12.1957	27.06.1991	SG vom 30.01.1998 ff, zuletzt abschließende TG zum Restabbau vom 01.02.2005

**Tabelle II.3: Forschungsreaktoren vollständig abgebaut und aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen**

FR	Standort	Bundesland	Betreiber	Typ	Leistung thermisch [MW]	Neutronenfluss thermisch [ $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ]	Erstkritikalität	Außer Betrieb	Status
<b>FR TRIGA HD I Heidelberg</b>	Heidelberg	BW	Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg (DKFZ)	Schwimmbad TRIGA Mark I	0,25	$1 \cdot 10^{13}$	26.08.1966	31.03.1977	Entlassung aus dem AtG am 13.12.2006, im Rahmen des Freigabeverfahrens voraussichtlich im Jahr 2009 konventioneller Abriss des Gebäudes
<b>FR TRIGA HD II Heidelberg</b>	Heidelberg	BW	Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg (DKFZ)	Schwimmbad TRIGA Mark I	0,25	$1 \cdot 10^{13}$	28.02.1978	30.11.1999	Entlassung aus dem AtG am 13.12.2006
<b>FR Frankfurt 2</b>	Frankfurt	HE	Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt	Modifizierter TRIGA	1	$3 \cdot 10^{13}$ (konzipiert)	Keine Kritikalität	kein Betrieb	Entlassung aus dem AtG am 31.10.2006
<b>FR der Med. Hochschule Hannover</b>	Hannover	NI	Medizinische Hochschule Hannover	Schwimmbad TRIGA Mark I	0,25	$8,5 \cdot 10^{12}$	31.01.1973	18.12.1996	Entlassung aus dem AtG am 13.03.2008
<b>FR Jülich 1 (MERLIN)</b>	Jülich	NRW	Forschungszentrum Jülich (FZJ)	Schwimmbad MTR	10	$1,1 \cdot 10^{14}$	24.02.1962	22.03.1985	Entlassung aus dem AtG am 23.11.2007
<b>Nuklearschiff „Otto Hahn“</b>	Geesthacht	SH	GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH (GKSS)	FDR Schiffsreaktor	38	$2,8 \cdot 10^{13}$	26.08.1968	22.03.1979	Entlassung aus dem AtG am 01.09.1982, Lagerung des RDB nach StriSchV



**Legende**

 In Betrieb

 In Stilllegung bzw. Stilllegung beschlossen

Zahlen: Thermische Leistung MW  
 Stand: 31.12.2008

**Abbildung II: Forschungsreaktoren mit einer thermischen Dauerleistung größer als 50 kW**

## **ANHANG III - ANLAGEN DER NUKLEAREN VER- UND ENTSORGUNG -**

Tabelle III.1: Urananreicherungsanlagen

Tabelle III.2: Brennelementfabriken

Tabelle III.3: Brennelementfabriken in Stilllegung bzw. aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen

Tabelle III.4: Zentrale Brennelement-Zwischenlager

Tabelle III.5: Dezentrale Standort-Zwischenlager und Interimslager (in Betrieb bzw. genehmigt)

Tabelle III.6: Externe Abfallzwischenlager

Tabelle III.7: Wiederaufarbeitungsanlagen (in Stilllegung)

Tabelle III.8: Konditionierungsanlagen für Brennelemente

Tabelle III.9: Endlagerung

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

Abbildung III.2: Zuständigkeiten bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle

Abbildung III.3: Ablauf des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens und der bergrechtlichen Verfahren

Stand: 31.12.2008

**Tabelle III.1: Urananreicherungsanlagen**

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<b>URAN-ANREICHERUNGS-ANLAGE GRONAU (UAG) NRW</b>	Anreicherung von Uran bis max. 6 % U-235-Anteil	4.500 Mg Urantrennarbeit pro Jahr (UTA/a) lt. Bescheid vom 14.02.2005	3. TG: 04.06.1985 (Betriebsgenehmigung) 9. TG: 31.10.1997 Kapazitätserweiterung auf 1.800 t UTA/a 7. TG/Ä2: 27.11.1998 Änderungsgenehmigung für 2 weitere Trennhallen Bescheid Nr. 7/6 vom 14.02.2005 über Erhöhung der Produktionskapazität auf 4.500 Mg UTA/a	Die Genehmigung vom 14.02.2005 beinhaltet auch den Umgang mit abgereichertem und angereichertem (bis max. 6 Gewichtsprozent U-235) Uran. Die erweiterte Anlage wird seit Mitte 2008 errichtet und wird sukzessive in Betrieb genommen.

**Tabelle III.2: Brennelementfabriken**

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<b>ANF Brennelement-Fertigungsanlage Lingen NI</b>	Herstellung von überwiegend LWR-Brennelementen aus niedrig angereichertem Urandioxid	Be- und Verarbeitung von jährlich insgesamt 650 Mg Uran in Form von Uranpulver oder Uranpellets mit bis zu 5 % U-235-Anteil	Betriebsgenehmigung vom 18.01.1979, 7. TBG vom 08.06.1994 (Betrieb der Konversionsanlage mit angereichertem Uran) 07.03.1997: Kapazitätserhöhung der BE-Fertigung um 250 Mg extern gefertigter Urantabletten pro Jahr 11.01.2005: Erhöhung des Uranpulverdurchsatzes auf 650 Mg pro Jahr	ANF bewahrt nach § 6 AtG für die Endlagerung bestimmte rad. Abfälle aus eigener BE-Herstellung und UF <sub>6</sub> für Dritte auf ihrem Betriebsgelände auf.

