



KTE

Kerntechnische
Entsorgung Karlsruhe



RÜCKBAU NUKLEARER ANLAGEN

UNSERE HERAUSFORDERUNGEN UND PROJEKTE

Ein Unternehmen der EWN Gruppe

SEHR GEEHRTE DAMEN UND HERREN, LIEBE LESER UND LESERINNEN,

die Erforschung nuklearer Technologien hat in Deutschland eine kurze Geschichte, aber ein langes Erbe. 35 Jahre vergingen von der Gründung des Kernforschungszentrums Karlsruhe bis zur Abschaltung seines letzten Reaktors. Ebenso lange läuft auch schon der Rückbau der stillgelegten Anlagen am Standort. Das Ziel ist jeweils, die „grüne Wiese“ wieder herzustellen. Dies konnte partiell schon erreicht werden, dauert aber je nach Komplexität und Radiologie der Nuklearanlagen teilweise noch bis zum Ende der 2040er Jahre.

Warum dauert das so lange? – diese Frage drängt sich geradezu auf. Auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen den komplexen, anspruchsvollen Prozess darstellen, den der Rückbau nuklearer Anlagen umfasst. Jede Maßnahme muss sorgfältig geplant, von Sachverständigen geprüft und von behördlicher Stelle bestätigt werden. Denn wo es um die Sicherheit von Mensch und Umwelt geht, kann es kein Trial-and-Error geben.

Warum überhaupt Rückbau? – auch diese Frage wird uns öfter gestellt. Stehen lassen und abwarten, bis das Endlager da ist – dies ist nur

vermeintlich eine Alternative. Auch eine Anlage, die nicht zurückgebaut wird, erzeugt hohe Vorhalte- und Restbetriebskosten für die Aufrechterhaltung der Sicherheit. Zudem könnten wir nach Jahren des Stillstands nicht mehr auf die Expertise unserer Mitarbeitenden zurückgreifen, die teils bereits seit Betriebszeiten dabei sind und die Anlagen noch aus eigener Erfahrung kennen – ein unschätzbarer Vorteil bei den vielfältigen Herausforderungen im Rückbau. Die Erfahrung zeigt: Stehen lassen ist die teuerste Lösung.

Und was passiert mit dem Müll? – Für die Bereitstellung eines Endlagers ist nach Atomgesetz der Staat zuständig. Das Endlager Konrad in Salzgitter ist das erste nach Atomrecht genehmigte Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle in Deutschland. Mit der voraussichtlich für das Jahr 2029 geplanten Inbetriebnahme beginnt für die KTE eine neue Zeit: Endlich können die Abfälle abgegeben und die Zwischenlager hoffentlich stetig geleert werden. Dies wird bis zum Ende der 2060er Jahre dauern. Bis dahin lagert die KTE die deutschlandweit größte Menge an radioaktiven Abfällen sicher in ihren Zwischenlagern.

Finanziert wird die KTE mit Steuergeldern, weil auch die damalige Kernforschung von Bund und Land gefördert wurden. Oberstes Ziel der KTE ist, die stillgelegten nuklearen Anlagen des ehemaligen Kernforschungszentrums Karlsruhe rückzubauen und den Standort vom nuklearen Erbe zu befreien.

Wenn Sie weitere Fragen zum Rückbau haben, sprechen Sie uns gerne an. Nun wünschen wir Ihnen aber erst einmal viel Spaß beim Lesen.

Ihre KTE-Geschäftsführung

Ronald Rieck



Ronald Rieck, Geschäftsführer

SPEZIALISTIN FÜR DEN RÜCKBAU

Gesprengte Kühltürme, Bagger mit Abrisschere – das öffentliche Bild vom Abriss nuklearer Anlagen ist meist spektakulär. Auf dem Weg zum Ziel „grüne Wiese“ stellen sich allerdings viele Fragen. Als Spezialistin für den nuklearen Rückbau muss die KTE diese Fragen im Vorfeld stellen, durchdenken und beantworten.

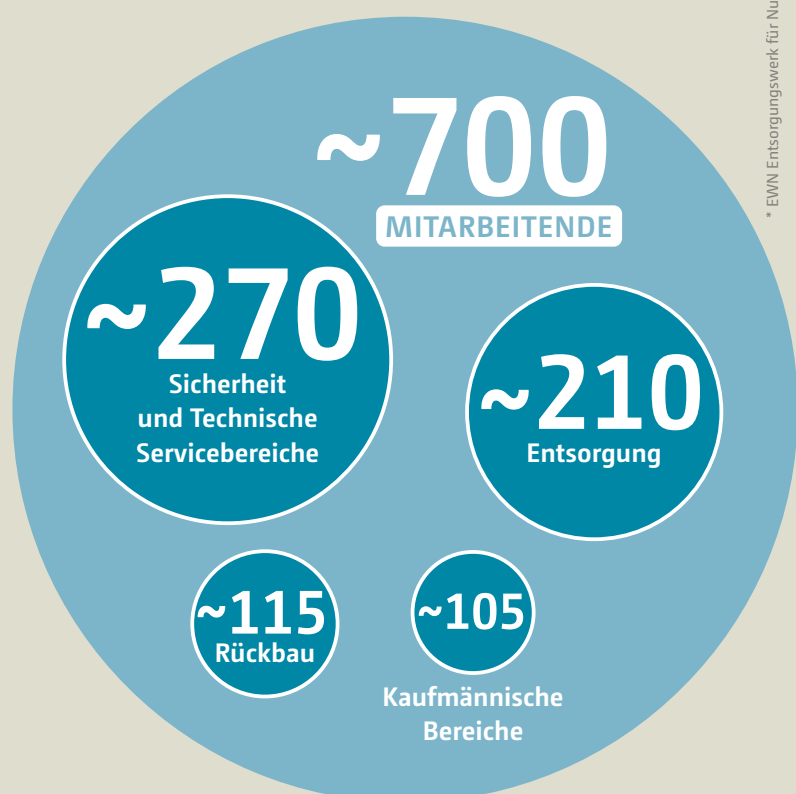
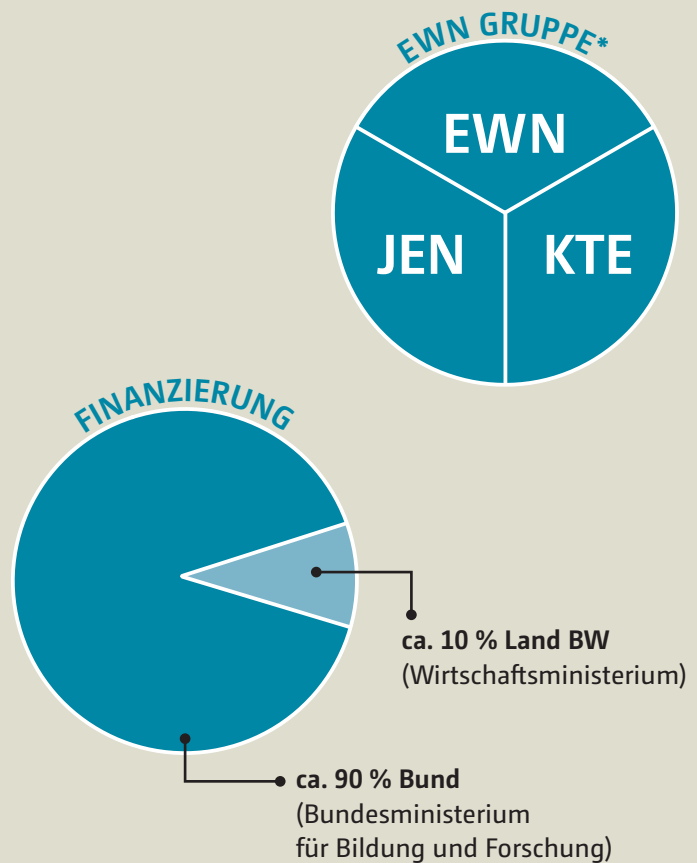
„Wir setzen Maßstäbe. Mit Sicherheit.“ ist nicht nur Unternehmensclaim der KTE, sondern auch Grundsatz ihres täglichen Handelns: Der Schutz von Mitarbeitenden, der Bevölkerung und der Umwelt steht an oberster Stelle. Sicher und fachgerecht baut die KTE alle stillgelegten nuklearen Anlagen auf dem Gelände des KIT Campus Nord, dem ehemaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe, zurück. Dies geschieht im Auftrag der öffentlichen Hand und unter den prüfenden Blicken des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

