

# Bericht über die Entsorgung von radioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen aus Baden- Württemberg

(Stand: September 2022)



*Castor-Handhabung zur Vorbereitung von Brennelementtransporten*



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1 Rechtliche Rahmenbedingungen der nuklearen Entsorgung.....</b>  | <b>6</b>  |
| 1.1 ABGEBRANNTEN BRENNNELEMENTE UND RADIOAKTIVE ABFÄLLE<br>AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND .....   | 6         |
| 1.2 SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVE ABFÄLLE .....  | 7         |
| <b>2 Erzeuger abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle in<br/>Baden-Württemberg.....</b>  | <b>8</b>  |
| 2.1 KERNKRAFTWERKE .....   | 9         |
| 2.2 WIEDERAUFARBEITUNGSANLAGE KARLSRUHE .....  | 10        |
| 2.3 FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN .....  | 13        |
| 2.4 STILLGELEGTE KERNTHECHNISCHE ANLAGEN UND<br>EINRICHTUNGEN .....  | 13        |
| 2.5 LANDESSAMMELSTELLE BADEN-WÜRTTEMBERG.....  | 16        |
| <b>3 Schwach- und mittelradioaktive Abfälle .....</b>  | <b>17</b> |
| 3.1 ANFALL SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE IN<br>BADEN-WÜRTTEMBERG .....  | 17        |
| 3.2 KONDITIONIERUNG SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER<br>ABFÄLLE .....  | 18        |
| 3.3 ZWISCHENLAGERUNG SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER<br>ABFÄLLE .....   | 20        |
| 3.4 TRANSPORTE SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE .....  | 26        |
| <b>4 Abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der<br/>Wiederaufarbeitung.....</b>   | <b>27</b> |
| 4.1 ANFALL ABGEBRANNTER BRENNNELEMENTE IN BADEN-<br>WÜRTTEMBERG UND ANFALL RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER<br>WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND ..... | 29        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.2      | VERBLEIB UND WIEDEREINSATZ DER BEI DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND GEWONNENEN KERNBRENNSTOFFE.....                           | 31        |
| 4.3      | MÖGLICHKEITEN DER ZWISCHENLAGERUNG VON ABGEBRANNTEN BRENNELEMENTEN UND RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN AUS DER WIEDER-AUFARBEITUNG ..... | 32        |
| 4.4      | STAND DER ZWISCHENLAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG .....                | 35        |
| 4.5      | TRANSPORTE ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG .....                                | 39        |
| <b>5</b> | <b>Endlagerung .....</b>   | <b>41</b> |
| 5.1      | ENDLAGER FÜR SCHWACH- UND MITTELRADIOAKTIVE ABFÄLLE  | 41        |
| 5.2      | ENDLAGER FÜR ABGEBRANNTTE BRENNELEMENTE UND HOCHRADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG                                 | 47        |
| 5.3      | AUSBLICK .....   | 51        |
|          | <b>Anhang 1 - Schwach- und mittelradioaktive Abfälle.....</b>  | <b>53</b> |
|          | <b>Anhang 2 - Abgebrannte Brennelemente.....</b>   | <b>59</b> |
|          | <b>Anhang 3 - Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung .....</b>   | <b>62</b> |
|          | <b>Impressum.....</b>  | <b>65</b> |

## Abkürzungsverzeichnis

|        |  |
|--------|--|
| ADR    | Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße            |
| AtEV   | Atomrechtliche Entsorgungsverordnung   |
| AtG    | Atomgesetz   |
| AZA    | Abfall-Zwischenlager Ahaus   |
| AZG    | Abfall-Zwischenlager Gorleben  |
| AZN    | Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim  |
| AZO    | Abfall-Zwischenlager Obrigheim   |
| AZP    | Abfall-Zwischenlager Philippsburg  |
| BASE   | Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung  |
| BE     | Brennelement   |
| BfS    | Bundesamt für Strahlenschutz   |
| BGE    | Bundesgesellschaft für Endlagerung   |
| BGZ    | Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH  |
| BZG    | Brennelemente-Zwischenlager Gorleben   |
| BZN    | Brennelemente-Zwischenlager Neckarwestheim   |
| BZP    | Brennelemente-Zwischenlager Philippsburg   |
| CASTOR | Cask for storage and transport of radioactive material – zum Beispiel CASTOR V/19, CASTOR V/52 |
| CSD-B  | Colis Standard des Déchets Boues   |
| CSD-C  | Colis Standard des Déchets Compactés   |
| CSD-V  | Colis Standard des Déchets Vitriifiés  |
| EnKK   | EnBW Kernkraft GmbH  |
| ERAM   | Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben   |
| FR 2   | Forschungsreaktor 2  |
| GGVSEB | Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt                                    |