**Tabelle III.3: Brennelementfabriken in Stilllegung oder aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen**

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<b>SIEMENS BRENN-ELEMENT- WERK; BETRIEB KARLSTEIN  BY</b>	Herstellung von Sonder-Brennelementen aus niedrig angereichertem Urandioxid	Jährlicher Durchsatz von 400 Mg UO <sub>2</sub> bis höchstens 4,0 % U-235 Anteil	Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG: 02.09.1966 Betriebsgenehmigung nach § 7 AtG: 30.12.1977 Genehmigung nach § 7 AtG zum Abbau von Anlagenteilen: 16.08.1994 u. 18.03.1996 Entlassung aus dem AtG: März 1999	Brennelement-Produktion ist eingestellt; nur noch konventionelle Strukturteilefertigung.
<b>SIEMENS BRENN- ELEMENTWERK HANAU, BETRIEBSTEIL MOX- VERARBEITUNG  HE</b>	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	15.08.1968: Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG Letzte umfassende Genehmigung nach § 9 AtG: 30.12.1974 Betriebsgenehmigung nach § 7 AtG vom 11.03.1991 Mehrere TG zum Leerfahren und Rückbau der Anlage für MOX-Brennstoff von 1997 bis 2005 Entlassung aus dem AtG: Sept. 2006	Im April 1994 wurde vom Betreiber beschlossen, die Altanlage nicht wieder in Betrieb zu nehmen. Die Fertigungsanlagen sind rückgebaut. Die staatliche Verwahrung ist aufgelöst. Abschluss der Rückbauarbeiten Juli 2006.
<b>SIEMENS BRENN-ELEMENTWERK HANAU, BETRIEBSTEIL URAN- VERARBEITUNG  HE</b>	Herstellung von LWR-Brennelementen aus niedrig angereichertem Uran	Durchsatz 1.350 Mg U/a	Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG: 22.07.1969 Betriebsgenehmigung nach § 7 AtG vom 31.08.1990 Mehrere Einzel- und Teilgenehmigungen zum Leerfahren und zum Rückbau der Anlage von 1996 - 2001 Entlassung aus dem AtG: Mai 2006	Produktion von Uran-Brennelementen ab Oktober 1995 eingestellt. Die Rückbauarbeiten inkl. Geländesanierung wurden im Januar 2006 abgeschlossen. Die Grundwasserreinigung (Gen. nach § 7 StrlSchV) dauert noch an.

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<b>BRENNELEMENT-FABRIK NUKEM</b>  <b>Hanau-Wolfgang</b> <b>HE</b>	Herstellung von Sonder-Brennelementen aus angereichertem Uran und Thorium für Forschungsreaktoren	100 kg U-235 Anreicherung bis 20 %; 1.700 kg U-235 Anreicherung zwischen 20 % und 94 %; 100 Mg natürliches Uran; 100 Mg abgereichertes Uran; 200 Mg Thorium	Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG vom 30.07.1962 Mehrere Genehmigungen zur Stilllegung, zum Rückbau und zur Sanierung des Geländes von 1993 bis 2001 Im Mai 2006 aus dem AtG entlassen bis auf eine Teilfläche von 1000 qm zur weiteren Grundwassersanierung	Betriebsgenehmigung am 15.01.1988 ausgesetzt; bis 31.12.1988 wurde die Anlage leergefahren. Die Rückbauarbeiten und die Bodensanierung sind abgeschlossen. Die Grundwassersanierung dauert noch weiter an.
<b>Hochtemperatur-Brennelement-Gesellschaft (HOBEG)</b> <b>Hanau</b> <b>HE</b>	Fertigung von kugelförmigen BE für HTR auf der Basis von Uran (bis 94% Uran 235) und Thorium	200.000 BE/a 11,7 t SM (während der Betriebszeit)	Betriebsgenehmigung nach § 9 AtG vom 30.12.1974 6 Genehmigungen zur Stilllegung zwischen 30.01.1990 und 07.04.1995 Am 18.12.1995 aus dem Geltungsbereich des AtG entlassen	Anlage wurde am 15.01.1988 vorübergehend außer Betrieb genommen, in Folge stillgelegt. Verfahrenstechnische Komponenten wurden abgebaut. Dekontamination v. Gelände und Gebäudestrukturen sind abgeschlossen. Gelände und Gebäude werden von der Nuclear Cargo & Service GmbH genutzt.

**Tabelle III.4: Zentrale Brennelement-Zwischenlager**

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<b>TRANSPORT-BEHÄLTERLAGER IM ZWISCHENLAGER NORD (ZLN)</b>  <b>Rubenow (bei Greifswald), MV</b>	Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente aus den Reaktoren Rheinsberg und Greifswald in Transport- und Lagerbehältern (Trockenlagerung)	585 Mg SM in max. 80 Lagerbehältern max. einlagerbare Aktivität: $7,5 \times 10^{18}$ Bq	Nach § 6 AtG vom 05.11.1999 1. Änderungsgenehmigung vom 14.03.2001 2. Änderungsgenehmigung vom 07.07.2003 3. Änderungsgenehmigung vom 19.12.2005 4. Änderungsgenehmigung vom 17.02.2006 5. Änderungsgenehmigung vom 17.12.2008	Am 31.12.2008 befanden sich 65 Behälter CASTOR® 440/84 im ZLN.
<b>TRANSPORT-BEHÄLTERLAGER GORLEBEN (TBL-G)</b>  <b>Gorleben, NI</b>	Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern sowie verfestigter HAW-Spaltproduktlösungen und sonstiger radioaktiver Stoffe (Trockenlagerung)	3.800 Mg SM bzw. 420 Behälterstellplätze max. einlagerbare Aktivität $2 \times 10^{20}$ Bq	05.09.1983 nach § 6 AtG, Anordnung des Sofortvollzugs am 06.09.1988 Neugenehmigung vom 02.06.1995 für bestrahlte BE und verglaste Spaltproduktlösungen 1. Änderungsgenehmigung vom 01.12.2000 2. Änderungsgenehmigung vom 18.01.2002 3. Änderungsgenehmigung vom 23.05.2007	Am 31.12.2007 befanden sich insgesamt 91 Behälter im TBL-G, davon - 5 Behälter mit abgebrannten Brennelementen - 86 Behälter mit HAW-Glaskokillen.

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<p><b>TRANSPORT-BEHÄLTERLAGER AHAUS (TBL-A)</b></p> <p><b>Ahaus, NRW</b></p>	<p>Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern vom Typ CASTOR® (Trockenlagerung)</p>	<p>420 Behälterstellplätze (LWR), Kapazität bis insgesamt max. 3.960 Mg SM max. einlagerbare Aktivität <math>2 \times 10^{20}</math> Bq</p>	<p>10.04.1987 nach § 6 AtG Neufassung der Aufbewahrungsgenehmigung vom 07.11.1997 (Erhöhung der Masse Schwermetall und Genehmigung weiterer Behältertypen)</p> <p>1. Änderungsgenehmigung vom 17.05.2000 2. Änderungsgenehmigung vom 24.04.2001 3. Änderungsgenehmigung vom 30.03.2004 4. Änderungsgenehmigung vom 04.07.2008 5. Änderungsgenehmigung vom 22.12.2008</p>	<p>Im April 1995 wurde die Einlagerung von 305 CASTOR® THTR/AVR- Behältern mit BE des THTR-300 abgeschlossen. 1998 wurden zusätzlich 3 CASTOR® V/19 und 3 CASTOR® V/52 in das TBL-A überführt. 2005 wurden 18 Behälter CASTOR® MTR 2 eingelagert, die von Rossendorf nach Ahaus transportiert wurden.</p>