EIN EINMALIGER STANDORT

Am Standort befinden sich so viele nukleare Anlagen wie sonst nirgends in Deutschland. Es handelt sich dabei ausnahmslos um Forschungs- und Prototypanlagen, für deren Rückbau es bislang noch keine Referenzen gab. Teilweise werden diese hier erst geschaffen, indem die Mitarbeitenden der KTE Methoden und Arbeitsgeräte entwickeln, erproben und bewerten. Die KTE ist damit Wegbereiterin einer neuen Branche – eine Herausforderung von historischer Dimension.

Die derzeit am Standort laufenden Rückbauprojekte verlangen Sorgfalt und Expertise. Um diese Herausforderung zu meistern, arbeiten bei der KTE viele verschiedene Abteilungen Hand in Hand: Bei der Rückbauplanung und Rückbaudurchführung spielt der Arbeits- und Strahlenschutz immer eine wesentliche Rolle, gleichzeitig sind die Genehmigungsabteilung und die Entsorgungsplanung sowie verschiedene technische Dienste gefragt.

Ein großer Vorteil des Standorts sind die eigenen Entsorgungsbetriebe: Alle anfallenden Abfälle werden am Standort konditioniert, endlagergerecht verpackt und dokumentiert und warten dann auf den Abtransport zum Endlager Konrad.



STANDORT DEUTSCHLAND

50er Jahre

Die Bundesrepublik Deutschland beginnt mit der friedlichen Nutzung der Kernenergie: Franz-Josef Strauß wird Bundesminister für Atomfragen, 1957 geht mit dem „Atomei“ der TU München der erste Forschungsreaktor in Betrieb.



60er & 70er Jahre

Die Suche nach einem Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle beginnt: Einlagerung von radioaktiven Abfällen im Salzbergwerk Asse; Erkundung an der Schachanlage Konrad in Salzgitter und im Salzstock Gorleben. 1977 wird in Kalkar ein kommerzieller „Schneller Brüter“ gebaut, geht wegen Bürgerprotesten aber nie in Betrieb. In Wyhl werden die Arbeiten am geplanten Kernkraftwerk eingestellt. 1979 ereignet sich im US-amerikanischen Kernkraftwerk „Three Mile Island“ eine Havarie mit teilweiser Kernschmelze.

80er Jahre

Gewaltsame Ausschreitungen an der Baustelle des Kernkraftwerks Brokdorf, westlich von Hamburg. Am 26. April 1986 kommt es im sowjetischen Kernkraftwerk Tschernobyl zum bisher schwersten Unfall in der Geschichte der Kernenergie. Zwei Jahre später wird in Niederaichbach erstmals ein KKW vom Kernforschungszentrum Karlsruhe rückgebaut. 1989 werden die Arbeiten an der Wiederaufarbeitungsanlage Wackersdorf nach zahlreichen Großdemonstrationen eingestellt.

1956

1966

RÜCKBAU IM

1961



1961

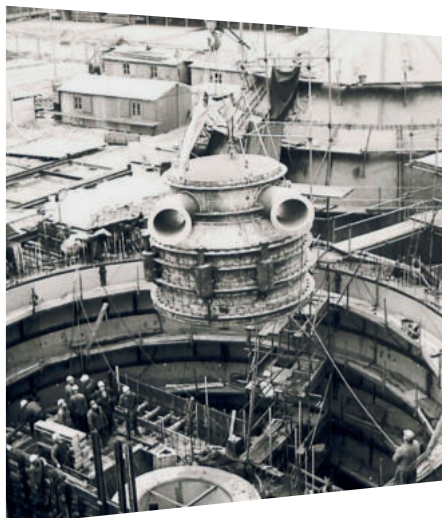
Mit dem FR2 wird der erste Eigenbau-Reaktor Deutschlands in Betrieb genommen.

1956

Das Kernforschungszentrum Karlsruhe entsteht; weitere Zentren in Berlin, Hamburg, Geesthacht und Jülich.

1966

Die Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage KNK wird gebaut. Seit 1971 als thermischer Reaktor in Betrieb, wird sie 1974 zum ersten deutschen „Schnellen Brüter“ umgerüstet und arbeitet von 1977 bis 1991 mit 20 MW Leistung



1984

1984

Der Mehrzweckforschungsreaktor (MZFR) wird nach 15 Jahren Betrieb abgeschaltet.

1971

Die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe geht als Pilotanlage für eine kommerzielle Wiederaufarbeitung in Betrieb. Bis 1990 werden hier ca. 200 Tonnen Kernbrennstoffe aus verschiedenen Versuchs- und Leistungsreaktoren aufgearbeitet. Betreiber ist die Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen (GWK), später WAK BGmbH.



90er Jahre

Nach der Wiedervereinigung werden die Kernkraftwerke Greifswald und Rheinsberg von der Bundesregierung stillgelegt. Zwischen 1995 und 2011 werden – begleitet von Protesten zehntausender Kernkraftgegner – mehr als 100 Castor-Behälter im Zwischenlager in Gorleben eingelagert.

2000er Jahre

Die Bundesregierung vereinbart mit den Kraftwerksbetreibern den sogenannten „Atomkonsens“ und legt damit den Grundstein für den Atomausstieg in Deutschland.

2010er Jahre

Am 11. März 2011 beschädigt eine Flutwelle das Kernkraftwerk Fukushima-Daichi in Japan. Die Bundesregierung setzt die erst 2010 beschlossene Laufzeitverlängerung aus und acht deutsche KKW, die bis 1980 in Betrieb gegangen waren, werden abgeschaltet. Es folgt der Beschluss des Bundestages, bis Ende 2022 vollständig aus der Kernenergie auszusteigen. Nach dem Aus für Gorleben beginnt die Suche nach einem Endlagerstandort für hochradioaktive Abfälle neu.



2020er Jahre

Sechs weitere Kraftwerksblöcke in Deutschland gehen außer Betrieb.

1996

GESELLSCHAFTLICHEN KONTEXT

2021

1991

2002

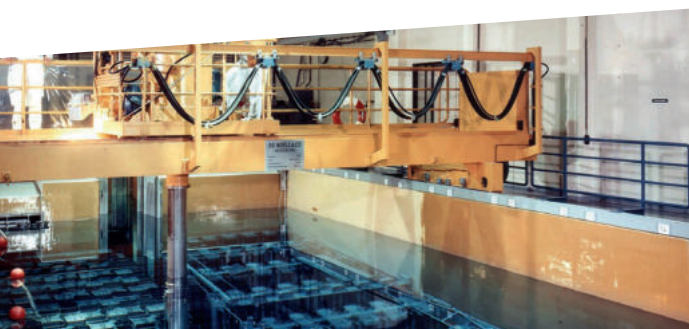
Mit dem Bau der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) beginnt die Errichtung einer kerntechnischen Anlage zur Verarbeitung der hochradioaktiven Abfalllösung aus dem Wiederaufarbeitungsprozess. Die Alternative, ein Transport in die bereits existierende Anlage im belgischen Mol, wurde nach Bürgerprotesten abgelehnt.

