

## RÜCKBAU DER KERNKRAFT



© Michael Bokelmann

## INTRO

## Spezialisten für den Abriss

Die Atomenergie ist global keineswegs auf dem Rückzug. Und die Tatsache, dass Deutschland aussteigt, bedeutet nicht, dass Ingenieure in diesem Bereich künftig Arbeitslosigkeit oder geringe Bezahlung zu befürchten hätten. Denn Verfahrenstechniker, Bau- und Strahlenschutzingenieure werden sowohl beim Aufbau als auch beim zeit- und technikaufwändigen Rückbau von Kernkraftwerken benötigt. Als die Atomgesetznovelle 2011 in Kraft trat, waren in Deutschland noch neun Kernkraftwerke in Betrieb. Weltweit waren 2015 430 Kernkraftwerke am Netz (Spitzenreiter USA mit 99, gefolgt von Frankreich mit 58). Die meisten neuen AKWs werden derzeit in China gebaut.

## RÜCKBAU DER KERNKRAFT

## Perspektive Atomausstieg

Rückbau klingt wie das Eingeständnis eines Irrtums oder der Euphemismus eines Unfalls. In der Regel entscheidet man sich schließlich für den Ingenieurberuf, um konstruktiv etwas aufzubauen, neue Techniken zu entwickeln und damit womöglich neue Standards zu setzen. Für die Atomenergie gibt es, seit die deutsche Bundesregierung angesichts der Atomkatastrophe von Fukushima im Jahr 2011 die Wende in der Energiepolitik einleitete, hierzulande keine Zukunftsperspektive mehr. Also alle Kernkraftwerke auf den Schrotthaufen der Technikgeschichte und auf zu neuen Ufern der Wind- und Solarenergie? So einfach ist es leider nicht. Selbst wenn 2022 das letzte der derzeit noch acht aktiven deutschen

AKWs vom Netz geht, wird uns die Entsorgung der Meiler noch Jahrzehnte beschäftigen. Ein Rückbau dauert mindestens zehn Jahre, oft erheblich länger.

Denn ein Kernkraftwerk kann man nicht einfach abreißen. Es gibt in Deutschland zwei Möglichkeiten: den Rückbau nach sicherem Einschluss und den direkten Rückbau. Auch letzterer braucht seine Zeit. Zunächst liegen die Brennelemente fünf bis sieben Jahre lang in einem Abklingbecken. Danach werden sie, in Castoren eingeschlossen, weitere 40 Jahre zwischengelagert. Verstrahlte Bauteile werden vor Ort mithilfe von Robotern aufwändig zerlegt und teilweise gereinigt. Rund drei Prozent strahlen dann immer noch so sehr, dass sie

weiter auf S. 2

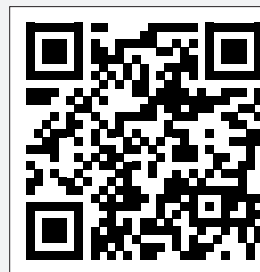
## PORTRÄT

## Viel Aufwand im Abbau

Seit 2011 wird das Kernkraftwerk Biblis zurückgebaut. Laura Karduck arbeitet dort als Strahlenschutzingenieurin und meistert nicht nur die vielen technischen Herausforderungen, sondern auch einen Haufen Papierkram. **weiter auf S. 2–4**



© Michael Bokelmann



## MOBIL UND DIGITAL

## kompakt als App abonnieren

**kompakt** kann man sich auch mit vielen Zusatzinfos und Filmen als App fürs Tablet abonnieren. Einfach den QR-Code scannen oder unter [s.think-ing.de/kompakt-digital](http://s.think-ing.de/kompakt-digital) dem Link zum entsprechenden Store folgen.

in einem Atommülllager sicher verstaut werden müssen. Rückbau nach Einschluss bedeutet lediglich, dass das AKW zunächst gut eingepackt wird, zum Beispiel unter einer Betonhülle, sodass keine Radioaktivität in die Biosphäre entweichen kann. Erst mehrere Jahrzehnte später wird es abgebaut. Dann ist die radioaktive Strahlung im Inneren des Kraftwerks schon zu einem guten Teil abgeklungen.