**Tabelle III.5 Dezentrale Zwischenlager**

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<b>STANDORT-ZWISCHENLAGER NECKARWESTHEIM</b>  Gemrigheim, BW	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus den Blöcken GKN I und GKN II des Gemeinschaftskernkraftwerks Neckar	1.600 Mg Schwermetall in bis zu 151 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $8,3 \times 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,5 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 22.09.2003 1. Änderungsgenehmigung vom 22.03.2006 2. Änderungsgenehmigung vom 28.09.2006 1. Ergänzung der Genehmigung vom 03.09.2007	Baubeginn: 17.11.2003  Erste Einlagerung: 06.12.2006  Ende 2008 befanden sich 27 Behälter im Zwischenlager
<b>STANDORT-ZWISCHENLAGER PHILIPPSBURG</b>  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 $1,5 \times 10^{20}$ Bq Aktivität und 6,0 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 19.12.2003 1. Änderungsgenehmigung vom 05.10.2006 2. Änderungsgenehmigung vom 21.12.2006	Baubeginn: 17.05.2004  Erste Einlagerung: 19.03.2007  Ende 2008 befanden sich 26 Behälter im Zwischenlager
<b>ZWISCHENLAGER IM KKW OBRIGHEIM</b>  Obrigheim, BW	Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente und Kernbauteile aus dem KKW Obrigheim (Nasslagerung)	980 BE (ca. 286 Mg SM)	26.10.1998 nach § 7 AtG	Am 31.12.2008 befanden sich 342 Brennelemente im Lagerbecken
<b>STANDORT-ZWISCHENLAGER GRAFENRHEINFELD</b>  Grafenrheinfeld, BY	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	800 Mg Schwermetall in bis zu 88 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $5 \times 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,5 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 12.02.2003 Anordnung des Sofortvollzuges am 10.09.2003 1. Änderungsgenehmigung vom 31.07.2007	Baubeginn: 22.09.2003  Erste Einlagerung: 27.02.2006  Ende 2008 befanden sich 10 Behälter im Zwischenlager
<b>STANDORT-ZWISCHENLAGER GUNDREMMINGEN</b>  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 $2,4 \times 10^{20}$ Bq Aktivität und 6,0 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 19.12.2003 Anordnung des Sofortvollzuges am 28.07.2004 1. Änderungsgenehmigung vom 02.06.2006	Baubeginn: 23.08.2004  Erste Einlagerung: 25.08.2006  Ende 2008 befanden sich 17 Behälter im Zwischenlager

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<b>STANDORT-ZWISCHENLAGER ISAR</b>  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 $1,5 \times 10^{20}$ Bq Aktivität und 6,0 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 22.09.2003 Anordnung des Sofortvollzuges am 28.05.2004 1. Änderungsgenehmigung vom 11.01.2007 2. Änderungsgenehmigung vom 29.02.2008	Baubeginn: 14.06.2004  Erste Einlagerung: 12.03.2007  Ende 2008 befanden sich 12 Behälter im Zwischenlager
<b>STANDORT-ZWISCHENLAGER BIBLIS</b>  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 $8,5 \times 10^{19}$ Bq Aktivität und 5,3 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 22.09.2003 1. Änderungsgenehmigung vom 20.10.2005 1. Ergänzung der Genehmigung vom 20.03.2006 2. Änderungsgenehmigung vom 27.03.2006	Baubeginn: 01.03.2004  Erste Einlagerung: 18.05.2006  Ende 2008 befanden sich 41 Behälter im Zwischenlager.
<b>STANDORT-ZWISCHENLAGER GROHNDE</b>  Grohnde, NI	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Grohnde	1.000 Mg Schwermetall in bis zu 100 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $5,5 \times 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,75 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 20.12.2002 Anordnung des Sofortvollzuges am 19.09.2005 1. Änderungsgenehmigung vom 17.04.2007	Baubeginn: 10.11.2003  Erste Einlagerung: 27.04.2006  Ende 2008 befanden sich 12 Behälter im Zwischenlager.
<b>STANDORT-ZWISCHENLAGER LINGEN (EMSLAND)</b>  Bramsche (bei Lingen), NI	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Emsland	1.250 Mg Schwermetall in bis zu 125 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $6,9 \times 10^{19}$ Bq Aktivität und 4,7 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 06.11.2002 mit Anordnung des Sofortvollzuges 1. Ergänzung der Genehmigung vom 31.07.2007 1. Änderungsgenehmigung vom 01.02.2008	Baubeginn: 18.10.2000  Erste Einlagerung: 10.12.2002  Ende 2008 befanden sich 24 Behälter im Zwischenlager.
<b>STANDORT-ZWISCHENLAGER UNTERWESER</b>  Rodenkirchen, NI	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Unterweser	800 Mg Schwermetall in bis zu 80 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $4,4 \times 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,0 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 22.09.2003 Anordnung des Sofortvollzuges am 05.02.2007 1. Änderungsgenehmigung vom 27.05.2008	Baubeginn: 19.01.2004  Erste Einlagerung: 18.06.2007  Ende 2008 befanden sich 3 Behälter im Zwischenlager.

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<b>AVR-BEHÄLTERLAGER IM FZJ</b>  Jülich, NRW	Aufbewahrung abgebrannter AVR-Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern vom Typ CASTOR®	Bis zu 300.000 AVR-Brennelemente in max. 158 CASTOR® THTR/AVR - Behältern	Bescheid nach § 6 AtG vom 17.06.1993 1. Änderungsgenehmigung vom 27.04.1995 2. Änderungsgenehmigung vom 07.07.2005	Am 31.12.2008 befanden sich 149 CASTOR® THTR/AVR - Behälter im Zwischenlager.
<b>STANDORT- ZWISCHENLAGER KRÜMMEL</b>  Krümmel (bei Geesthacht), SH	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Krümmel	775 Mg Schwermetall in bis zu 80 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $9,6 \times 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,0 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 19.12.2003 1. Änderungsgenehmigung vom 16.11.2005 Anordnung des Sofortvollzuges am 28.04.2006 2. Änderungsgenehmigung vom 17.10.2007	Baubeginn: 23.04.2004  Erste Einlagerung: 14.11.2006  Ende 2008 befanden sich 14 Behälter im Zwischenlager.
<b>STANDORT- ZWISCHENLAGER BROKDORF</b>  Brokdorf, SH	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Brokdorf	1.000 Mg Schwermetall in bis zu 100 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $5,5 \times 10^{19}$ Bq Aktivität und 3,75 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 28.11.2003 1. Änderungsgenehmigung vom 24.05.2007	Baubeginn: 05.04.2004  Erste Einlagerung: 05.03.2007  Ende 2008 befanden sich 6 Behälter im Zwischenlager.
<b>STANDORT- ZWISCHENLAGER BRUNSBÜTTEL</b>  Brunsbüttel, SH	Aufbewahrung von bestrahlten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Brunsbüttel	450 Mg Schwermetall in bis zu 80 Transport- und Lagerbehältern mit bis zu $6,0 \times 10^{19}$ Bq Aktivität und 2,0 MW Wärmefreisetzung	Nach § 6 AtG vom 28.11.2003 Anordnung des Sofortvollzuges am 28.10.2005 1. Änderungsgenehmigung vom 14.03.2008	Baubeginn: 07.10.2003  Erste Einlagerung: 05.02.2006  Ende 2008 befanden sich 6 Behälter im Zwischenlager.