1996

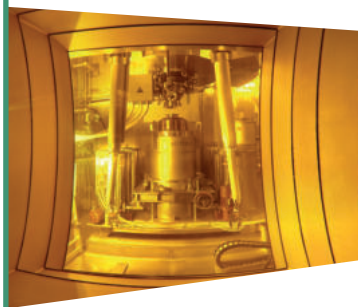
Nach der Abschaltung 1981 und dem anschließenden Rückbau der Prozesseinrichtung kommt der Reaktorblock des FR2 in den sicheren Einschluss.

1991

Das Aus für Wackersdorf leitet auch das Ende für den Schnellen Brüter KNK und die WAK ein; 1993 bzw. 1996 wird mit deren Demontagen begonnen.



2009



2009-10

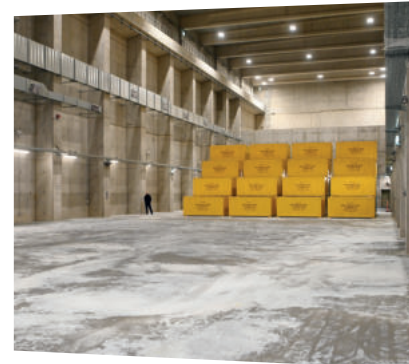
In der VEK werden 60 m³ HAWC (hoch aktiver Flüssigabfall) endlagergerecht in Glas eingeschmolzen. Die so entstandenen 140 Kokillen werden in fünf Castor-Behältern ins Zwischenlager Nord der KTE-Muttergesellschaft EWN in Lubmin verbracht. Damit ist der Weg frei für den Rückbau des HAWC-Lagergebäudes.

2021

Mit zwei Zwischenlager-Neubauten stellt sich die KTE der Herausforderung, Deutschlands größte radioaktive Abfallmenge sicher aufzubewahren, bis sie im Endlager eingelagert werden kann.

2017

Die WAK GmbH wird umfirmiert zur Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (KTE).



2006

Die WAK BGmbH wird von der bundeseigenen Energiewerke Nord GmbH (EWN) übernommen und in eine GmbH überführt. Drei Jahre später übernimmt sie alle Rückbau- und Entsorgungstätigkeiten an kerntechnischen Anlagen der öffentlichen Hand am Standort.



MZFR

Mehrzweckforschungsreaktor MZFR

Typ:	D ₂ O gekühlter und moderierter Druckwasserreaktor
Leistung:	57 MW _{el}
Betrieb:	1965–1984
Stilllegung:	1987



FR2

Forschungsreaktor FR2

Typ:	D ₂ O gekühlter und moderierter Tankreaktor
Leistung:	44 MW _{th}
Betrieb:	1961–1981
Stilllegung:	1982; seit 1996 im sicheren Einschluss



WAK

Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe WAK

Prozessgebäude (PG)

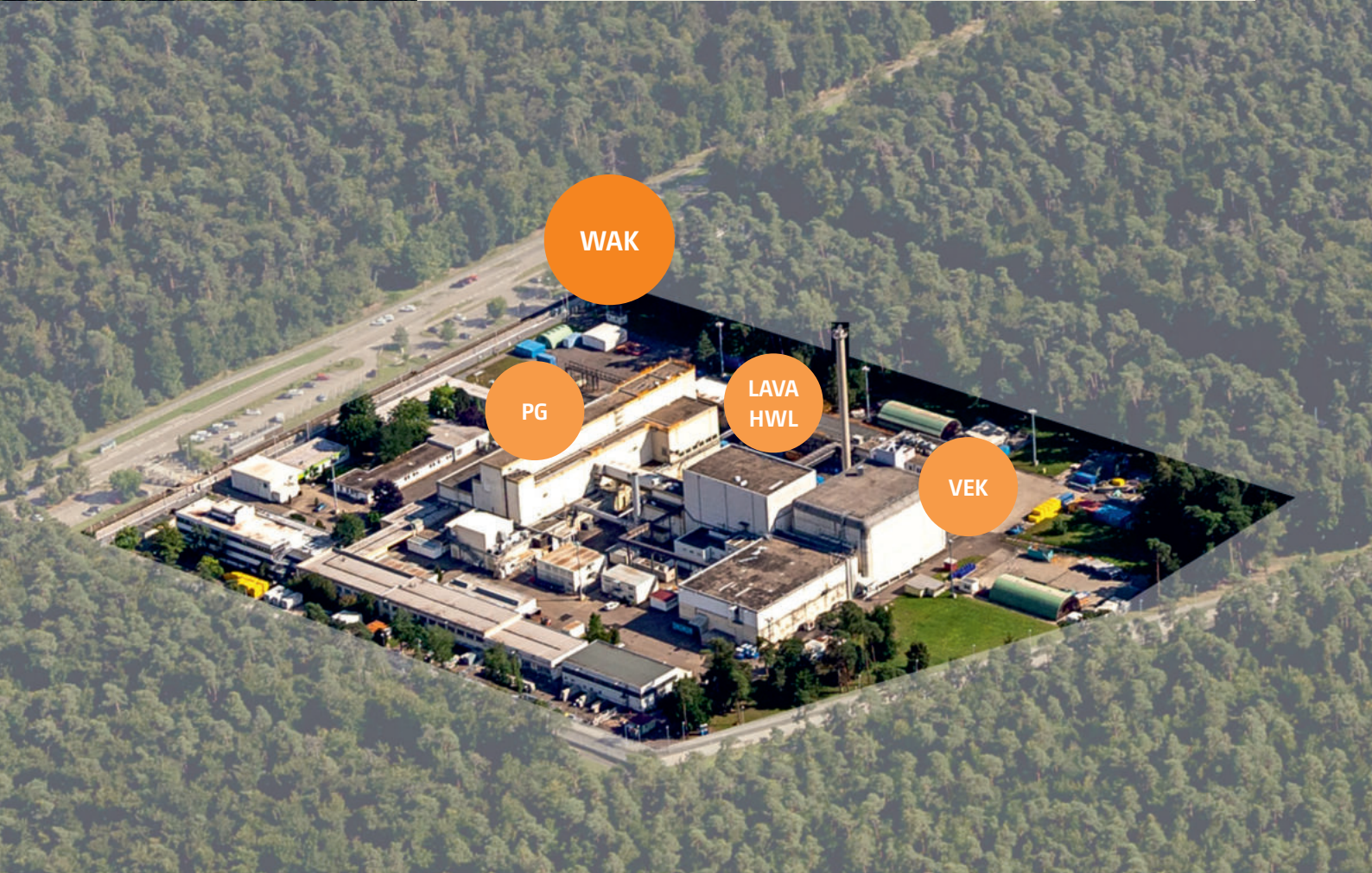
Typ:	Pilotanlage für die Aufarbeitung von Kernbrennstoffen
Betrieb:	1971–1990
Stilllegung:	1991

Haupt-Waste-Lager (HWL) und Lagerungs- und Verdampfungsanlage (LAVA)

Typ:	Behälterlager
Betrieb:	1971–2010
Stilllegung:	2011

Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK)

Typ:	Abfallbehandlungsanlage
Betrieb:	2009–2010
Stilllegung:	2011



WAK

PG

LAVA
HWL

VEK



FR2

HZ

LAW-
Eindampfung

MZFR

KNK



KNK

Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage KNK

Typ: Natriumgekühlter Brutreaktor
Leistung: 20 MW_{el}
Betrieb: 1971–1974 KNK I (thermischer Kern)
1977–1991 KNK II (schneller Kern)
Stilllegung: 1991



HZ

Heiße Zellen

Typ: Forschungseinrichtung für hochradioaktive Materialien
Betrieb: 1966–2009
Stilllegung: 2009



LAW-
Eindampfung

LAW-Eindampfung und Zementierung II

Typ: Abfallbehandlungsanlage
Betrieb: 1968–2009
Stilllegung: 2010

DIE PHASEN DES RÜCKBAUS

Der Rückbau nuklearer Anlagen läuft meist in sechs Phasen ab. Den rechtlichen Rahmen geben dabei das Atomgesetz (AtG) und das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) vor. Die einzelnen Phasen sind von hohen Sicherheitsanforderungen bestimmt.

