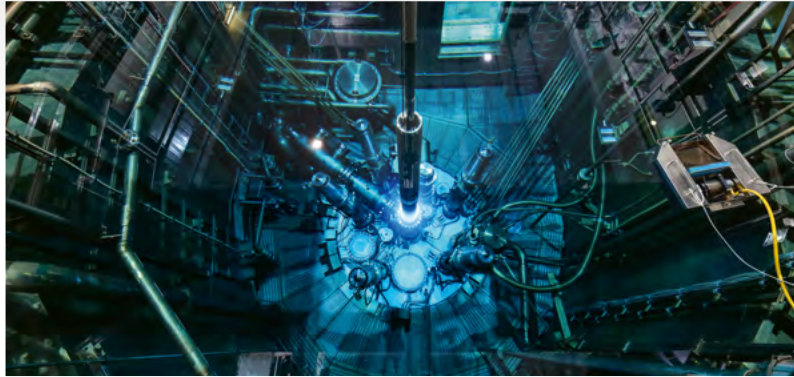


ENTSORGUNG DER FRM II-BRENNELEMENTE

NUTZEN FÜR FORSCHUNG UND INNOVATION
AUFBEWAHRUNG IM ZWISCHENLAGER AHAUS



BGZ

Gesellschaft
für Zwischen-
lagerung mbH



FRM II
Forschungs-Neutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz



Mitarbeiter*innen der BGZ inspizieren CASTOR-Behälter vom Typ V/19 in einem Zwischenlager



Wissenschaftler untersuchen am FRM II zerstörungsfrei Lithium-Ionen-Akkus

Worum geht es?

Mit dieser Broschüre möchten die **BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (kurz BGZ) und die Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (auch Forschungsreaktor München II, kurz FRM II) über die Brennelemente des FRM II informieren: ihre wissenschaftliche Verwendung in der Neutronenquelle, den Transport zum sowie die Aufbewahrung im Zwischenlager Ahaus und schließlich ihre geplante Entsorgung in einem Endlager.**

Der FRM II in Garching gehört zu den modernsten Forschungsreaktoren mit höchsten Sicherheitsstandards und hat weltweit die breiteste Anwendungspalette unter allen Neutronenquellen. Zweck des FRM II ist es, die erzeugten Neutronen für die Grundlagenforschung und für Anwendungsfelder in der Medizin und der industriellen Entwicklung zur Verfügung zu stellen. Um

die Neutronen für die Forschung zu erzeugen, benötigt der FRM II Brennelemente. Die verbrauchten Brennelemente werden in CASTOR-Behältern in den nächsten Jahren mit mehreren Transporten ins Zwischenlager Ahaus gebracht und dort bis zu ihrer Endlagerung aufbewahrt.

Im Zwischenlager Ahaus werden seit rund 30 Jahren Brennelemente nach höchsten Sicherheitsanforderungen aufbewahrt. Seitdem sind keine Störungen aufgetreten, die für Mensch oder Umwelt eine Gefährdung bedeutet hätten. Das Zwischenlager Ahaus ist speziell für die Aufbewahrung der Brennelemente aus deutschen Forschungsreaktoren vorgesehen. So lagern dort seit 2005 bereits Brennelemente aus dem Forschungsreaktor, der in Dresden-Rossendorf zwischen 1957 und 1991 betrieben wurde.



Welche Forschung ermöglicht der FRM II?

Das Heinz Maier-Leibnitz Zentrum (MLZ) ist ein führendes Zentrum für Spitzenforschung mit Neutronen und Positronen am FRM II. Jährlich arbeiten bis zu 1.200 Forscher*innen aus den Disziplinen Physik, Chemie, Biologie, Ingenieurwissenschaften und Medizin an Fragestellungen zur Lösung großer gesellschaftlicher Zukunftsaufgaben in den Bereichen

technische Innovation, Gesundheit, Mobilität und Energieversorgung.

Ihre Ergebnisse publizieren die Wissenschaftler*innen in mehr als 300 wissenschaftlichen Veröffentlichungen pro Jahr und machen sie so verfügbar für neue Entwicklungen.

Neutronen gegen Krebs

In der Medizin werden Krebszellen bestrahlt, um den Tumor zurückzubilden. Radioisotope in Form von Radiopharmaka bringen die Strahlung direkt zum Tumor. Der FRM II kann diese Radioisotope dank intensiver Neutronenstrahlen herstellen.