Vorteil: die Anlage kann nach Ablauf der Frist mit wesentlich geringerem Aufwand zurückgebaut werden. Kühlung und Sicherheitsvorkehrungen müssen allerdings während der gesamten Zeit weiterlaufen.



Kernkraftwerk Obrigheim: Das leere Brennelementlagerbecken wird während des Rückbaus zum Zerlegebereich

Damit ein Bauteil wieder dem Wertstoffkreislauf zugeführt werden kann, muss es einige Prozeduren über sich ergehen lassen: auf Demontage, Zerlegung und Zerkleinerung folgt die Reinigung mit Wasser, Sand- und Stahlkugelstrahlern. Überschreitet die Strahlung des Bauteils dann immer noch die Grenzwerte, kommt es zurück in die Dekontamination und muss den Kreislauf noch einmal durchlaufen.

In Deutschland hat man bereits Erfahrung mit beiden Rückbauverfahren. Der direkte Rückbau des Kernkraftwerks Greifswald, dem größten der ehemaligen DDR, dauerte fast 20 Jahre und kostete den Staat rund vier Milliarden Euro. Das Kernkraftwerk Stade (KKS) bei Hamburg wird voraussichtlich 13 Jahre nach Betriebsende verschwunden sein. Beim Kernkraftwerk in Hamm-Uentrop soll der Rückbau nach Einschluss 2045 erfolgen. In diesen Fällen tragen allerdings die Betreiber der Kernkraftwerke die Kosten des Rückbaus selbst. Wo der Atommüll am Ende landen wird, ist weiterhin unklar. Die Endlagerfrage sorgt immer wieder für politischen Zündstoff und ist noch lange nicht entschieden.



Laura Karduck auf dem Dach des Verwaltungsgebäudes des Kernkraftwerks Biblis. Von dort oben hat sie einen guten Überblick über das gesamte oder Mülheim-Kärlich mitunter schon seit Jahrzehnten zurückgebaut werden, steht Biblis noch ganz am Anfang der Stilllegungs-Zeitrechnung. A

## DER RÜCKBAU DES KERNKRAFTWERKS BIBLIS Viel Aufwand im Abbau

Kurz nach ihrem Start als Strahlenschutzingenieurin im Kernkraftwerk Biblis wirbelte ein Ereignis im fernen Japan für Laura Karduck ihre beruflichen Aufgaben durcheinander.

Das Reaktorunglück in Fukushima 2011 sorgte für den Ausstieg aus der Kernenergie in Deutschland. Für die Ingenieurin führte diese politische Entscheidung zu einer Umpriorisierung bezüglich ihrer Aufgaben: von der Arbeit im laufenden Betrieb zur Überwachung der Sicherheit während des Abbaus.

Nichts deutet darauf hin, wie viel Energie hier immer noch schlummert. Stattdessen zwitschern die Vögel um die Wette und nach dem jüngsten Regenguss duftet die Erde ums Kraftwerk mild würzig. Schließlich steht Biblis inmitten grüner Wiesen und Felder. Ob es in der kernenergiearmen Zukunft selbst wieder Wiese und weites Feld wird, hängt davon ab, ob die problemlosen Gebäude später umgenutzt werden oder ob wirklich auch der letzte Stein abgetragen wird. Wie dem auch sei: das Moratorium führte 2011 binnen Monaten dazu, dass das Kernkraftwerk seine



Laura Karduck mit Ihrem Kollegen Berthold Kunkel vor der Zonenkarte, die die Umgebung rund um das Kernkraftwerk Biblis in Gebiete einteilt, die durch regelmäßige Messungen überwacht werden





Kraftwerksgelände. Während andere Kernkraftwerke wie Grundremmingen er der Ausblick steht fest: Biblis wird nie mehr Strom produzieren.