Meist vergehen viele Jahre vom Abschalten einer Anlage bis zur „grünen Wiese“. Dies gilt umso mehr für den Rückbau von Prototypanlagen, für die es weltweit keine vergleichbaren Vorlagen gibt. Aufgabe der KTE ist es, alle Rückbauphasen verantwortungsvoll auf dem geltenden Stand von Technik und Gesetzgebung auszuführen.



PHASE 1: PLANUNG

In der Planung werden die technischen, organisatorischen und genehmigungsrelevanten Fragen beantwortet. Man entwickelt ein Konzept für den Rückbau und führt dabei u.a. aus, welche Methoden zum Einsatz kommen, welche Abfälle anfallen und wie diese verarbeitet werden.

PHASE 2: GENEHMIGUNG

Das Rückbaukonzept wird mit dem Antrag auf Genehmigung bei der zuständigen Behörde vorgelegt. Im Fall der KTE ist dies das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Die Behörde schaltet verschiedene Sachverständige zur Überprüfung der Antragsunterlagen ein.

Wenn alle Gutachten vorliegen und die Stilllegungsgenehmi-

gung erteilt ist, kann mit dem eigentlichen Rückbau begonnen werden.

Die nuklearen Anlagen auf dem Gelände der KTE sind zum überwiegenden Teil Prototypanlagen, für deren Rückbau es noch keine Präzedenzbeispiele gibt. Auf Grund der Größe und Komplexität der Projekte ist der Rückbau jeweils in mehrere Stilllegungsgenehmigungen aufgeteilt.



PHASE 3: FERNHANTIERTER RÜCKBAU



Stark kontaminierte oder auch aktivierte Bereiche werden zunächst fernhantiert zurückgebaut. Der Abbau der technischen Komponenten und die Dekontamination von Wänden, Böden und Decken erfolgt dabei über sogenannte Manipulatoren. Das heißt, dass das Fachpersonal die

eingesetzten Maschinen aus der Entfernung über Roboterarme steuert. Viele der bei der KTE zum Einsatz kommenden Maschinen wurden gemeinsam mit den Herstellern modifiziert und haben sich in unzähligen Einsätzen bewährt.

PHASE 4: MANUELLER RÜCKBAU

Sobald die Dosisleistung, also die Strahlenbelastung für die Mitarbeitenden, weit genug gesenkt ist, kann der manuelle Rückbau beginnen. Unter strengen Sicherheitsvorschriften, mit einer exakten Einsatzplanung für jeden Handgriff und unter den wachsamen Augen des Strahlenschutzes,

demonstriert das Fachpersonal ggfs. im fremdbelüfteten Vollschutzanzug Teile der Anlagen von Hand. Dies geschieht nicht ohne umfassende Schulungen und Sicherheitsunterweisungen des eingesetzten Personals im Vorfeld.



PHASE 5: GEBÄUDEDEKONTAMINATION

+ FREIGABE



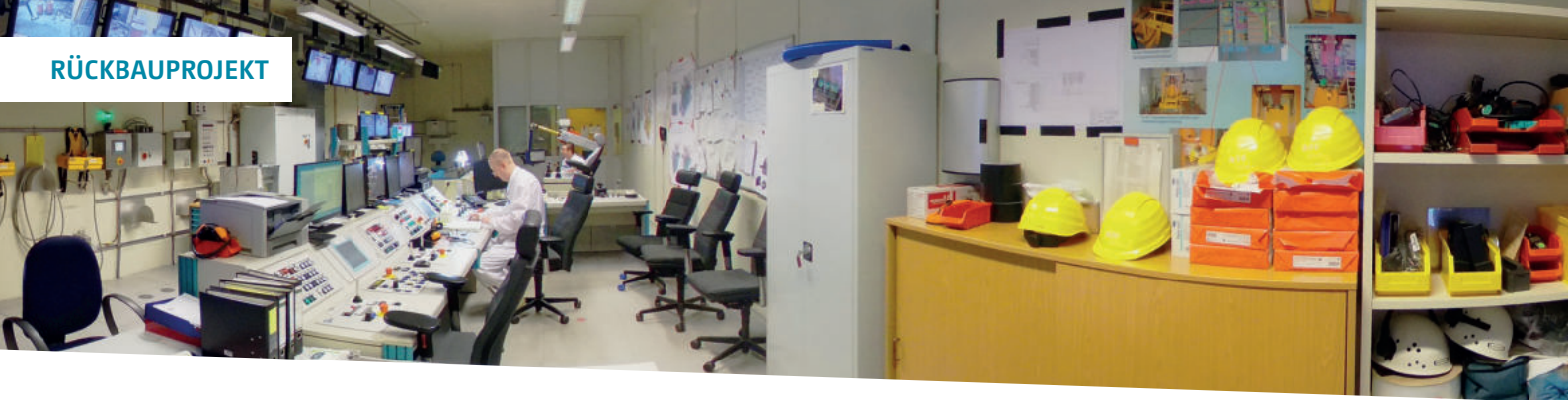
Damit von den rückzubauenden Gebäuden keine Gefährdung aufgrund von radioaktiven Stoffen mehr ausgeht, müssen auch kleinste Spuren beseitigt werden. Jeder Quadratmeter Oberfläche wird erfasst und ausgemessen, ggfs. muss weitere Oberfläche abgetragen werden. Werden Kontaminationen an unzugänglichen Stellen gefunden, müssen Zugängen geschaffen und ggfs. statische Ausgleichsmaßnahmen getroffen werden. Die Gebäudehülle und damit der überwachte Kontrollbereich müssen dabei erhalten bleiben. Wenn die Gebäudedekontamination abgeschlossen ist, erfolgt die sogenannte Freimesung durch den Strahlenschutz mit anschließender Kontrolle durch den Gutachter.

ge geschaffen und ggfs. statische Ausgleichsmaßnahmen getroffen werden. Die Gebäudehülle und damit der überwachte Kontrollbereich müssen dabei erhalten bleiben. Wenn die Gebäudedekontamination abgeschlossen ist, erfolgt die sogenannte Freimesung durch den Strahlenschutz mit anschließender Kontrolle durch den Gutachter.

PHASE 6: ABRISS



Wenn die Grenzwerte aus dem Strahlenschutzgesetz eingehalten sind und die Behörde den Freigabeantrag genehmigt, also grünes Licht gibt, kann das Gebäude konventionell abgerissen und das Ziel „grüne Wiese“ hergestellt werden.



