

Rückbau-Monitoring 2015

Stand und Perspektiven des Rückbaus von Kernkraftwerken in Deutschland



Ben Wealer, Jan Paul Seidel



Technische Universität Berlin, Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik (WIP)
Bereich Infrastrukturökonomie und -management

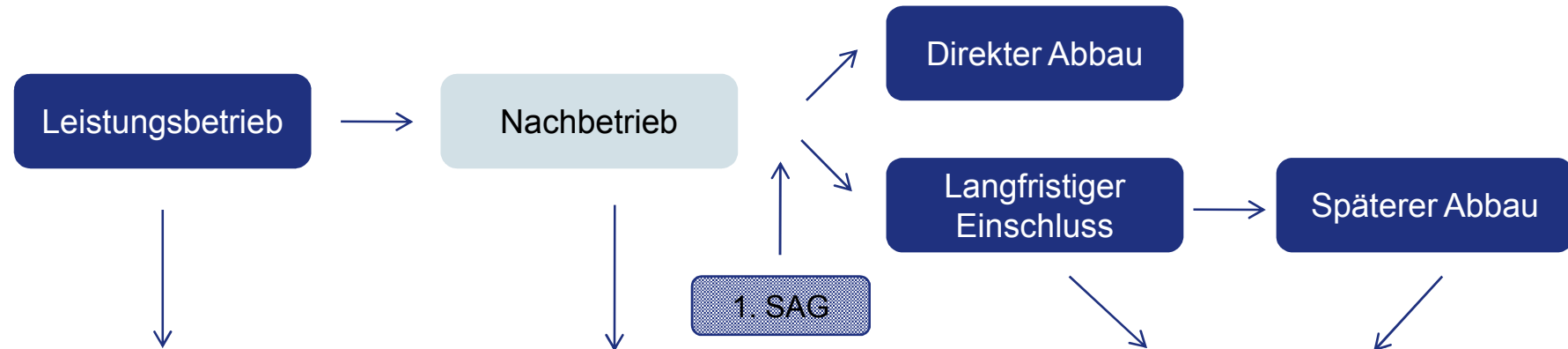
Agenda

- 1. Grundlagen**
- 2. Rückbau-Monitor**
- 3. Marktbeobachtung**
- 4. Fazit und Ausblick**

Grundlagen - Rückbaubeginn

Betriebsphase:

Stilllegungsphasen:



- Einreichen des Antrags für die Genehmigung Stilllegung und Abbau der Anlage durch den Betreiber

- Entladung der Brennelemente
- Beseitigung radioaktiver Abfälle aus der Betriebsphase
- Probenahmen an Systemen und Komponenten
- Anlagen- bzw. Systemdekontamination

- Beginn der eigentlichen Stilllegungsmaßnahmen
- Beseitigung der nuklearen Anlagen am Kraftwerksstandort
- Zwei unterschiedliche Stilllegungsstrategien sowie Hybridkonzept: Rückbau mit Abklinglagerung

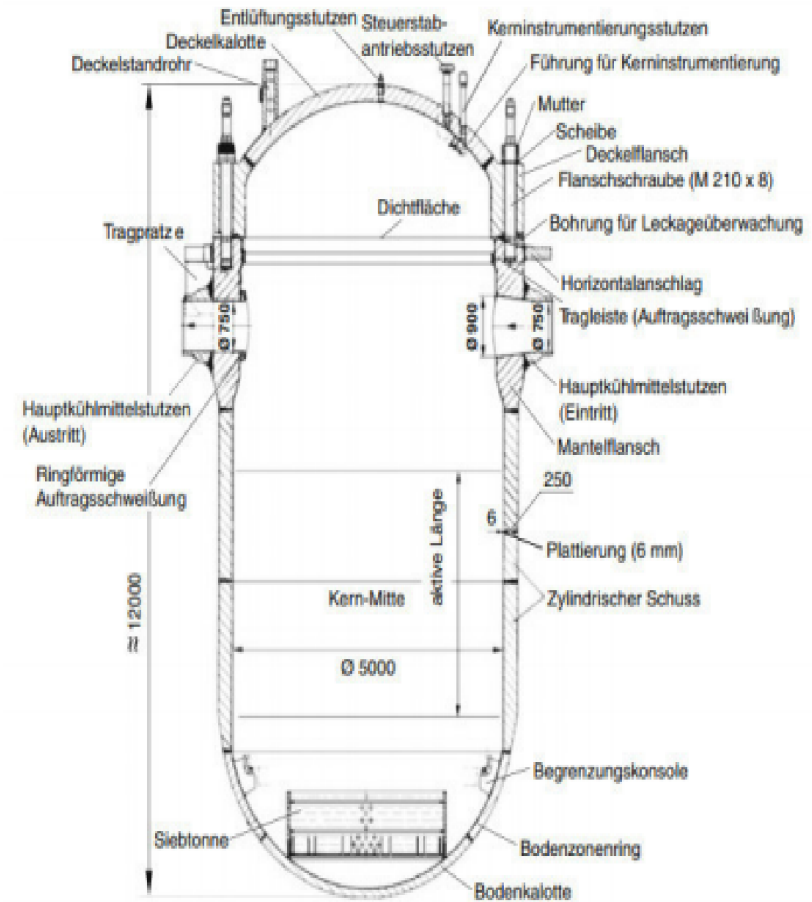
Quelle: Vgl. BMBU (2009)

