

Wir setzen Maßstäbe.
Mit Sicherheit.

KTE

Kerntechnische
Entsorgung Karlsruhe



KERNTECHNISCHE KOMPETENZEN IN KARLSRUHE

RÜCKBAU UND ENTSORGUNG GEBÜNDELT

Ein Unternehmen der EWN Gruppe



Im größten deutschen Lager für schwachradioaktive Abfälle
wird viel bewegt.

INHALT

Über uns	3
Unternehmenspolitik	4

RÜCKBAU

Überblick	5
Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe - WAK	7
Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage - KNK	11
Mehrzweckforschungsreaktor - MZFR	13
Forschungsreaktor FR2	15
Heisse Zellen - HZ	17

ENTSORGUNG

Überblick	19
Abfallkonditionierung	20
Lagerung und Abgabe der endlagergerecht verpackten Abfälle	22

ÜBER UNS

Die Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH – KTE – beschäftigt derzeit etwa 650 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und wird überwiegend durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau des Landes Baden-Württemberg finanziert.

Alleiniger Gesellschafter der KTE ist die EWN, Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH.

Die KTE ist zuständig für den Rückbau stillgelegter kerntechnischer Anlagen am Standort Karlsruhe/KIT Campus Nord.

Alle damit verbundenen Aufgaben zur Entsorgung des radioaktiven Abfalls einschließlich der späteren Abgabe an das Bundesendlager „Schacht Konrad“ liegen ebenfalls in den Händen des Unternehmens.

Durch die gesellschaftspolitische Entwicklung ist die kerntechnische Großforschung in Deutschland Geschichte. Am Standort, etwa 10 km nördlich von Karlsruhe, kümmert sich das Team der KTE um den Rückbau der Anlagen, die im Rahmen kerntechnischer Grundlagenforschung und Anwendungsentwicklung, vor allem in den 1960er, 1970er und 1980er Jahren entstanden sind: Forschungs- und Prototypreaktoren unterschiedlicher Linien sowie eine Wiederaufarbeitungsanlage zur Entwicklung der Kernbrennstoffverwertung. Daneben befinden sich weitere Altprojekte im Rückbau, so zum Beispiel die Untersuchung bestrahlter Kernbrennstoffe in Heißen Zellen.

Nach Rückbau aller an KTE übertragenen, stillgelegten kerntechnischen Anlagen bleibt die vollständige Verarbeitung der anfallenden radioaktiven Reststoffe zu endlagerfähigen Abfallgebinden und deren Zwischenlagerung. Am Standort befindet sich das derzeit größte Zwischenlager Deutschlands für schwach- und mittelradioaktive Abfälle. Die gelagerten Abfallgebinde werden nach Fertigstellung des Bundesendlagers „Schacht Konrad“ dorthin abgegeben. Nach deren vollständiger Entsorgung enden die Kernaufgaben der KTE – aus heutiger Sicht – in den späten 2060er Jahren. Im Anschluss erfolgt der konventionelle Rückbau der verbliebenen Betriebsteile.



Gelagerte Abfallgebinde werden kontinuierlich überprüft.

UNTERNEHMENS- POLITIK

Neben ihren Kernaufgaben – Rückbau und Entsorgung kerntechnischer Anlagen – ist es das Ziel der KTE, ihre hohen Standards bei Sicherheit und Umweltschutz, Arbeits- und Gesundheitsschutz, Qualität und Energieeffizienz noch weiter zu verbessern. Um dies gegenüber den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, den im Unternehmen beschäftigten Dritten sowie allen Interessierten zu bekräftigen, richtet die KTE ihre Unternehmenspolitik an folgenden Grundwerten aus:

- Höchste Priorität haben die Sicherheit von Menschen und Anlagen sowie der Schutz der Umwelt.
- Mit technischen und organisatorischen Abläufen sowie der Bereitstellung nötiger Schutzausrüstung sorgen die Verantwortlichen des Unternehmens für den größtmöglichen Arbeits- und Gesundheitsschutz aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und ermitteln präventiv mögliche Gefährdungen, um diese zu beseitigen.
- Geltende Gesetze, Vorschriften, Normen und sonstige bindende Verpflichtungen werden im Unternehmen eingehalten.
- Die KTE hat mit ihrer Unternehmenspolitik und ihren Unternehmenszielen konkrete Maßnahmen definiert und setzt diese um.
- Das integrierte Managementsystem der KTE wird kontinuierlich auf Angemessenheit und Effektivität geprüft, bewertet und bei Bedarf verbessert.
- Eine umfassende Dokumentation ist in allen Bereichen der KTE von großer Bedeutung. Daher wird im Unternehmen stets an einer sachgerechten Dokumentation gearbeitet. Diese soll sicherstellen, dass künftige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter jederzeit auf strukturierte Informationen zurückgreifen können.
- Die KTE schont Ressourcen, indem sie ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für entsprechendes Verhalten sensibilisiert und effiziente Verfahren einsetzt.
- Die KTE bleibt mit allen Beteiligten und interessierten Dritten im Gespräch, um deren Interessen berücksichtigen zu können.





RÜCKBAU

Beim Rückbau kerntechnischer Anlagen ist der Schutz von Mensch und Umwelt oberstes Gebot

Abgeschaltete kerntechnische Anlagen dürfen nicht sich selbst überlassen werden. Sie unterliegen weiterhin dem Atomrecht und damit der Aufsicht der Bundes- und Landesbehörden. Für die Stilllegung und den Rückbau aller Anlagen sind daher jeweils gesonderte Genehmigungen nötig. Besondere Herausforderungen sind der Rückbau stark kontaminierter und/oder aktivierter Teile mit hoher Dosisleistung sowie das sichere Management der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle.



Abbruch des Beckenhauses am Mehrzweckforschungsreaktor.

Weltweit gibt es derzeit zwei Wege, kerntechnische Anlagen zurück zu bauen:

DIREKTER RÜCKBAU

In der Regel gehen nukleare Anlagen in Deutschland in den direkten Rückbau. Dies hat mehrere Vorteile:

- Das Personal, welches mit der Anlage vertraut ist, ist noch verfügbar.
- Die Aufgaben des Rückbaus werden nicht auf kommende Generationen verschoben.
- Die sozialen Folgen für das Betriebspersonal werden durch die Weiterbeschäftigung gemindert.
- Das Gelände kann zu einem früheren Zeitpunkt wieder genutzt werden.
- Sicherheit und Entsorgung über einen überschaubaren Zeitraum sind beherrschbar.

