

Rückbau der Kernkraftwerke in Deutschland

Stand des laufenden kerntechnischen Rückbauprogramms 10 Jahre nach dem Ausstiegsbeschluss

Nicolas Wendler

Einführung Mit dem politischen Beschluss des so genannten beschleunigten Atomausstiegs im Jahr 2011, mit dem die Beendigung des Leistungsbetriebs der damals 17 in Betrieb befindlichen deutschen Kernkraftwerke verfügt wurde, ist zugleich für die Betreiber der Kernkraftwerke und zahlreiche Branchenunternehmen ein umfangreiches Arbeitsprogramm für Stilllegung und Rückbau der Anlagen in Gang gesetzt worden. Zehn Jahre nach dem Ausstiegsbeschluss soll hier ein Überblick zum Stand des Rückbaus der deutschen Kernkraftwerke gegeben werden, mit Schwerpunkt auf den Anlagen, die vom 13. Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes betroffen waren.

Die überraschende und sehr schnelle Politikwende von 2011 – nachdem noch wenige Monate zuvor der Weiterbetrieb der Anlagen für substanzielle Zeiträume zwischen acht und 14 Jahren beschlossen worden war – hat zunächst auch die Rückbauprogramme geprägt. Weder die Betreiber, noch die Behörden, die Gutachter oder die kerntechnische Industrie waren auf ein nun unmittelbar anstehendes Rückbauprogramm in so großem Umfang vorbereitet. So haben sich die Planung, Beantragung, Genehmigung und Beauftragung bei den acht von sofortiger Stilllegung betroffenen Anlagen Isar 1, Neckarwestheim I, Philippsburg 1, Biblis A und B, Krümmel, Unterweser und Brunsbüttel länger und aufwendiger gestaltet als für die folgenden Anlagen. Die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (SAG) für die erste dieser Anlagen wurde entsprechend erst im Januar 2017 für das Kernkraftwerk Isar 1 erteilt. Zusätzlich gab es wegen laufender rechtlicher Verfahren zum Teil auch Einschränkungen bei der Umsetzung von vorbereitenden Maßnahmen, die auch ohne SAG umgesetzt werden konnten. Nachdem aber mit Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts vom Dezember 2016, mit den ersten und auch maßstabsetzenden Rückbaugenehmigungen rechtliche und regulatorische Hürden entfallen sind, und mit dem zwischenzeitlichen Aufbau von Projektmanagementstrukturen und Ablaufplanungen bei den Betreibern sowie umfangreichen Auftragsvergaben an die Industrieunternehmen alle Voraussetzungen geschaffen waren, hat der Rückbau rasch Fahrt aufgenommen.

Das aktuelle kerntechnische Rückbauprogramm konnte auf umfangreiche Erfahrungen der Vergangenheit zurückgreifen. Dazu gehörten nicht nur die schon seit langer Zeit vollständig zurückgebauten Kernkraftwerke Großwelzheim, Kahl, und Niederaichbach sondern mehrere Anlagen unterschiedlicher Größe, die Kernkraftwerke Obrigheim, Stade, Würgassen und Mülheim-Kärlich, die sich bereits 2011 im teils fortgeschrittenen Rückbau befanden und bei denen der kerntechnische Rückbau heute ganz oder weitgehend abgeschlossen ist. In einem ähnlichen Zustand befindet sich schon seit längerer Zeit der Block A des Kernkraftwerks Gundremmingen, der nach 2006 zu einem Technologiezentrum umgebaut wurde und u. a. für Arbeiten im Zusammenhang mit dem Rückbau der

Blöcke B und C genutzt wird. Zum deutschen Erfahrungsschatz in Sachen kerntechnischer Rückbau gehört auch das große Projekt des Rückbaus des Kernkraftwerks Greifswald und des seinerzeit auch für Technologieentwicklung der DDR genutzten Standortes Rheinsberg, die nach der Wiedervereinigung an den Bund übergegangen sind.