WIEDERAUFARBEITUNGSANLAGE KARLSRUHE (WAK)

Die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, kurz WAK, wurde in den 1960er Jahren als Pilotanlage für die Wiederaufarbeitung in Wackersdorf errichtet. Von 1971 bis 1990 wurden hier über 200 Tonnen Kernbrennstoffe aus verschiedenen Versuchs- und Leistungsreaktoren aufgearbeitet. Uran und Plutonium wurden von den Spaltprodukten abgetrennt und dem Brennstoffkreislauf wieder zugeführt. Mit der politischen Absage an eine kommerzielle Wiederaufarbeitung in Deutschland wurde die Anlage 1991 stillgelegt und befindet sich seither im Rückbau.

Das Rückbauprojekt der WAK gliedert sich in drei Bereiche: das **Prozessgebäude (PG)**, in dem die Wiederaufarbeitung der Brennelemente stattgefunden hat, die ehemaligen Lagergebäude **Haupt-Waste-Lager (HWL)** und **Lagerungs- und Verdampfungsanlage (LAVA)** für die angefallenen hochradioaktiven flüssigen Abfälle und die eigens zur endlagergerechten Verfestigung der flüssigen Abfälle nachträglich errichtete **Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK)**. Ihrer Historie entsprechend befinden sich die Gebäude in verschiedenen Rückbaustadien.

44.000
Abfallfässer

5.500 t
an Reststoffen (Anlagenteile, Beton, Kabel etc.) wurden bereits ausgebaut und zur weiteren Behandlung an die Entsorgungsbetriebe der KTE abgegeben.

140
abgefüllte Kokillen



DEEP DIVE





Das **Prozessgebäude (PG)** befindet sich bereits in der Gebäudedekontamination. Die Anlagentechnik ist weitestgehend entfernt; derzeit werden die Gebäudestrukturen für eine spätere Freigabe dekontaminiert. Dies betrifft zum Teil auch große Gebäudeteile wie z.B. das ehemalige Wasserbecken, das in Einbaulage komplett in ca. 900 Betonblöcke zersägt und ausgebaut wird. Für die Demontage wurde ein Portalkran neu installiert.

HERAUSFORDERUNG

Nicht nur radioaktive Stoffe beschäftigen das Team: Einst weit verbreitet, findet sich der gesundheitsschädliche Weichmacher PCB auch in der Wandfarbe des Prozessgebäudes. Für die spätere konventionelle Entsorgung des Bauschutts muss der Anstrich erst aufwändig entfernt werden.

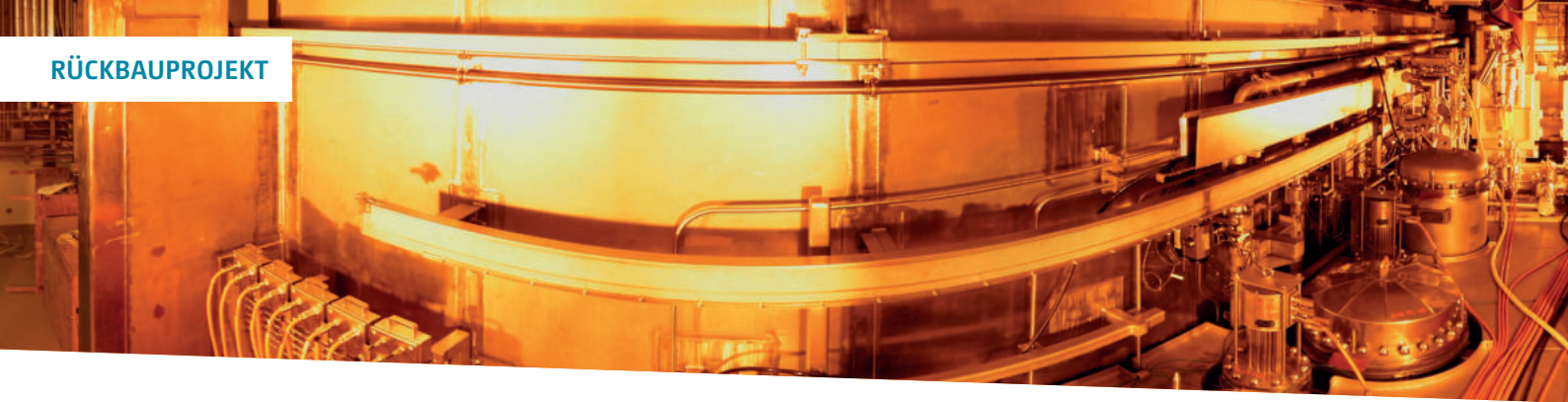
„Die WAK ist die einzige Anlage dieser Art in Deutschland, eine von wenigen weltweit. Daher können wir nicht auf umfangreiche Erfahrungen aus ähnlichen Projekten zurückgreifen. Gerade im Bereich der fernhantierten Zerlegung leisten wir echte Pionierarbeit.“



Bernhard Wiechers,
Leiter Rückbau WAK



Wasserbecken mit Portalkran für den Abtransport der Betonblöcke.



Nebenan, im **Haupt-Waste-Lager (HWL)** und der **Lagerungs- und Verdampfungsanlage (LAVA)**, läuft die Demontage der großen Lagerbehälter, in denen sich früher das hochaktive Abfallkonzentrat befand. Alle Arbeiten müssen fernhantiert durchgeführt werden. Die vier ca. 80 m³ großen Behälter lagern einzeln in Zellen hinter 1,80 m dicken Betonmauern, die erst mit Seilsäge und Kleinbagger durchbrochen werden müssen. Das braucht Zeit: 2018 wurde, nach dreijähriger Vorbereitung, der erste Tank auf Fassgröße zerlegt und an die Entsorgungsbetriebe abgegeben. 2022 war der Zugang zu einer weiteren Zelle geschaffen, der darin lagernde Tank wird seitdem rückgebaut.

HERAUSFORDERUNG

Basisgerät für den fernhantierten Rückbau ist ein Bagger, der für die speziellen Einsatzbedingungen angepasst wurde. Je nach Aufgabenstellung wird sein einarmiges Manipulatorsystem mit verschiedenen Werkzeugen wie Trennschleifer, Schwertsäge und Hydraulischere bestückt. Dies bedeutet in der Praxis, dass für alle Arbeiten nur eine fernhantierte Roboterhand zur Verfügung steht – von der komplexen Zerlegearbeit bis hin zur sicheren Probenahme.



Bedient werden Bagger und Manipulatorarm aus dem Leitstand heraus – ein Team aus speziell geschulten Fachkräften steuert dort die feinen Bewegungen simultan am Bildschirm.



Im werkseigenen Teststand werden die passenden Werkzeuge und Verfahren für alle Arbeitsschritte entwickelt und vor ihrem Einsatz erprobt.