RÜCKBAU NACH SICHEREM EINSCHLUSS

Obwohl in der Regel sicherheits- und entsorgungstechnische Aspekte für den direkten Rückbau sprechen, kann eine Anlage auch nach einem mehrere Jahrzehnte andauernden Sicheren Einschluss abgebaut werden. Ziel dieses Vorgehens ist es, die Radioaktivität in der Anlage durch den natürlichen Zerfallsprozess im Laufe der Jahre zu verringern. Dies erleichtert den eigentlichen Rückbau. Für einen Sicheren Einschluss gelten jedoch spezielle Anforderungen:

- Sämtliche Brennelemente müssen entfernt sein und die radiologische Charakterisierung der Anlage muss vorliegen.
- Technische und bauliche Maßnahmen müssen das radioaktive Inventar der Anlage für den vorgesehenen Einschlusszeitraum auch bei reduziertem Überwachungsaufwand sicher einschließen.
- Für wichtige Einrichtungen ist ein Alterungsmanagement einzurichten und alle zehn Jahre muss die Anlage sicherheitstechnisch neu geprüft werden.
- Die für den späteren Abbau relevanten Informationen aus dem Betrieb und dem Sicheren Einschluss müssen dokumentiert werden.

Das Unternehmen verantwortet den Rückbau stillgelegter Forschungs- und Prototypanlagen auf dem Gelände des KIT Campus Nord, dem ehemaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe. Neben kleineren kerntechnischen Forschungsanlagen sind dies folgende Großprojekte:



Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe - WAK



Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage - KNK



Mehrzweckforschungsreaktor - MZFR



Forschungsreaktor FR2



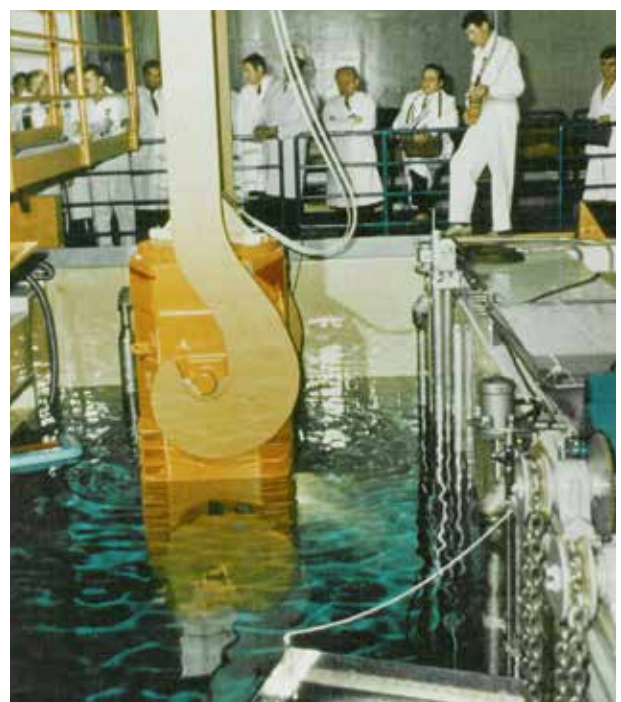
Heiße Zellen - HZ



WIEDERAUFARBEITUNGSANLAGE KARLSRUHE - WAK

Die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, kurz WAK-Anlage, wurde in den 1960er Jahren als Pilotanlage für eine spätere kommerzielle Wiederaufarbeitung errichtet. Durch Wiederaufarbeitung können aus den in Kernreaktoren abgebrannten Brennstäben die verwertbaren Bestandteile gewonnen werden. Von 1971 bis 1990 wurden in der WAK-Anlage über 200 Tonnen Kernbrennstoffe aus verschiedenen Versuchs- und Leistungsreaktoren aufgearbeitet. Dabei wurden Uran und Plutonium von den Spaltprodukten abgetrennt und wiederverwendet.

Die hochradioaktive Abfalllösung aus dem Aufarbeitungsprozess, High Active Waste Concentrate (HAWC) genannt, verblieb in den Lagergebäuden der WAK-Anlage. Das Projekt einer eigenen deutschen kommerziellen Wiederaufarbeitungsanlage in Wackersdorf wurde 1989 aufgegeben. 1991 wurde daraufhin der Wiederaufarbeitungsbetrieb in Karlsruhe endgültig eingestellt und der vollständige Rückbau der Anlage eingeleitet.



Die Wiederaufarbeitung kann starten:
Entladung der ersten angelieferten abgebrannten Brennelemente 1969

RÜCKBAU PROZESSGEBÄUDE

Der Arbeitsschwerpunkt beim Rückbau der WAK-Anlage lag in den ersten Jahren auf dem Leerräumen des Prozessgebäudes. Dies umfasste alle Einrichtungen des Wiederaufarbeitungsprozesses. Mit deren Demontage wurde 1996 begonnen. Abhängig von den Dosisleistungswerten am Arbeitsort wurden die Einrichtungen manuell oder fernhantiert demontiert. Die fernhantierte Demontage der Prozesszellen erfolgte von der darüber liegenden Zellenhalle aus. Rohrleitungen, Behälter und sonstige Anlagenteile wurden vor Ort zerlegt und in Fässer eingebracht oder, falls möglich, unzerlegt in Container verpackt und zur weiteren Behandlung an die Entsorgungsbetriebe der KTE abgegeben.

Ende 2002 waren die wesentlichen Prozesseinrichtungen entfernt. Es folgten aufwändige Arbeiten an der Gebäudestruktur, die noch nicht abgeschlossen sind. Diese Arbeiten betreffen die radiologische Dekontamination und, in stärkerem Umfang, die konventionelle Dekontamination in Form der PCB- und Asbestsanierung. In diesem Zusammenhang wurden bisher mehr als 200 Betonblöcke mit Rohrdurchführungen herausgesägt und ca. 4.400 Tonnen Rückbaumaterial ausgebracht. Außerdem wurden ein Großteil der radiologisch oder konventionell kontaminierten Wand- und Deckenbeschichtungen abgetragen und eine Vielzahl an Dübeln entfernt.