Anlage	elektrische Leistung MW (brutto)	Betriebsdauer	Status
KKP-2 Philippsburg	1.468	1985 – 2019	Rückbau ¹
KRB B Gundremmingen	1.344	1984 – 2017	Rückbau ¹
KKG Grafenrheinfeld	1.345	1982 – 2015	Rückbau ¹
KWB A Biblis	1.225	1975 – 2011	Rückbau ¹
KWB B Biblis	1.300	1977 – 2011	Rückbau ¹
KKB Brunsbüttel	806	1977 – 2011	Rückbau ¹
KKI-1 Isar	912	1980 – 2011	Rückbau ¹
KKK Krümmel	1.402	1984 – 2011	Abgeschaltet/Stilllegung ¹
GKN-I Neckarwestheim	840	1976 – 2011	Rückbau ¹
KKP-1 Philippsburg	926	1980 – 2011	Rückbau ¹
KKU Unterweser	1.410	1979 – 2011	Rückbau ¹
KWO Obrigheim	357	1968 – 2005	Rückbau
KKS Stade	672	1972 – 2003	Rückbau
KWW Würgassen	670	1971 – 1994	Rückbau
KNK II Karlsruhe	21	1978 – 1991	Rückbau
KGR 1-5, Greifswald	5 x 440	1973 – 1990	Rückbau
KKR Rheinsberg	70	1966 – 1990	Rückbau
AVR Jülich	15	1967 – 1988	Rückbau
THTR Hamm-Uentrop	308	1985 – 1988	Sicherer Einschluss
KMK Mülheim-Kärlich	1.302	1986 – 1988	Rückbau
VAK Kahl	16	1961 – 1985	Vollständig beseitigt
MZFR Karlsruhe	57	1966 – 1984	Rückbau
KRB-A Gundremmingen	250	1966 – 1977	Rückbau
KWL Lingen	268	1968 – 1977	Rückbau
KKN Niederaichbach	106	1972 – 1974	Vollständig beseitigt
HDR Großwelzheim	25	1969 – 1971	Vollständig beseitigt

Kernkraftwerke in Deutschland außer Betrieb.

¹ Außer Betrieb genommen gemäß Atomgesetz-Novelle (AtG) von 2011

Quelle: Kerntechnik Deutschland e.V. (KernD)

Kernkraftwerk	Antrag für die erste SAG	Scoping	Auslage der Unterlagen	Anhörung	1. SAG
KKI-1 Isar	04.05.2012	16.04.2013	14.03. – 14.05.2014	22.07.2014	24.01.2017
KKU Unterweser	04.05.2012/20.12.2013	25.06.2013	01.10. – 30.11.2015	23.02. – 26.02.2016	06.02.2018
KKG Grafenrheinfeld	28.03.2014	19.03.2015	27.05. – 27.07.2016	25.10.2016	11.04.2018
KWB A/B Biblis	06.08.2012	22.01.2013	05.05. – 04.07.2014	11.11. – 12.11.2014	30.03.2017
KRB B/C Gundremmingen	11.12.2014	22.10.2015	24.10. – 23.12.2016	28.03.2017	19.03.2019 (B)/ 26.05.2021 (C)
GKN 1 Neckarwestheim	06.05.2013	04.07.2013	19.01. – 18.03.2015	16.06. – 17.06.2015	03.02.2017
GKN 2 Neckarwestheim	18.07.2016	26.11.2016	02.07. – 03.09.2017	28.11.2018	
KKP 1 Philippsburg	06.05.2013/28.01.2014	10.06.2013	16.02. – 15.04.2015	14.07. – 16.07.2015	07.04.2017
KKP 2 Philippsburg	18.07.2016	12.12.2016	09.04. – 08.06.2018	25.09.2018	19.12.2019
KKB Brunsbüttel	01.11.2012/19.12.2014	18.12.2013	24.02. – 24.04.2015	06.07. – 07.07.2015	21.12.2018
KKK Krümmel	24.08.2015	27.06.2016	24.07. – 27.09.2018	11.12.2018	
KBR Brokdorf	01.12.2017	29.01.2019	15.06. – 17.08.2020	15.02.2021	
KWG Grohnde	26.10.2017	04.04.2019			
KKE Emsland	22.12.2016	16.10.2020			
KKI-2 Isar	01.07.2019				

Stand der Genehmigungsverfahren für die erste Stilllegungs- und Abbaugenehmigung.
Quelle: Kerntechnik Deutschland e.V. (KernD)

Die Vorhut – Rückbau der so genannten älteren Anlagen

Die ersten Stilllegungs- und Abbaugenehmigungen für sieben der acht im Jahr 2011 abgeschalteten Anlagen wurden in den Jahren 2017 und 2018 erteilt. Eine Ausnahme bildet hier das Kernkraftwerk Krümmel, das im Zuge der 11. AtG-Novelle zur Laufzeitverlängerung auch nicht zur Gruppe der älteren Anlagen gezählt wurde und bei dem auch die Rechtsfragen komplexer waren als an den anderen Standorten. Hier steht die Erteilung der im Jahr 2016 beantragten Rückbaugenehmigung noch aus.

