

# Stilllegung und Rückbau von Kernkraftwerken in Deutschland

Ralf Borchart

In Deutschland fallen unter den Begriff „kerntechnische Anlage“ alle nach dem Atomgesetz genehmigten Anlagen. Diese sind zum einen kommerzielle Kernkraftwerke zur Stromerzeugung sowie Forschungsreaktoren an Universitäten oder Forschungsinstituten. Zum anderen Einrichtungen zur nuklearen Versorgung (zum Beispiel Uran-Anreicherungsanlagen und Brennelementefabriken), Zwischenlagerung und Entsorgung (zum Beispiel Wiederaufarbeitungsanlagen und Bearbeitungszentren). Am 31. Oktober 1957 ging mit dem Forschungsreaktor München (FRM) die erste kerntechnische Anlage Deutschlands in Betrieb. 6 Wochen später, am 16. Dezember 1957, folgte der Rossendorfer Forschungsreaktor. Damit war er die erste kerntechnische Anlage der DDR und nach dem Forschungsreaktor München die zweite in Gesamtdeutschland. Zwischen 1957 und 2004 wurden in Deutschland etwa 110 kerntechnische Anlagen in Betrieb genommen.<sup>1</sup>

Die ersten Kernkraftwerke in Deutschland, bei denen die Gewinnung elektrischer Energie aus Kernenergie durch kontrollierte Kernspaltung (Fission) im Vordergrund standen, waren das Versuchsatomkraftwerk Kahl mit einer elektrischen Bruttoleistung von 16 MW (kommerzieller Leistungsbetrieb ab 01. 02. 1962) und das Kernkraftwerk Rheinsberg mit einer elektrischen Bruttoleistung von 70 MW (kommerzieller Leistungsbetrieb ab 11. 10. 1966). Unmittelbar danach folgten der Mehrzweckforschungsreaktor Karlsruhe und das Kernkraftwerk Gundremmingen Block A. Vorrangig wurden in Deutschland kommerzielle Leistungsreaktoren nachfolgender Bauarten in Betrieb genommen:

- Druckwasserreaktoren (DWR)/(engl.: pressurized water reactor – PWR)
- Siedewasserreaktoren (SWR)/(engl.: boiled water reactor – BWR)
- Hochtemperaturreaktor (HTR)/(engl.: high temperature reactor – HTR)

Der *Druckwasserreaktor* ist ein Kernreaktor-Typ, bei dem Leichtwasser als Moderator und Kühlmittel dient. Der Betriebsdruck des Wassers wird anders als beim Siedewasserreaktor so hoch gewählt, dass es bei der vorgesehenen Betriebstemperatur nicht siedet. Das im Reaktorkern erhitzte Wasser (Primärkreislauf) gibt in einem Dampferzeuger seine Wärme an einen getrennten Wasser-Dampf-Kreislauf ab, den Sekundärkreislauf. Der Dampf ist frei von Radioaktivität aus Abrieb und Korrosionsprodukten, was beispiels-

weise die Wartung der Dampfturbine wesentlich erleichtert. Er treibt die Turbine an, ein Generator wandelt die, von der Turbine gelieferte Energie in elektrischen Strom um. Der entspannte Wasserdampf wird durch Kühlwasser im Kondensator verflüssigt und wieder dem Kreislauf zugeführt.<sup>2</sup>

Der *Siedewasserreaktor* (SWR) ist ebenfalls ein Leichtwasser-Kernreaktor zur Stromerzeugung in Kraftwerken, bei dem Wasser als Moderator und Kühlmittel dient. Im Gegensatz zum DWR mit Primär- und Sekundärkreislauf verfügt der SWR nur über einen einzigen Dampf-Wasser-Kreislauf. Der Reaktordruckbehälter ist zu ungefähr zwei Dritteln mit Wasser gefüllt. Durch die bei der Kernspaltung entstehende Wärme und dem vorhandenen geringeren Druck verdampft das Wasser im Reaktordruckbehälter. Dieser radioaktiv belastete Dampf treibt dann die Turbine an. Ein Generator wandelt die von der Turbine gelieferte Energie in elektrischen Strom um. Der entspannte Wasserdampf wird durch Kühlwasser im Kondensator verflüssigt und wieder dem Kreislauf zugeführt.<sup>3</sup>