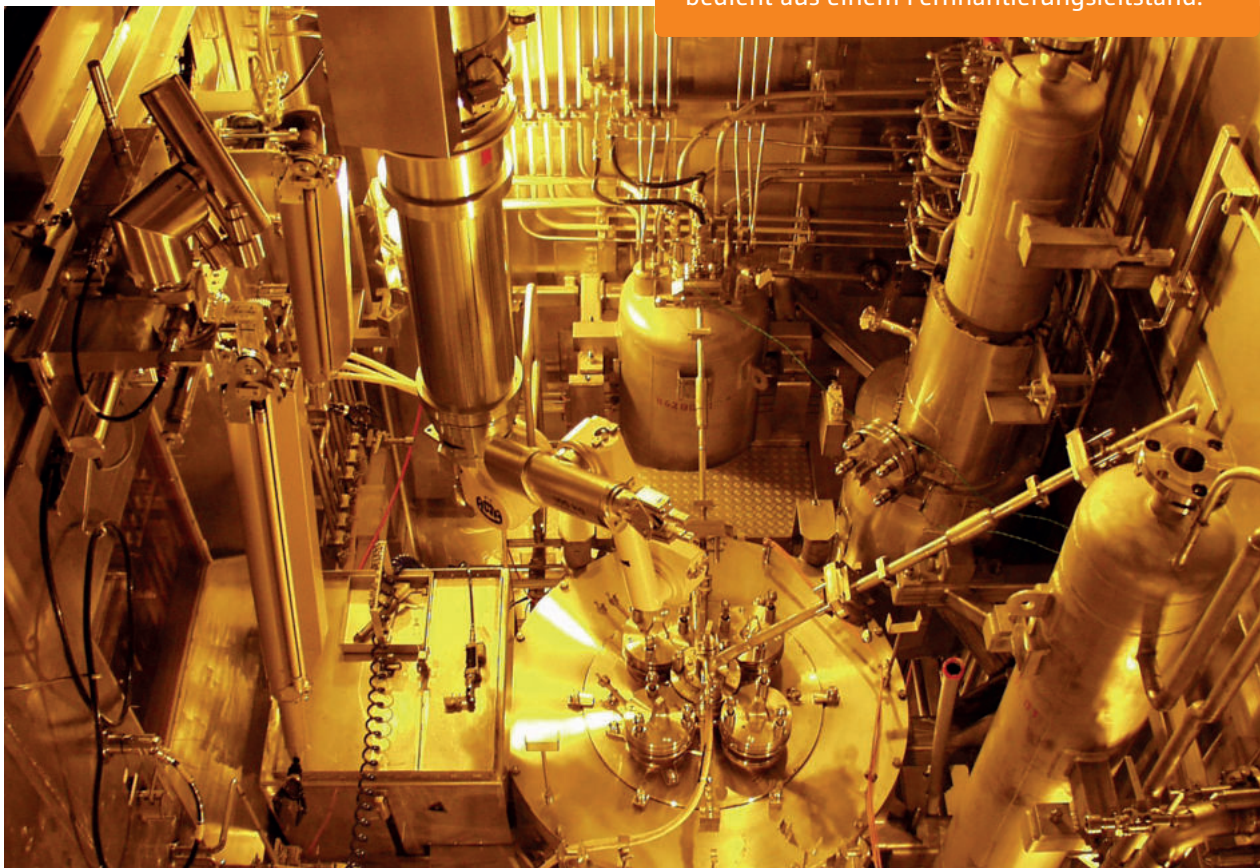
In den Tanks der HWL/LAVA lagerten bis 2009 rund 60 m³ hochaktiver Flüssigabfall (HAWC) aus der Betriebszeit der WAK. Für die Endlagerung war eine Verfestigung nötig. Ein Abtransport der Flüssigkeit in die Verglasungsanlage Mol/Belgien wurde nach Protesten der Bevölkerung 1996 verworfen – die Verglasung musste direkt vor Ort durchgeführt werden.

Die dafür eigens errichtete **Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK)** ging 2009 in Betrieb. In einem keramischen Schmelzofen wurde das HAWC eingeschmolzen und zu endlagerfähigem Abfallglas verfestigt. Die so entstandenen 140 Kokillen wurden in fünf Castor-Behältern in das Zwischenlager Nord der KTE-Muttergesellschaft EWN GmbH in Lubmin transportiert. Damit ging die VEK außer Betrieb und befindet sich seit 2011 im Rückbau.

Insgesamt sind in der VEK ca. 224 Tonnen Material fernhantiert zu demontieren. Die sehr hohe Dosisleistung stellt dabei hohe Anforderungen an die Einsatzgeräte. Mit Umrüstung der Transportcontainerschleuse wurde der erste Schritt des Rückbaus – die Planung, Anpassung bzw. Installation der Infrastruktur – 2022 abgeschlossen. In Schritt 2 wird die Kokillenhantierungszelle (Zelle V5) fernhantiert demontiert.

HERAUSFORDERUNG

Jeder Raum, jede Zelle erfordert eine andere Rückbaustrategie: angefangen vom Rückbau mit Hand- und Kraftmanipulatoren durch Strahlenschutzfenster über den Rückbau mit einem fernhantierten Bagger bis hin zum Rückbau durch die Zellendecken mittels 12 m langer Teleskop-Manipulator-Träger-Systeme, bedient aus einem Fernhantierungsleitstand.

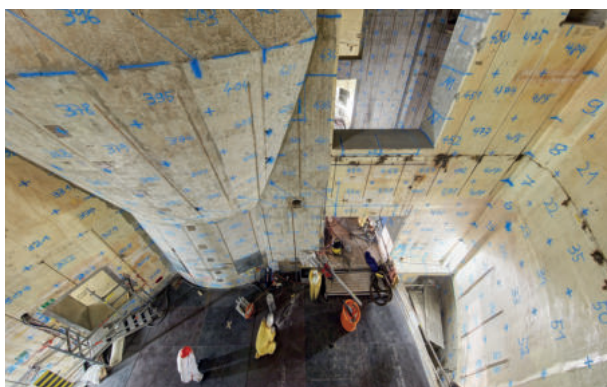


Blick auf den Schmelzofen der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK).



MEHRZWECKFORSCHUNGSREAKTOR (MZFR)

Fast 19 Jahre lang versorgte der MZFR das Forschungszentrum Karlsruhe mit Strom und Fernwärme und lieferte nebenbei Erkenntnisse zum Betrieb von Schwerwasser-Reaktorsystemen. Der Rückbau begann 1987: Für die fernhantierte Demontage des stark aktivierten 400-Tonnen-Reaktordruckbehälters (inkl. Einbauten), die teilweise unter Wasser erfolgte, entwickelte und qualifizierte das Rückbauteam eigens das Verfahren des Unterwasser-Plasmaschneidens.



Freimessung im Reaktorgebäude.

Innerhalb des Reaktorgebäudes wurde die verbliebene Betonstruktur soweit abgebaut, dass der Rest freigemessen werden kann. Die Zwischenböden wurden mit der Seilsäge zerlegt und abtransportiert. Seither gewährleisten umfangreiche Ersatzmaßnahmen wie der Einbau von Stahlbühnen und Gerüstbau die Zugänglichkeit zu allen Bereichen innerhalb des Reaktorgebäudes.

HERAUSFORDERUNG

Im Betrieb entstand der Beta-Strahler Tritium, der über kleinste Leckagen im Kühlmittel- und Moderatorkreislauf austrat und in die Gebäudestruktur eindrang. Eine besondere Herausforderung an die Freigabe. Seit mehreren Jahren wird Schicht für Schicht in einem wiederholenden Prozess rückgebaut: Betonabtrag, radiologische Messungen, baustatische Berechnungen, ggfs. statische Ersatzmaßnahmen, Betonabtrag usw. ...