Grundlagen – Typische Stilllegungsphasen

Der Rückbau erfolgt phasenweise von „außen nach innen“ in 5 Phasen:

- **Phase 1:** Rückbau erster Systeme die in der Stilllegungsphase nicht mehr benötigt werden, sowie Aufbau der Logistik im Kontrollbereich
- **Phase 2:** Rückbau von höher aktivierten Anlagenteilen wie bspw. die Dampferzeuger oder Teile des Primärkühlkreislafs, Vorbereitung des Rückbaus von höher aktivierten Großkomponenten
- **Phase 3:** Rückbauarbeiten im Kontrollbereich, wie bspw. Rückbau des Reaktordruckbehälters oder des Biologischen Schildes
- **Phase 4:** Rückbau der restlichen kontaminierten Anlagenteile, Beseitigung der bis dahin benötigten Teile, wie Kräne und Filtersysteme, und Dekontamination der Gebäudeoberflächen. Mögliche Freigabe des Gebäudes aus dem Geltungsbereich des AtG
- **Phase 5:** konventionelle Nutzung oder Abriss der Gebäude

Reaktordruckbehälter



Quelle: Areva aus Ziegler, A; Allelein, H. (2013, S. 256)

Quelle: Vgl. GRS (2009)

Rückbau – Monitor I/II

8 Kernkraftwerke mit großen Leistungsreaktoren in Stilllegung oder stillgelegt

KKW-Block	Abschaltung	Gesellschafter	Aktueller Stand	Rückbau- beginn	Rückbauende
Lingen	1977	RWE	Seit 1988 im Langfristigen Einschluss	-	-
Gundremmingen A	1977	75% RWE; 25% E.ON	Phase 4	1983	-
Mülheim-Kärlich	1988	RWE	Phase 2	2004	Vrs. bis 2021
Greifswald 1-5	1989-1990	Energiewerke Nord GmbH	Phase 4	1995	-
Rheinsberg	1990	Energiewerke Nord GmbH	Phase 4	1995	Vrs. 2069
Würgassen	1994	E.ON	abgeschlossen	1997	2014
Stade	2003	66,7% E.ON; 33,3% VENE GmbH	Phase 4	2005	Ursprüngl.2015
Obrigheim	2005	EnBW	Phase 3	2008	Vrs. 2020 -2025

- Abgeschlossene Rückbauprojekte: HDR Grosswelzheim (25 MW) (1988-1998), Kernkraftwerk Niederaichbach (110 MW) (1987-1995), VAK Kahl (15 MW) (1988-2010).
- Weitere Kernkraftwerke im Rückbau: MZFR Karlsruhe (57 MW) (Phase 4), THTR-300 (296 MW) (LE), AVR Juelich (13 MW) (2003, in Phase 3), KNK II (21 MW) (1993, in Phase 4).

Quelle: Eigene Darstellung nach Atommuellreport (2015b), Atommuellreport (2015c), Deutscher Bundestag (2011a), IAEA (2015), FZ Juelich (2015), NMUEK (2015b), Schönberger, U. (2013), Thierfeldt, S./Schartmann, F. (2009).