die alte Lagerhalle nebenan. Zu komplex sind die einzelnen Systeme miteinander verflochten, wobei die radiologische Kontamination nur einer von vielen Sonderpunkten ist. Also setzt hier natürlich kein Arbeiter den Schweißbrenner zur Demontage an, bevor nicht 100%ig klar ist, wie man wo am sinnvollsten anfängt. Immerhin: In Biblis hat man sich für den direkten Abbau entschieden, der nach der Abschaltung in den sogenannten Nachbetrieb mündet (siehe Kastentext). Der vollmundige Rückbau beginnt also am Schreibtisch und fordert daher nicht nur technischen Sachverstand, sondern auch viel Kommunikation und Teamwork.

### Nachher ist vorher

So kommt es, dass die Strahlenschutzingenieurin Laura Karduck in diesem zwischenweltlichen Stadium weiterhin chemische Prozesse überwacht, wenngleich in geringerem Umfang. Mittlerweile gehört die 31-jährige gelernte Wirtschaftschemikerin zur Gruppe Strahlen- und Umweltschutz und ist damit als Abfall- und Gewässerbeauftragte für den Standort Biblis zuständig.

Diese Routineaufgaben stellen den räumlich äußersten Teil der permanenten Überwachung dar und beweisen kontinuierlich, dass im Idealfall eben keine Aktivität ausgetreten ist. Damit ist sie so etwas wie ein Außensensor des untergehenden Standortes. Und das mit einem lachenden und einem weinenden Auge: „Menschen mit Strom zu versorgen, ist ein Ziel, mit dem ich mich wirklich identifizieren konnte“, sagt die junge Ingenieurin. „Der Rückbau geht hingegen in die andere Richtung, ist aber dennoch eine besonders spannende Herausforderung, weil unendlich viele Dinge koordiniert werden müssen, sowohl administrativ als auch technisch.“

### Neubau für den Rückbau

Es ist eine sonderbare Szenerie. Das Werk steht auch im vierten Jahr nach dem Auscheinbar unverändert da. Die Mitarbeiter gehen ihrer Arbeit nach, die Brennstäbe sind nach wie vor existent. Und natürlich werden auch die Wasserversorgung, Lüftungs- und Filteranlagen, Abfallbehandlung, Hebezeuge und vieles mehr im Nachbetrieb wie im Leistungsbetrieb benötigt. Mitunter müssen

Versorgungssysteme sogar neu errichtet werden. „Wir haben viele Systeme, die für die nahe Zukunft total überdimensioniert sind. Konnten unsere Brunnenpumpen früher in einer Stunde 80 Kubikmeter vollentsalztes Wasser auf zwei Wasserstraßen fördern, benötigen wir heute drei Kubikmeter am Tag“, erklärt Karduck. „So ein geringer Output ist mit der alten Anlage schlichtweg ineffizient.“ Ein Sportwagen ist eben nicht für die Schrittgeschwindigkeit gebaut. Und während die Verwaltungsbüros früher mit dem selbst erzeugten Strom geheizt wurden, sorgt ab dem Winter 2015/2016 eine klassische Gasheizung für mollige Wärme im Büro. Es klingt zunächst paradox, aber tatsächlich ist der Rückbau auch ein Aufbau. Karduck und ihre Ingenieurkollegen schließen die Planung bald ab, und dann geht's erst wirklich los. Die Kollegen des rheinland-pfälzischen Kernkraftwerks Mülheim-Kärlich

Erlaubnis zum Leistungsbetrieb verlor, wie es formvollendet heißt. Zwar war der Off-Knopf in Biblis so schnell gedrückt wie der eines Fernsehers, die eigentliche Stilllegung dauert aber Jahrzehnte.