Kernkraftwerksstandort Brunsbüttel

Am Standort Brunsbüttel wiederum hat der Rückbau inzwischen große Fortschritte gemacht. Wurden zunächst wegen der Aufhebung der Genehmigung für das Standortzwischenlager durch das Oberverwaltungsgericht (OVG) Schleswig die Brennelemente aus dem Lagerbecken im Reaktordruckbehälter (RDB) gesammelt – die Anlage stand seit 2007 still – um eine Einstellung von Transport- und Lagerbehältern mit bestrahlten Brennelementen in das Zwischenlager zu vermeiden, ordnete die schleswig-holsteinische Atomaufsichtsbehörde im Januar 2015 die Aufbewahrung der Brennelemente im Standortzwischenlager an. Diese Anordnung wurde seither zweimal verlängert und gilt aktuell unbefristet bis die neu beantragte Genehmigung für das Zwischenlager erteilt wird. Die Anlage ist seit Februar 2018 brennstofffrei und im Januar 2019 wurde mit der Zerlegung der Kerneinbauten begonnen. Hier wurde der Arbeitsumfang Zerlegung des Dampftrockners mit dem neu entwickelten System AZURO – Automatisierte Zerlegung von RDB-Einbauten mittels Unterwasser-Robotertechnik – im Juli 2020 abgeschlossen. Seitdem werden die Arbeiten an den Kerneinbauten mit anderen Werkzeugen fortgesetzt.

Ein Spezifikum des Standortes waren die Handhabungsarbeiten im Kavernenlager für schwach- und mittelaktive Betriebsabfälle. Im Jahr 2011 wurde bei einer Umlagerung von Filterharzkonzentraten in endlagergerechte Behälter an einem Fass starke Korrosion festgestellt. Nach systematischer Untersuchung der Abfälle in allen Kavernenkammern und der Entwicklung und Genehmigung eines Handhabungs- und Umlagerungskonzeptes wurde mit der Umlagerung im Februar 2016 begonnen und diese im Januar 2019 erfolgreich abgeschlossen. Als Hintergrund für den Sachverhalt ist im Blick zu behalten, dass die 1977 begonnene Kavernenlagerung nicht als Langzeitzwischenlager geplant wurde, da seit 1976 das Projekt Endlager Konrad mit der Standorterkundung lief und als Termin für die Inbetriebsetzung des Endlagers seinerzeit das Jahr 1994 kommuniziert wurde. Tatsächlich fertig gestellt werden soll das Endlager Konrad nach aktuellem Stand im Jahr 2027.

Kernkraftwerksstandort Krümmel

In Moderationsprozessen mit dem Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND), Umweltverbänden und Bürgerinitiativen wurden für die Standorte Krümmel und Brunsbüttel einvernehmlich mit dem Betreiber die Grenzwerte für die Ableitung radioaktiver Stoffe ins Wasser für den Restbetrieb im Rückbau im Vergleich zum Leistungsbetrieb und Nachbetrieb abgesenkt. Am Standort Krümmel wurde im Dezember 2019 die Brennstofffreiheit erreicht, nachdem die letzten Sonderbrennstäbe mit Hilfe der für diesen Zweck entwickelten Köcher für Sonderbrennstäbe (KSBS) nach Drucktest und Inertisierung in Transport- und Lagerbehälter geladen wurden. Das Kernkraftwerk Krümmel war das Pilotprojekt beim Köcherkonzept für Siedewasserreaktoren. Wie an den anderen Standorten wurden die

restlichen Plätze im Behälter mit Dummy-Brennelementen gefüllt, da eine Mischbeladung von Köchern und bestrahlten Brennelementen nicht genehmigt ist. Derzeit wird am Standort das Lager für schwach- und mittlerradioaktive Abfälle am Zwischenlager (LasmAaZ) errichtet.

Kernkraftwerk Unterweser

Am Standort Unterweser wurde die Brennstofffreiheit im Februar 2019 erreicht. Nachdem die letzten bestrahlten Brennelemente im Februar 2018 ins Standortzwischenlager verbracht wurden, wurden die verbliebenen 87 Sonderbrennstäbe in Köcher verpackt und schließlich in einem Transport- und Lagerbehälter ins Zwischenlager überführt, in dem nun die Hälfte der Plätze belegt ist. Das KKW war Pilotanlage für das Köcherkonzept bei den deutschen Druckwasserreaktoren.