Rückbau – Monitor II/II

9 Kernkraftwerke in der Nachbetriebsphase und Gundremmingen B:

KKW	Gesellschafter	Reaktor typ	BE	SBS	Geplante Kernbrennstofffreiheit	Geplanter Rückbaubeginn	Rückbaudauer
Biblis A	RWE	DWR	440	59	2016	-	Vrs. 20 Jahre
Biblis B	RWE	DWR	506	235	2017	-	Vrs. 20 Jahre
Brunsbüttel	66,6% VENE; 33,3% E.ON	SWR	517	12	2017	2017	Vrs. 10-15 Jahre
Grafenrheinfeld	E.ON	DWR	597		-	-	-
Gundremmingen B	75% RWE; 25% E.ON	SWR	3008		-	-	-
Isar 1	E.ON	SWR	1734	44	2018	-	Vrs. 10 Jahre
Krömmel	50% VENE; 50% E.ON	SWR	1094	62	-	2019/2020	Vrs. 10-15 Jahre
Neckarwestheim 1	98,45% EnBW	DWR	347	84	2017	-	Mindestens 15 Jahre
Philippsburg 1	98,45% EnBW	SWR	886	29	2017	-	Voraussichtl. 15 bis 20 Jahre
Unterweser	E.ON	DWR	413	77	2019/2020	-	Voraussichtl. bis 2025

- KKW Gundremmingen B, das nach dem Zeitplan der 13. Novelle des AtG als nächstes, im Jahr 2017, abgeschaltet wird, hat ebenfalls den Antrag für die 1. SAG gestellt.

Quelle: Eigene Darstellung Deutscher Bundestag (2014b), Deutscher Bundestag (2015a), IAEA (2015), MUKEBW (2015b), Schönberger, U. (2013), (2015), Vattenfall (2015a), Vattenfall (2015b)

Mögliche Hindernisse für einen zeitnahen Rückbau I/II

- **Kernbrennstofffreiheit:** Die Möglichkeit vorhandener Kernbrennstoffe in der Anlage, wird in den Anträgen auf Stilllegung vermerkt.
 - Kernbrennstofffreiheit: Das Entfernen der BE aus dem Reaktorkern sowie dem Lagerbecken und anschließende Zwischenlagerung in Transport- und Lagerbehältern im standortnahen Zwischenlager.
 - Faktoren von denen die Herbeiführung der Kernbrennstofffreiheit abhängt: Abbrand der BE, Mindestabklingzeit und Verfügbarkeit von Behältern.
- **Sonderbrennstäbe:** dichte oder undichte Brennstäbe, Brennstababschnitte, loser Brennstoff, bestrahlte oder unbestrahlte Brennelemente - in großer Zahl durch das ungeplante Abschalten der Reaktoren im Jahr 2011 entstanden.
- Bedingungen zur Überführung der BE in das Trockenlager: standortnahes Zwischenlager und ausreichende Anzahl an Transport- und Lagerbehälter.
- **Standortnahes Zwischenlager:** Nach erfolgreicher Klage eines Anwohners hat das OVG Schleswig im Juni 2013 dem Zwischenlager am Standort Brunsbüttel die Genehmigung entzogen. Die Auswirkungen auf die anderen 49 ZWL-Genehmigungen werden derzeit geprüft.