„Beim MZFR machen wir mit rund 5.000 Proben pro Jahr Rückbau nach Art Schweizer Käse.“

Ulrich Scholl,
Leiter Rückbau MZFR und FR2



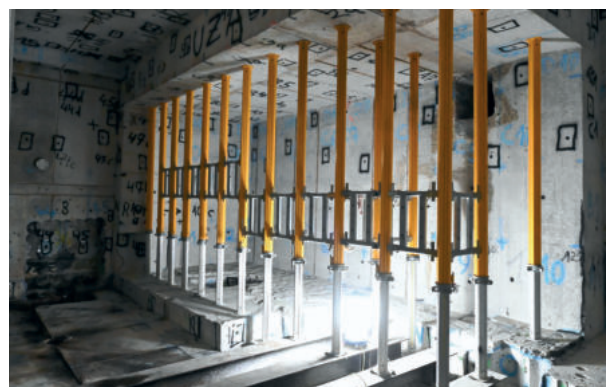
ca. **16.000 t**
Beton sind noch abzubauen

103 t
schwere Stahlkuppel

Mehr als
5.000
Proben pro Jahr



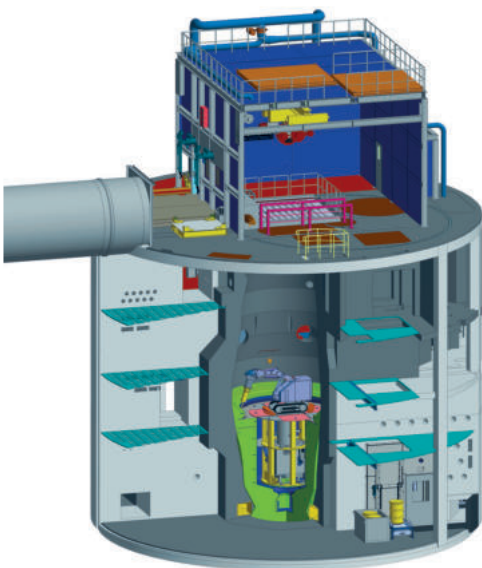
Zum MZFR gehörten auch mehrere Nebengebäude. Der Abriss der Kühltürme sowie der Gebäude des Hilfsanlagenkomplexes ist bereits ganz, der des Beckenhauses teils abgeschlossen.



Statische Ersatzmaßnahmen im Hilfsanlagegebäude vor dem Abriss.

KOMPAKTE NATRIUMGEKÜHLTE KERNREAKTORANLAGE (KNK)

Dieses Versuchskernkraftwerk wurde zunächst mit thermischem Kern betrieben. 1974 erfolgte die Umrüstung zum „Schnellen Brüter“; von 1977 bis zur Abschaltung 1991 sammelte man hier Erfahrungen mit dieser Technologie für den geplanten Bau in Kalkar. Das als Kühlmittel eingesetzte Natrium erwies sich als schwieriges Erbe für den anschließenden Rückbau: Das Element Natrium reagiert mit Luft, daher musste bei der Bearbeitung und Entsorgung der demontierten Anlagenteile teils unter Stickstoffatmosphäre gearbeitet werden. Reaktortank, Wärmeisolierung und Primärabschirmung sind bereits entfernt. Aktuell läuft der Rückbau des Biologischen Schilds.



3D-Modell vom Rückbau des Biologischen Schilds.

HERAUSFORDERUNG

Der Rückbau des Biologischen Schilds muss auf Grund der hohen Aktivierung fernhantiert ausgeführt werden. Dazu müssen die speziell angepassten Fernhantierungswerkzeuge von oben in den Reaktorschacht eingebracht werden, und das bei einem Schachtdurchmesser an der engsten Stelle von nur 2,10 m.

„Nicht nur die beengten Platzverhältnisse, sondern auch die extrem widerstandsfähige Betonzusammensetzung sorgen tagtäglich für Höchstleistungen im fernhantierten Rückbau.“

Holger Petrick, Leiter Rückbau KNK



375 t

Biologisches Schild
(Schwerbeton und Stahl)



43 t

Stahl aus dem
Reaktortank entfernt

90 t

Primärabschirmung aus Grauguss



Stemmarbeiten am Biologischen Schild: Auf einer variablen Arbeitsbühne stehend, meißelt sich ein sonderangefertigter Abbruchbagger Stück für Stück vorwärts.



HEISSE ZELLEN (HZ)

Von 1966 bis 2009 wurde hier nukleare Grundlagenforschung betrieben: In mit Bleiglasfenstern, Handmanipulatoren, Schwerlastmanipulatoren und verschiedenen Schleuseinrichtungen ausgestatteten Betonzellen konnten unterschiedlichste Versuchsanordnungen aufgebaut werden. Bei der Kernspaltung entstehen in Brennelementen viele unterschiedliche Spaltprodukte, die hier mit physikalischen und chemischen Methoden analysiert und bestimmt wurden.

Jede Zelle muss zunächst fernhantiert soweit dekontaminiert werden, dass manuelle Arbeiten innerhalb der Zellen möglich werden. Die Rückbau-Teams entfernen dabei die Stahlauskleidung an allen Zelleninnenflächen sowie weitere Einbauten und Durchführungen.



Manueller Rückbau in den Heißen Zellen.

HERAUSFORDERUNG

Die fünf Zellen weisen aufgrund der Betriebshistorie sehr unterschiedliche radiologische Belastungen auf. Die beengten Räume stellen eine weitere Herausforderung im Rückbau dar.

„Viele Arbeiten müssen manuell ausgeführt werden. Die Mitarbeitenden bewegen sich dabei unter Vollschutz in den engen Räumen, sie sägen, fräsen, stemmen und bohren. In den Heißen Zellen ist Rückbau wirklich harte Arbeit.“

**Renée Engert, Leiterin
Rückbau Reaktoren**



5 Betonzellen

mit je 8 mm Stahlschalung

95%

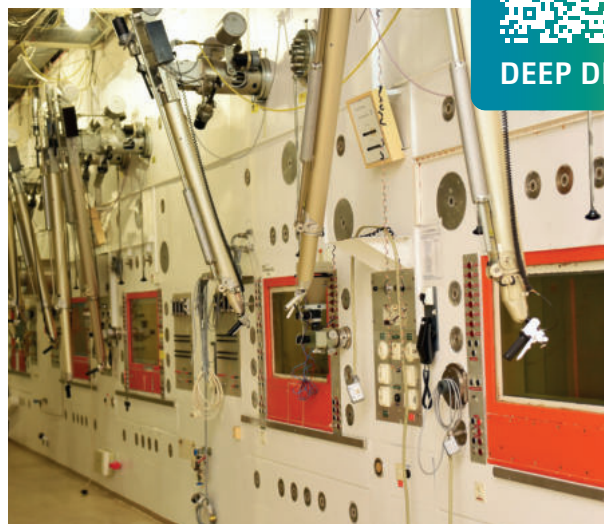
Gesamtaktivität im Zellentrakt

8 Schritte

bis zur grünen Wiese



DEEP DIVE



Während der Betriebszeit wurde in den Heißen Zellen über Manipulatoren gearbeitet. Das Personal konnte damit, durch die Bleiglasfenster blickend, verschiedenste Versuche durchführen.

RÜCKBAU ENTSORGUNGSEINRICHTUNGEN

Die LAW-Eindampfung wurde ab 1964 als Großverdampferanlage für flüssige schwachaktive Abwässer (Low-Active-Waste) mit benachbarter Zementierung errichtet. Im Zeitraum 1968 bis 2012 wurden dort die radioaktiven Betriebsabwässer der kerntechnischen Anlagen am Standort eingedampft. Die anfallenden Verdampferkonzentrate wurden in der In-Fass-Zementierung endlagergerecht in Fässern einzementiert. Nach Abschluss der Verarbeitung der Spül- und Restflüssigkeit nach Ende des Verglasungsbetriebes in der VEK wurde die LAW-Eindampfung stillgelegt und im Dezember 2014 die Rückbaugenehmigung erteilt.

240 t

Stahlbau

120 t

Großkomponenten

170 t

Bausubstanz

130 t

Elektro- und Prozesstechnik



DEEP DIVE



Demontage der Harzbehälter in der Maschinenhalle.

HERAUSFORDERUNG

Vom Rückbau aller Prozess- und sonstigen Einrichtungen sind 100 Räume betroffen, davon 65 Räume im Kontroll- und Sperrbereich. Aufgrund der örtlichen baulichen Gegebenheiten ist ein Großteil des Demontagegutes vor Ort auf Fassgröße zu zerkleinern, zu verpacken und durch die verwinkelten, engen Gänge zu transportieren. Bislang konnten 19 Räume leergeräumt werden.



