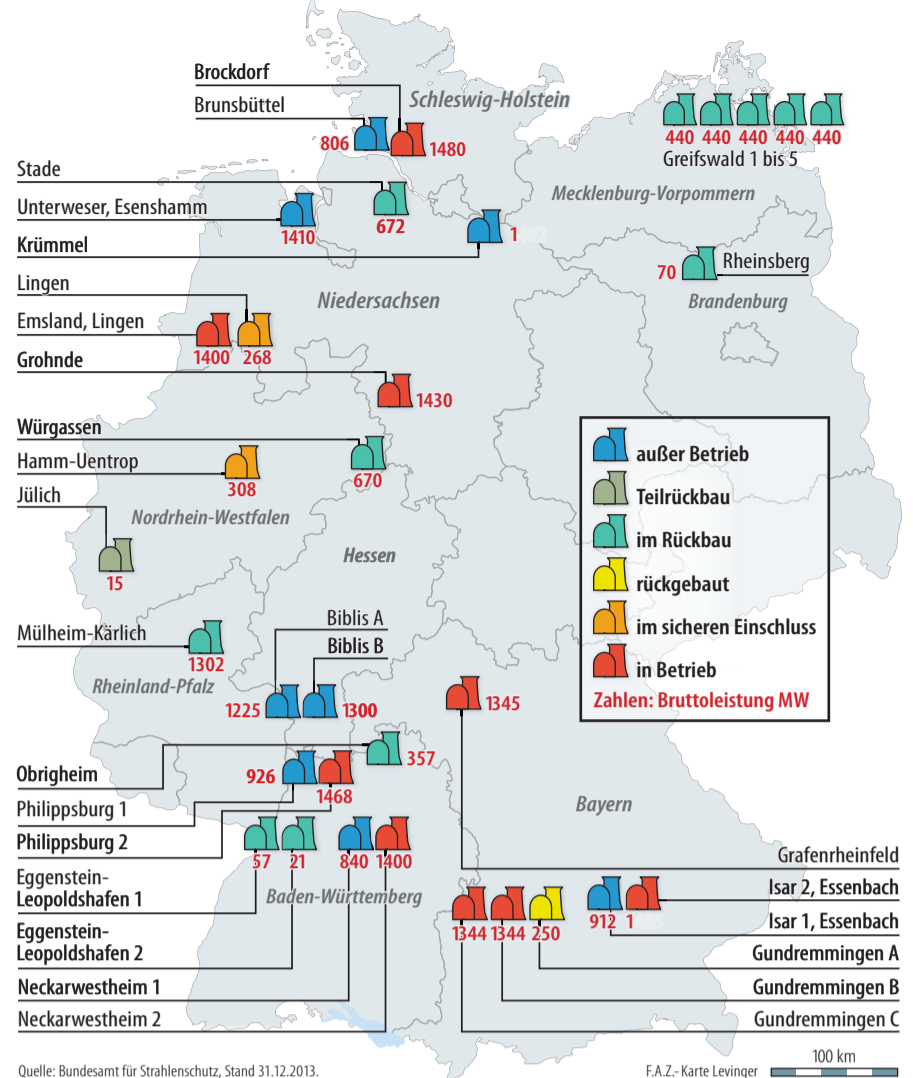




Gefährlicher Müll: Ein kontaminierter Dampferzeuger aus Obrigheim wurde ins Zwischenlager Lubmin verbracht, wo er auseinandergenommen wird

Kernkraftwerke in Deutschland



Nur weg damit

Bis 2020 sollen alle deutschen Kernkraftwerke abgeschaltet werden. Danach werden sie zerlegt, dekontaminiert und die stark radioaktiv belasteten Teile in Castoren verpackt, in denen sie noch sehr lange auf ein Endlager warten werden. Ein technisch aufwendiger und teurer Prozess. Derzeit läuft der Rückbau des 2005 stillgelegten Atomkraftwerks Obrigheim.