|          |  |
|----------|--|
| GKN      | Kernkraftwerk Neckarwestheim   |
| GNS      | Gesellschaft für Nuklear-Service mbH   |
| HAW      | High Active Waste  |
| HAWC     | High Active Waste Concentrate  |
| HZ       | Heiße Zellen   |
| JRC      | Joint Research Center  |
| KIT      | Karlsruher Institut für Technologie  |
| KKP      | Kernkraftwerk Philippsburg   |
| KNK      | Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage   |
| KTE      | Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH   |
| KWO      | Kernkraftwerk Obrigheim  |
| LAW      | Low Active Waste (schwachradioaktiver Abfall)  |
| MAW      | Medium Active Waste (mittelradioaktiver Abfall)  |
| MOX-BE   | Mischoxid-Brennelement   |
| MZFR     | Mehrzweckforschungsreaktor (Karlsruhe)   |
| RBZ      | Reststoffbearbeitungszentrum   |
| StandAG  | Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz) |
| StrlSchG | Strahlenschutzgesetz   |
| StrlSchV | Strahlenschutzverordnung   |
| TBL      | Transportbehälterlager   |
| UM       | Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg  |
| VEK      | Verglasungseinrichtung Karlsruhe   |
| WAK      | Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe  |

# **1 Rechtliche Rahmenbedingungen der nuklearen Entsorgung**

## **1.1 ABGEBRANNTRE BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND**

Rechtliche Grundlage für die Entsorgung der abgebrannten Brennelemente ist § 9a des Atomgesetzes (AtG).

Das „Gesetz zur geordneten Beendigung der Kernenergienutzung zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität“ vom 22. April 2002 hat die Entsorgung von abgebrannten Brennelementen neu geordnet. Wesentliche Punkte waren:

- Ab dem 1. Juli 2005 ist die Abgabe von abgebrannten Brennelementen an die Wiederaufarbeitungsanlagen verboten und damit nur noch ihre geordnete Beseitigung (direkte Endlagerung) zulässig.
- An den Standorten der Kernkraftwerke sind Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente zu errichten, sodass – da noch kein Endlager für hochradioaktive Abfälle und abgebrannte Brennelemente zur Verfügung steht – der Nachweis der geordneten Beseitigung über die Bereitstellung ausreichender Zwischenlagerkapazitäten geführt werden kann.
- Bei Inanspruchnahme der schadlosen Verwertung abgebrannter Brennelemente durch Wiederaufarbeitung sind Nachweise über den jeweiligen Bestand sowie über den Verbleib des aufgearbeiteten Urans und die Verwertung des aus der Wiederaufarbeitung gewonnenen Plutoniums vorzulegen. Des Weiteren sind für die aus der Wiederaufarbeitung zurückzunehmenden radioaktiven Abfälle ausreichende Zwischenlagermöglichkeiten nachzuweisen.

In Verbindung mit dem „Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle und zur Änderung anderer Gesetze“ (Standortauswahlgesetz – StandAG) vom 23. Juli 2013 wurde ein neuer Absatz 2a in den § 9a des Atomgesetzes eingefügt. Demnach haben die betroffenen Energieversorgungsunternehmen dafür zu sor-

gen, dass die aus der Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe im Ausland stammenden verfestigten Spaltproduktlösungen (Glaskokillen) zurückgenommen und in standortnahen Zwischenlagern aufbewahrt werden.

Ein Transport der zurückzuführenden Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague (Frankreich) und der Wiederaufarbeitungsanlage in Sellafield (Großbritannien) in das zentrale Zwischenlager in Gorleben ist somit nicht mehr möglich.