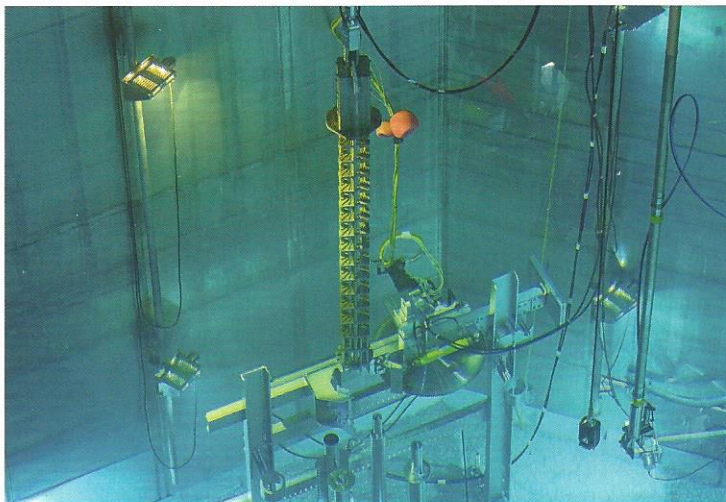
Die Zerlegung der Kerneinbauten im Kernkraftwerk Unterweser hat im Februar 2020 mit der Unterwasserzerlegung eines Steuerstabführungsrohrs begonnen und ist inzwischen beendet. Der Standort Unterweser ist auch bei den übrigen Großgewerken im Rückbau – der Zerlegung und Demontage des Reaktordruckbehälters und der Dampferzeuger – die Pilotanlage für alle sechs Anlagen des Betreibers. Im November 2020 wurde das Reststoffbehandlungszentrum in Betrieb genommen, mit 14 Behandlungs- und Konditionierungseinrichtungen zur Dekontamination und Zerlegung der abgebauten Anlagenteile.

Kernkraftwerksstandort Biblis

Im Kernkraftwerk Biblis wurde mit der Entladung von Sonderbrennstäben aus Block B mittels des Köcher-Konzepts die Brennstofffreiheit im Juni 2019 hergestellt. In Block A war die Brennstofffreiheit bereits Ende 2016 hergestellt worden. Insgesamt wurden bei der Entladekampagne seit Ende 2015 51 Transport- und Lagerbehälter beladen und ins Standortzwischenlager überführt, 23 in Block A, 28 in Block B.

Beim Komponentenrückbau im Kontrollbereich war Ende 2019 der Abbau der Hauptkühlmittelleitungen abgeschlossen, die Zerlegung der Dampferzeuger weit fortgeschritten. Mit Erteilung der letzten Abbaugenehmigungen für Block A im April 2020 und Block B im Juli 2020 ist regulatorisch der Weg frei auch für die Zerlegung der Kerneinbauten, der Reaktordruckbehälter, den Abbau der biologischen Schilde und damit perspektivisch für die Entlassung der Anlagen aus dem Atomgesetz in den frühen 30er Jahren. Die Aufträge für die Zerlegung der Kerneinbauten und der RDBs der Anlagen Biblis, Lingen (abgeschaltet 1988, dann sicherer Einschluss 1988 bis 2013) und Mülheim-Kärlich (abgeschaltet 1988) wurden Ende 2019 vergeben. Bereits Anfang 2019 wurde in Biblis ein neues Lager für schwach- und mittlerradioaktive Abfälle (LAW II) als Ergänzung zum bestehenden LAW I in Betrieb genommen.

Eine Besonderheit des Standorts Biblis war die Umrüstung des Generators von Block A für den Phasenschieberbetrieb. Die Maßnahme war erforderlich, um einen stabilen Betrieb der Stromnetze in Süddeutschland auch nach der zeitgleichen Abschaltung von fünf Kernkraftwerksblöcken südlich der Mainlinie zu gewährleisten. Nach dem Umbau des Generators für den



Eine Säge zerteilt unter Wasser einen Steuerstabführungseinsatz der Einbauten aus dem Reaktordruckbehälter, KKW Unterweser.

Phasenschieberbetrieb wurde diese Dienstleistung zur Regelung der Blindleistung für die Spannungshaltung bis Dezember 2018 erbracht. Diese Aufgabe übernehmen seitdem neu errichtete Anlagen zur Blindleistungskompensation in der Region. Das Maschinenhaus von Block A ist seitdem in den Rückbauablauf einbezogen.