Als *Hochtemperaturreaktor* (HTR) werden Kernreaktoren bezeichnet, die wesentlich höhere Arbeitstemperaturen ermöglichen als andere bekannte Reaktortypen. Erreicht wird dies durch die Verwendung eines gasförmigen Kühlmittels und keramischer statt metallischer Werkstoffe im Reaktorkern (beispielsweise Graphit als Moderator).<sup>4</sup>

Schon parallel zur Errichtung und Inbetriebnahme der letzten kommerziellen Kernkraftwerke in Deutschland, Ende der achtziger Jahre, wurde mit der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen begonnen. So wurde das Kernkraftwerk Niederaichbach von 1987 bis 1995 als erstes europäisches Kernkraftwerk vollständig bis zur „grünen Wiese“ zurückgebaut. Auch das Kernkraftwerk Gundremmingen Block A (KGG-A) war seit 1983 im Stilllegungs- und Abbauprozess. Der Rückbau des Reaktors wurde 2005 abgeschlossen. Das Kernkraftwerk Kahl (VAK), das erste deutsche kommerzielle Kernkraftwerk, wurde 1985 nach 25 Betriebsjahren abgeschaltet und von 1986 bis 2010 vollständig zurückgebaut. Der ebenfalls auf der Gemarkung Karlstein am Main befindliche Heißdampfreaktor Großwelzheim (HDR) wurde nach nur kurzer Betriebsdauer 1971 abgeschaltet und im Jahre 1998 abgerissen. Zum Jahresende 1990 befanden sich in Deutschland 21 Kernkraftwerke in Betrieb, 15 waren bereits abgeschaltet oder befanden sich im Rückbau.

Mit dem Abschalten der Kernkraftwerke Greifswald (KGR) und Rheinsberg (KKR) im Jahr 1990 mussten die

Stilllegungs- und Rückbauprozesse, welche zuvor überwiegend zum Test und zur Qualifizierung von Rückbaustrategien und Zerlegeverfahren genutzt worden waren, unter kommerziellen Randbedingungen im industriellen Maßstab angewendet werden. Mit den hier gemachten Erfahrungen und den in den folgenden Jahren gewonnenen Erkenntnissen aus dem Abbau der Kernkraftwerke Würgassen (KWW), Stade (KKS) und Obrigheim (KWO) verfügt die Bundesrepublik Deutschland über einen einmaligen Erfahrungsschatz im Rückbau von Leistungsreaktoren. Dieses Wissen wurde verstärkt durch den Rückbau zahlreicher Forschungsreaktoren an den Standorten Karlsruhe, Jülich und Rossendorf. Durch die laufenden Stilllegungs- und Abbauprozesse der acht im Jahr 2011 abgeschalteten Kernkraftwerke und des Kernkraftwerkes Grafenrheinfeld (KKG) – 2015 abgeschaltet – wird dieses Wissen kontinuierlich weiterentwickelt und optimiert.

Am Jahresende 2017 waren in Deutschland noch sieben Kernkraftwerke in Betrieb. 26 Kernkraftwerke sind abgeschaltet oder befinden sich im Rückbau. Mit dem Kernkraftwerk Niederaichbach, dem Versuchsreaktor Kahl und dem Heißdampfreaktor Großwelzheim sind derzeit drei Kernkraftwerke in Deutschland vollständig zurückgebaut. Bis Ende 2022 werden auch die letzten Kernkraftwerke in Deutschland vom Netz gehen (Tab. 1).

Dann werden 36 Kernkraftwerke in Deutschland abgeschaltet sein, sich im Rückbau befinden oder schon vollständig zurückgebaut sein. Die Entscheidung über die weitere Nutzung des Standortes, ob als grüne Wiese oder als Industriestandort (wie im Falle des Standortes Lubmin/Rubenow) wird jeder ehemalige Kraftwerksbetreiber für sich selbst treffen müssen.