Von Monika Etspüler und Georg Küffner

Rückbau heißt das Zauberwort. All das, was wir nicht mehr haben wollen, bauen wir ab, zerlegen es in seine Bestandteile und schleusen noch taugliche Teile und Materialien zurück in den Kreislauf. Dieses Konzept funktioniert lediglich bei ausgedienten Brücken, Bürohäusern und Stahlwerken. Auch Kernkraftwerke lassen sich zurückbauen, was ansteht, wenn sie altersschwach geworden sind und ihr Lebensende erreicht haben. Oder wenn die Politik entscheidet, wie in Deutschland Wochen nach der Atomkatastrophe von Fukushima geschehen, auf einen Streich gleich mehrere Anlagen vom Netz zu nehmen. Doch ein stillgelegtes Atomkraftwerk ist unter Sicherheitsaspekten nicht viel anders zu bewerten als ein aktives. Entscheidend ist sein systemisches Sicherheitsniveau, das bei den hiesigen Anlagen zwar höher liegt als bei den havarierten japanischen Reaktoren. Doch riskolos sind auch die europäischen Altanlagen nicht. Einem allerdings äußerst unwahrscheinlichen Aufprall eines Großflugzeugs würden sie kaum widerstehen können, so dass für abgeschaltete Kernkraftwerke gilt: Solange die Brennelemente im Reaktor oder im Nasslager liegen, wo sie mindestens vier Jahre bleiben müssen, bis ihre Strahlung so weit abgeklungen ist, dass man sie in Castoren stecken kann, ist die Menge an Radioaktivität nicht geringer geworden. Und da kein Endlager existiert und auch keines auf absehbare Zeit zur Verfügung steht, bleiben die Brennelemente, verpackt in Castor-Behälter, neben den Anlagen in Zwischenlagern, von denen nicht wenige sagen, dass es sich hier um nichts anderes als um verkappte Endlager handelt.

Bis der Abbau eines Atomkraftwerks beginnen kann, vergehen Jahre. Denn erst wenn den Behörden die detaillierte Planung vorliegt, wie der Rückbau technisch und organisatorisch vorzustattgehen soll, werden die Genehmigungen erteilt. Bis dahin läuft alles wie zuvor: Die in Kernkraftwerken üblichen wiederholenden Prüfungen finden statt, und die für die Notstromversorgung erforderlichen Dieselgeneratoren werden ausgetauscht, wenn sie ihr Verfallsdatum erreicht haben.

In Deutschland hat sich der „unmittelbare Abbau“ durchgesetzt. Die Alternative wäre der „gesicherte Einschluss“. Er sieht lediglich die Entnahme der Brenn-

elemente vor. Die Anlage selbst wird komplett abgesperrt. Die Radioaktivität klingt durch den Zerfallsprozess in dieser Zeit deutlich ab. Ein Beispiel für diese Vorgehensweise ist der heliumgekühlte Hochtemperaturreaktor im nordrhein-westfälischen Hamm, der 1997 eingeschlossen wurde. Die vorläufige Bilanz: jahrelange Folgekosten in Millionenhöhe und kein Ende in Sicht. Frühestens 2027 soll mit dem Abriss begonnen werden.

Das Abreißen eines Kernkraftwerks ist ein komplizierter Vorgang. Erste Erfahrungen hat man hierzulande Anfang der neunziger Jahre mit dem vollständigen Rückbau des 100-Megawatt-Versuchsreaktors Niederaichbach gemacht (ein mit Natururan betriebener Druckrohrreaktor). Er wurde zwischen 1972 und 1974 nur 18 Tage lang mit Volllast betrieben, denn schon zu Beginn zeigten sich Risse im Dampferzeuger. Zudem hatte sich während der Bauzeit ein modernerer Kraftwerkstyp durchgesetzt, der Leichtwasserreaktor. Die Anlage in Niederaichbach wurde nach ihrem unerwartet frühen Ende für mehrere Jahre eingemottet. Im Herbst 1990 hat man dann damit begonnen, im Rahmen eines steuerfinanzierten Pilotprojekts erstmals Erfahrungen mit dem Ausbauen und Zerlegen der durch Kernbrennstoffe aktivierten Teile eines ausgedienten Atomkraftwerks zu sammeln.