### Gigantomanie

Biblis wurde 1975 in Betrieb genommen und hat in dieser Zeit 512 Terawattstunden Strom erzeugt. So viel wie ganz Deutschland in einem Jahr benötigt, Haushalte, Industrie, Gewerbe und Verkehr zusammengerechnet. Natürlich, die Energie eines Kernkraftwerks ist exorbitant. Die Idee ein Segen, die Gefahren ein Fluch. Wie klaffend eben diese Ambivalenz ist, bemerkt man nicht nur beim Betreten des Kraftwerks. Das Sicherheitspersonal führt eine flughafenähnliche Besucherkontrolle durch. Röntgengeräte durchleuchten das Gepäck. Metalltore öffnen sich auf Knopfdruck. Die Sicherheitsschleuse trägt ihren Namen zu Recht. Und auch die Mitarbeiter im Kraftwerk müssen jeden Tag hier durch. Ein Kernkraftwerk ist eben keine Bäckerei.

### Das Danach

Der Sicherheit galt im Leistungsbetrieb die höchste Priorität, und dieser Anspruch hält sich auch im Nachbetrieb. Man kann einen Atommeiler nicht einfach niederreißen wie



Das Atomgesetz dient nicht nur als Rechtsgrundlage für den Betrieb von Kernkraftwerken, sondern regelt auch die geordnete Abschaltung und Stilllegung des Werks

„Im Grunde ist das kein unmittelbar kerntechnisches Thema, weil alle großen Industrieunternehmen ähnliche Überwachungsmaßnahmen durchführen“, sagt Karduck.

haben es längst vorgemacht. Aber dort hat der Rückbau ja auch bereits 2001 begonnen. Und auch dort brennt noch lange das Licht.

## Vom Kernkraftwerk zur grünen Wiese

### Zwei Rückbau-Varianten

Für den Rückbau gibt es zwei Varianten: den Direkten Abbau und den Sicherem Einschluss.

#### Direkter Abbau

Das Kernkraftwerk wird direkt nach dem Leistungsbetrieb demontiert. Die Vorteile: es sind noch erfahrene Techniker und Ingenieure in der Anlage, die den Rückbau beschleunigen können; zudem puffert ihre fortgeführte Anstellung wirtschaftliche und soziale Folgen für die Region ab.

#### Sicherer Einschluss

Nachdem ein Betreiber ein Kraftwerk abschaltet, lässt er es für mehrere Jahrzehnte ruhen. Der Vorteil: in dieser Zeit nimmt die Radioaktivität der Anlage ab. Der spätere Rückbau ist somit leichter.

### Vier Rückbauphasen

Tatsächlich gibt es keine Allroundlösung, um Kernkraftwerke rückzubauen, stattdessen wird jede Anlage nach einem für sie optimierten Vorgehen stillgelegt. Grundsätzlich kann man den Rückbau aber folgendermaßen strukturieren:

Im *Nachbetrieb* werden Arbeiten durchgeführt, die auch im Leistungsbetrieb zulässig sind. Zum Beispiel werden die Brennstäbe aus dem Reaktor gehoben oder für den Rückbau irrelevante Teile der nichtnuklearen Anlage abgerissen. Anschließend geht ein Kraftwerk in den *Restbetrieb* über, der grob in vier Phasen untergliedert ist. Phasen, die je nach Kraftwerktyp und Kraftwerk in unterschiedlicher Reihenfolge erfolgen oder auch ineinander übergehen können.

**Phase 1:** Die nicht mehr benötigten Systeme im nuklearen Bereich werden abgebaut, um Platz für Arbeiten zu schaffen, die mehr Raum benötigen.

**Phase 2:** Dampferzeuger, Kühlmittelrohre und Pumpen werden entfernt.

**Phase 3:** Hier geht es um das Reaktordruckgefäß und stark kontaminierte Bauteile.

**Phase 4:** Abschließend werden noch verbliebene Systeme im Kontrollbereich abgebaut und die Gebäude dekontaminiert.

Wenn alle nuklearen Bestandteile des ehemaligen Kernkraftwerks beseitigt wurden, kann die Anlage aus dem Atomgesetz entlassen werden, wodurch auch die letzten Gebäude abgerissen oder anderweitig genutzt werden können. Es war einmal eine grüne Wiese – vielleicht wird es ja wieder eine.