## Rückbauetappen im Kernkraftwerk Greifswald (KGR) in Lubmin/Rubenow

Das Kernkraftwerk Greifswald besteht aus acht Kraftwerksblöcken. Die Blöcke 1 bis 4 waren zwischen 12 und 17 Jahren in Betrieb. Der Block 5 befand sich nur für kurze Zeit

im Probetrieb. Der Block 6 war vollständig fertiggestellt, wurde aber nicht in Betrieb genommen. Die Blöcke 7 und 8 waren in der Errichtungsphase (Abb. 1).

Im Zuge der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten wurde im November 1990 der Stilllegungsbeschluss gefasst. Dieser sah die sofortige Abschaltung der Blöcke 1 bis 4, die Beendigung des Probetriebes des Blockes 5 und den Stopp des Weiterbaus der Blöcke 6 bis 8 vor. Die 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung für das Kernkraftwerk Greifswald wurde am 30.06.1995 erteilt. Der Rückbau des Kernkraftwerkes Greifswald erfolgte in 6 Phasen:<sup>5</sup>

Phase 1: Abbau von für den Restbetrieb der Anlage nicht mehr benötigten Anlagenteilen, die Entsorgung des Kernbrennstoffes aus der Anlage und Schaffung der notwendigen Infrastruktur

Phase 2: Abbau der Großkomponenten im Reaktorgebäude in Vorbereitung der Durchführung der Phase 3 (Abbau des Reaktors)

Phase 3: Abbau des Reaktordruckbehälters (RDB), des RDB-Deckels, der RDB-Einbauten, des Ringwasserbehälters (Blöcke 1 bis 4) bzw. des Biologischen Schilts (Block 5)

Phase 4: Abbau der restlichen kontaminierten Anlagenteile

Phase 5: Gebäudedekontamination inklusive Nachweis der Kontaminationsfreiheit, Entlassung der verbleibenden Strukturen aus der atomrechtlichen Überwachung

Phase 6: Konventioneller Abbruch der Gebäude

### Phase 1

Während der Phase 1 wurden im Wesentlichen folgende Umfänge realisiert:

- die Entsorgung der Brennelemente (BE),
- die Demontage im Maschinenhaus (konventioneller Bereich des Kernkraftwerkes)
- Errichtung von Konditioniereinrichtungen für radioaktive Reststoffe und Abfälle am Standort
- Errichtung einer Freimessanlage zur Freimessung von freigegebenen Reststoffen und Abfällen zur konventionellen Verwertung bzw. Entsorgung

Tabelle 1: Abschaltzeiten für noch in Betrieb befindliche Kernkraftwerke gemäß §7 AtG

Kernkraftwerk	Kürzel	Typ	Spätestens nach §7 AtG außer Betrieb
Philippsburg 2	KKP 2	DWR	31. Dezember 2019
Brokdorf	KBR	DWR	31. Dezember 2021
Grohnde	KWG	DWR	31. Dezember 2021
Gundremmingen C	KRB C	SWR	31. Dezember 2021
Isar 2	KKI 2	DWR	31. Dezember 2022
Emsland	KKE	DWR	31. Dezember 2022
Neckarwestheim	GKN II	DWR	31. Dezember 2022



Abb. 1: Blick auf das Kernkraftwerk Greifswald (KGR).

Die Entsorgung der Brennelemente begann mit ihrer Umladung aus den Kraftwerksblöcken in das Zwischenlager für abgebrannten Brennstoff (ZAB). Dieser Vorgang wurde 1995 abgeschlossen. Ab 1997 wurden die Brennelemente in Castoren verpackt und ab 1999 in das neu errichtete Zwischenlager Nord (ZLN) transportiert und gelagert. Seit 2006 sind alle Brennelemente in Castoren im ZLN.

Die Demontage und Zerlegung der technologischen Anlagen und Ausrüstungen im Maschinenhaus begann direkt vor Ort oder auf dafür eingerichteten Arbeits- und Zerlegeplätzen im Maschinenhaus. Diese Anlagen und Ausrüstungen waren zwar nicht mit dem Wasser des Primärkreislaufes in Berührung, da aber eine Kontamination nicht ausgeschlossen werden konnte, wurde das Material als sogenanntes Verdachtsmaterial eingestuft und deshalb entsprechend der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) einer Freimessung zugeführt. Für die Zerlegung wurden hauptsächlich konventionelle mechanische und thermische Trenneinrichtungen verwendet. Seit 2005 wird das Maschinenhaus von Stahlbauunternehmen für den Schiffbau, den Bau von Offshore-Windkraftanlagen und den Kranbau nachgenutzt (Abb. 2).