Auf diese Erkenntnisse kann man bei den heutigen Abrissarbeiten zurückgreifen. Man zerlegt, wie in Niederaichbach, die Anlagen von außen nach innen. Erst



Handarbeit: Große und kleine Teile des Atomkraftwerks Obrigheim warten auf ihre Beseitigung

werden die separat stehenden Kühltürme abgetragen, danach die Turbinen und Generatoren im Maschinenhaus ausgebaut, so dass man danach Platz zum Zerlegen, Dekontaminieren und Verpacken der in Stücke zerlegten Einbauten des Reaktorgebäudes hat – einschließlich des Herzens eines Kernkraftwerks, des Reaktor-druckbehälters.

Dieser Prozess läuft derzeit im dienstältesten kommerziell genutzten Druckwasserreaktor der Republik ab, im baden-württembergischen Obrigheim. Mit ihren 375 Megawatt gehört die Anlage noch zu den kleineren Kraftwerken. Und dennoch: 275 000 Tonnen Gesamtmasse sind es letztlich, die zerkleinert, zum Teil dekontaminiert und verpackt, werden müssen. Die kalkulierten Kosten belaufen sich auf rund eine halbe Milliarde Euro.

„Wir können Rückbau“, mit diesem Slogan wirbt die Betreiberin des Kraftwerks, die ENBW, für ihr Fachwissen. Eigentlich hätte das Kraftwerk schon 2002 abgeschaltet werden sollen. Das zumindest sah der im Jahr 2000 beschlossene Atomausstieg vor. Doch dann eröffnete sich die Möglichkeit, Strommengen des neueren Kraftwerks Philippensburg 2 auf die alte Anlage zu übertragen, was eine Laufzeitverlängerung von drei Jahren bedeutete. Im Mai 2005 war dann endgültig Schluss. 2008 wurde mit dem Rückbau begonnen, bis spätestens 2025 soll er abgeschlossen sein.

Allein zwei Jahre hatte es gedauert, um das knapp 30 Meter hohe und mehr als 60 Meter lange Maschinenhaus leerzuräumen, das einmal bis unters Dach mit Rohr-

leitungen, Turbinen und Generatoren vollgestopft war. Danach startete man die „Primärkreisdekontamination“. Das Rohrleitungssystem des Reaktorgebäudes wurde, um die radioaktiven Partikel abzulösen und auszuschwemmen, mit chemischen Substanzen durchgespült. Belastete Oberflächen hat man, je nach Beschaffenheit, abgewaschen, sandgestrahlt oder im Ultraschallbad behandelt, schließlich die gelösten Materialien herausgefiltert, eingedampft und verpackt.

Derzeit läuft die heiße Phase des Rückbaus: Der knapp 150 Tonnen schwere und neun Meter hohe Reaktor-druckbehälter wird zerlegt. Ihn wird die 180 Mann starke Stammbelegschaft, unterstützt durch einige Partnerunternehmen, Zug um Zug ausräumen und zerlegen. Alles muss raus: der Reaktordeckel, der 16 Zentimeter starke Stahlmantel des Reaktors, das obere und untere Kerngerüst, in dem die Brenn- und Steuerelemente fixiert sind, und die den Druckbehälter umschließende zwei Meter dicke Stahlbetonhülle (der biologische Schild).

Bevor man mit diesen Arbeiten beginnen konnte, musste der gesamte Reaktor bis auf die letzte Schraube mit Hilfe computergesteuerter, dreidimensionaler Zeichenprogramme erfasst werden. „Die Größe der zerlegten Teile, die Art, wie sie geschnitten werden, mit welchen Werkzeugen das geschieht und welche Container zur Aufbewahrung verwendet werden – das alles wurde im Vorfeld genau untersucht“, erklärt Manfred Möller, Technischer Geschäftsführer der Anlage.

Jetzt ist der Anfang gemacht. In einer separaten Umhausung liegt der aufgeschnittene Deckel des Reaktor-druckbehälters. Mit einer Seilsäge, also einem rotierenden, diamantbesetzten Stahlseil, wurde er so zerkleinert, dass er an eine aufgeschnittene Torte erinnert. Derzeit wird das obere Kerngerüst in handliche Stücke zersägt. Auch das geht vollautomatisch, ferngesteuert. Eingesetzt wird ein Kontakt-Lichtbogen-Metall-Trennschleifer (Contact-Arc-Metal-Grinding), der mit Hilfe eines Lichtbogens zwischen dem Werkstück und einer Elektrode auch dickere Stahlbleche zuverlässig teilt.