Am 16. Juni 2017 trat das „Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung“ in Kraft. Es sieht vor, dass die Kernkraftwerksbetreiber einen Teil ihrer Rückstellungen sowie einen Risikozuschlag in einen Fonds einzahlen und im Gegenzug die Verantwortung für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle an den Bund übergeht. Die Rückstellungen und den Risikozuschlag hat der Betreiber der Kernkraftwerke in Baden-Württemberg am 3. Juli 2017 an den Fonds überwiesen.

Artikel 2 dieses Gesetzes, das Entsorgungsübergangsgesetz, regelt den Übergang der Zwischenlager für Brennelemente an den Kernkraftwerkstandorten.

In Baden-Württemberg gingen die Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente an den Standorten Philippsburg und Neckarwestheim einschließlich der dort lagernden abgebrannten Brennelemente zum 1. Januar 2019 an die Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ), eine Gesellschaft des Bundes, über. Damit ging eine Umbenennung der Standortzwischenlager Neckarwestheim und Philippsburg in Brennelemente-Zwischenlager Neckarwestheim (BZN) und Brennelemente-Zwischenlager Philippsburg (BZP) einher.

## **1.2 SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVE ABFÄLLE**

Die Behandlung, Verpackung, Zwischenlagerung und Abgabe von schwach- und mittlerradioaktiven Abfällen (sonstige radioaktive Abfälle) beziehungsweise der radioaktiven Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung sind in der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) geregelt.

Das Entsorgungsübergangsgesetz regelt den Übergang der Zwischenlager für diese Abfälle an den Kernkraftwerkstandorten sowie den Übergang der Abfälle selbst an die BGZ. Das Standortabfalllager Obrigheim (SAL-O) und die neu errichteten und in Betrieb genommenen Standortabfalllager Philippsburg (SAL-P) und Neckarwestheim (SAL-N) gingen 2020 an die BGZ über. Seither sind die neuen Bezeichnungen für die Lager Abfall-Zwischenlager Obrigheim (AZO), Abfall-Zwischenlager Philippsburg (AZP) und Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim (AZN).

## 2 Erzeuger abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle in Baden-Württemberg

Beim Betrieb von Kernkraftwerken, bei der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen und bei der Stilllegung und dem Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen fallen radioaktive Abfälle an. Radioaktive Abfälle fallen in geringerem Maße auch in der Forschung, in der gewerblichen Wirtschaft und in der Medizin an.

Die Abfälle lassen sich kategorisieren nach dem Maß ihrer Aktivität und Wärmeentwicklung in

- schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LAW und MAW) mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung,
- mittelradioaktive Abfälle mit Wärmeentwicklung (zum Beispiel Brennstoff-Hüllrohre, Strukturteile von Brennelementen und
- hochradioaktive, wärmeentwickelnde Abfälle (HAW, zum Beispiel abgebrannte Brennelemente).