Wichtige Voraussetzung für eine effektive Durchführung der weiteren Rückbau-Phasen war die Errichtung von Konditioniereinrichtungen für radioaktive Reststoffe und Abfälle am Standort. So wurde die ehemalige Reparaturwerkstatt für kontaminierte Teile, die zentrale aktive Werkstatt (ZAW), von 1991 bis 1995 für die geänderten Belange aus der Still-

legung und Entsorgung speziell für die Konditionierung der radioaktiven Reststoffe und Abfälle umgebaut. In der ZAW werden hauptsächlich konventionelle mechanische Zerlegeeinrichtungen verwendet. Hier befinden sich aber auch spezielle Boxen für abrasive Dekontamination und Hochdruckwasserstrahlen sowie chemische und elektrolytische Dekontaminationsbäder. Auch Boxen für thermische Trennverfahren gehören zur Einrichtung der ZAW.

Das Zwischenlager Nord (ZLN) wurde von 1992 bis 1994 geplant, anschließend gebaut und 1998/1999 in Betrieb genommen (Abb. 3). Das Zwischenlager ist für die Lagerung und Behandlung der radioaktiven Reststoffe und Abfälle notwendig, da kein Endlager zur Verfügung steht. Neben insgesamt 7 Lagerhallen für schwach- und mittelradioaktive Reststoffe und Abfälle sowie einer Lagerhalle für Transportbehälter für BE besitzt das ZLN auch Caissons mit speziellen Einrichtungen für die Behandlung von radioaktiven Reststoffen, wie z. B. Bandsäge, Schrottscheren, Hochdruckverpressungsanlage, Fassmessanlagen sowie Fasstrocknungsanlagen.

In etwas jüngerer Zeit wurde auch eine Zentrale Dekontaminations- und Wasseraufbereitungsanlage (ZDW) am Standort in Betrieb genommen. Sie erweitert die Möglichkeiten der Konditionierung der radioaktiven Reststoffe und Abfälle insbesondere durch chemische und elektrolytische Dekontaminationsbäder sowie die Wasseraufbereitung einschließlich einer Innenfasstrocknungsanlage.



Abb. 2: Maschinenhaus während der Demontage (KGR).



Abb. 3: Blick auf das Zwischenlager Nord (ZLN).

### Phase 2

Für eine effektivere Demontage und Entsorgung hat sich die EWN für die sogenannte Großkomponenten-Strategie entschieden. Durch eine räumliche und zeitliche Trennung der Demontearbeiten von den Zerlege- und Dekontaminationsarbeiten können die Anlagen und Ausrüstungen aus den Kraftwerksblöcken schneller demontiert werden und an speziell eingerichteten Arbeitsplätzen für die Zerlegung, die Konditionierung und die Dekontamination (ZAW, ZLN und ZDW) behandelt werden. Falls sinnvoll und erforderlich kann durch Nutzung des Abklingverhaltens von radioaktiv belasteten Bauteilen eine spätere Konditionierung durchgeführt werden. Dies führt zu einer deutlichen Minimierung der Strahlenbelastung des Personals. Die Großkomponenten-Strategie wurde im Wesentlichen mit den Dampferzeugern (Abb. 4), den Druckhaltern, Hauptumwälzpumpen, Hauptabsperrschiebern sowie Wärmetauschern realisiert.

### Phase 3

Der Abbau der Reaktordruckbehälter, der RDB-Deckel, der RDB-Einbauten der Ringwasserbehälter bzw. des Biologischen Schildes erfolgen je nach radiologischer Belastung der

Komponenten teilweise oder vollständig fernbedient oder fernhantiert.

Von 1999 bis 2003 wurde in einem umfangreichen Erprobungsprogramm die fernbediente Zerlegung und Verpackung des RDB und der RDB-Einbauten mit den originalen, nicht-taktivierten Komponenten der Blöcke 7 und 8 durchgeführt (Abb. 5).