In den vergangenen drei Jahren verdoppelte sich die Anzahl der ausgelieferten Patientendosen des am FRM II produzierten hochreinen Lutetium-177. Mehr als 30 internationale Vertriebspartner beliefern bis zu 360 Kliniken in 50 Ländern und helfen somit, die Lebensqualität von Krebspatient*innen weltweit zu verbessern.



Energiewende: Strom verteilen und speichern

Verfügbarer Strom aus Windkraft in der Nordsee muss teilweise über sehr lange Strecken transportiert werden. Um Verluste bei der Übertragung deutlich zu minimieren, müssen Hochspannungsleitungen mit Gleichstrom anstelle von Wechselstrom verwendet werden. Für die Umwandlung des Wechselstroms in Gleichstrom werden Gleichrichter eingesetzt. Diese bestehen aus Silizium. Einzelne Siliziumatome wandeln sich durch Neutroneneinwirkung in Phosphor um. So wird das Material halbleitend.

Der FRM II mit seinem hohen Fluss an Neutronen kann etwa 15 Tonnen dieses so dotierten Siliziums pro Jahr herstellen, was ca. 10 % des Weltmarktes entspricht.



Neue Superlegierungen – weniger Treibstoff

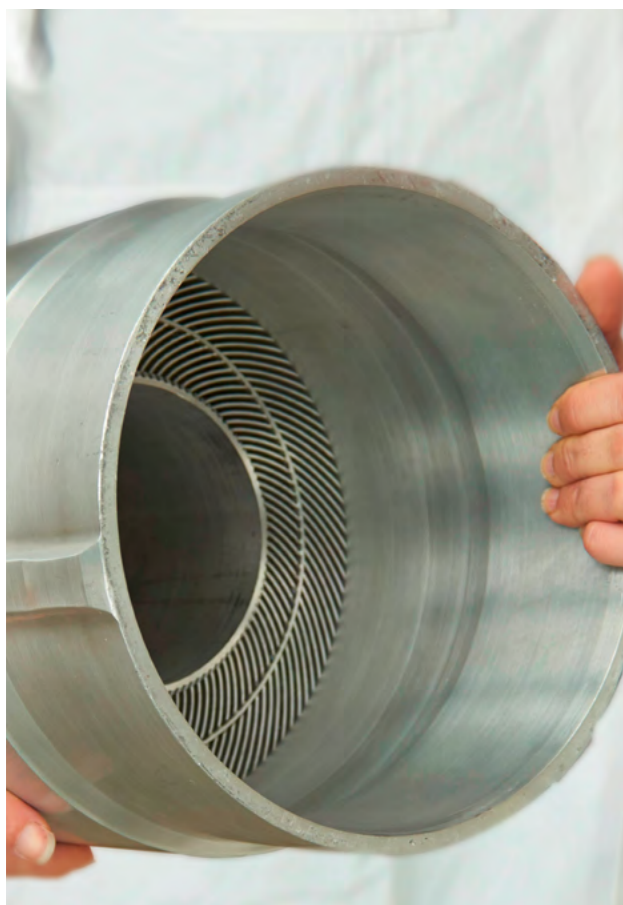
Superlegierungen sind die führenden Materialien für Gasturbinen. Um sie noch sicherer, effizienter und damit umweltverträglicher zu machen, werden die Turbinen ständig weiterentwickelt. Ihre Effizienz zu steigern, heißt, die Verbrennungstemperaturen zu erhöhen. Doch irgendwann schmilzt auch die beste Superlegierung.

Neutronen liefern wichtige Informationen während der Erwärmung und Verformung des Materials, insbesondere unter Belastung.





Was soll im Zwischenlager Ahaus aufbewahrt werden?



Ein Brennelement aus dem FRM II

Forscher*innen benötigen einen möglichst hohen Fluss von Neutronen, die auf die Proben an den Messinstrumenten geleitet werden. Da diese Proben nur wenige Milli- bis Zentimeter groß sind, muss auch die Quelle der Neutronen entsprechend klein sein. Der FRM II verwendet daher einen sehr kompakten Reaktorkern mit nur einem Brennelement.

Um einen hohen Neutronenfluss zu erzeugen, findet im FRM II eine kontrollierte Kernspaltung statt. Hierfür kommt Kernbrennstoff zum Einsatz, der bis zu 93 % aus dem spaltbaren Uran-235 besteht. Mit nur einem Brennelement lässt sich die Neutronenquelle für einen Zyklus von 60 Tagen betreiben. Danach ist das Brennelement „abgebrannt“ und wird für mindestens sechseinhalb Jahre im Abklingbecken des FRM II zwischengelagert.