Fernhantierte Demontage der Prozesseinrichtungen



Entleert, entkernt und dekontaminiert: das Brennelementelagerbecken heute



Entfernen kontaminierter Bereiche der Baustuktur

DIE HERAUSFORDERUNG: VERGLASUNG DER ABFALLLÖSUNG AUS DER WAK-BETRIEBSZEIT

Nach dem Beschluss, die hochradioaktive Abfalllösung vor Ort endlagergerecht zu konditionieren, kamen Errichtung und Betrieb der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) zum WAK-Rückbauprojekt hinzu. In der VEK wurde der gesamte hochradioaktive Betriebsabfall der WAK-Anlage endlagergerecht verfestigt. Die entstandenen Abfallgebilde, die sogenannten Glaskokillen, wurden in Castorbehälter verpackt und 2011 zum Zwischenlager der EWN nach Lubmin transportiert. Das Aktivitätsinventar der WAK-Anlage konnte durch diese Aktion um ca. 99 % reduziert werden. Mittlerweile ist der Rückbau der HAWC-Lagergebäude in den Vordergrund gerückt.

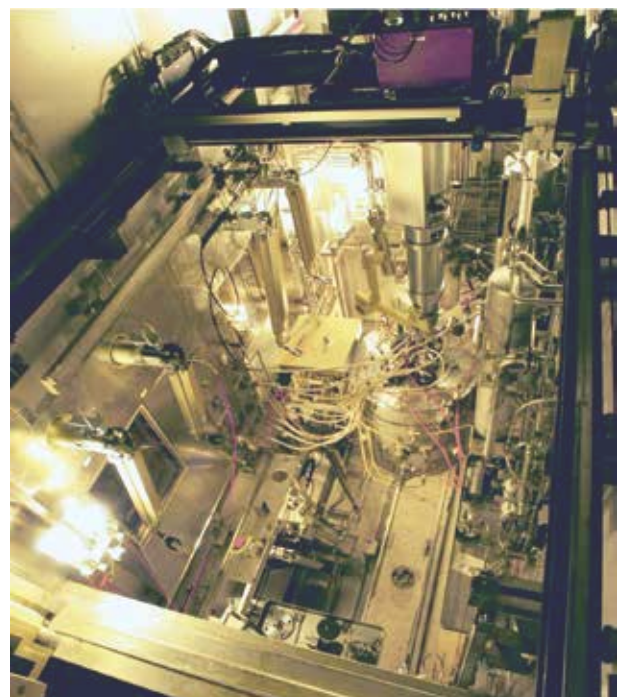


Glasabstich: Aus dem Schmelzofen in die Kokille

Die VEK wurde nur zur Verglasung der Abfalllösung aus dem Wiederaufarbeitungsbetrieb der WAK genehmigt. Von vornherein war klar: Nach Betriebsschluss folgt der Rückbau. Die fernhandelte Demontage dieser stark kontaminierten Einrichtung ist anspruchsvoll.



Der Castortransport der Glaskokillen ist Vergangenheit, der komplette Rückbau der VEK muss nun bewältigt werden.



Aufgrund der Kontamination nur fernhandelt zu demontieren: die Schmelzofenzelle der VEK.

HÖCHST ANSPRUCHSVOLL: DEMONTAGE DER LAGERBEHÄLTER



Die vier Behälter zur früheren Lagerung der hochradioaktiven Abfalllösung befinden sich innerhalb der WAK-Anlage in dickwandigen Betonzellen zweier, aneinander grenzender Lagergebäude. Diese Lagerbehälter mit je ca. 60 m³ Fassungsvermögen wurden zum Ende des Verglasungsbetriebes entleert und gespült. Sie werden nun demontiert.

Aufgrund der hohen Dosisleistung in den Zellen und an den Behältern kommen nur fernhandlierte Werkzeuge und Geräte zum Einsatz. Da die Zellen mit den großen Lagerbehältern nur von derselben Ebene aus zugänglich sind, erfolgt der Rückbau dort horizontal. Für die Reststoff-Logistik und die fernhandlierte Bedienung der Einrichtungen wurde ein neues Gebäude errichtet und von dort aus ein Zugang zu den Lagergebäuden geschaffen.

Basisgerät für die fernhandlierte horizontale Demontage ist ein handelsüblicher, elektrohydraulisch angetriebener Kleinbagger, der für die speziellen Einsatzbedingungen angepasst wurde. Ein einarmiges Manipulatorsystem, das verschiedene Werkzeuge wie Trennschleifer, Schwertsäge und Hydraulischere führt, kann fernhandliert angekoppelt werden. Für Beton-Abbrucharbeiten können Geräte wie Betonfräse und Meißel am Bagger angebracht werden.

2015 begannen die Vorbereitungen für den Rückbau des ersten der vier Lagerbehälter. Dafür musste eine 1,50 m dicke Wand fernhandliert aufgesägt werden. Der ausgesägte Block wurde mit einem Spezialgerät gezogen und wog etwa 30 Tonnen. Er wurde im vorgelagerten Raum in transportgerechte Stücke zerlegt. Der erste große Lagerbehälter ist seit Frühjahr 2018 demontiert. Schritt für Schritt werden auch die drei verbliebenen Behälter zerlegt.



KOMPAKTE NATRIUMGEKÜHLTE KERNREAKTORANLAGE - KNK

Die Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage, kurz KNK, war ein Versuchskernkraftwerk mit 20 MW elektrischer Leistung. Die Anlage wurde von 1971 bis 1974 mit einem thermischen Kern als KNK-I und von 1977 bis 1991 mit einem schnellen Kern als Prototyp eines schnellen Bruttoreaktorkraftwerks unter der Bezeichnung KNK-II betrieben. Bei diesem Reaktortyp wird als Kühlmedium nicht Wasser, sondern Natrium benutzt. Nach Aufgabe der Schnellbrütertechnologie in Deutschland erfolgte 1991 die endgültige Abschaltung der KNK-Anlage. Seit 1993 laufen die Rückbauarbeiten. Das Stilllegungskonzept sieht den vollständigen Abbau der Anlage vor. Die ersten Stilllegungsgenehmigungen betrafen die Reaktorperipherie. Seit 2003 läuft der Rückbau im Reaktorgebäude.