Kernkraftwerk Isar

Am Standort Isar wurde der Meilenstein der Brennstofffreiheit in Block 1 im Oktober 2020 erreicht, nachdem das letzte Brennelement im April 2020 entladen wurde. Die verbliebenen Sonderbrennstäbe wurden danach in Spezialbehältern innerhalb des Kraftwerksgeländes nach Block 2 verbracht, wo sie im Brennelementlagerbecken lagern, bis sie zusammen mit den Sonderbrennstäben von Block 2 zum Abschluss der Entladekampagne nach dessen Abschaltung in Köchern und Transport- und Lagerbehältern an das Standortzwischenlager abgegeben werden. Nach Erreichen der Brennstofffreiheit konnten nicht mehr erforderliche Systeme wie beispielweise Notstromdiesel und Kühlsysteme außer Betrieb genommen werden. Die Schichtbesetzung für den Restbetrieb konnte entsprechend angepasst werden.

In den Jahren 2019 und 2020 konnten die Entfernung und Zerlegung der Komponenten im Maschinenhaus und der Abbau von Massengewerken weitgehend abgeschlossen werden, so dass das Reststoffbearbeitungszentrum (ZEBRA) fast vollumfänglich ausgebaut werden konnte.

Ein äußerlich sichtbares Zeichen des Rückbaus – nach dem Abbau der oberirdischen Anlagen der Zellenkühler – war die Demontage des 60 Tonnen schweren Kamins der Hilfskesselanlage. Auf dem Gelände des Zellenkühlers wird derzeit die Bereitstellungshalle „BeHa“ für die Aufnahme der schwach- und mittlerradioaktiven Abfälle aus KKI 1 und KKI 2 errichtet, die Mitte 2022 betriebsbereit sein soll. Um in den Anlagengebäuden von Block 1 Systeme ungehindert abbauen zu können, werden Versorgungssysteme, die bis zum Ende des Rückbaus benötigt werden, außerhalb der Gebäude neu gebaut, so die Kaltwasseranlage und die Druckluftanlage.

Eine auch für die anderen Anlagen und Stilllegungs- und Abbaugenehmigungen (SAG) wichtige rechtliche



Ausbau eines Frischdampf-Isolationsventils, KKI 1.



Blick in den Sicherheitsbehälter am Zugang auf 26 Metern Höhe, KKI 1.

Klärung erfolgte im Januar 2021 durch das Bundesverwaltungsgericht. Dieses hat Klagen gegen die SAG höchststrichterlich zurückgewiesen und damit die zentrale Fragestellung hinsichtlich der Bestandskraft der Betriebsgenehmigung geklärt.

Die nachfolgenden Anlagen – Rückbauprogramm als Routine

Nach zahlreichen Abschaltungen des Jahres 2011 hat sich das Tempo des Ausstiegs aus der Kernenergie wieder etwas gemäßigert und die drei folgenden von neun verbliebenen Anlagen im Betrieb wurden schrittweise abgeschaltet, das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld im Juni 2015, der Block B in Gundremmingen Ende Dezember 2017 und als vorläufig letzte Anlage der Block 2 des Kernkraftwerks Philippsburg. Bei diesen Anlagen konnten die Genehmigungsanträge und die Rückbauplanung schon vor Betriebsende vorbereitet werden, auch die Behörden konnten ihre Arbeiten nach dem Durchlauf der ersten Genehmigungen optimieren. Dadurch lagen die Genehmigungen sukzessive schneller vor – teils vorab der Abschaltung – und die Arbeiten in den Anlagen konnten zügiger angegangen werden.

Standort Grafenrheinfeld

Das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld war die erste der nach Einschätzung des Gesetzgebers „jüngeren“ Anlagen, die abgeschaltet wurde. Die Kernbrennstofffreiheit wurde hier unter Anwendung des Köcher-Konzeptes im Dezember 2020 erreicht, nachdem die

letzten bestrahlten Brennelemente im April 2020 ins Standortzwischenlager gebracht wurden. Im Mai 2021 konnte die neu errichtete Bereitstellungshalle für schwach- und mittelradioaktive Abfälle im Zeit- und Budgetrahmen fertiggestellt und an den Bund übergeben werden. Wie an den anderen Standorten ermöglicht die Brennstofffreiheit Änderungen technischer und organisatorischer Natur, wie den Abbau weiterer Systeme und eine weitere Verringerung der Schichtstärke.