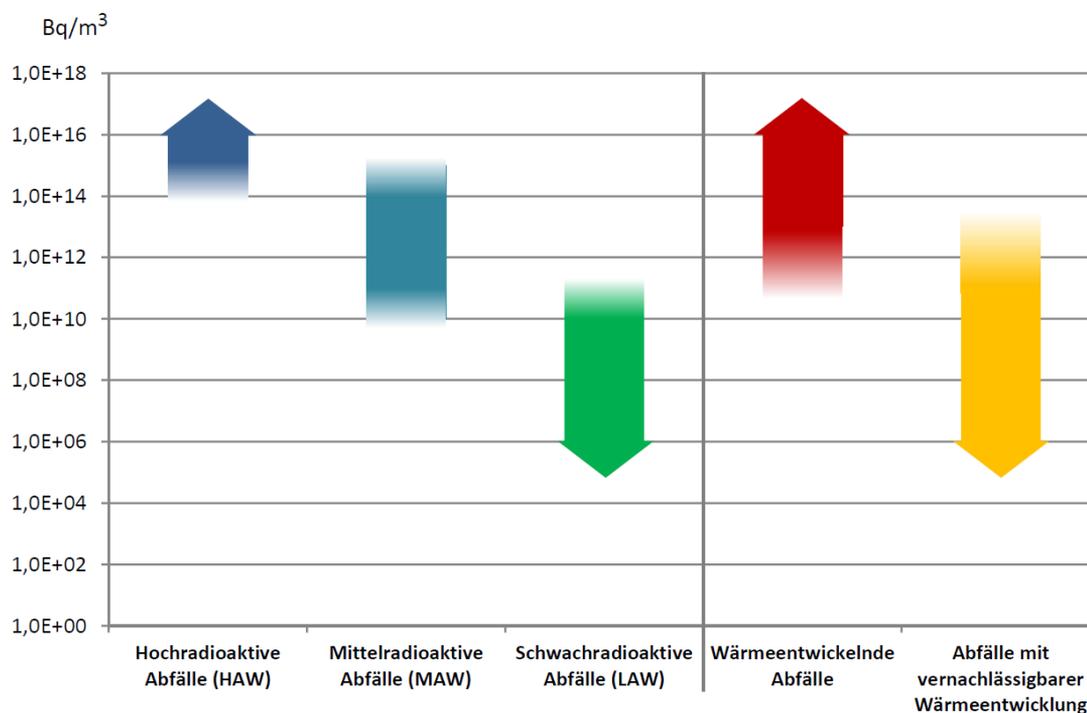


Abbildung 1: Kategorien radioaktiver Abfälle

Sowohl in Deutschland als auch international gibt es keine einheitlichen Werte für die Kategorisierung in LAW, MAW und HAW anhand einer Gesamtaktivität. International werden die Kategorien auch als LLW (low level waste), ILW (intermediate level waste) und HLW (high level waste) bezeichnet.

Die Kategorisierung in Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und Abfälle mit Wärmeentwicklung ergibt sich aus den Anforderungen an Gebinde, die endgelagert werden sollen. Für das Endlager Konrad wurde aus geologischen Gründen die Temperaturerhöhung des Wirtsgesteins auf 3 Kelvin begrenzt. Daraus lässt sich eine maximale mittlere Wärmeleistung von circa 0,2 Kilowatt pro Kubikmeter Abfall ableiten. Sie wird durch eine nuklidspezifische Aktivitätsbegrenzung von Abfallgebinden gemäß den „Endlagerungsbedingungen Konrad“ sichergestellt. Abfälle, die diese Anforderung erfüllen, gelten als Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung. Schwach- und mittelradioaktive Abfälle sind bis auf wenige Ausnahmen Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung.

Eine wichtige Rolle spielt der Anteil der Nuklide mit Alphastrahlung, da alphastrahlende Nuklide, wie z. B. Plutonium, bei Aufnahme in den Körper (Einatmen, Verschlucken oder Eindringen über Wunden) besonders gesundheitsgefährdend sind. Daher wird zusätzlich unterschieden in

- Abfälle mit einem hohen Anteil an Alphastrahlern (stark alphahaltige Abfälle) und
- Abfälle mit einem geringen oder keinem Anteil an Alphastrahlern (schwach alphahaltige Abfälle).

## **2.1 KERNKRAFTWERKE**

Der Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg betrug im Jahr 2010 noch etwa 50 Prozent. Nach der Einstellung des Leistungsbetriebs der beiden Kernkraftwerksblöcke Neckarwestheim I (GKN I), und Philippsburg 1 (KKP 1) im März 2011 betrug der Anteil der Kernenergie noch bis Ende Dezember 2019 rund ein Drittel an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg. Der Kernkraftwerksblock Philippsburg 2 (KKP 2) wurde Ende Dezember 2019 endgültig abgeschaltet. Für das Jahr 2021 wird von einem Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg von rund 25 Prozent ausgegangen.

In Baden-Württemberg befindet sich nur noch der Kernkraftwerksblock Neckarwestheim II (GKN II) im Leistungsbetrieb.