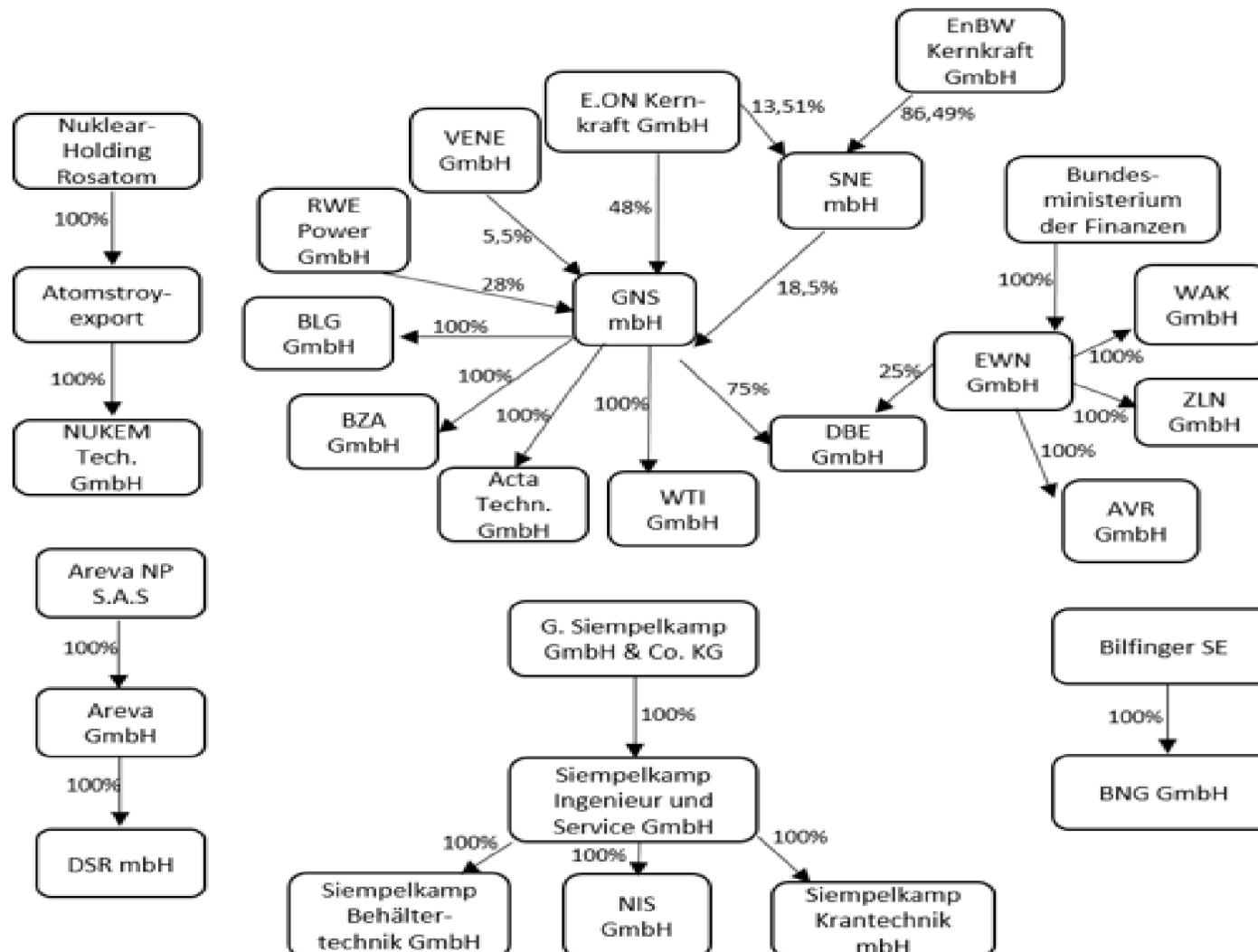
Mögliche Hindernisse für einen zeitnahen Rückbau II/II

- **Transport- und Lagerbehälter:**
 - Produktion ist laut GNS sichergestellt (Steigerung von 50 auf 80 Castoren p.a.)
 - Vorrangbelieferung der KKW, die noch im Betrieb sind.
 - Sonderbrennstäbe erfordern eine Nachrüstung der Castoren mit Köchern. Für den Castor V/19 (DWR) gibt es ein Pilotverfahren in Biblis - die Genehmigungsunterlagen liegen dem BfS jedoch nicht vollständig vor. Für 147 SBS aus SWR (Castor V/52) ist eine derzeitige Beladung in Köcher weder beantragt noch zugelassen.
- **Inbetriebnahme Schacht Konrad** (vrs. 2022).
- Erheblicher **Genehmigungsaufwand** für die Landesbehörden, Bearbeitungszeit beträgt aktuell 5 Jahre.
- **Fazit: Die Abschaltung der Anlagen erfolgte zum Teil ohne Vorplanung und entsprechende Vorbereitung (sehr viele wenig abgebrannte BE im RDB und NL), es ist fraglich ob die Lagerbehälter ausreichend zur Verfügung stehen, somit ist der Abtransport in ein ZWL kurzfristig nicht möglich, Umrüstung des DWR Castors V/19 nicht vollständig beantragt, Umrüstung des SWR Castors V/52 noch nicht beantragt.**

Quelle: Vgl. Bundestag (2015a, 2. 6 ff.). & Deutscher Bundestag (2014a, S. 4).

Marktbeobachtung I/IV

Spezialisierte Rückbauunternehmen und ihre Verflechtungen



Quelle: Eigene Darstellung

Jan Seidel, Ben Wealer
TU Berlin - Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik (WIP)

Marktbeobachtung II/IV

Spezialisierte Rückbauunternehmen

Energiewerke Nord GmbH (EWN GmbH)

- bundeseigenes Rückbauunternehmen (Gesellschafter Finanzministerium)
- gegründet für Rückbau in Greifswald und Rheinsberg, Betrieb des Zwischenlager Nord (ZLN), Rückbau der Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe und AVR Jülich
- Mit 25 % an der DBE GmbH beteiligt.
- Dienstleistungen für Dritte z.B. aktiv in Phase 2 & 3 im KKW Obrigheim – 2 Dampferzeuger im ZLN

GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH (GNS)