2003 wurde der RDB des Blockes 5 als Großkomponente in das ZLN transportiert. Beide Projekte waren sehr erfolgreich. Auf Grund des, zu diesem Zeitpunkt, nicht zur Verfügung stehenden Bundesendlagers und der damit offenen Annahmebedingungen für ein Endlager wurde entschieden, nur die RDB-Einbauten der Kraftwerksblöcke 1 und 2 des Kernkraftwerkes Greifswald und die RDB-Einbauten des Kernkraftwerkes Rheinsberg fernbedient unter Wasser zu zerlegen und in Einsatzkörbe zu verpacken.

Die Zerlegung unter Wasser hat den Vorteil, dass Wasser die radioaktive Strahlung abschirmt und gleichzeitig der Handhabungsvorgang unter Wasser beobachtet werden kann.

Die RDB-Einbauten der Kraftwerksblöcke 3 bis 5 wurden in Abschirm- und Transportverpackungen eingestellt und abgeschirmt in das ZLN zur Abklinglagerung trans-



Abb. 4: Demontage eines Dampferzeugers im KGR.



Abb. 5: Nasszerlegeplatz während der Modelldemontage im KGR.



Abb. 6: Transport eines abgeschirmten RDB aus dem Reaktorgebäude zum ZLN.



Abb. 7: Trennung von Rohrleitungen im KGR.

portiert. Die Reaktordruckbehälter der Kraftwerksblöcke 1 bis 4 und vom Kernkraftwerk Rheinsberg wurden ebenfalls abgeschirmt im Flansch- und Corebereich in das ZLN transportiert (Abb. 6).

Die RDB-Deckel und die Teile des Ringwasserbehälters der Kraftwerksblöcke 1 bis 4 wurden vorzerlegt ebenfalls in das ZLN transportiert. Alle Teile werden in einer neu zu errichtenden Zerlegehalle am Standort KGR in den nächsten Jahren unter Berücksichtigung des Abklingverhaltens der hochradioaktiven Komponenten fernbedient/fernhandelt zerlegt und verpackt und bis zur Schließung des Bundesendlagers an dieses abgegeben.<sup>6</sup>

#### Phase 4

Die Phase 4 beinhaltet im Wesentlichen den Rückbau aller verbliebenen kontaminierten Anlagenteile nach Beendigung der Phase 3; dies bedeutet eine Weiterführung der Tätigkeiten entsprechend Phase 2 (Abb. 7). Auf Grund der Vielzahl der Anlagen und Einrichtungen und der insgesamt 5 Kraftwerksblöcke ist die Zerlegung von Anlagenteilen auf Verpackungs- oder Transportmaß mit der Maßgabe einer zielgerechten Sortierung für die weiteren Entsorgungsetappen (Bearbeitungsstationen, Freimessung, Zwischenlagerung, Endlagerung) eher eine logistische Herausforderung. Auch hier werden die Einrichtungen so groß wie sinnvoll möglich abgebaut und für eine spätere Behandlung in das ZLN trans-

portiert. Versatzteile und Zugangstüren werden ebenfalls ausgebaut und die Öffnungen verschlossen.

#### Phase 5

Nachdem alle kontaminierten Anlagenteile demontiert wurden, erfolgt parallel zur Gebäudedekontamination (Abfräsen der Wandfarbe/Beschichtung und der kontaminierten Betonoberfläche) der Rückbau der letzten bisher noch benötigten Ausrüstungen, z. B. Lüftungsanlage, Brandmeldeanlage und Feuerlöschnetz sowie Beleuchtung und elektrische Versorgung (Abb. 8). Insbesondere die strikte Einhaltung des Brandschutz- und Lüftungskonzeptes vor dem Hintergrund sich ändernder Randbedingungen während der Gebäudedekontamination erfordert langfristige aber flexible Lösungen.