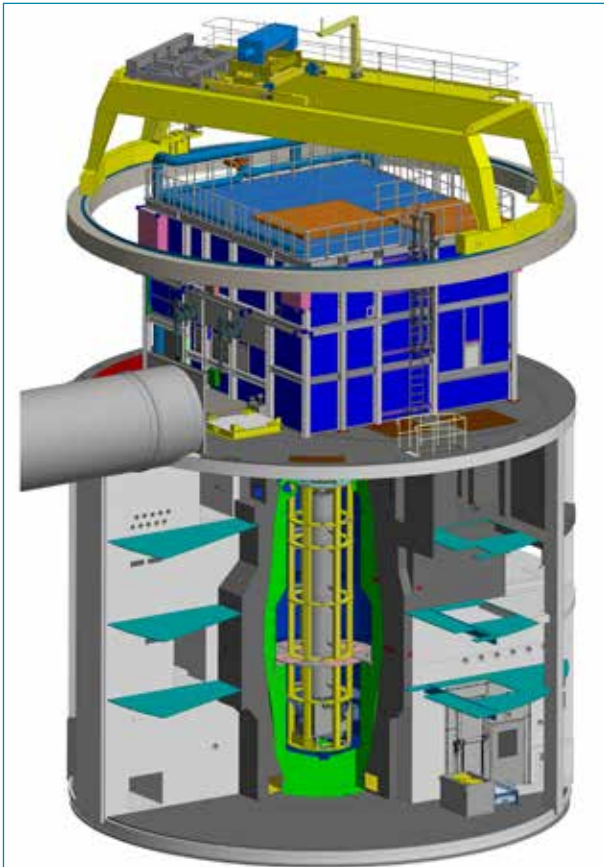
DEMONTAGE DES REAKTORTANKS

Die Demontage des Reaktortanks wurde von 2005 bis 2008 ausgeführt. Über dem Reaktortank wurde eine Einhausung mit dicken Abschirmwänden und Fernhantierungseinrichtungen aufgebaut. Sämtliche Demontagen im Reaktorbereich erfolgten über diese Einhausung, wobei das eingesetzte Werkzeug mit dem Zellenkran in den Reaktortank hinabgelassen wurde. Der Reaktortank und seine Einbauten wurden in fassgroße Stücke zerlegt und die Abbauteile fernhantiert in abgeschirmte Transportcontainer geladen. Aufgrund des zum Teil noch vorhandenen Natriums mussten sämtliche Arbeiten unter Stickstoffatmosphäre ausgeführt werden.

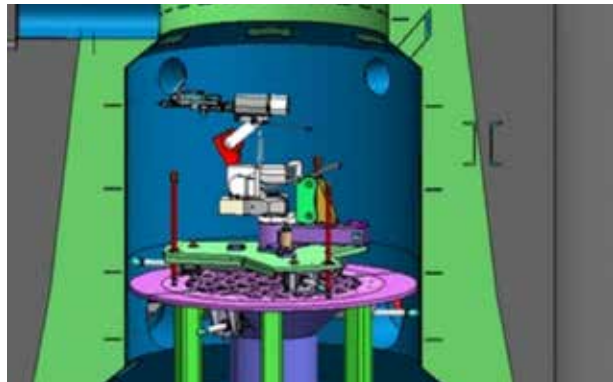
DEMONTAGE DER PRIMÄRABSCHIRMUNG

Die Primärabschirmung, ein Ring aus gehärtetem Grauguss um den ehemaligen Reaktorkern, bestand aus zwölf Segmenten, einer Messkammer und einem Füllstück. Die Teile hatten Massen von 0,8 bis 15,5 Tonnen und waren aus radiologischen Gründen passgenau in die Reaktortrube eingebaut und so ineinander verzahnt, dass es kaum Spielraum bei der Demontage gab. Die Spalten zwischen den Segmenten waren nur wenige Millimeter breit. Dieses „Grauguss-Puzzle“ mit einem Gewicht von insgesamt etwa 90 t musste fernhantiert und unter engsten Verhältnissen abgebaut werden. Zudem gab es nur einen Zugang von oben durch eine relativ enge Öffnung von 2,10 m Durchmesser. Die schweren Einzelteile mussten als Ganzes in eine Einhausung gezogen werden.

Für diese komplexe Aufgabe wurde eine spezielle Maschine, das sogenannte Hebewerkzeug, entwickelt. Zunächst wurden mit dem Hebewerkzeug die Segmente angebohrt. In diese Bohrungen wurden Dorne eingefahren und verspannt, um dann die Segmente herauszuheben. Das Hebewerkzeug wurde Ende 2013 in Betrieb genommen. In der Einhausung über dem Schacht wurden die ausgebauten Segmente mit einem eigens dafür konstruierten Bandsägewerkzeug in transportgerechte Teile zerlegt. Besonders geschultes Personal bediente die Einrichtungen von einem Leitstand aus, der sich im Sicherheitsbehälter direkt vor der Einhausung befand. Die Demontage der Primärabschirmung erfolgte im Zeitraum von November 2013 bis April 2015.



Grün dargestellt ist der aktivierte Bereich des Schwerbetons, der fernhantiert abzubauen ist.



Ein modifizierter Bagger kann sowohl Werkzeuge wie Trennschleifer aufnehmen als auch mit dem Meißelhammer arbeiten.

ABBAU DES BIOLOGISCHEN SCHILDES

Der Biologische Schild der KNK umschließt den Reaktorschacht und diente zu Betriebszeiten der Abschirmung von Gamma- und Neutronenstrahlung aus dem Reaktorkern. Er besteht aus stark bewehrtem Schwerbeton, der zusätzlich Stahlgranulat enthält. Ein Schalungstank gab beim Bau die Kontur des Reaktorschachtes vor.