Bevor die Brennelemente nach dem Abklingen nach Ahaus gebracht werden, werden sie in speziell dafür ausgelegte Transport- und Lagerbehälter vom Typ CASTOR eingeladen. Die Behälter sollen im Zwischenlager Ahaus aufbewahrt werden, bis sie zu einem Endlager transportiert werden können.



Warum sollen die Brennelemente im Zwischenlager Ahaus aufbewahrt werden?

Dass die Brennelemente im Zwischenlager Ahaus aufbewahrt werden können, ist das Ergebnis langjährig bestehender Verträge: So hat die Stadt Ahaus 1993 im Rahmen einer Ergänzung des Ansiedlungsvertrages der Aufbewahrung von Brennelementen aus deutschen Forschungsreaktoren zugestimmt. Auf dieser Basis hat die damalige Betreiberin des Zwischenlagers Ahaus mit dem FRM II im Jahr 2000 einen Vertrag über die zukünftige Aufbewahrung der ausgedienten Brennelemente geschlossen.

Mit der Einlagerung der Brennelemente aus dem FRM II im Zwischenlager Ahaus kommt die BGZ dieser vertraglichen Verpflichtung nach. Dies ist die Voraussetzung dafür, dass der FRM II auch zukünftig Neutronen für die Wissenschaft liefern kann und so seinen wichtigen Beitrag zur Lösung grundlegender Fragestellungen leistet.



Mit den ausgedienten Brennelementen aus dem Forschungsreaktor Dresden-Rossendorf lagern bereits seit 2005 hochradioaktive Abfälle aus deutscher Forschung im Zwischenlager Ahaus.



Außenansicht des Zwischenlagers Ahaus mit neu errichteter Schutzwand



Wie werden die Brennelemente sicher verpackt?



CASTOR-Behälter des Typs MTR3

Im Zwischenlager Ahaus sollen bis zu 21 Behälter mit Brennelementen aus dem FRM II aufbewahrt werden. Die abgebrannten Brennelemente aus dem FRM II werden in CASTOR-Behältern der Bauart MTR3 sicher transportiert und gelagert.

Beim Transport und der Aufbewahrung der Brennelemente steht der Schutz von Mensch und Umwelt an erster Stelle. Diesen Schutz gewährleistet die massive, tonnenschwere Metallkonstruktion des für den Transport und die Aufbewahrung von Brennelementen aus Forschungsreaktoren entwickelten CASTOR-Behälters. Er schließt fünf FRM II-Brennelemente sicher und dicht ein. Die Behälter sind so ausgelegt, dass sie selbst extremen Einwirkungen wie z. B. Transportunfällen, Feuer oder einem Flugzeugabsturz standhalten.



Wie sollen die Brennelemente nach Ahaus transportiert werden?

Die Brennelemente des FRM II sollen mit mehreren Einzeltransporten nach Ahaus gebracht werden. Weil der Standort Garching nicht ans Schienennetz angeschlossen ist, werden die Brennelemente über die Straße befördert. Dies hat den Vorteil, dass mehrere Umladevorgänge vermieden werden.

Pro Transport wird jeweils ein Behälter auf ein spezielles Transportfahrzeug geladen. Dieses Fahrzeug besteht aus einer Zugmaschine und einem Tiefbettauflieger.

Während des Transports wird der gesetzlich vorgegebene Grenzwert für die Ortsdosisleistung („Strahlung“) zuverlässig eingehalten. Die Berechnungen hierzu haben ergeben, dass der Grenzwert von 100 $\mu\text{Sv/h}$ („Mikrosievert pro Stunde“) in zwei Meter Abstand von der Außenfläche des Transportfahrzeugs weit unterschritten wird: Der höchste in diesem Abstand berechnete Wert liegt bei 7 $\mu\text{Sv/h}$, also weniger als ein Zehntel des erlaubten Wertes. Zum Vergleich: Dies entspricht nach Angaben des Bundesamts für Strahlenschutz etwa der Höhenstrahlung, der man während einer Stunde Flugzeit in 10.000 Meter Höhe ausgesetzt ist.



Das Transportfahrzeug



Wie sicher ist die Aufbewahrung im Zwischenlager Ahaus?

Um die Brennelemente des FRM II im Zwischenlager aufbewahren zu dürfen, benötigt die BGZ eine Genehmigung des Bundesamts für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE).