**Tabelle III.6: Externe Abfallzwischenlager**

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<b>SAMMELSTELLE DER EVU MITTERTEICH</b>  <b>BY</b>	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.
<b>ZWISCHENLAGER NORD (ZLN)</b>  <b>Rubenow</b> <b>MV</b>	Zwischenlagerung von Betriebs- und Stilllegungsabfällen der KKW Greifswald und Rheinsberg mit Zwischenlagerung der abgebauten Großkomponenten	200.000 m <sup>3</sup>	Umgangsgenehmigung nach § 3 StrlSchV vom 20.02.1998	In Betrieb seit März 1998. Das Abfalllager ZLN besitzt seit dem 11.12.2007 eine Genehmigung zur Lagerung radioaktiver Stoffe aus anderen kerntechnischen Anlagen mit LWR jeweils fünf Jahre vor und nach einer Behandlung/Konditionierung.
<b>ABFALLLAGER ESENSHAMM</b>  <b>NI</b>	Lagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aus den KKW Unterweser und Stade	200-l- und 400-l-Fässer, Betonbehälter, Stahlblechcontainer, Betoncontainer, Gussbehälter mit einer Gesamtaktivität bis $1,85 \times 10^{15}$ Bq	Umgangsgenehmigungen nach § 3 StrlSchV vom 24.06.1981, 29.11.1991 und 06.11.1998	In Betrieb seit Herbst 1981.
<b>ABFALLLAGER GORLEBEN (FASSLAGER)</b>  <b>NI</b>	Lagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aus KKW, Medizin, Forschung und Gewerbe	200-l-, 400-l-Fässer, ggf. mit VBA, Betonbehälter Typ III, Gussbehälter Typ I-II, Container Typ I-IV mit einer Gesamtaktivität bis $5 \times 10^{18}$ Bq	Umgangsgenehmigungen nach § 3 StrlSchV vom 27.10.1983, 13.10.1987 und 13.09.1995	In Betrieb seit Oktober 1984.

**Tabelle III.7: Wiederaufarbeitungsanlagen (in Stilllegung)**

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<p><b>WIEDERAUF- ARBEITUNGSANLAGE KARLSRUHE (WAK)</b></p> <p><b>Eggenstein- Leopoldshafen,</b></p> <p><b>BW</b></p>	<p>Versuchsanlage zur Wiederaufarbeitung und Technologieentwicklung</p>	<p>0,175 Mg SM/Tag; ca. 40 Mg UO<sub>2</sub>/a</p>	<p>Betrieb WAK: 1. TBG nach § 7 AtG: 02.01.1967</p> <p>Stilllegung WAK: 1. Stilllegungsgenehmigung, März 1993 20. Stilllegungsgenehmigung nach § 7 AtG: 31.01.2006</p> <p>Errichtung VEK 1. Teilgenehmigung nach § 7 AtG zur Vornahme von Veränderungen an der WAK im Zuge der Errichtung der Verglasungsanlage (VEK): 30.12.1998 3. TEG nach § 7 AtG (Gesamtausbau der VEK): 15.11.2001 ÄG zur 3. TEG, 19.07.2005 (Errichtung eines Transportbereitstellungsplatzes f. beladene Castor-Behälter)</p> <p>Betrieb VEK 1. Teilbetriebsgenehmigung (TBG) für die VEK 20.12.2005 (Inaktive Inbetriebsetzung)</p>	<p>Die Anlage wurde 1971 in Betrieb genommen.</p> <p>Ende 1990 wurde der Wiederaufarbeitungsbetrieb eingestellt. Die Stilllegung ist eingeleitet. Die Einrichtungen des Prozessgebäudes sind weitgehend rückgebaut. Das Lager für hochradioaktiven Abfall (HWL) wird nun ebenfalls abgebaut.</p> <p>Eine Verglasungseinrichtung für HAWC wurde errichtet und im November 2006 mit der schrittweisen inaktiven Inbetriebnahme begonnen. 2007 wurde die Einrichtung in einem 3-monatigen Verbundbetrieb getestet.</p>

**Tabelle III.8: Konditionierungsanlagen für Brennelemente**

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Kapazität lt. Genehmigung	Genehmigung	Bemerkungen
<b>PILOT-KONDITIONIERUNGSANLAGE (PKA)</b>  <b>Gorleben</b>  <b>NI</b>	Reparatur schadhafter Behälter, Konditionierung radioaktiver Reststoffe und Abfälle (u.a. ausgediente BE, Brennstäbe und BE-Einbauteile) für die Zwischen- und Endlagerung	Beantragter Schwermetalldurchsatz: 35 Mg/a Kapazität betrieblicher Pufferlager: 12 Mg SM	nach § 7 AtG: 1. TG: 30.01.1990 2. TG: 21.07.1994 (nachträgliche Auflage v. 18.12.2001) 3. TG: 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.