## INTERVIEW

# Der Rückbauer

Dr.-Ing. Sascha Gentes (40) ist Deutschlands einziger Professor für den Rückbau konventioneller und kerntechnischer Anlagen. Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) beschäftigt er sich mit Technologien, die den Rückbau von Kernkraftwerken verbessern.

Wo liegt der Forschungsbedarf im Bereich des Rückbaus von Kernkraftwerken?

Zwar ist der Rückbau von Kernkraftwerken momentan sicher durchführbar, aber es gibt noch großen Optimierungsbedarf im Bereich der Leistungsfähigkeit der Maschinen, der besseren Kernhantierung, dem Rückbaumanagement oder auch in der Vermeidung von Sekundärabfall. Am KIT schauen wir uns deshalb bestehende Verfahren an und untersuchen, wie wir sie verbessern können. Aber wir entwickeln in Zusammenarbeit mit der Industrie auch komplett neue Verfahren, um beispielsweise Stahlbetone in nur einem Arbeitsgang zu zerkleinern oder um Prozesse zu automatisieren, die immer noch in Handarbeit durchgeführt werden.

Können Sie dafür ein Beispiel nennen?

Ein Beispiel für eine Automatisierung ist unser durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung gefördertes Projekt MAFRO (Manipulatorgestütztes Freimessen von Oberflächen). Der Hintergrund: Um dekontaminierte Objekte als unbedenklichen Abfall entsorgen zu können, müssen sie freigemessen werden, und das passiert derzeit in vielen Bereichen zum größten Teil noch in Handarbeit. Für die Techniker ist diese Tätigkeit sehr belastend, da sie teilweise in Schutzanzügen arbeiten oder auch über Kopf und dabei immer potenzieller Kontamination ausgesetzt sind. Mit MAFRO haben wir für das Freimessen einen autarken Manipulator entwickelt – einen Roboter, der sich mit Vakuumsaugplatten über die Wände im Kernkraftwerk bewegt und ein Messgerät mit sich führt, mit dem er die Freimessung durchführt. Diese Technologie wurde bereits in der Praxis in Karlsruhe und durch unsere Industriepartner getestet.

Welche Fachrichtungen sind an Ihrer Forschung beteiligt?

Ich bin Bauingenieur und in unserer Arbeitsgruppe gibt es noch Maschinenbauingenieure, weitere Bauingenieure, eine Physikerin und Wirtschaftsingenieure, weil auch die Kosten immer eine Rolle spielen. Letztendlich ist es ein Zusammenspiel aus Verfah-



Dr.-Ing. Sascha Gentes

renstechnik und betriebswirtschaftlicher Bewertung.

Wie groß ist der Bedarf an Ingenieuren, die sich mit dem Rückbau von Kernkraftwerken auseinandersetzen?

Der Bedarf an Ingenieuren im Rückbau wird zum Teil durch Ingenieure gedeckt, die während des Betriebs in den Kernkraftwerken gearbeitet haben. Den anderen Teil bilden Absolventen – am KIT bilden wir jährlich etwa 15 Absolventen aus, die im Rückbau tätig sein können. Momentan sind wir so ganz gut aufgestellt. Wie groß der Bedarf wiederum in Zukunft sein wird, hängt davon ab, ob die acht nicht im Leistungsbetrieb befindlichen Kernkraftwerke in Deutschland alle gleichzeitig in den Rückbau gehen (Anm. d. Red.: u. a. auch Biblis). Natürlich wird in so einem Fall der Bedarf an Ingenieuren steigen. Letztendlich hängt der künftige Bedarf aber auch von unseren europäischen Nachbarn ab. Die Schweiz hat den Ausstieg ebenfalls beschlossen und profitiert davon, dass der Rückbau in Deutschland schon weit fortgeschritten ist. Heißt: Die Technik und das Know-how, das wir im Rückbau haben, ist weltweit sicherlich einzigartig.