Im Genehmigungsverfahren muss die BGZ unter anderem nachweisen, dass

- die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderlichen Maßnahmen zur Schadensvorsorge getroffen sind,
- die Brennelemente ausreichend z. B. gegen Angriffe von außen geschützt sind und
- das Personal über Fachkunde verfügt und zuverlässig ist.

Erst wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind, wird eine Genehmigung erteilt.



Blick auf CASTOR-Behälter im östlichen Hallenteil des Zwischenlagers Ahaus

Faktencheck – Sicherheit der Aufbewahrung

Gelegentlich wird behauptet, dass die Brennelemente aus dem FRM II nicht sicher zwischengelagert werden könnten, weil sie hochangereichertes Uran (highly enriched uranium, HEU) enthielten. Diese Art der Aufbewahrung sei am Standort Ahaus etwas völlig Neues.

Gelegentlich wird ebenfalls behauptet, die Brennelemente aus dem FRM II seien „waffenfähig“, weil sie HEU enthielten.

Das ist nicht richtig.

Die Aufbewahrung von Brennelementen, die hochangereichertes Uran enthalten, ist im Rahmen der Zwischenlagerung von hochradioaktiven Abfällen in Deutschland nichts Neues, sondern langjährige Praxis. So werden im Zwischenlager Ahaus seit 1992 Brennelemente aus dem Thorium-Hochtemperaturreaktor in Hamm-Uentrop aufbewahrt, die hochangereichertes Uran enthalten. In knapp 30 Jahren sind keinerlei Störungen aufgetreten, die für Mensch oder Umwelt eine Gefährdung bedeutet hätten. Zwischenlager wie das in Ahaus gehören außerdem zu den am besten gesicherten Objekten in Deutschland. Gegen eine Entwendung von Brennelementen oder Angriffe von außen sind umfangreiche Vorkehrungen getroffen.

Das ist nicht richtig.

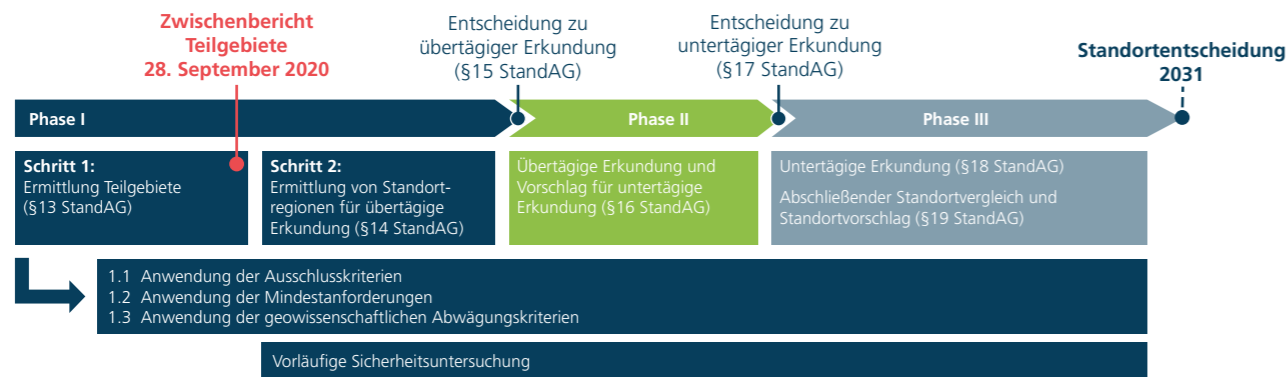
Bevor das Uran in den verbrauchten Brennelementen weiterverwendet werden könnte, müsste es zunächst durch komplexe Trennverfahren extrahiert werden, die nur in industriellen Großanlagen möglich sind. Deutschland verfügt nicht über solche Anlagen, ihr Betrieb wäre nach dem Atomgesetz auch verboten.



Was passiert mit den Brennelementen nach der Zwischenlagerung?