- Gesellschafter sind die 4 großen EVU
- Mit 75 % an der DBE GmbH beteiligt
- Konditionierung, Verpackung, Transport, Zwischen- und Endlagerung, Produktion der Castoren, einzige „Heiße Zelle“ in Gorleben
- u.a. Transport von 4 Dampferzeugern aus Stade nach Schweden

NUKEM Technologies GmbH

- 100%ige Tochtergesellschaft der russischen Atomstroyexport
- Breites Leistungsspektrum z.B. Auslegung, Lieferung und Inbetriebnahme von kompletten Abfallbehandlungszentren
- erstes deutsches KKW-Rückbauprojekt (VR Kahl), u.a. Phase 3 Gundremmingen A

Quelle: Vgl. Bundestag (2010, S.4 ff.), Marlies, P (2011, S. 163 ff.), Scheffler, B. (2011, S. 176 ff.) & GNS (2015b)

Marktbeobachtung III/IV

Spezialisierte Rückbauunternehmen

Areva GmbH

- 100%ige Tochter der Areva NP S.A.S. in Frankreich
- U.a. tätig Phase 3 in Stade und Würgassen (RDB-Einbauten). Seit 2013 in direkter Konkurrenz zu GNS: Großauftrag für 79 Brennelement-Lagerbehälter (TN 24 E)

Siempelkamp Ingenieur und Service GmbH

- Leistungsspektrum: Projektmanagement und Durchführung von Rückbaumaßnahmen, Lieferung von Einrichtungen für den Rückbau sowie den entsprechenden Werkzeugen
- Schmelzanlage CARLA, Castoren & Mosaik für GNS, tätig in Würgassen und Mühlheim-Kärlich

NIS Ingenieurgesellschaft GmbH (NIS)

- Leistungsspektrum: Planung, Durchführung, Lieferung von Zerlegewerkzeugen
- Tätig u.a. in Phase 3 in Stade (RDB), Phase 1 Biblis A
- anlagenspezifische Studie zur Stilllegung der KKW (2000) dient dem BMU als Referenzstudie

Babcock Noell GmbH

- 100%iges Tochterunternehmen der Bilfinger SE
- U.a. tätig in Phase 2 in Obrigheim zusammen mit EWN

Quelle: Siempelkamp (2014), Loeb, Andreas (2011), Truetsch, B., Deutscher Bundestag (2012, S.5), Babcock Noell GmbH (2015), EnBW Kernkraft GmbH (2012).

Fazit - Marktbeobachtung IV/IV

Spezifische Tätigkeiten:

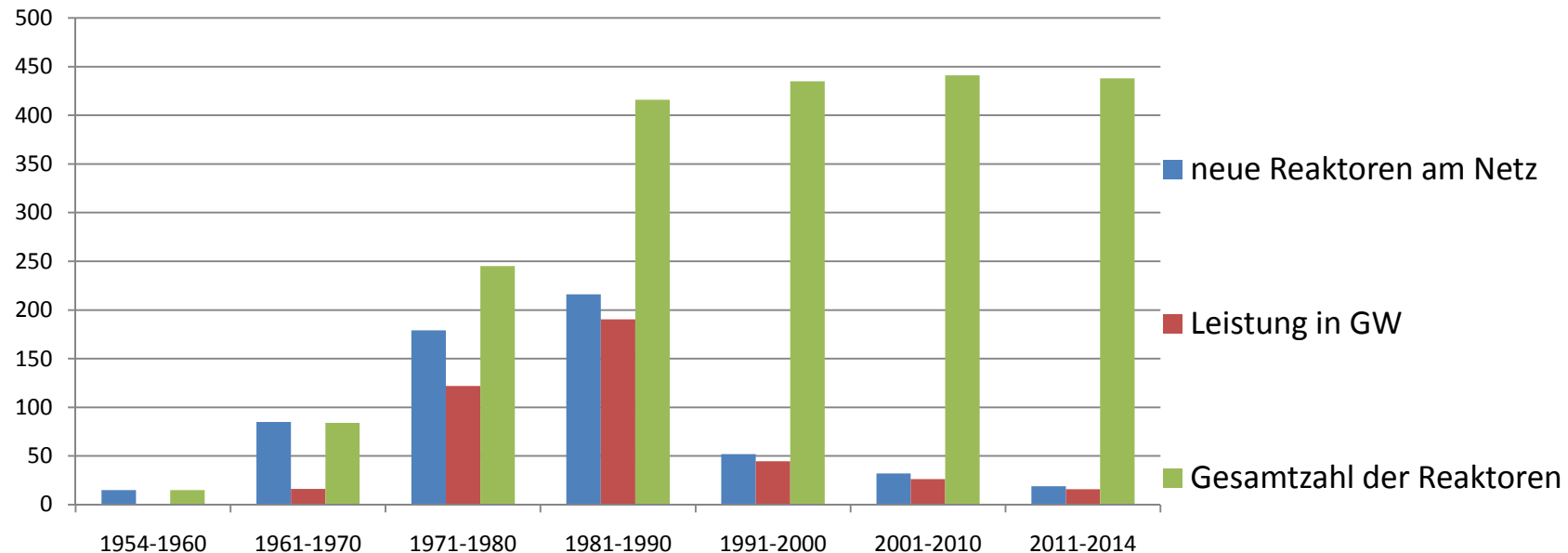
- **Spezialunternehmen** sind hauptsächlich in der Phase 3 aktiv.
- **Zerlegung des RDB** und seiner Einbauten ist wegen hoher Anforderungen an Strahlenschutz und Abbau- und Zerlegeverfahren die komplexeste und spezifischste Aufgabe im Rückbauprozess.
- **Anspruchsvolle Planung** vor Demontagebeginn: Beispiel KKW Stade - fast alle in Phase 3 eingesetzten Werkzeuge mussten neu gefertigt werden.
- **Denkbare Synergieeffekte:** Betreiber lässt gesamten Kraftwerkspark von einem Anbieter zurückbauen. Möglicher positiver Effekt auf die Rückbaudauer und –kosten durch anlagenspezifisches Know-How, lessons learned und bereits gefertigte Werkzeuge.
- **Auf Abfall spezialisierte Unternehmen** werden phasenübergreifend benötigt.
- **Dekontaminationsarbeiten** in Phase 2 und 4 sowie **Freimessung** in Phase 4 muss ebenfalls von Spezialfirmen erledigt werden.