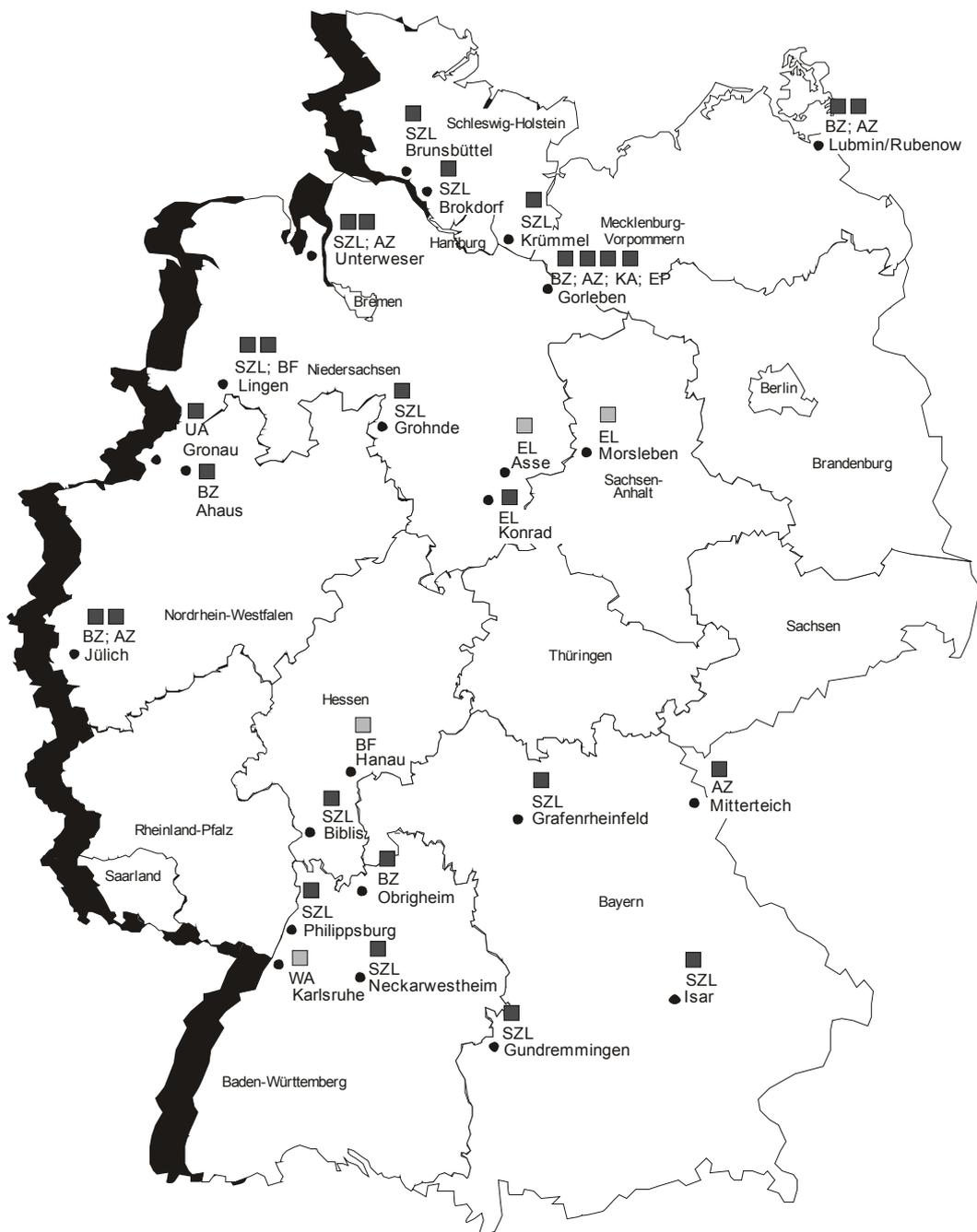
**Tabelle III.9: Endlagerung**

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Endgelagerte Mengen / Aktivität	Genehmigung	Bemerkungen
<b>BERGWERK ZUR ERKUNDUNG DES SALZSTOCKS GORLE- BEN</b> Gorleben,  NI	Nachweis der Eignung des Standortes für die Endlagerung aller Arten radioaktiver Abfälle		Antrag nach § 9b AtG in 1977 (Planfeststellungsantrag)	Die geologische Wirtsfornation ist Steinsalz. Die Erkundung des Standortes ist zur Klärung konzeptioneller und sicherheitstechnischer Fragestellungen seit dem 01.10.2000 für mindestens 3 bis maximal 10 Jahre unterbrochen (Gorleben Moratorium).

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Endgelagerte Mengen / Aktivität	Genehmigung	Bemerkungen
<b>ENDLAGER KONRAD Salzgitter,</b>  <b>NI</b>	Endlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung		<p>Antrag nach § 9b AtG in 1982 (Planfeststellungsantrag) Rücknahme des Antrags auf Sofortvollzug mit Schreiben des BfS vom 17.07.2000. Der Planfeststellungsbeschluss ist mit Datum vom 22.05.2002 erteilt worden. Nach Erschöpfung des ordentlichen Rechtsweges nach Klagen gegen den Planfeststellungsbeschluss ist er rechtskräftig und kann umgesetzt werden. Es ist noch eine Verfassungsbeschwerde eines Bürgers anhängig. Am 15.01.2008 wurde der Hauptbetriebsplan von der zuständigen Bergbehörde genehmigt mit einer Laufzeit von sechs Jahren. Damit liegt auch die zweite notwendige Genehmigung für die Errichtung vor.</p>	Die geologische Wirtsfornation ist Korallenoolith (Eisenerz). Unterhalb einer wasserundurchlässigen Barriere aus der Kreidezeit.
<b>ENDLAGER FÜR RADIOAKTIVE ABFÄLLE ASSE Remlingen,</b>  <b>NI</b>	Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für die Endlagerung radioaktiver und chemisch-toxischer Abfälle	Zwischen 1967 und 1978 wurden ca. 124.500 LAW- und ca. 1.300 MAW-Gebinde eingelagert. Gesamtaktivität $3,1 \cdot 10^{15}$ Bq (01.01.2002) 40 % davon entfallen auf die MAW	Genehmigung nach § 3 StrlSchV in der Fassung vom 15. Oktober 1965	Geologische Wirtsfornation ist Steinsalz. Entscheidung des BMBF, BMU und NMU vom 04.09.2008 die Schachanlage Asse II verfahrensrechtlich als Endlager zu betreiben. <sup>4</sup>

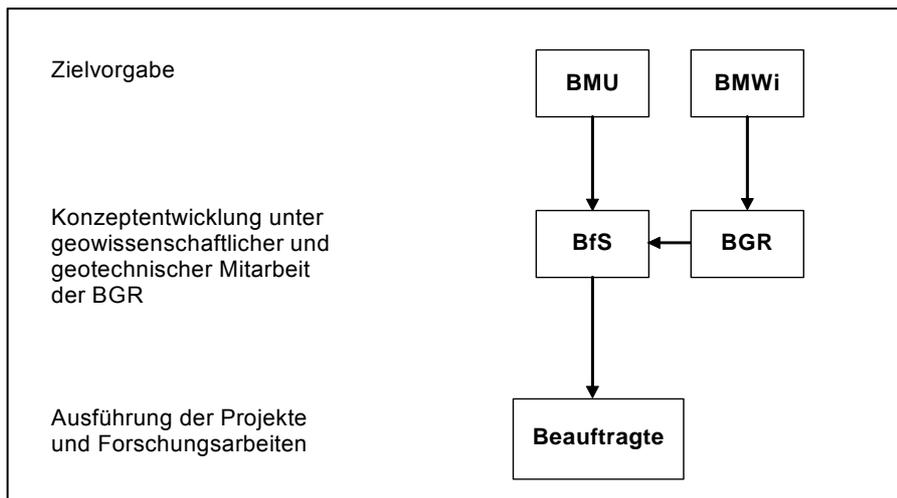
<sup>4</sup> Nach Redaktionsschluss: Zum 1. Januar 2009 hat das BfS die Betreiberschaft der Asse vom HMGU übernommen.