Radioaktive Betriebsabfälle fallen sowohl im Leistungsbetrieb als auch in der Nachbetriebsphase und dem anschließenden Stilllegungs- beziehungsweise Restbetrieb an, da auch nach endgültiger Abschaltung des Reaktors bestimmte Systeme weiterhin betrieben werden müssen. Die Abfälle entstehen beim normalen Betrieb, bei Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie bei wiederkehrenden Prüfungen. Sie sind überwiegend schwachradioaktiv und nur in seltenen Fällen, und dann geringfügig, mit Alphastrahlern kontaminiert.

Bei den anfallenden radioaktiven Betriebsabfällen handelt es sich überwiegend um

- Ionentauscherharze, die zur Reinigung und Aufbereitung des Reaktorkreislaufs dienen,
- Filterkerzeneinsätze, die zum Herausfiltern von Feststoffen aus dem Reaktorkreislauf dienen,
- Verdampferkonzentrate als Rückstände aus der Eindampfanlage der Abwasseraufbereitung,
- Filterkonzentrate, die abfiltrierte Stoffe von Reinigungssystemen beinhalten,
- Festabfälle wie beispielsweise Papier, Kleidungsstücke, Metalle, Bauschutt und
- flüssige Abfälle wie beispielsweise Öle.

Des Weiteren fallen abgebrannte Brennelemente an. Diese sind hochradioaktiv und wärmeentwickelnd. Hochradioaktive Abfälle haben einen relativ geringen Anteil (circa 10 Prozent) am Abfallvolumen, enthalten aber den ganz überwiegenden Anteil (circa 99,9 Prozent) der gesamten Radioaktivität. Bei der jährlichen Revision eines Kernkraftwerks sowie nach Beendigung des Leistungsbetriebs werden abgebrannte Brennelemente aus dem Reaktorkern entladen und in das Brennelementlagerbecken verbracht. Dort nimmt die Aktivität und damit die Wärmeentwicklung über mehrere Jahre soweit ab, dass die Brennelemente am Ende ihrer Einsatzzeit in einen Transport- und Lagerbehälter verladen werden können (Näheres zum Anfall abgebrannter Brennelemente siehe Kapitel 4.1).

## **2.2 WIEDERAUFARBEITUNGSANLAGE KARLSRUHE**

Abgebrannte Brennelemente wurden bis Dezember 1990 in der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK), die sich auf dem Betriebsgelände des heutigen Karlsruher Instituts für Technologie Campus Nord (KIT Campus Nord, ehemals Forschungszentrum Karlsruhe) befindet, aufgearbeitet. Dabei fielen große Mengen schwach-, mittel- und hochradioaktiver Abfälle an, die stark mit alphastrahlenden Nukliden belastet sind. Die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle wurden bei den Entsorgungsbetrieben der Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH,

kurz KTE (zum damaligen Zeitpunkt noch WAK GmbH), die sich auf dem Gelände des KIT Campus Nord befinden, konditioniert und werden bis heute dort zwischengelagert.

Die bei der Wiederaufarbeitung angefallenen circa 60 m<sup>3</sup> hochradioaktiver Spaltproduktlösung (HAWC, High Active Waste Concentrate) wurden in zwei Lagerbehältern auf dem Betriebsgelände der stillgelegten WAK gelagert. Zur Konditionierung dieses Abfalls wurde zwischen 1999 und 2005 die Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) errichtet. Dort konnte der HAWC in den Jahren 2009 und 2010 verglast werden. Nach Beendigung der Verglasung des HAWC wurden die verfahrenstechnischen Komponenten gespült und die dabei angefallene radioaktive Spülflüssigkeit ebenfalls verglast. Die hochradioaktiven Spaltprodukte wurden durch die Verglasung in eine stabile Glasstruktur eingebunden und zusätzlich in dicht verschweißten Edelstahl-Behältern (Kokillen) eingeschlossen. Der Verglasungssofen wurde nach Herstellung von 140 Kokillen im Jahr 2010 außer Betrieb genommen.

Fünf mit jeweils 28 hochradioaktiven Glaskokillen beladenen Castor-Behälter wurden im Jahr 2011 vom Gelände der WAK in das Zwischenlager Nord (ZLN) bei Greifswald transportiert.