Die Aufbewahrung der Brennelemente aus dem FRM II im Zwischenlager Ahaus ist zeitlich befristet. Die hochradioaktiven Abfälle, zu denen die FRM II-Brennelemente zählen, sollen nach ihrer Zwischenlagerung in tiefen geologischen Formationen endgelagert werden. Die Suche nach dem Endlager für hochradioaktive Abfälle wird im Standortauswahlgesetz geregelt, das der Deutsche Bundestag mit großer Mehrheit verabschiedet hat. Ziel des Suchverfahrens ist es, den Standort zu finden, der die bestmögliche Sicherheit für ein Endlager bietet. So soll der Schutz von Mensch und Umwelt vor den Auswirkungen der Abfälle für eine Million Jahre

gewährleistet werden. In einem offenen und durch umfassende Öffentlichkeitsbeteiligung geprägten Verfahren soll der Standort nach mehreren Phasen der Suche bis zum Jahr 2031 gefunden werden. Das Endlager soll voraussichtlich zur Mitte dieses Jahrhunderts seinen Betrieb aufnehmen und auch die Brennelemente des FRM II dauerhaft und sicher einschließen. Weitere Informationen zum Standortauswahlverfahren finden Sie auf der Website der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (kurz BGE) unter www.bge.de/de/endlagersuche



Verfahrensschritte zur Auswahl des Endlagerstandorts für hochradioaktive Abfälle (Grafik der BGE)

BGZ – Wer wir sind

Die BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH ist eine in privater Rechtsform organisierte Gesellschaft des Bundes mit Hauptsitz in Essen. Von der Bundesregierung wurde sie mit der sicheren Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle bis zu ihrer Endlagerung in Deutschland beauftragt.

Gegründet wurde die BGZ am 1. März 2017, seit dem 1. August desselben Jahres befindet sie sich zu 100% im Besitz des Bundes. Die BGZ betreibt mittlerweile zahlreiche Zwischenlager für radioaktive Abfälle in ganz Deutschland. Eine Übersicht über alle Standorte finden Sie auf der Website: www.bgz.de

Das Zwischenlager Ahaus betreibt die BGZ seit dem 1. August 2017. Mit Errichtung der dezentralen Zwischenlager an den Standorten der Atomkraftwerke hat sich die Funktion des Zwischenlagers Ahaus nachhaltig verändert: Brennelemente aus Atomkraftwerken werden in Ahaus nicht mehr eingelagert, sie verbleiben alle in den dortigen Zwischenlagern. Deshalb werden im Zwischenlager Ahaus deutlich weniger hochradioaktive Abfälle aufbewahrt werden, als ursprünglich vorgesehen.



Am Standort Ahaus arbeitet ein erfahrenes Team aus Ingenieur*innen und Techniker*innen

FRM II und MLZ – Wer wir sind

Die Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) ist eine Großforschungseinrichtung der Technischen Universität München (TUM) am Standort Garching. Zweck des FRM II ist es, Neutronen für Forschung, Medizin und Industrie zu erzeugen.

Die Neutronenquelle ist nach der Abschaltung der Forschungsreaktoren in Karlsruhe (1981), Jülich (2006), Geesthacht (2010) und Berlin (2019) die jetzt einzige

verbleibende leistungsstarke Neutronenquelle in Deutschland.

Technische Universität München, Forschungszentrum Jülich und Helmholtz-Zentrum Hereon haben sich daher zum Heinz Maier-Leibnitz Zentrum (MLZ) zusammengeschlossen, das Wissenschaftler*innen weltweit Messungen mit Neutronen und Positronen am FRM II ermöglicht.



Mitarbeiter*innen des MLZ in Garching

Wie Sie uns erreichen



Dr. David Knollmann

BGZ-Referent für Standortkommunikation Region Nordwest

☎ +49 2561 426-60

✉ david.knollmann@bgz.de



Anke Görg

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
FRM II & MLZ

☎ +49 89 289-14615

✉ presse@frm2.tum.de



Andrea Voit

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
FRM II & MLZ

☎ +49 89 289-12141

✉ presse@frm2.tum.de

Weitere Infos:

www.bgz.de/forschungsreaktoren

www.frm2.tum.de/entsorgung-der-brennelemente

Informationen über Veranstaltungen am Zwischenlager-Standort Ahaus

finden Sie unter: www.bgz.de/veranstaltungen



Anmeldung zum

BGZ-Newsletter:

www.bgz.de/newsletter

Forschungs-Neutronenquelle

Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)

Technische Universität München

Lichtenbergstr. 1

85748 Garching

www.frm2.tum.de

www.mlz-garching.de



@mlz_garching



www.facebook.com/FRMII

BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH

Hauptsitz Essen

Frohnhauser Str. 67

45127 Essen

www.bgz.de



@die_bgz

Brennelement-Zwischenlager

Ahaus GmbH

Ammeln 59

48683 Ahaus

<https://zwischenlager.info/standort/ahaus/>