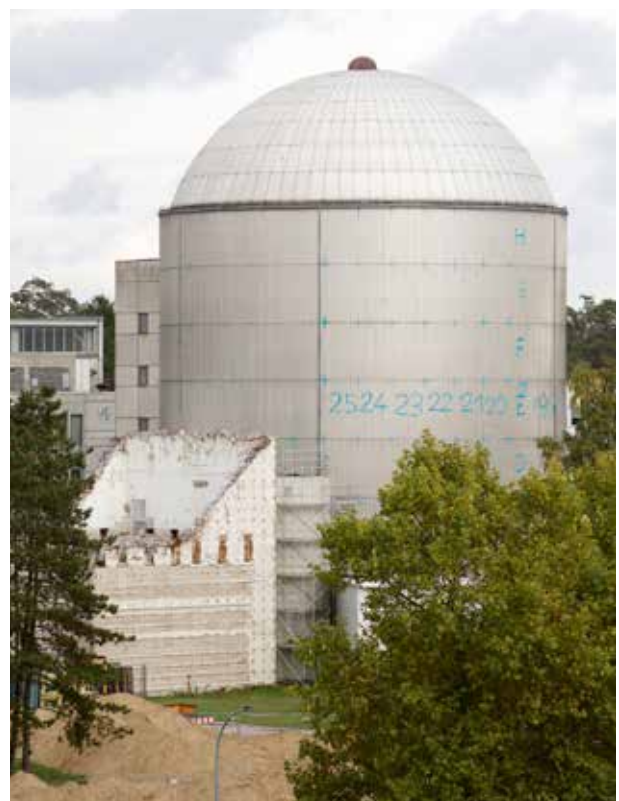
Der innere Teil des Biologischen Schildes wurde durch den Reaktorbetrieb aktiviert. Das Material ist somit selbst radioaktiv und muss, als letzte Aktion dieser Art in der KNK, fernhantiert abgebaut werden. Dies erfolgt mit einem speziellen Abbaugerät, das auf einem modular aufgebauten Gerüst steht, von oben nach unten.



MEHRZWECKFORSCHUNGS- REAKTOR - MZFR

Der Mehrzweckforschungsreaktor, kurz MZFR, war ein Schwerwasser gekühlter Druckwasserreaktor mit 57 MW elektrischer Leistung. In fast 19 Betriebsjahren wurden im MZFR umfangreiche Erfahrungen mit dem Betrieb von Schwerwasser-Reaktorsystemen gesammelt. Die Anlage wurde neben Forschung und Entwicklung auch zur Stromerzeugung sowie zur Fernwärmeversorgung des Forschungszentrums genutzt. Im Jahr 1984 ging der MZFR endgültig außer Betrieb. Seit 1987 befindet er sich im Rückbau.

Es ist das am weitesten fortgeschrittene Rückbauprojekt der KTE. Nach und nach wurden nicht mehr benötigte Gebäude des MZFR-Komplexes leergeräumt, dekontaminiert und, nach Freimessung und Entlassung aus dem Atomgesetz, bereits abgerissen. Die Arbeiten im Reaktorgebäude selbst sind ebenfalls bereits fortgeschritten. Der Abriss des Reaktorgebäudes rückt näher.





Das Projektende naht, die Aufgaben heißen nun: Messen, Nacharbeiten, Messen, Kontrollieren lassen, Bestätigen.



DEMONTAGE DES REAKTORDRUCKBEHÄLTERS

Die Demontage des MZFR-Reaktordruckbehälters fand von 1999 bis 2008 statt. Über 99 % des nach Betriebsende in der Anlage verbliebenen Radioaktivitätsinventars wurde durch diese Maßnahme aus der Anlage entfernt. Der Reaktor hatte eine Gesamtmasse von etwa 400 Tonnen, eine Höhe von 7,60 m und einen Durchmesser von 4,60 m. Die Demontage war nur fernhantiert vor Ort in Einbaulage möglich.

ABBAU DES BIOLOGISCHEN SCHILDES

2010 begann der Abbau des Biologischen Schildes. Dieser ringförmige Betonmantel diente zur Abschirmung der Gamma- und Neutronenstrahlung aus dem Reaktor und wurde demzufolge während der Betriebszeit im Inneren aktiviert und ist zusätzlich mit Tritium kontaminiert. Etwa 370 Tonnen aktivierter Schwerbeton mit Eisenarmierung waren fernhantiert abzubauen.

RESTARBEITEN

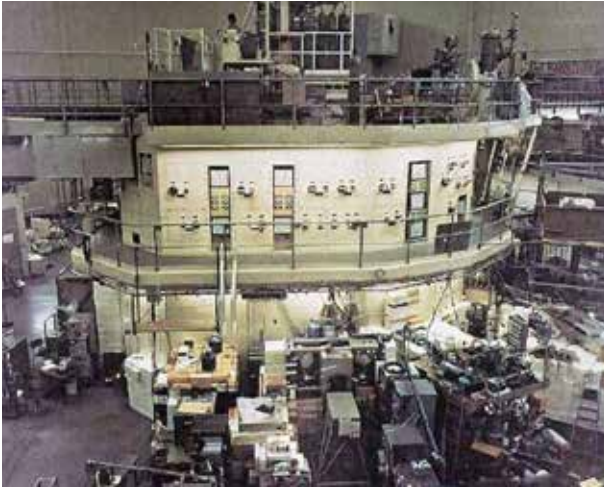
Das Projekt Rückbau MZFR ist weit fortgeschritten. Dennoch ist Einiges zu tun. Notwendig ist die vollständige Dekontamination sämtlicher Baustrukturen, der Rückbau auch der letzten Betriebssysteme sowie die Schaffung lüftungstechnischer und elektrotechnischer Ersatzmaßnahmen. Vor jedem Abriss finden umfangreiche radiologische Messungen statt. Erst wenn gegenüber dem Gutachter der Nachweis erbracht ist, dass überall die vorgeschriebenen radiologischen Freigabewerte eingehalten werden, erfolgt die formale Entlassung aus dem Atomgesetz und danach der vollständige Abriss.