Die Gebäudedekontamination erfolgt bevorzugt raumgruppenweise entsprechend einer Rückzugsstrategie innerhalb eines Gebäudes. In vielen Fällen ist eine vollständige Entfernung der Farbanstriche/Beschichtungen erforderlich. Wenn die Raumgruppe komplett dekontaminiert wurde, können die Räume einer Freimessung unterzogen werden (Abb. 9). Häufig ist es nicht möglich, die sehr niedrigen Freigabewerte zu erreichen, ohne dass an Wand und Fußböden ein Betonabtrag vorgenommen wird und komplette Wandbereiche herausgetrennt werden. Vielfach sind dann statische Ersatzmaßnahmen für die abgetragenen oder herausgetrennten Wände erforderlich. Für die herausgetrennten



Abb. 8: Entfernung von losem Spachtelmaterial von der Betonwand (KGR).



Abb. 9: Arbeitsbühne für Dekontamination und Freimessung im Kamin Nord I (KGR).



kontaminierten Wände sind dann separate Behandlungsplätze erforderlich, um hier eine effektive Entfernung der Kontaminationsherde zu erreichen. Anschließend Messungen in den Freimessanlagen stellen die strikte Einhaltung der erforderlichen Freigabewerte sicher. Das so dekontaminierte Gebäude wird dann an der stehengebliebenen Struktur ebenfalls freigemessen. Umfangreiche und aufwendige Messungen im Rahmen eines behördlich bestätigten Freimessprogrammes müssen die Einhaltung der Werte belegen.

### Phase 6

Für den Rückbau der Kernkraftwerke Greifswald und Rheinsberg ist auf Grund der langjährigen und umfangreichen Nutzung der Gebäude die Entsorgung nur durch Abriss erreichbar. Die theoretisch mögliche Alternative der Nachnutzung der Gebäude ist wirtschaftlich nicht vertretbar und aufgrund der räumlichen Aufteilung der Gebäude auch nicht sinnvoll.

Gemäß Strahlenschutzverordnung wird die Möglichkeit der Nutzung der Freigabewerte für den Gebäudeabriss erst mit dem vollständigen Abriss des Gebäudes und der anschließenden Trennung der Bewehrung und des Betons abgeschlossen. Dabei kann der Abriss der Gebäude nach konventionellen Randbedingungen erfolgen. Der Beton wird geschreddert und die Bewehrung und andere Metallteile werden einem Schrotthändler zum Einschmelzen übergeben.

Derzeit hat die EWN am Standort Greifswald mehr als 750.000 t Material abgebaut inklusive der:

- Ausrüstungen der Reaktorgebäude der Blöcke 1 bis 5 sind abgebaut zu  $\approx 94\%$ ,
- Ausrüstungen des Maschinenhauses der Blöcke 1 bis 6:  $\approx 98\%$ ,
- Spezial- und Hilfsgebäude der Blöcke 1 bis 8:  $\approx 55\%$ ,
- Zwischenlager für abgebrannten Brennstoff (ZAB): 100 %,
- Andere Gebäude:  $\approx 81\%$ .

Davon befinden sich derzeit 22.000 t radioaktive Reststoffe und Abfälle im ZLN, inklusive der 6 RDB, 12 RDB-Einbauten und 22 Dampferzeuger. Das freigemessene Territorium der EWN umfasst eine Fläche von ca. 123 ha von insgesamt 170 ha.<sup>7</sup>

Für die in Zukunft anstehenden Aufgaben wird es immer mehr erforderlich sein, junges und gut ausgebildetes Personal in den Rückbauprozess zu integrieren, da viele Mitarbeiter in den nächsten Jahren ihr aktives Berufsleben beenden. Die neuen Mitarbeiter werden keine Anlagenkenntnis aus der Betriebszeit mitbringen. In vielen Fällen ist aber gerade die Kenntnis über den Aufbau der Anlagen und Einrichten sowie der örtlichen Gegebenheiten sehr hilfreich, den Rückbau sicher und effizient zu gestalten. Aus diesem Grunde hat die EWN sehr frühzeitig begonnen, für die alten und neuen Mitarbeiter sowie die umliegende Bevölkerung und die Ur-

laubsgäste ein Informationszentrum einzurichten, welches an Hand originaler Bauteile oder maßstäblicher Modelle einen Eindruck über die rückgebaute/rückzubauende Anlage vermittelt.