Im Rahmen des Rückbaus wurden von April 2018 bis Ende Mai 2021 bereits rund 9.800 von insgesamt 20.500 Komponenten stillgesetzt und 1.450 von insgesamt 31.500 Tonnen zurückgebaut. Um die demontierten Anlagenteile reinigen, zerlegen und gegebenenfalls zerkleinern zu können, wurde ein Reststoffbehandlungszentrum mit mehreren Behandlungsstationen aufgebaut. Weitere Großprojekte sind bereits in Planung: Ab 2021 werden die Einbauten im Reaktordruckbehälter zerlegt, der Reaktordruckbehälter selbst und die vier großen Dampferzeuger sollen in den Jahren 2023 und 2025 folgen.

Kernkraftwerksstandort Gundremmingen

Nach Abschaltung von Block B des Kernkraftwerks Gundremmingen am 31.12.2017 und Erteilung der 1. SAG im März 2019 laufen rückbauvorbereitende und Rückbauarbeiten im Rahmen des Nachbetriebs, da sich in der Anlage noch Kernbrennstoff befindet. Ende Mai 2021 erhielt der Betreiber die Genehmigung auch für Stilllegung und Abbau von ausgewählten Anlagen, die für den Nachbetrieb in Block C nicht erforderlich sind und keine sicherheitstechnischen Funktionen für den Betrieb des Kontrollbereiches und der Aktivitätsüberwachung beider Blöcke haben. Block C wird noch bis Ende 2021 betrieben.

Perspektive für in Betrieb befindliche Anlagen und übergreifende Aspekte

Für alle sechs derzeit betriebenen Kernkraftwerke sind die Genehmigungen für Stilllegung und Abbau beantragt, für Gundremmingen Block C ist sie bereits erteilt. Mit der nun eingeübten Genehmigungspraxis und der rechtlichen Grundsatzklärung hinsichtlich der Rückbaugenehmigung ist ein zügiger regulatorischer Ablauf des weiteren Rückbauprogramms sowohl hinsichtlich der Hauptgenehmigungen als auch folgender Teilgenehmigungen für bestimmte Maßnahmenpakete zu erwarten.

Auch planerisch und operativ wird von den Betreibern und den beauftragten Branchenunternehmen unter Beachtung aller Sicherheitserfordernisse und Genehmigungsbestimmungen der Rückbau zügig umgesetzt. Hier ist auch zu erwähnen, dass im Zusammenhang mit der Umsetzung der Empfehlungen der Kommission zur Überprüfung der Finanzierung des Kernenergieausstiegs (KFK) durch das Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung die Verpflichtung zum unverzüglichen Rückbau gesetzlich verankert und damit die Option des sicheren Einschusses als alternativer Rückbaustrategie abgeschafft wurde. Im selben Gesetzgebungspaket wurde durch das Entsorgungsübergangsgesetz auch die Übertragung der zentralen Zwischenlager für hochradioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente, der Standortzwischenlager



Blick auf CASTOR®-Abfertigung und Brennelementlagerbecken, KKG Grafenrheinfeld.



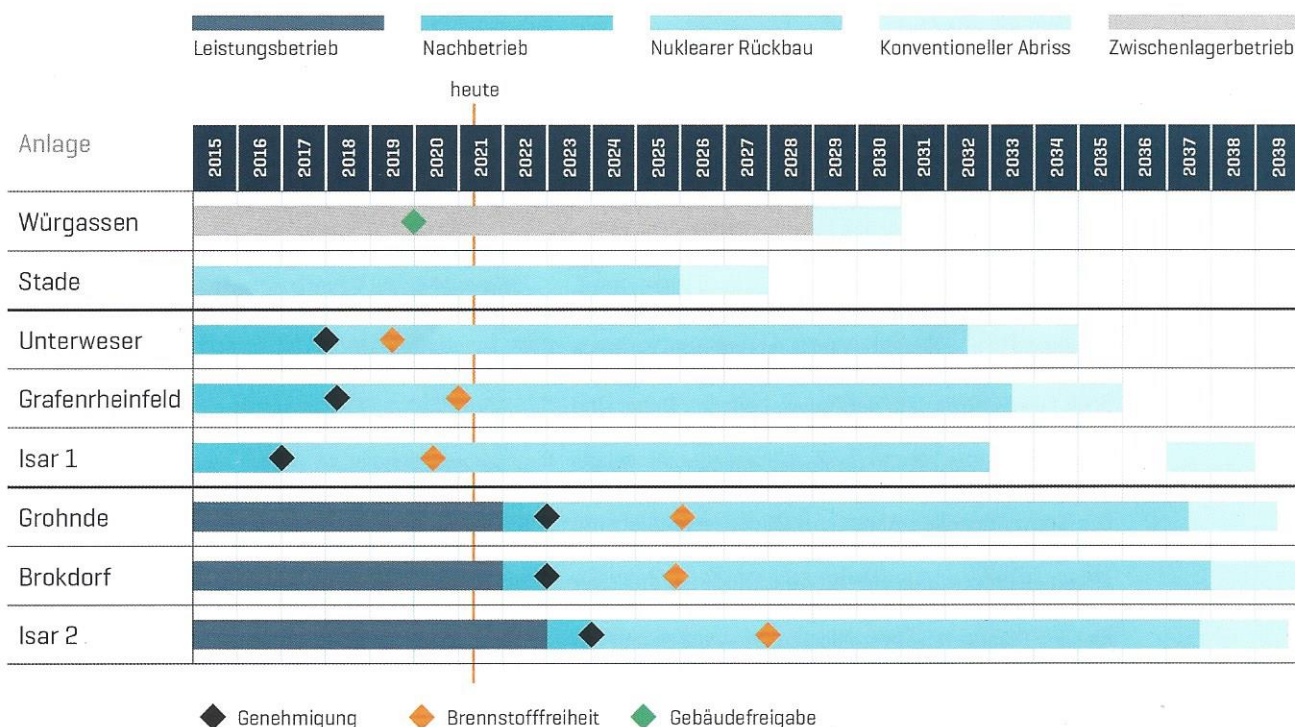
RBZ-Station Sägezentrum im Reaktorgebäude-Ringraum, KKG Grafenrheinfeld.