Bezeichnung der Anlage und Standort	Zweck der Anlage	Endgelagerte Mengen / Aktivität	Genehmigung	Bemerkungen
<p><b>ENDLAGER FÜR RADIOAKTIVE ABFÄLLE MORSLEBEN (ERAM)</b>  <b>Morsleben,</b></p> <p><b>ST</b></p>	<p>Endlagerung niedrig- und mittelradioaktiver Abfälle mit überwiegend kurzlebigen Radionukliden</p>	<p>Endlagerung von insgesamt 36.753 m<sup>3</sup> niedrig- und mittelradioaktiven Abfällen, Gesamtaktivität aller eingelagerten radioaktiven Abfälle liegt in der Größenordnung von weniger als 6·10<sup>14</sup> Bq, die Aktivität der α-Strahler liegt in der Größenordnung von 10<sup>11</sup> Bq.</p>	<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 Verzichts auf die Annahme weiterer radioaktiver Abfälle zur Endlagerung.</p>	<p>Geologische Wirtsschicht ist Steinsalz.</p> <p>Am 25.09.1998 wurde die Einlagerung eingestellt.</p> <p>Umrüstung und Offenhaltung wurde am 10.07.2003 beantragt.</p> <p>Die Stilllegung wurde am 09.05.1997 beantragt.</p> <p>Die für die Beteiligung der Öffentlichkeit erforderlichen Auslegungsunterlagen wurden der Genehmigungsbehörde (MLU) mit Schreiben vom 12.09.2005 übergeben.</p> <p>Die Auslegungsunterlagen wurden in 2008 überarbeitet, um diese im Februar 2009 in der überarbeiteten Form bei der Genehmigungsbehörde MLU einzureichen.</p>



Legende			
AZ	Zwischenlager für radioaktive Abfälle	KA	Pilotkonditionierungsanlage
BF	Brennelementefabrik	SZL	Standortzwischenlager
BZ	Brennelementezwischenlager	UA	Urananreicherungsanlage
EL	Endlager für radioaktive Abfälle	WA	Wiederaufbereitungsanlage
EP	Endlagerprojekt		
Zahlen:	Thermische Leistung MW		In Betrieb/ in Planung
Stand:	31.12.2008		In Stilllegung

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



### **BMU**

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) ist das nach Atomgesetz zuständige Bundesministerium für die kerntechnische Sicherheit und den Strahlenschutz. Es führt die Aufsicht über das BfS.

### **BMWi**

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) trägt die Verantwortung für die personelle Ausstattung der BGR als Bundesoberbehörde in seinem Geschäftsbereich.

### **BfS**

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ist zuständig für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle. Es initiiert und koordiniert anlagenbezogene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Für die Durchführung seiner Aufgaben kann sich das BfS Dritter bedienen (§ 9a Abs. 3 AtG). Es erhebt Vorausleistungen/Beiträge und Kosten von den Erstattungspflichtigen.

### **BGR**

Der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) obliegt die Aufgabe, für das BfS geowissenschaftliche und geotechnische Fragenkomplexe im Zusammenhang mit Planung, Errichtung, Betrieb und Stilllegung von Endlagern zu bearbeiten.