Was zeichnet den Ingenieur aus, der sich mit dem Rückbau der Kernkraftwerke beschäftigt?

Es ist einer der wenigen Bereiche, in denen man noch wirklich als Ingenieur tätig sein kann. Warum? Es gibt eben keine Standardlösung für den Rückbau eines Kernkraftwerks. Aufgrund der bautechnischen Besonderheiten jedes Kraftwerks ist es immer wieder möglich, quasi erfinderisch tätig zu sein und eigene Ideen einzubringen. Ich kann mir zum Beispiel Gedanken darüber machen, wie ich ein Reaktordruckgefäß zerlege, ob ich es schneide, ob ich es mit Lasertechnologie unter Wasser trenne und so weiter. Es gibt so viel Potenzial, den Rückbau von Ingenieursseite zu verbessern. Und das treibt mich an, weiterzumachen.





© GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH

Kühlen Kopf bewahren: im Zwischenlager Gorleben werden Brennelemente abgekühlt

RÜCKBAUTECHNIK

# Messen, Dekontaminieren und Verpacken

## Spezialisten für strahlenden Abfall

Sein Name ist für viele ein Synonym für den Transport radioaktiver Abfälle durch Deutschland, gleichzeitig wurde er zur Zielscheibe unzähliger Bürgerproteste: der Castor. Er misst etwa sechs Meter in der Länge und hat einen Durchmesser von gut zwei Metern. Beladen wiegt der Behälter an die 120 Tonnen. Castoren wurden bereits vor über 30 Jahren speziell für den Transport und die Zwischenlagerung von hoch radioaktivem Abfall entwickelt. Dazu sind die gusseisernen Behälter mit



© Vattenfall

Castorbehälter im Zwischenlager Brunsbüttel

einer Neutronenabschirmung und speziellen Dichtungen ausgestattet. Hinter der Entwicklung steht die Gesellschaft für Nuklear-Service (GNS) mit Hauptsitz in Essen. Sie ist so etwas wie die Müllabfuhr der Kernkraftwerke betreibenden Energie-

konzerne. Bei den Mitarbeitern der GNS handelt es sich um hochausgebildete Spezialisten, deren Dienste weltweit gefragt sind. Denn das zu entsorgende Material ist gesundheitlich und politisch hoch brisant. Mit der GNS tragen die Energieversorger dem deutschen Atomgesetz Rechnung. Ihre 650 Mitarbeiter sind unter anderem verantwortlich für die sichere Entsorgung, Verarbeitung, Verpackung und Lagerung hochradioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente aus Kernreaktoren. Sie betreiben das Brennelementlager in Gorleben und das Zwischenlager in Ahaus, organisieren den Bau und Betrieb von Endlagern für atomaren Abfall und führen wissenschaftliche Ingenieurberatung durch. Zum Aufgabenbereich der GNS gehört auch die Entwicklung von Lösungen zur nuklearen Entsorgung und Stilllegung von Kernkraftwerken. Die Gesellschaft wird also auch beim Rückbau der deutschen Kernkraftwerke noch eine wichtige Rolle spielen.

## Virtuelle Endlagerung

Die Suche nach einem Endlager für den deutschen Atommüll ist politisch sehr umstritten und tritt auf der Stelle, während die technischen Möglichkeiten zur Inspektion potenzieller Endlagerstätten voranschreiten. Ingenieure des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg entwickelten 2014 das weltweit erste virtuelle Untertagelabor VIRTUS zur Erforschung möglicher Endlagerstätten. Mit der VIRTUS-Software können Forscher die Beschaffenheit vermeintlich