FORSCHUNGSREAKTOR FR2

Der FR2 war der erste Reaktor in der Bundesrepublik Deutschland, der nach bundeseigenem Konzept gebaut wurde. Er ging im März 1961 in Betrieb und war ein Tankreaktor mit Natururan als Brennstoff (später mit auf 2 % angereicherter Uranoxid) und schwerem Wasser als Moderator und Primärkühlmittel. Der FR 2 wurde als Neutronenquelle für neutronenphysikalische Grundlagenversuche, zur Brennstoffentwicklung und für die Materialforschung benutzt. Auch Radioisotope für die Nuklearmedizin wurden produziert. 1981 wurde der FR 2 nach zwanzigjähriger Betriebszeit und mehr als 100.000 Betriebsstunden abgeschaltet. Bis Ende 1996 wurde der heutige Zustand erreicht: Der Reaktorblock befindet sich im Sicheren Einschluss. Dies bedeutet, dass sich die restlichen radioaktiven Komponenten in einer dicht verschlossenen Einhausung befinden. Alle nicht mehr benötigten Gebäude wurden freigemessen, aus dem Atomgesetz entlassen und abgerissen. Das Reaktorgebäude wird heute für eine Ausstellung über die Entwicklung der Kerntechnik in Deutschland genutzt.





Der FR2 wurde für Bestrahlungsexperimente benutzt, für Versuchsaufbauten gab es mehrere Schächte.



Seit 1996 ist der FR2 im Sicheren Einschluss. In der Reaktorhalle befindet sich eine kerntechnische Ausstellung.

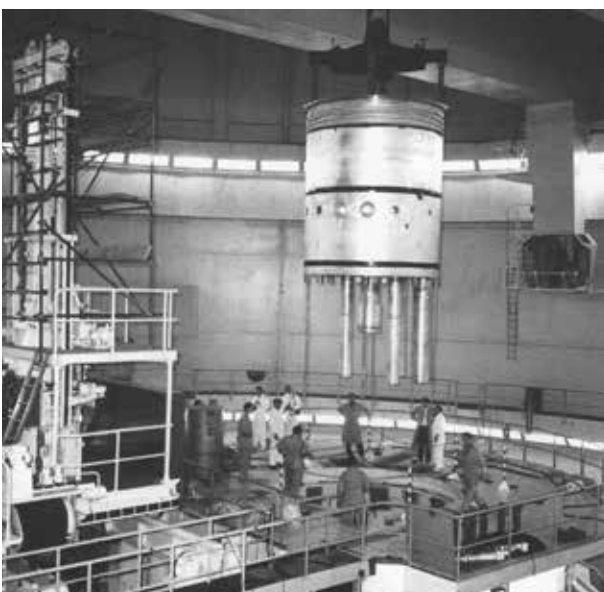
RESTDEMONTAGE IN VORBEREITUNG

Die Brennelemente befanden sich in einem Aluminiumtank, der von einem Stahltank umgeben ist. Aufgrund der Dosisleistungen der Reaktorkomponenten ist ein manueller Rückbau auch unter Berücksichtigung des zwischenzeitlichen radioaktiven Zerfalls in absehbarer Zeit nicht möglich.

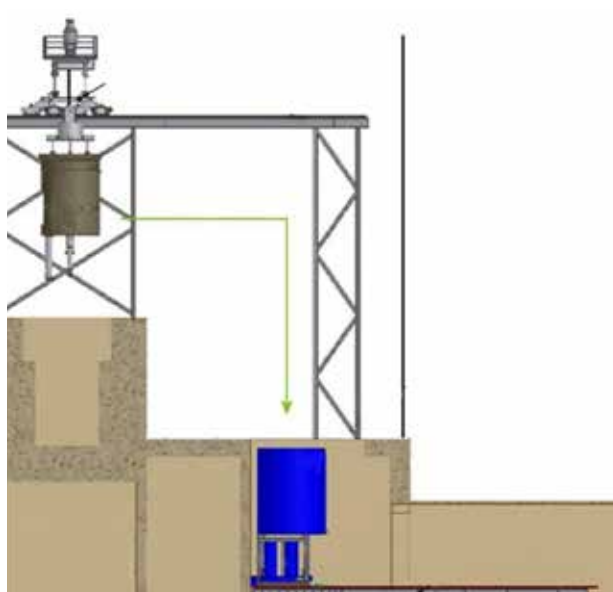
Demontage, Zerlegung, Transport und Verpackung aller Reaktortank-Komponenten werden zu einem späteren Zeitpunkt fernhantiert ausgeführt. Auch der Abbau des aktivierten Teils des Biologischen Schildes wird fernhantiert erfolgen.

Vor Beginn des operativen Rückbaus sind Infrastruktureinrichtungen zu ertüchtigen und zu ergänzen. Der gesamte obere Rückbaubereich um den Biologischen Schild wird zum Schutz vor Kontaminationsausbreitung mit einer Einhausung versehen. Für die Zerlegung von Komponenten werden Techniken eingesetzt, die sich bereits beim fernhantierten Rückbau des MZFR und bei den anderen Rückbauprojekten der KTE bewährt haben.

Nach Festlegung der Vorgehensweise im Detail kann die Genehmigung beantragt werden. Erste Planungen hierzu haben begonnen. Der Termin für den Start des weiteren Rückbaus steht noch nicht fest.



Pionierarbeit Ende der 1950er Jahre: Einbau des Aluminiumtanks

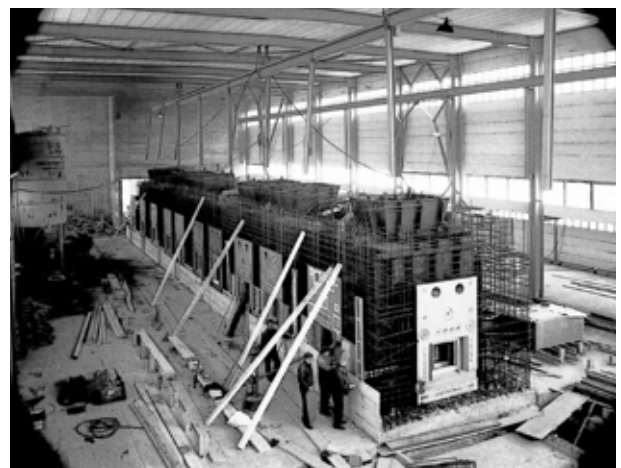


Große technische Herausforderung heute: Planung des fernhantierten Ausbaus des Reaktortanks