### **Beauftragte**

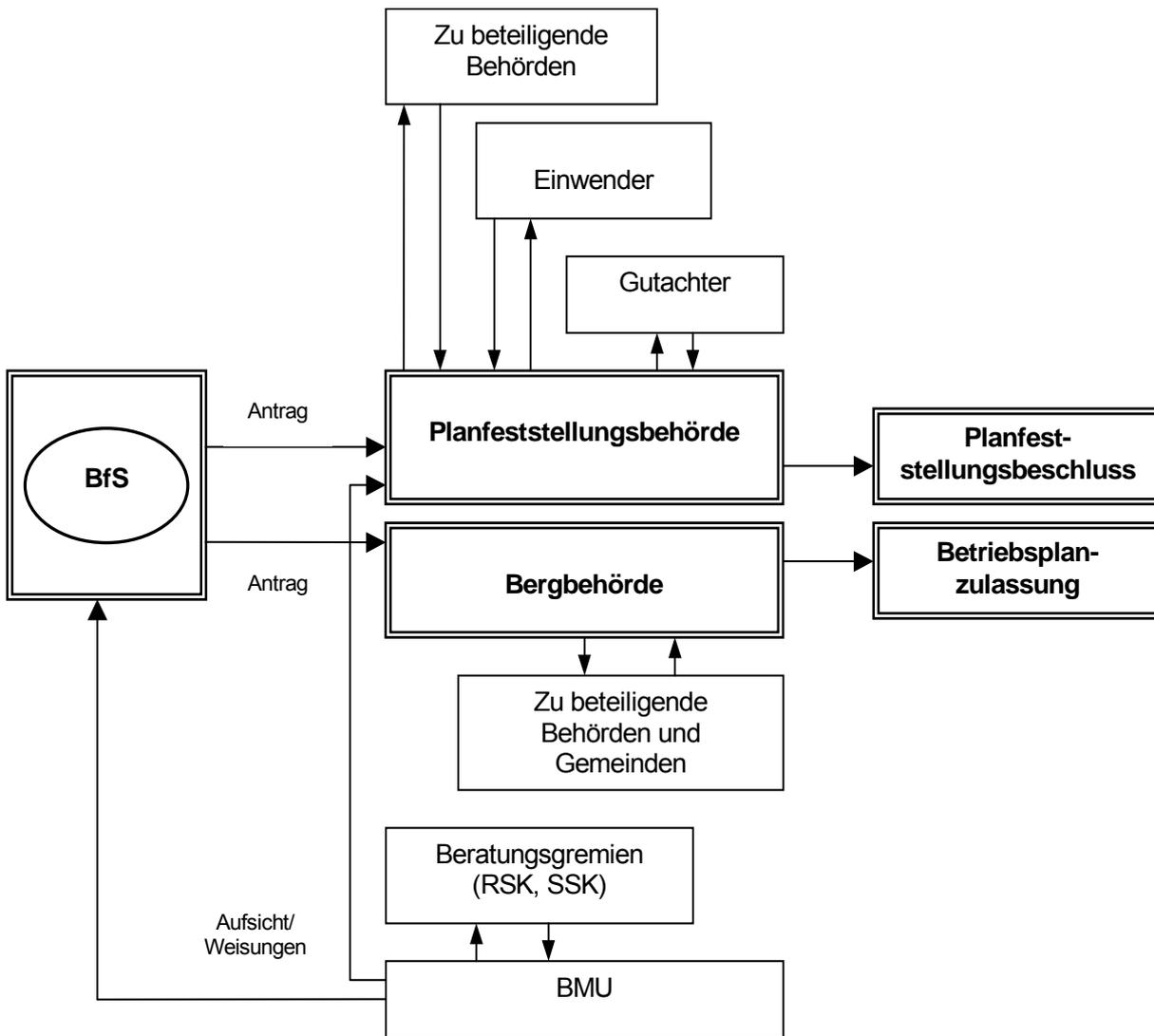
#### a) Großforschungseinrichtungen

Sie führen im Auftrag des BMBF Grundlagenforschung und im Auftrag des BfS anlagenbezogene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aus. Auftragnehmer des BfS sind u.a. das Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH (ehemals GSF), die Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS), das Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) und das Forschungszentrum Jülich (FZJ).

#### b) DBE mbH

Die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE) führt im Auftrag des BfS Aufgaben zur Planung, Errichtung und zum Betrieb von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle durch. Sie ist Dritter im Sinne des § 9a Abs. 3 AtG.

## **Abbildung III.2: Zuständigkeiten bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle**



Das Diagramm zeigt die Verknüpfung der Beteiligten im atomrechtlichen Planfeststellungsverfahren und in bergrechtlichen Verfahren

Legende:

BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
RSK	Reaktorsicherheitskommission
SSK	Strahlenschutzkommission

**Abbildung III.3: Ablauf des atomrechtlichen Planfeststellungsverfahrens und der bergrechtlichen Verfahren**

## **Bisher erschienene BfS-SK-Berichte (vorher BfS-KT-Berichte)**

BfS-KT-1/92

*Gersinska, R.; Hennig, R.; Kociok, B.* (Hrsg.)

Zweites Expertengespräch zum BMU/BfS-Konzept Mensch-Maschine-Wechselwirkung in Kernkraftwerken am 5. und 6. März 1992 beim Bundesamt für Strahlenschutz in Salzgitter. Salzgitter, April 1992

BfS-KT-2/92

*Berg, H.P.; Schott, H.*

Stand von Wissenschaft und Technik auf dem Gebiet der Quantifizierung der menschlichen Zuverlässigkeit - Dezember 1991 -. Salzgitter, Februar 1992

BfS-KT-3/92

*Berg, H.P.; Schott, H.*

Probabilistische Sicherheitsanalysen. Aktueller Status, Weiterentwicklung von Methoden und Modellen, Anwendungen. Salzgitter, Dezember 1992

BfS-KT-3/92-REV-1

*Berg, H.P.; Schott, H.*

Probabilistische Sicherheitsanalysen. Aktueller Status, Weiterentwicklung von Methoden und Modellen, Anwendungen. Salzgitter, April 1993

BfS-KT-4/93

*Ziegenhagen, J.*

Zusammenstellung der Genehmigungswerte für Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser aus den Kernkraftwerken der Bundesrepublik Deutschland. Dezember 1992. Salzgitter, April 1993

BfS-KT-5/93

*Philippczyk, F.; Ziegenhagen, J.*

Stand und Entwicklung der Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland. Stand: Mai 1993. Salzgitter, Mai 1993

BfS-5/93-REV-1

*Philippczyk, F.; Ziegenhagen, J.*

Stand und Entwicklung der Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland. Stand: Mai 1993. Salzgitter, Juli 1993

BfS-5/93-REV-2

*Philippczyk, F.; Ziegenhagen, J.*

Stand und Entwicklung der Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland. Stand: Mai 1993. Salzgitter, Oktober 1993

BfS-5/93-REV-3

*Philippczyk, F.; Ziegenhagen, J.*

Stand und Entwicklung der Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland. Stand: Mai 1993. Salzgitter, Mai 1994

## **Bisher erschienene BfS-SK-Berichte (vorher BfS-KT-Berichte)**

BfS-KT-6/93

KT/KTA-Winterseminar 1993.

28. und 29. Januar 1993 in Salzgitter.

Kerntechnik in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1993. Aufgaben, Probleme, Perspektiven aus der Sicht der Beteiligten.

Salzgitter, Juli 1993

BfS-KT-7/94

*Gersinska, R.; Hennig, R.; Kociok, B.*

Drittes Expertengespräch zum BMU/BfS-Konzept "Mensch-Maschine-Wechselwirkung in

Kernkraftwerken" am 28. und 29. April 1994 beim Bundesamt für Strahlenschutz in Salzgitter.

Salzgitter, April 1994

BfS-KT-8/94

2. KT/KTA-Winterseminar 20. und 21. Januar 1994 in Salzgitter

Erhaltung und Verbesserung der Reaktorsicherheit.

Salzgitter, Juli 1994

BfS-KT-9/95

Meldepflichtige Ereignisse in der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe im Zeitraum 1. Januar bis 31. Dezember 1993.

Salzgitter, März 1995

BfS-KT-10/95

*Philippczyk, F.; Hutter, J.*

Stand und Entwicklung der Kernenergienutzung 1994 in der Bundesrepublik Deutschland.

Salzgitter, Mai 1995

BfS-KT-11/95

3. KT/KTA-Winterseminar. 19. und 20. Januar 1995 in Salzgitter.

EDV in der Kerntechnik.

Salzgitter, Juli 1995

BfS-KT-12/96

*Krüger, F.W.*

Quality assurance of a regulatory body.

Salzgitter, April 1996

BfS-KT-13/96

4. KT/KTA-Winterseminar. 25. und 26. Januar 1996 in Salzgitter.

Alterungsmanagement in Kernkraftwerken.

Salzgitter, Mai 1996

BfS-KT-14/96

*Philippczyk, F., Hutter, J.*

Stand und Entwicklung der Kernenergienutzung 1995 in der

Bundesrepublik Deutschland.

Salzgitter, Juni 1996

BfS-KT-15/96

*Berg, H.P., Görtz, R., Schaefer, T., Schott, H.*

Quantitative probabilistische Sicherheitskriterien für Genehmigung und Betrieb kerntechnischer Anlagen:

Status und Entwicklung im internationalen Vergleich.