Restliche Arbeiten:

- Die restlichen beobachtbaren Arbeiten wie der Abbau von nicht kontaminierten Anlagenteilen oder Gebäudestrukturen kann von, nicht auf Nukleardienstleistungen spezialisierten, Firmen angeboten werden.

Ausblick - Rückbaubedarf weltweit

Entwicklung der weltweiten Kernkraft



- Rückbau ist unabhängig vom deutschen Atomausstieg und wird weltweit benötigt.
- Bislang 110 kommerzielle Kernreaktoren und 250 Forschungsreaktoren stillgelegt.
- Ca. 430 Leistungsreaktoren sind derzeit im Betrieb. Ein Großteil davon stammt aus den 1970er und 1980er Jahren.
- Für die nächsten Jahre und Jahrzehnte ist weltweit mit einem riesigen Rückbaubedarf zu rechnen.

Vielen Dank!

Kontakt Daten:

Ben Wealer: ben_wealer@mailbox.tu-berlin.de
Jan Paul Seidel: janpaulseidel@gmail.com

Quellenverzeichnis:

Areva GmbH (2013): Areva unterzeichnet Großaufträge zur Lieferung von Brennelement-Lagerbehältern; Online abrufbar unter: <http://de.areva.com/DE/areva-deutschland-2007/presseinformationen-deutsche-region.html>, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 17:07 Uhr.

Areva GmbH (2015a): Areva wins new contract for Würgassen Decommissioning Project; online abrufbar unter: www.areva.com/EN/news-7150/areva-wins-new-contract-for-wrgassen-decommissioning-project.html, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 13:33 Uhr.

Areva GmbH (2015b): Areva erhält Auftrag zur Zerlegung von Brennelementen; Online abrufbar unter: <http://de.areva.com/DE/areva-deutschland-2517/presseinformationen-deutsche-region.html>, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 13:35 Uhr.

Atommuellreport (2015b): Daten zum AKW Würgassen; online abrufbar unter: <http://www.atommuellreport.de/daten/akw-wuergassen.html>, zuletzt besucht am 02.11.2015 um 09:29 Uhr.

Atommuellreport (2015c): Daten zum AKW Obrigheim; online abrufbar unter: <http://www.atommuellreport.de/daten/akw-obrigheim.html>, zuletzt besucht am 02.11.2015 um 09:29 Uhr.

Quellenverzeichnis:

Babcock Noell GmbH (2015): Unternehmensprofil Babcock Noell GmbH; Online abrufbar unter: <http://www.bilfinger.com/leistungen/energie/power/babcock-noell/>, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 13:37 Uhr.