HEISSE ZELLEN - HZ

Die Heißen Zellen (HZ) dienten der Untersuchung von in Reaktoren bestrahlten Materialien. Brennelemente, Brennelementprüflinge und Strukturmaterialien wurden dort mit physikalischen und chemischen Methoden analysiert. Kernstück der Anlage waren fünf Betonzellen, die durch verschiedene Bleizellen ergänzt wurden. In den mit Bleiglasfenstern, Handmanipulatoren, Schwerlastmanipulatoren und verschiedenen Schleuseinrichtungen ausgestatteten Zellen konnten unterschiedlichste Versuchsanordnungen aufgebaut werden. In einem separaten Laborbereich erfolgten weiterführende Untersuchungen, wie zum Beispiel Raster-Elektronen-Mikroskopie. In diesem Bereich fanden auch Dekontaminations- und Werkstattarbeiten statt. Baulich ist die Anlage in drei Abschnitte unterteilt. Die Bauabschnitte eins und zwei wurden Anfang 2010 der damaligen WAK GmbH und heutigen KTE als alleiniger Genehmigungsinhaberin gemäß § 9 AtG zum Rückbau übertragen. Der dritte Bauabschnitt wird weiterhin als Fusionsmateriallabor vom KIT betrieben und wurde von den beiden anderen technisch und baulich abgetrennt.



Die großen Betonzellen wurden 1964 errichtet und waren bis Mitte der 1990er Jahre in Betrieb.

Ende 2010 wurde die atomrechtliche Genehmigung „Dekontamination und Abbau von kontaminierten Anlagenteilen der Heißen Zellen“ durch das Umweltministerium Baden-Württemberg erteilt. Für den Abriss der Gebäude ist zusätzlich die Freigabe nach § 29 Strahlenschutzverordnung erforderlich. Zunächst erfolgte eine Anpassung der Gebäudeinfrastruktur an die Bedürfnisse des Rückbaus: Ein Ganzkörpermonitor am Kontrollbereichsausgang und eine Transportschleuse für das Ein- und Ausschleusen von Containern und Großkomponenten wurden errichtet. Personenschleusen mit Atemluftversorgung zur Begehung der Zellen wurden installiert. Für das Ausschleusen der Zelleneinbauten wurde in der Kranhalle, die über den Zellen liegt, ein Rückbaucaisson errichtet. Durch die jeweiligen Zellausschleuseluken wird das sicher verpackte Material ausgebracht.

Der Rückbau der fünf Betonzellen erfolgt nach einer einheitlichen Vorgehensweise: Nach Messung der Ortsdosisleistung in den Zellen wird entschieden, welche Arbeiten fernhantiert mit einem speziellen Manipulatorträgersystem erfolgen müssen. Die Zelleninnenräume werden zunächst fernhantiert dekontaminiert, um die dort vorhandenen Dosisleistungen soweit zu reduzieren, dass die Freigabe zur manuellen Demontage und Dekontamination in den Zellen durch den Gutachter erteilt werden kann. Das Entkernen der Zelleninnenräume, das Abtragen der Beschichtungen sowie die Demontage der Stahlauskleidungen und Wanddurchführungen der Zellen erfolgt danach manuell. Zum Ausbau der Bleiglasfenster werden zusätzlich Einhausungen errichtet, die im Zuge des Rückbaus, ebenso wie der Caisson, umgesetzt werden können.



Kontrollbereichszugang zu den Zellenrückräumen der Zellen 1 bis 5



Einsatzpersonal bei der Demontage von Zelleneinbauten



Blick auf die Ein- und Ausschleuseluke (vorne) und den Rückbaucaisson in der Kranhalle über den Zellen



ENTSORGUNG

Gesellschaftlich wichtig - mit langer Laufzeit

In den Entsorgungsbetrieben der KTE werden alle eingehenden Stoffe so behandelt, dass nicht belastete Bestandteile vom radioaktiven Abfall getrennt werden und ein möglichst geringes Volumen an radioaktivem Abfall übrig bleibt. Folgende Verfahren werden angewandt:

- Dekontamination, Zerlegung und Kompaktierung fester nicht brennbarer Stoffe,
- Verbrennung fester und flüssiger brennbarer Stoffe sowie
- Eindampfung und Verfestigung flüssiger nicht brennbarer Stoffe.

Der radioaktive Abfall wird endlagergerecht behandelt und verpackt. Die Einlagerungsbedingungen für das Bundesendlager „Schacht Konrad“ müssen dabei eingehalten werden.

Bis zur Abgabe an das Bundesendlager verbleiben die verpackten Abfälle in speziell für diesen Zweck gebauten Lagergebäuden der KTE. Die Lagerkapazitäten sind nahezu belegt. Erweiterungen finden statt, da das Bundesendlager „Schacht Konrad“ noch nicht annahmefähig ist, aber die Rückbauprojekte weiterlaufen müssen.

Eingehende, zu behandelnde Stoffe kommen vor allem von den kerntechnischen Anlagen am Standort. Die Abfälle der Landessammelstelle Baden-Württemberg, die in diesem zentralen Betriebsteil der KTE ebenfalls behandelt und gelagert werden, betragen nur einen sehr geringen Anteil der Gesamtmenge. Im Rahmen freier Kapazitäten werden auch Abfallbehandlungsleistungen für externe Dritte angeboten, die allerdings den radioaktiven Abfall zurücknehmen und bei sich lagern müssen.

ABFALLMINIMIERUNG

ZERLEGEN UND DEKONTAMINIEREN

Schwachradioaktive Metall- und Betonteile, die bei den Rückbauprojekten der KTE anfallen, werden zerlegt, zerkleinert und, falls möglich, dekontaminiert. In manchen Jahren werden mehr als 1000 Tonnen an Rückbaumaterial so behandelt.

Oft haften radioaktive Stoffe nur an den Oberflächen der angelieferten Teile an. Durch unterschiedliche Verfahren zur Oberflächenbehandlung wird die Kontamination entfernt. Übrig bleiben saubere Metall- und Betonteile sowie ein relativ geringer Anteil an radioaktivem Abfall. Dekontaminierte Teile gehen zur Freimessanlage. Diese liefert die Messergebnisse, die zur Entscheidung über eine Freigabe gemäß Strahlenschutzverordnung benötigt werden.