Salzgitter, September 1996

## **Bisher erschienene BfS-SK-Berichte (vorher BfS-KT-Berichte)**

BfS-KT-16/97

*Facharbeitskreis Probabilistische Sicherheitsanalyse.*

Methoden zur probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke. Dezember 1996.

Salzgitter, Juni 1997

BfS-KT-17/97

*Arbeitsgruppe Schutzzielkonzept.*

Schutzzielorientierte Gliederung des kerntechnischen Regelwerks. Übersicht über die übergeordneten Anforderungen, Dezember 1996.

Salzgitter, Juni 1997

BfS-KT-18/97

*Facharbeitskreis Probabilistische Sicherheitsanalyse.*

Daten zur Quantifizierung von Ereignisablaufdiagrammen und Fehlerbäumen. März 1997.

Salzgitter, Juni 1997

BfS-KT-19/97

*Gelfort, E.; Krüger, F.W.*

Wiederaufarbeitungsanlagen für Kernbrennstoff in der Russischen Föderation.

Salzgitter, Juni 1997

BfS-KT-19/97-REV-1

*Gelfort, E.; Krüger, F.W.*

Wiederaufarbeitungsanlagen für Kernbrennstoff in der Russischen Föderation.

- Statusbericht 1999 -

Salzgitter, November 1999

BfS-KT-20/97

*Philippczyk, F.; Hutter, J.*

Stand und Entwicklung der Kernenergienutzung 1996 in der Bundesrepublik Deutschland.

Salzgitter, Juni 1997 (**nicht im Internet**)

BfS-KT-21/98

*Philippczyk, F.; Hutter, J.*

Stand und Entwicklung der Kernenergienutzung 1997 in der Bundesrepublik Deutschland.

Salzgitter, April 1998 (**nicht im Internet**)

BfS-KT-22/99

*Engel, K.; Gersinska, R.; Kociok, B.*

Viertes Expertengespräch zum BMU/BfS-Konzept "Mensch-Maschine-Wechselwirkung in Kernkraftwerken" am 14. und 15. April 1999 beim Bundesamt für Strahlenschutz in Salzgitter.

Salzgitter, April 1999

BfS-KT-23/99

*Berg, H.P.; Schaefer, Th.*

Current Level 1 PSA.

Practices in Germany.

Salzgitter, Oktober 1999

BfS-KT-24/00

*Krüger, F.-W.; Spoden, E.*

Untersuchungen über den Luftmassentransport von Standorten Kerntechnischer Anlagen Ost nach Deutschland.

Salzgitter, Mai 2000

## **Bisher erschienene BfS-SK-Berichte (vorher BfS-KT-Berichte)**

BfS-KT-25/00

*Klonk, H.; Hutter, J.; Philippczyk, F.; Wittwer, C.*

Zusammenstellung der Genehmigungswerte für Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser aus kerntechnischen Anlagen der Bundesrepublik Deutschland (Stand Juli 2000).

Salzgitter, Oktober 2000

BfS-KT-26/01

*Philippczyk, F.; Hutter, J.; Schmidt, I.*

Statusbericht zur Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland 2000.

Salzgitter, Mai 2001

BfS-KT-27/02

*Philippczyk, F.; Hutter, J.; Schneider, M.*

Statusbericht zur Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland 2001.

Salzgitter, Oktober 2002

## **Ab 1. Februar 2003 SK**

BfS-SK-01/03

*Berg, H.-P.; Fröhmel, T.; Görtz, R.; Schimetschka, E.; Schott, H.*

Quantitative probabilistische Sicherheitskriterien für Genehmigung und Betrieb kerntechnischer Anlagen: Status und Entwicklung im internationalen Vergleich.

Salzgitter, Juni 2003

BfS-SK-02/03

*Philippczyk, F.; Hutter, J.; Schneider, M.*

Statusbericht zur Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland 2001.

Salzgitter, November 2003

BfS-SK-03/03

*Berg, H.-P.; Görtz, R.; Schimetschka, E.*

Quantitative Probabilistic Safety Criteria for Licensing and Operation of Nuclear Plants  
Comparison of the International Status and Development.

Salzgitter, November 2003

BfS-SK-04/04

*Philippczyk, F.; Hutter, J.; Rehs, B.; Schneider, M.*

Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2003

Salzgitter, August 2004

BfS-SK-05/05

*Philippczyk, F.; Borrmann, F.; Hutter, J.; Schneider, M.*

Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2004

Salzgitter, Juli 2005

BfS-SK-06/06

*Bredberg, I.; Borrmann, F.; Hutter, J.; Schell, H.; Schneider, M.; Wähning, R.; Hund, W.*

Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2005

Salzgitter, August 2006

BfS-SK-07/07

*Bredberg, I.; Hutter, J.; Schell, H.; Schneider, M.; Wähning, R.*

Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2006

Salzgitter, Juli 2007

## **Bisher erschienene BfS-SK-Berichte (vorher BfS-KT-Berichte)**

BfS-SK-08/08

*Görtz, R.*

An Identity on Alternating Sums of Squares of Binomial Coefficients

Salzgitter, Februar 2008

BfS-SK-09/08

*Bredberg, I.; Hutter, J.; Schell, H.; Schneider, M.; Wähning, R.*

Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2007

Salzgitter, August 2008

BfS-SK-10/08

*Berg, H.P.; Görtz, R.; Mahlke, J.; Reckers, J.; Scheib, P.; Weil, L.*

The POS Model for Common Cause Failure Quantification

Draft Aug-21-2008

Fachbereich Sicherheit in der Kerntechnik

Salzgitter, November 2008

BfS-SK-11/08

*Hutter, J.; Koch, W.; Rehs, B.; Schell, H.; Schneider, M.; Schulz, R.*

State and Development of Nuclear Energy Utilization in the Federal Republic of Germany 2007

Department of Nuclear Safety

Salzgitter, November 2008

BfS-SK-12/09

urn:nbn:de:0221-2009082104

*Bredberg, I.; Hutter, J.; Koch, W.; Rehs, B.; Schneider, M.; Schulz, R.*

Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2008

Fachbereich Sicherheit in der Kerntechnik

Salzgitter, September 2009



# | Verantwortung für Mensch und Umwelt |

**Kontakt:**

Bundesamt für Strahlenschutz

Postfach 10 01 49

38201 Salzgitter

Telefon: + 49 30 18333-0

Telefax: + 49 30 18333-1885

Internet: [www.bfs.de](http://www.bfs.de)

E-Mail: [ePost@bfs.de](mailto:ePost@bfs.de)

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.



Bundesamt für Strahlenschutz