Basierend auf den überwältigenden Erfahrungen und Resonanzen des Informationszentrums wurde im Jahr 2000 im Block 6 eine Besucherroute in Betrieb genommen, die Kraftwerksgegnern und -befürwortern gleichermaßen die Möglichkeit gibt, sich vom tatsächlichen Aussehen eines Kernkraftwerkes mit Druckwasserreaktor zu informieren und alles Wissenswerte über den Rückbau zu erfahren. Zurzeit wird diese Möglichkeit jedes Jahr von über 10 000 Besuchern aus den In- und Ausland wahrgenommen (Abb. 10).

## Literatur

- Ralf BORCHARDT, 25 years experience in the decommissioning of the nuclear powerplants Greifswald and Rheinsberg; 5th International Summit Nuclear Decommissioning, Berlin 2018.
- Ralf BORCHARDT, Implemented Dismantling Strategies for the Reactors in Greifswald and Rheinsberg Nuclear Power Plant, Decommissioning Challenges, Avignon 2013.
- Ralf BORCHARDT, Rückbauprojekt Kernkraftwerk Greifswald, Fachveranstaltung „Stilllegung und Rückbau von Kernkraftwerken in Deutschland“, Essen 2016.

## Abstract

### *Decommissioning and Dismantling of Nuclear Power Plants in Germany*

At the same time when the last commercial nuclear power plants were constructed and commissioned at the end of the 80s, the decommissioning of nuclear facilities already started.

Between 1987 and 1995 the NPP Niederaichbach was the first European NPP to be dismantled completely to a “green-field status”. The NPP Gundremmingen Unit A (KGG-A) was in the process of decommissioning and dismantling as well since 1983. The dismantling was finished in 2005. The NPP Kahl (VAK), the first commercial German NPP, was shut down after 25 years of operation and completely dismantled between 1986 and 2010. The superheated steam reactor Großwelzheim (HDR), which is also located in the Karlstein district, was shut down in 1971 after operating only for a short period of time and demolished in 1998.

With the shut-down of the NPPs Greifswald and Rheinsberg in 1990 the process of decommissioning and dismantling was used in an industrial scale taking commercial boundary conditions into account for the first time. Until then decommissioning and dismantling of NPPs has had the main purpose of testing and improving the procedure.



Abb. 10: Besucherroute im Block 6 des KGR.

With the experiences gained in Rheinsberg and Greifswald and the new findings resulting from the dismantling of the NPPs Würgassen (KWW), Stade (KKS) and Obrigheim (KWO) Germany has unique expertise in the dismantling of power reactors.

This knowledge was amplified in the past by dismantling numerous research reactors on the sites in Karlsruhe, Jülich and Rossendorf. The current decommissioning and dismantling procedures of eight NPPs that were shut down in 2011 and

of the NPP Grafenrheinfeld (KKG) which was shut down in 2015 led to further development and progress in this field.

In the time from late 2017 until the end of 2022 the last German NPPs will be removed from the grid; the necessary knowhow for the dismantling is available.

Based on the representation of temporal decommissioning and dismantling of German NPPs the presentation gives an overview of the main steps in the dismantling process using the example of Greifswald NPP.

<sup>1</sup> <https://www.wikipedia.com>; Begriff Liste der Kernkraftwerke in Deutschland siehe [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_Kernkraftwerke#Deutschland](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Kernkraftwerke#Deutschland) (abgerufen am 05.02.2018).

<sup>2</sup> Siehe <https://www.grs.de/aktuelles/begriff-des-monatsdruckwasserreaktor-dwr> (abgerufen am 05.02.2018).

<sup>3</sup> Siehe <https://www.grs.de/aktuelles/begriff-des-monatsiedewasserreaktor-swr> (abgerufen am 05.02.2018).

<sup>4</sup> Siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/Hochtemperaturreaktor> (abgerufen am 05.02.2018).

<sup>5</sup> BORCHARDT, 25 years experience, 2018.

<sup>6</sup> BORCHARDT, Implemented Dismantling Strategies, 2013.

<sup>7</sup> BORCHARDT, Rückbauprojekt Kernkraftwerk Greifswald, 2016.