In einer großen Bearbeitungshalle stehen abgetrennte Kabinen mit separater Lüftung zur Verfügung. In diesen sogenannten Caissons werden alle Arbeiten ausgeführt, bei denen ein Kontaminationsrisiko besteht. Neben den Tätigkeiten zum Oberflächenabtrag sind dies Zerlegearbeiten wie Schneidbrennen und Betonstemmen. Das Personal trägt dabei fremdbelüftete Schutzanzüge.



Größere Komponenten werden vor ihrer Dekontamination zerlegt.



Dekontamination mittels Wasserdruckstrahlen.

Blick in die Bearbeitungshalle zur Zerlegung und Dekontamination schwach radioaktiver Materialien.



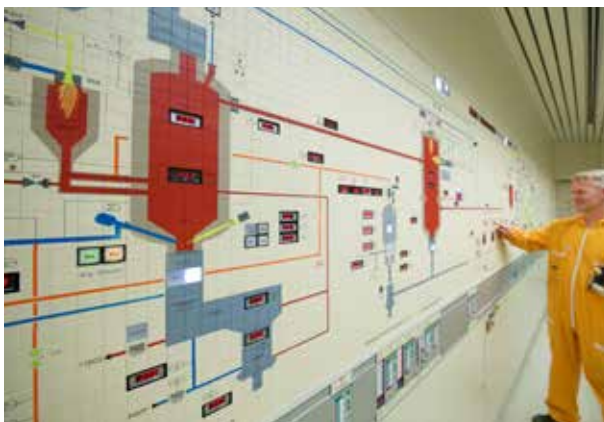
VOLUMENMINIMIERUNG

VERPRESSEN

Der radioaktive Abfall wird so weit wie möglich im Volumen reduziert. Rohrleitungen, Filterelemente und andere nicht brennbare Komponenten werden unter hohem Druck zu Pellets gepresst, die in Fässern eingelagert werden. Betonteile werden vor dem Einbringen in Fässer zerkleinert. Mittelradioaktive Komponenten können nur fernhantiert in abgeschirmten Zellen behandelt werden. Mittels Fassgreifern und Manipulatoren wird der Abfall durch Sichtkontakt über Bleiglasfenster zerlegt, sortiert und mit einer Hochdruckpresse kompaktiert.



Nicht brennbare Komponenten werden unter hohem Druck zu Pellets gepresst.



Der Verbrennungsprozess wird von einer zentralen Warte aus gesteuert.

VERBRENNEN

Alle Stoffe, die brennbar sind, werden in der Verbrennungsanlage der KTE verbrannt. Diese ist als Einzige in Deutschland für alphahaltige radioaktive Reststoffe ausgelegt. Feste Reststoffe werden in Foliensäcken oder Papptrommeln verpackt und über eine Beschickungsbox kontrolliert in den Verbrennungsofen eingebracht. Flüssige Abfälle werden auf Aktivität und Halogen-Kohlenwasserstoffe analysiert und dosiert in eine Nachbrennkammer eingespeist. Die Asche aus dem Ofen wird in Trommeln gefüllt und kompaktiert. Die Rauchgase werden einer mehrstufigen Reinigungsanlage über Wäscher, Absorber und Filter abgeleitet. Die behördlich festgelegten Emissionsgrenzwerte werden dabei sicher eingehalten.

EINDAMPFEN UND VERFESTIGEN

Chemieabwässer und andere nicht brennbare Flüssigkeiten werden eingedampft. Was verdampft, wird mehrfach gefiltert. Im Verdampferrückstand sind die radioaktiven Stoffe aufkonzentriert. Dieses Konzentrat wird zur Erzeugung eines endlagerfähigen Abfallproduktes mit Zement in Abfallfässern verfestigt.



Chemieabwässer und andere nicht brennbare Flüssigkeiten werden in großen Tanks gesammelt und durch Verdampfen aufkonzentriert.

LANGWIERIGE AUFGABE: LAGERUNG UND ABGABE DER RADIOAKTIVEN ABFÄLLE

DIE SITUATION

Da in Deutschland zurzeit kein Endlager für radioaktive Abfälle zur Verfügung steht, müssen radioaktive Abfälle sicher zwischengelagert werden. Eine bekannte Klassifizierung der radioaktiven Materialien erfolgt nach der Aktivität:

- schwachradioaktive Materialien
- mittelradioaktive Materialien
- hochradioaktive Materialien

Des Weiteren gibt es die Unterscheidung zwischen „radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“, die im Endlager „Schacht Konrad“ eingelagert werden sollen und „Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen“, für die noch kein Endlagerstandort ausgewählt wurde.

DER ENGPASS

Die KTE betreibt Lagergebäude für schwach- und mittelradioaktive Abfälle. Die Lagerkapazitäten wurden seit Ende der 1970er-Jahre mehrfach erweitert. Das Bundesendlager „Schacht Konrad“ ist noch nicht in Betrieb. Abtransporte sind deshalb nicht möglich.

Zur Aufrechterhaltung der Rückbauarbeiten am Standort sind weitere Kapazitätserweiterungen für schwach- und auch mittelradioaktive Abfälle notwendig. Zwei neue Gebäude entstehen, wodurch die Lagerkapazität für die beim Rückbau anfallenden radioaktiven Abfälle auf fast 100.000 m³ erhöht wird.



KONTINUIERLICHE ÜBERPRÜFUNG IST ROUTINE

Wegen der verzögerten Inbetriebnahme des Bundesendlagers sind längere Lagerzeiten erforderlich. Deshalb werden Abfallgebinde routinemäßig auf mögliche Alterungsschäden wie Korrosion überprüft. Dazu werden die Container systematisch aus dem Lager geholt. Die Logistik zur Entnahme der bis zu 8fach gestapelten Container führt dazu, dass ständig sowohl ältere (untere Lagen) als auch jüngere Container (obere Lagen) berücksichtigt werden.

Wir setzen Maßstäbe. Mit Sicherheit.

IMPRESSUM

KTE | Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH
Gremien & Kommunikation

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Telefon +49 7247 88-0 | Telefax +49 7247 4755
info@kte-karlsruhe.de | www.kte-karlsruhe.de

Bildrechte: KTE, KIT, Bernhard Ludewig