Im Mai 2022 wurde die benachbarte MAW-Eindampfungsanlage vollständig abgerissen.



FORSCHUNGSREAKTOR FR2

Der erste von der Bundesrepublik Deutschland nach eigenem Konzept gebaute Reaktor ging 1961 in Betrieb: Hier wurden 20 Jahre lang neutronenphysikalische Grundlagenversuche durchgeführt, Kernbrennstoffe entwickelt, Materialien erforscht sowie Radioisotope für die Nuklearmedizin produziert. Nach Stilllegung wurde bis 1996 die Verfahrenstechnik rückgebaut und nicht mehr benötigte Gebäude freigemessen, aus dem Atomgesetz entlassen und abgerissen. Nur der Reaktorblock wartet noch im sicheren Einschluss.

Sein Rückbau ist für die 2030er und 2040er Jahre geplant.

44 MW

*thermische Leistung von zunächst 12,
später 44 Megawatt*

>100.000

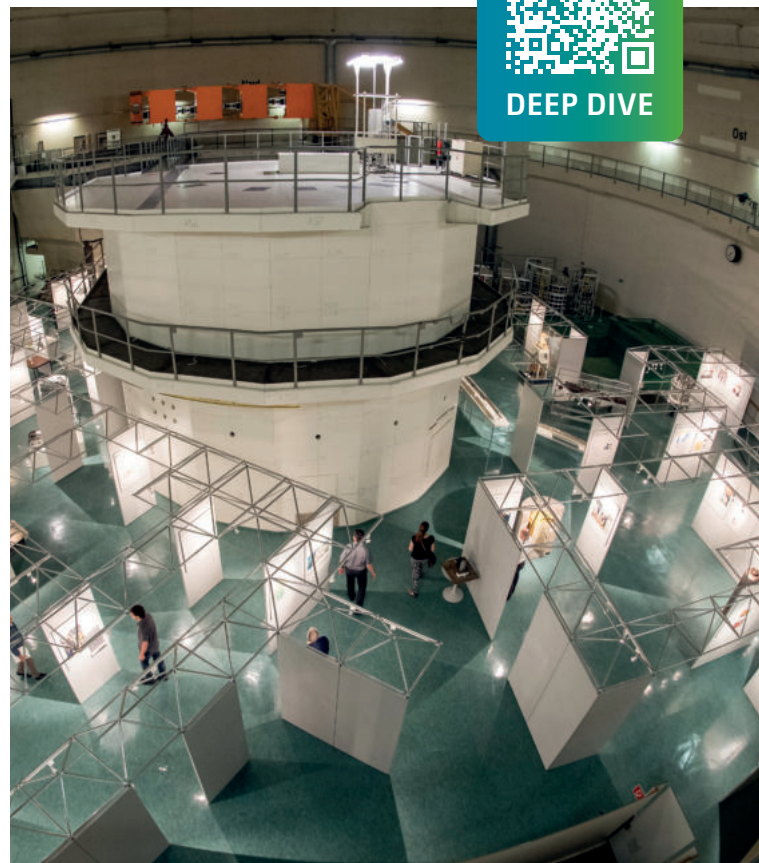
Betriebsstunden

1.

*deutscher
Eigenbau-Reaktor*



DEEP DIVE



Das Reaktorgebäude wird heute für eine Ausstellung über die Entwicklung der Kerntechnik in Deutschland genutzt.



Der FR2 ruht zwischen den Institutsgebäuden am KIT Campus Nord.

HERAUSFORDERUNG

Der sichere Einschluss ist die alternative Stilllegungsstrategie für nukleare Anlagen. Den Rückbau erst dann durchzuführen, wenn die Aktivität sich durch radioaktiven Zerfall weit abgeschwächt hat, erscheint logisch – zumal Deutschland bislang noch kein Endlager in Betrieb hat. Allerdings gibt es dann keine Mitarbeitenden mehr, die den Reaktor kennen. Alle Grundlagen und das Wissen um die Anlage müssen neu erlernt, ein weiteres Rückbaukonzept erstellt werden. Das kostet Zeit und Geld.



RÜCKBAU – UND DANN?

Was bleibt von MZFR, WAK und Co.? Bereits in der Planungsphase des Rückbaus ist die Verarbeitung der Abfälle – die sogenannte Konditionierung – ein wichtiger Teil der Überlegungen. Radioaktive Abfälle sind ein sensibles Thema, bei dem die Öffentlichkeit zu Recht genau hinblickt. Transparenz und Offenheit sind gefragt. Über verschiedene Veranstaltungsformate und Besucherführungen sowie auf Fachmessen steht die KTE im regelmäßigen Dialog mit Umweltverbänden, Anrainern und sonstigen Interessensgruppen.

WAS BLEIBT VOM RÜCKBAU?

Die KTE ist verantwortlich für alle am Standort jemals angefallenen radioaktiven Abfälle. Hinzu kommen Abfälle von Dritten, beispielsweise der Landessammelstelle Baden-Württemberg sowie dem Joint Research Center der Europäischen Kommission ebenfalls auf dem Gelände, mit denen Vertragsverhältnisse über Konditionierung, Lagerung und Abgabe an das Endlager bestehen. Im Zwischenlager der KTE lagern derzeit schwachaktive Abfallprodukte in 7.000 Konrad-Containern und 7.000 Einzelabschirmungen. Zusätzlich befinden sich ca. 2.400 Abfallfässer mit mittelfradioaktiven Abfällen hinter den meterdicken Mauern des MAW-Zwischenlagers. Sie alle warten darauf, an ein Endlager des Bundes abgegeben zu werden.



Blick ins MAW-Zwischenlager.

„Die Anlagen am Standort sind ein Querschnitt durch 50 Jahre Kernforschung. Das Erbe sind am Schluss rund 94.000 m³ konditionierte Abfälle, die die KTE an das Lager KONRAD abgeben wird.“

Heike Merx, Leiterin Entsorgung



DEEP DIVE



Befüllen eines Containers mittels Fassgreifer.

KONDITIONIERUNG DER ABFÄLLE

Ob Verbrennen, Verpressen oder Zementieren – über 200 Mitarbeitende kümmern sich bei den firmeneigenen Entsorgungsbetrieben um die fachgerechte Konditionierung der Abfälle. Maßgebend für die Abfallgebinde sind die Vorgaben des Endlagerbetreibers, der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE). Damit einher geht ein sehr hoher Dokumentations- und Prüfaufwand.

Die Rückbauprojekte der KTE werden voraussichtlich noch bis Ende der 2040er Jahre Abfälle erzeugen. Rechnet man den Rückbau der Abfallverarbeitungsanlagen selbst noch dazu, wird es bis in die 2060er Jahre hinein dauern, bis alle Abfälle konditioniert und verpackt sind. Mit der Abgabe dieser Abfälle an das Endlager und dem konventionellen Rückbau der Restanlagen wird die Geschichte der KTE dann enden. Zurück bleiben vielseitig nutzbare Flächen auf dem heutigen KIT Campus Nord.

KTE | Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Telefon +49 7247 88-0 | Telefax +49 7247 4755
kontakt@kte-karlsruhe.de | www.kte-karlsruhe.de

Fotocredits: ARTIS-Photographie Uli Deck, Flyfoto.de, KIT-Archiv,
KTE/Wolfgang Metzger,
Bernhard Ludewig, Wikipedia Commons Creative Licence, Jörg
Wohlfromm, Valkaat Photography

Titel: Abriss Hilfsanlagengebäude MZFR
Gestaltung: wyynot GmbH