Mit diesem Verfahren lassen sich alle elektrisch leitfähigen Werkstoffe unter Wasser bearbeiten und, im Gegensatz zum Plasma- und Laserstrahl-schneiden, stören Hohlraum- und Sandwichstrukturen nicht. „Für den Rückbau setzen wir konventionelle Werkzeuge und bewährte Verfahren ein, wie sie auch in anderen Industriezweigen üblich sind – allerdings mit dem Unterschied, dass bei uns zusätzlich die Sicherheitsbelange des Strahlenschutzes gelten“, erklärt Manfred Möller. Das technische Gerät zum Zerlegen eines Atomkraftwerks ist vorhanden.

Was bleibt am Schluss übrig? Von den 275 000 Tonnen Gesamtmasse bleibt laut ENBW am Ende – zusätzlich zu den hochradioaktiven Brennelementen – rund ein Prozent mittel- und schwachradioaktiver Abfall, der sicher weggesperrt werden muss. Noch einmal die gleiche Menge kann deponiert werden, die restlichen 98 Prozent gehen als Wertstoff, Reststoff oder Abfall in den konventionellen Stoffkreislauf zurück.

Kosten wird der Rückbau des Atomkraftwerks Obrigheim nach heutigen Angaben rund 500 Millionen Euro. Bei den leistungsstärkeren, größeren Anlagen, die in den kommenden Jahren zurückgebaut werden müssen, rechnet man für Stilllegung, Abbruch und Verpacken der radioaktiven Abfälle mit einem finanziellen Aufwand von jeweils rund einer Milliarde Euro. Um die noch hinzukommenden Kosten für die Endlagerung abdecken zu können, haben die vier großen Betreiber (Eon, RWE, ENBW und Vattenfall) steuerfreie Rückstellungen von 30 Milliarden Euro gebildet, die sie in wertvolle Güter wie etwa Kraftwerke investiert haben. Das Geld sei so angelegt, dass „zum Zeitpunkt der Verpflichtung“ genügend davon zur Verfügung steht.

Strahlender Abfall: schwach-, mittel- oder hochradioaktiv

Radioaktive Abfälle werden in schwach-, mittel- und hochradioaktiven Müll eingeteilt. Die Strahlung hochradioaktiver Abfälle ist um ein Vielfaches stärker als die von mittel- und schwachradioaktiven Abfällen. Generell unterscheidet man zwischen Alpha-, Beta- und Gammastrahlung. Bei der Gammastrahlung handelt es sich um Photonen, die den menschlichen Körper durchdringen. Die Alpha- und Betastrahlung ist eine Teilchenstrahlung. Sie tritt beim radioaktiven Zerfall auf, enthält zum

Teil viel Energie, hat aber eine geringe Reichweite. Alpha-Strahlung wird schon von wenigen Zentimeter Luft absorbiert. Beta-Teilchen durchdringen die Luft bis zu einigen Metern und können auch die menschliche Haut passieren. Zu den hochradioaktiven Abfällen zählen bei Kernkraftwerken vor allem die abgebrannten Brennelemente. Sie zeichnen sich durch ihre hohe Aktivität, also die hohe Zahl der Zerfälle je Zeiteinheit (>10¹⁴ Bequerel je Quadratmeter) und die hohe Zerfallswärme (2 bis 20 Kilowatt je

Quadratmeter) aus. Mittelradioaktive Abfälle (10¹⁰ bis 10¹⁵ Bequerel je Quadratmeter) sind immerhin noch so aktiv, dass sie Abschirmmaßnahmen erforderlich machen und mit Hilfe von Robotern gehandhabt werden müssen. Schwachradioaktive Abfälle (< 10¹¹ Bequerel je Quadratmeter) benötigen keine zusätzliche Abschirmung beim Transport. Zu ihnen zählen Materialien wie Werkzeuge, Schutzkleidung bis hin zu Putzlappen, die radioaktiver Strahlung ausgesetzt waren. ets.

Foto dapt

Fotos dpa