als Endlagerstätten geeigneter Bergwerke virtuell bis ins Detail simulieren. Dazu geben sie alle verfügbaren Daten wie Größe, Verlauf der Gänge sowie Gesteinsarten des Schachtes in das Programm ein. Im nächsten Schritt platzieren sie virtuelle radioaktive Abfälle im simulierten Endlager. Die Software errechnet dann auf Basis der aus Bergwerken bekannten physikalischen und chemischen Wechselwirkungen, ob sich ein Schacht potenziell als Endlager eignet. Dabei spielen Kennwerte wie die Erhöhung der Temperatur durch radioaktiven Abfall, die Durchlässigkeit des Gesteins für Flüssigkeiten und Gase oder die Wahrscheinlichkeit, mit der das Gestein Risse bildet, eine Rolle. Die Simulationsergebnisse lassen sich grafisch ansprechend darstellen, zum Beispiel kann der Temperaturverlauf in einer Wand durch farbliche Kontraste demonstriert werden. Die VIRTUS-Software ist somit nicht nur als Forschungsinstrument geeignet, sondern auch zur optischen Demonstration von Forschungsergebnissen. Das könnte helfen, die politische Endlagerdiskussion auf eine sachlichere Grundlage zu stellen.



© Fraunhofer IFF, Dirk Mahler

Virtuelle 360-Grad-Darstellung eines Untertagelabors im Fraunhofer IFF



© Siempelkamp Behältertechnik GmbH (SBT)

Im Falltest stellt die Blue Box® ihre Stabilität unter Beweis

## Deutsche BlueBox® auch in Großbritannien zugelassen

Ein Behälter zur Lagerung und zum Transport radioaktiver Abfälle muss hohen Sicherheitsanforderungen genügen. Schon während der Entwicklung wird er immer wieder extremen Härte-tests unterzogen. So war es auch bei der von der Krefelder Siempelkamp Ingenieur und Service GmbH produzierten BlueBox®. Bevor der Hightech-Metallbehälter jedoch auch in Großbritannien für den Transport und die Endlagerung radioaktiven Abfalls eingesetzt werden konnte, verlangten die englische Genehmigungsbehörden und der Kunde noch diverse Falltests. Die sollten die Widerstandsfähigkeit des neuen Behälters unter Beweis stellen. Hierzu zog man die BlueBox® im südenglischen Winfrith mit einem Kran zunächst auf eine Höhe von 0,45 und später auf 5,20 Metern empor und ließ sie auf ein Stahlfundament fallen. Nach umfangreichen Messungen stand fest: Test bestanden! Die Stabilität der BlueBox® übertraf sogar die Erwartungen. Nachuntersuchungen bestätigten die hohe Qualität der Fertigungstechnik und des Behälterdesigns. Der Container besteht aus Sphäroguss, einer Eisen-Kohlenstoff-Legierung mit Kugelgraphit, die sich durch ihr leichtes Gewicht und die kostengünstige Herstellung auszeichnet. Der Kugelgraphitguss ist zudem stabiler und widerstandsfähiger als die bislang in England eingesetzten Behälter.

## Fernbedienter Rückbau – Beispiel Kernkraftwerk Obrigheim

Die Daten in Kürze: Im Mai 2005 wird das KWO nach 36 Jahren Betrieb abgeschaltet, 2008 beginnt der Rückbau. Etwa 170 KWO-Mitarbeiter und 150 externe Spezialisten sind derzeit beteiligt. Dank Dekonta-

# Links FÜR STUDIERENDE

Zum Aufbau wie zum Abbau von Kernkraftwerken benötigt man Know-how aus verschiedenen Fachgebieten, vor allem sind dabei aber Bauingenieure, Verfahrenstechniker und Strahlenschutzingenieure gefragt. Die Spezialisten überwachen die Verpackung und den Abtransport der Brennelemente, sie planen den Rückbau und holen Genehmigungen ein. Sie entfernen Rohre, Turbinen, Pumpen, Armaturen, vermessen alle Bauteile mit Geigerzählern und zerlegen schließlich auch den Kern der Anlage, den Reaktorbehälter. Als Student des Bauingenieurwesens, der Verfahrenstechnik oder des Strahlenschutzes lernt man jedoch ein breites Spektrum an beruflichen Möglichkeiten kennen und ist nicht auf die Kernkraft festgelegt.