und der Abfalllager für schwach- und mittelaktive Abfälle an den Standorten an den Bund geregelt. Für die zentralen und die Standortzwischenlager war der 1. Januar 2019 der Stichtag, für die Abfalllager der 1. Januar 2020. Abfalllager die für die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle aus dem Rückbau an den Standorten neu errichtet werden müssen, werden nach Fertigstellung an den Bund übertragen.

Die aus dem Rückbau zu erwartenden Massenströme sind im Detail für die Anlagen unterschiedlich, lassen sich aber durchaus anlagenübergreifend typisieren. Den weitaus größten Massenanteil haben Gebäudestrukturen, die in der gesamten Betriebszeit weder kontaminiert noch aktiviert wurden. VGB Powertech gibt dazu in einem typisierten Beispiel an, dass von einer Gesamtmasse von rund 660.000 Tonnen, 619.000 Tonnen auf solche Massen hauptsächlich aus Betonstrukturen entfallen. Von den verbleibenden rund 39.000 Tonnen radioaktiven Reststoffen entfallen Zweidrittel auf Betonstrukturen, ein Drittel auf Anlagenteile. Durch Verarbeitung und Behandlung

können schließlich etwa 22.000 Tonnen vollständig zur Wiederverwertung im Stoffkreislauf frei gegeben werden, rund 13.000 Tonnen können bedingt freigegeben werden und 1.300 können einer Wiederverwertung im kerntechnischen Zusammenhang zugeführt werden. Zur Entsorgung als radioaktive Abfälle verbleiben somit nur rund 4.200 Tonnen, zu denen noch etwa 700 Tonnen Sekundärabfälle aus den Verarbeitungs- und Dekontaminationsprozessen hinzutreten. Zur Entsorgung in einem Endlager verbleiben pro Anlage aus dem Rückbau also insgesamt weniger als ein Prozent der Gesamtmasse.

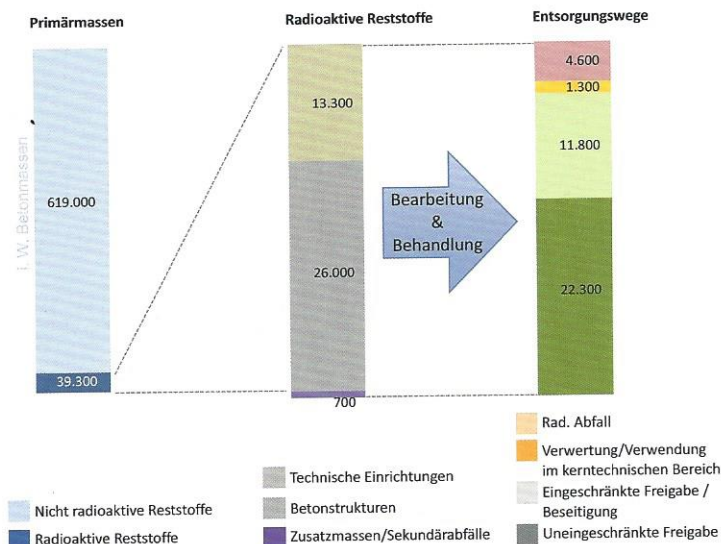
Aus dem Mengengerüst ergibt sich für den Rückbau die Frage nach der Entsorgung des Bauschutts, der zwar keine radiologischen Probleme aufwirft, aber in beträchtlichen Mengen anfällt. Der größte Teil dieses Abfalls lässt sich im Grundsatz wiederverwerten, etwa im Tiefbau. Allerdings fallen – unabhängig vom Thema Radioaktivität – wie bei jedem Gebäudeabriss auch Materialien an, die nicht in den Stoffkreislauf zurückgeführt, sondern auf Bauschuttdeponien entsorgt