BfS – Bundesamt für Strahlenschutz (2015): Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2014. Hgg. v. Bundesamt für Strahlenschutz. Salzgitter.

BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009): Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach §7 des Atomgesetzes. BAnz 2009, Nr. 162a, vom 26.06.2009.

Brüggemann, Pascal (2009): Trends bei der Rückbauplanung und den verwendeten Schneidverfahren. In: atw – Internationale Zeitschrift für Kernenergie 54 (8/9), August/September 2009, S. 520-523.

Deutscher Bundestag (2010): BT-Drucksache 17/4009 – Atommüll – Zwischenlager Nord, Teil 1. Hgg. v. Deutschen Bundestag, 17. Wahlperiode. Berlin

Deutscher Bundestag (2011a): BT-Drucksache 17/7607 - Atomkraftwerk Rheinsberg und atomare Abfälle. . Hgg. v. Deutschen Bundestag, 17. Wahlperiode. Berlin.

Deutscher Bundestag (2011b): BT-Drucksache 17/4575 – Atommüll – Zwischenlager Nord, Teil 2. . Hgg. v. Deutschen Bundestag, 17. Wahlperiode. Berlin.

Quellenverzeichnis:

Deutscher Bundestag (2012): BT-Drucksache 17/11944 – Rückbau von Atomkraftwerken – Sachstand und Marktsituation. Hgg. V. Deutschen Bundestag, 17. Wahlperiode. Berlin.

Deutscher Bundestag (2014): BT-Drucksache 18/444 - Verfügbarkeit und Zulassungssituation von Transport- und Lagerbehältern für abgebrannte Brennelemente aus Atomkraftwerken. Hgg. v. Deutschen Bundestag, 18. Wahlperiode. Berlin.

Deutscher Bundestag (2015a): BT-Drucksache 18/4887 - Kernbrennstofffreiheit und Rückbau der im Jahr 2011 endgültig abgeschalteten Atomkraftwerke und des Atomkraftwerks Grafenrheinfeld. Hgg. v. Deutschen Bundestag, 18. Wahlperiode. Berlin.

Deutscher Bundestag (2015b): BT-Drucksache 18/4291 - Stilllegung und Rückbau des Atomkraftwerks Isar1/Ohu und Umgang mit hochradioaktiven Brennelementen. Hgg. v. Deutschen Bundestag, 18. Wahlperiode. Berlin.

EnBW Kernkraft GmbH (2012): Decommissioning and Dismantling of NPP Obrigheim; online abrufbar unter:
http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/073/45073431.pdf, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 13:42 Uhr.

Quellenverzeichnis:

FZ Juelich (2015) - Fragen und Antworten zum Rückbau des Jülicher AVR-Reaktors; online abrufbar unter: http://www.fz-juelich.de/portal/DE/UeberUns/selbstverstaendnis-verantwortung/avr/FAQ_AVR/_node.html#faq928938, zuletzt besucht am 29.10.2015 um 16:02 Uhr.

GNS – Gesellschaft für Nuklear Service GmbH (2015a): Gesellschafter und Beteiligungen: Onlineabrufbar unter: <http://www.gns.de/language=de/15743/gesellschaftler-und-beteiligungen>, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 13:45 Uhr.

GNS – Gesellschaft für Nuklear Service GmbH (2015b): Referenzen: Online abrufbar unter: <http://www.gns.de/language=de/24044/referenzenh>, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 13:47 Uhr.

GRS - Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (2012): Decommissioning of Nuclear Facilities. Hg. Von GRS mbH. Köln.

GRS - Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (2012): Decommissioning of Nuclear Facilities. Hg. Von GRS mbH. Köln.

Quellenverzeichnis:

GRS - Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (2015): Auswertung der Betriebserfahrung zu Anlagen im Nachbetrieb –Fachgespräch 2015; Online abrufbar unter: http://www.grs.de/sites/default/files/pdf/5_grs_fachgespraech_2015_maqua.pdf , zuletzt besucht am 24.09.2015 um 9:45 Uhr.

IAEA – International Atomic Energy Agency (2014a): Country Nuclear Power Profiles: United States of America; Online abrufbar unter: <https://cnpp.iaea.org/countryprofiles/UnitedStatesofAmerica/UnitedStatesofAmerica.htm>, zuletzt besucht am 28.09.2015 um 17:37 Uhr.

IAEA – International Atomic Energy Agency (2015): Country Statistics in Germany, online abrufbar unter: <https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=DE>, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 17:50 Uhr.