### Verfahrenstechnik

Bachelor an der Uni Stuttgart  
[s.think-ing.de/verfahrenstechnik-stuttgart](http://s.think-ing.de/verfahrenstechnik-stuttgart)

### Verfahrenstechnik

Master an der RWTH Aachen  
[s.think-ing.de/verfahrenstechnik-aachen](http://s.think-ing.de/verfahrenstechnik-aachen)

### Bauingenieurwesen

Bachelor an der Hochschule für angewandte Wissenschaften, München  
[s.think-ing.de/bauing-muenchen](http://s.think-ing.de/bauing-muenchen)

Weitere Studiengänge unter: [www.search-ing.de](http://www.search-ing.de)

### Sicherheitswesen Strahlenschutz

Bachelor an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg – Karlsruhe oder an der Staatlichen Studienakademie Riesa (Sachsen) in Zusammenarbeit mit dem Helmholtz Zentrum München  
[s.think-ing.de/strahlenschutz](http://s.think-ing.de/strahlenschutz)

### Rückbau konventioneller und kern-technischer Bauwerke im Rahmen des Studiengangs Bauingenieurwesen

Bachelor und Master am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
[s.think-ing.de/bauing-kit-bachelor](http://s.think-ing.de/bauing-kit-bachelor)  
[s.think-ing.de/bauing-kit-master](http://s.think-ing.de/bauing-kit-master)

### Verfahrenstechnik

Bachelor an der Hochschule Niederrhein, Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik  
[s.think-ing.de/verfahrenstechnik-niederrhein](http://s.think-ing.de/verfahrenstechnik-niederrhein)

### Anlagen-, Energie- und Verfahrenstechnik im Rahmen des Studiengangs Maschinenbau

Bachelor an der TH Köln  
[s.think-ing.de/maschbau-koeln](http://s.think-ing.de/maschbau-koeln)

### Bauingenieurwesen

Master an Hochschule Bochum  
[s.think-ing.de/bauing-bochum](http://s.think-ing.de/bauing-bochum)

mination können 98 Prozent des Abbaumaterials wiederverwertet werden, etwa ein Prozent geht an Deponien, knapp ein Prozent schwach- bis mittelradioaktive Materialien müssen gelagert werden. Bis 2023 soll der Rückbau abgeschlossen sein. Geschätzte Kosten: eine halbe Milliarde Euro. Die heiße Phase des Rückbaus im Kernkraftwerk Obrigheim erreichten die Fachleute 2013, als sie den inneren Reaktorbereich in Angriff nahmen. Zuvor waren die Großkomponenten im Reaktorgebäude ausgebaut worden. Damit war der Weg frei für die fernbediente Zerlegung des Reaktor-druckbehälters sowie des biologischen Schildes, der die Strahlung des Reaktors unter dem Deckel hielt. 2014 wurde das unter Wasser liegende Kerngerüst mit Bandsäge, Plasmabrennern und

Manipulatoren zerlegt, in Abschirmbehälter verpackt und in den Lagerbereich des KWO transportiert. 2015 begannen schließlich die Arbeiten am Reaktor-druckbehälter. Ingenieure verfolgten all diese zentralen Eingriffe aus sicherer Distanz auf ihren Monitoren und steuerten sie von einem Leitstand aus per Fernbedienung.



Fernbediente Zerlegung des Reaktors im Kernkraftwerk Obrigheim

think  
**ING.**  
 Die Initiative für  
 Ingenieur-nachwuchs

### IMPRESSUM

Herausgeber: Gesamtmetall

Gesamtverband der Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie e.V.  
 Voßstraße 16 - 10117 Berlin

Objektleitung: Wolfgang Gollub (verantw.)

Druck: color-offset-wälter GmbH & Co. KG, Dortmund

Redaktion und Gestaltung: concedra GmbH, Bochum

[www.think-ing.de](http://www.think-ing.de)

Alle in dieser kompakt enthaltenen Inhalte und Informationen wurden sorgfältig auf Richtigkeit überprüft. Dennoch kann keine Garantie für die Angaben übernommen werden.