Überblick über die Rückbauplanung der PreussenElektra GmbH.

Stilllegungsmassen beim Abbau von KKW

Alle Angaben in Mg



Entsorgung von Kernkraftwerken: Eine technisch gelöste Aufgabe, VGB PowerTech e.V., Fachausschuss „Stilllegung und Entsorgung“.

werden müssen, etwa Mineralwolle und Isolierungen, schadstoffhaltige Materialien oder Alltagsgegenstände wie Wasserhähne oder Lichtschalter. Bei diesem Thema hat sich schon in mehreren konkreten Fällen gezeigt, dass Kommunen, Landkreise und Deponiebetreiber manchmal unwillig sind, freigegebene Abfälle aus Kernkraftwerken aufzunehmen. Nicht immer sind dabei die Kommunikations- und Vermittlungsbemühungen der zuständigen Landesregierungen erfolgreich, da teilweise Deponieraum knapp ist und Befürchtungen über Gefährdungen durch Radioaktivität bisweilen nur vorgeschobene Begründungen sind, um lästigen Bauschutt oftmals aus einem anderen Kreis nicht aufnehmen zu müssen.

Obgleich die Gesamtmenge an radioaktiven Abfällen aus dem Rückbau vergleichsweise klein ist, schon vor dem Rückbau mit Entfernung des Brennstoffs mehr als 99 Prozent der in der Anlage vorhandenen Radioaktivität entfernt wurde und vor Beginn von Demontagearbeiten Systemdekontaminationen durchgeführt werden, gibt es insbesondere bei den aktivierten Komponenten und Strukturen, den Kerneinbauten, RDBs und dem biologischen Schild ein relevantes radiologisches Gefahrenpotential. Dem muss mit entsprechenden Schutzvorrichtungen sowie durch sorgfältige Planung und Ausführung Rechnung getragen werden. Auch fallen in der Nachbetriebsphase noch erhebliche regelmäßige Betriebskosten an, solange sich noch Kernbrennstoff in der Anlage befindet. Daher sind überschlägig betrachtet für den Rückbau einer Anlage rund eine Milliarde Euro an Kosten anzusetzen, für die Nachbetriebsphase, den kerntechnischen Rückbau und den konventionellen Abriss. Als Dauer werden ebenso übergreifend zwischen 15 und 20 Jahren für den gesamten Prozess angegeben, so dass Ende der dreißiger Jahre, Anfang der vierziger Jahre die Rückbauarbeiten an allen Standorten abgeschlossen sein werden und nur noch die Standortzwischenlager sowie mutmaßlich die Abfalllager im Eigentum des Bundes dort verbleiben.

Fazit

Nach einem durch die wohl weltweit einzigartigen politischen Umstände erschwerten Beginn im Jahr 2011 ist das kerntechnische Rückbauprogramm in Deutschland inzwischen flächendeckend, systematisch und zügig in Gang gekommen. Einst befürchtete Kapazitätsengpässe insbesondere bei Unternehmen, die hochspezialisierte Dienstleistung im Rückbau anbieten, haben sich nach aktuellem Stand nicht manifestiert. Die kerntechnische Industrie in Deutschland und die Betreiber der Kernkraftwerke haben sich im Rückbau als ebenso leistungs- und anpassungsfähig gezeigt, wie im jahrzehntelang sicheren und erfolgreichen Betrieb der Anlagen.

Autor



Nicolas Wendler

Kerntechnik Deutschland e.V.
nicolas.wendler@kernd.de

Nicolas Wendler ist seit August 2013 Leiter Presse und Politik von Kerntechnik Deutschland e. V./Deutsches Atomforum e. V. und ist seit März 2010 dort beschäftigt.