MUKEBW - Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

(2015b): Stenografisches Wortprotokoll zum Erörterungstermin im Rahmen des atomr echtlichen Genehmigungsverfahrens zur Stilllegung und zum Abbau von Anlagenteilen des KernkraftwerksNeckarwestheim Block 1 (GKN I); online abrufbar unter: http://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/3_Umwelt/Kernenergie/Aktuelle_Informationen/Aktuelle_Meldungen/150616_BW_EOET_Neckarwestheim_Tag1.pdf; zuletzt besucht am 29.10.2015 um 16:00 Uhr.

Quellenverzeichnis:

NDA- Nuclear Deommissioning Authority (2015a): Explaining Nuclear Provision, Online

abrufbar unter: <http://www.nda.gov.uk/2015/02/explaining-the-nuclear-provision/> zuletzt besucht am 25.09.2015 um 14:34 Uhr.

NDA- Nuclear Deommissioning Authority (2015b): What we do, Online abrufbar unter:

<http://www.nda.gov.uk/what-we-do/>, zuletzt besucht am 25.09.2015 um 14:37 Uhr.

NEA – Nuclear Energy Association (2010): Radioactive Waste Management and Decommissioning

in Finland; OECD – NEA NFL – Nuclear Liability Fund (2014): Annual report and Accounts for the year ended 31 March 2014, Online abrufbar unter: http://nlf.uk.net/reports_accounts/2013-14.pdf, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 12:00 Uhr.

NMUEK (2015b) - Sachstandinformationen zum Kernkraftwerk Stade; Online abrufbar unter:

http://www.umwelt.niedersachsen.de/atomaufsicht/kerntechnischeanlagen/stillgelegte_anlagen/kernkraftwerk_stade/sachstandsinformation-zum-kernkraftwerk-stade-8850.html, zuletzt besucht am: 29.01.2015 um 09:06 Uhr.

Schönberger, Ursula (2013) - Atommüll - eine Bestandsaufnahme für die Bundesrepublik Deutschland.

Atommüllkonferenz c/o Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V., Salzgitter.

Quellenverzeichnis:

Scheffler, Beate (2011): Innovative Lösungen rund um nukleares Engineering. In: atw Internationale Zeitschrift für Kernenergie 56 (3), März 2011, S. 176-179.

Schmitz, Andreas, Knoll Peter (2009): Rückbau der Reaktorbehälter-Einbauten im Kernkraftwerk Stade – Ein weiterer Meilenstein auf dem Weg zur grünen Wiese ist realisiert. In: atw - Internationale Zeitschrift für Kernenergie 54 (8/9), August/September 2009, S. 514-518.

World Nuclear Association (2015a): Nuclear Decommissioning: Decommission nuclear facilities; Online abrufbar unter <http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Nuclear-Wastes/Decommissioning-Nuclear-Facilities/>, zuletzt besucht am 28.08.2015 um 15:34 Uhr,

World Nuclear Association (2015b): US Nuclear Power Policy; Online abrufbar unter: <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/USA--Nuclear-Power-Policy/>, zuletzt besucht am 29.09.2015 um 14:23 Uhr.

World Nuclear Association (2015c): Nuclear Power in Finland; Online abrufbar unter: <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/Finland/>, zuletzt besucht am 29.09.2015 um 11:20 Uhr.

Thierfeldt, S./ Schartmann, F. (2009): Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen. Erfahrungen und Perspektiven. Brenk Systemplanung, Aachen. 3. neu bearbeitete Auflage. Hgg. v. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Aachen.

Quellenverzeichnis:

Vattenfall (2015a): FAQ Brunsbüttel; Online abrufbar unter:

<http://perspektive-brunsbuettel.de/service/faq/>, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 11:03 Uhr.

Vattenfall (2015b): FAQ Krümmel; Online abrufbar unter:

<http://perspektive-kruemmel.de/service/faq/>, zuletzt besucht am 30.09.2015 um 11:05 Uhr.

World Nuclear Association (2015d): Nuclear Power in United Kingdom; Online abrufbar unter:

<http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/United-Kingdom/>, zuletzt besucht am 29.09.2015 um 11:30 Uhr.

World Nuclear Association (2015e): Nuclear Power in Switzerland; Online abrufbar unter:

<http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-O-S/Switzerland/>, zuletzt besucht am 29.09.2015 um 11:45 Uhr.

Ziegler, A.; Allelein, H. (2013, S. 255): Reaktortechnik – Physikalisch-technische Grundlagen.

Springer Vieweg. 2. Neu bearbeitete Auflage. Berlin.