Abbildung 2: Castor-Beladung mit einer Glaskokille („kalte“ Handhabung)

Nach Abschätzungen befinden sich jetzt noch radioaktive Stoffe mit einer Aktivität in der Größenordnung von circa  $1,7 \cdot 10^{16}$  Bq in der Anlage, wobei das Radionuklid Cäsium-137 den Hauptaktivitätsbeitrag liefert.

Der Rückbau des Prozessgebäudes, in dem die eigentliche Wiederaufarbeitung stattfand, hatte schon Mitte der 1990er Jahre mit der Demontage einzelner Komponenten begonnen, so dass aktuell dort nur noch restliche Demontagen durchgeführt werden.

Nach der Verglasung der Spaltproduktlösung können die ehemaligen HAWC-Lagerbehälter und die Verglasungsanlage selbst abgebaut werden. Mit den Arbeiten zur Demontage von HAWC-Lagertanks und -Prozesskomponenten und vorbereitenden Arbeiten zum Abbau von Prozesszellen der VEK wurde begonnen. Die WAK und die VEK sollen nach Auskunft des Betreibers bis Anfang 2047 vollständig abgebaut werden.



*Abbildung 3: Im Februar 2011 auf dem Gelände der WAK zum Abtransport bereitstehende, mit Glaskokillen beladene Castor-Behälter*

Beim weiteren Rückbau der stillgelegten Wiederaufarbeitungsanlage mit der Verglasungsanlage wird noch eine erhebliche Menge an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen anfallen. Aus dem bisherigen Rückbau der WAK (einschließlich VEK) ist bislang erst etwa ein Drittel der insgesamt aus dem Rückbau zu erwartenden Menge an radioaktiven Abfällen angefallen. Insgesamt werden aus dem Betrieb und dem Rückbau der WAK mehr als 21.000 m<sup>3</sup> (Endlagervolumen) schwach- und mittelradioaktive Abfälle erwartet.

Eine weit größere Menge an Rückbauabfällen ist nicht oder so gering kontaminiert, dass sie nach entsprechender Behandlung und Kontrolle herausgegeben oder gemäß den Regelungen der Freigabe der Strahlenschutzverordnung uneingeschränkt oder spezifisch, beispielsweise zur Beseitigung auf eine Deponie, freigegeben werden können.

## **2.3 FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN**

Im ehemaligen Forschungszentrum Karlsruhe (heute: KIT Campus Nord) fielen bei der nuklearen Forschung mehr als fünf Jahrzehnte lang große Mengen an schwach-, mittel- und hochradioaktiven Abfällen an. Die hochradioaktiven Abfälle der WAK, die als Pilotanlage für die Wiederaufarbeitung diente, wurden verglast und lagern in Castor-Behältern im Zwischenlager Nord (siehe Kapitel 2.2).

Schwach- und mittelradioaktive Abfälle wurden in den Entsorgungsbetrieben der KTE verarbeitet und konditioniert. Bei der Konditionierung wurden die Abfälle aus der Forschung zum Teil mit den stark alphastrahlenden Betriebsabfällen aus der WAK vermischt. Diese konditionierten Abfälle lagern derzeit bei den Entsorgungsbetrieben der KTE auf dem Gelände des KIT Campus Nord. Die WAK und die Forschungs- und Versuchsreaktoren wurden 2009 für den weiteren Rückbau an die KTE übertragen.

Durch zahlreiche Forschungseinrichtungen, die beispielsweise Forschungs- und Entwicklungsarbeit zur Langzeitsicherheit der Endlagerung radioaktiver Abfälle betreiben oder die Untersuchungen an Materialien für die Kernfusionsreakorteknik durchführen, fallen auch heute noch radioaktive Abfälle auf dem Gelände des KIT Campus Nord an.

## **2.4 STILLGELEGTE KERntechnISCHE ANLAGEN UND EINRICHTUNGEN**

Auf dem Gelände des KIT Campus Nord wurden neben der ehemaligen Wiederaufarbeitungsanlage (WAK) weitere kerntechnische Forschungseinrichtungen und Versuchsanlagen wie beispielsweise die Heißen Zellen (HZ), der Forschungsreaktor 2 (FR 2), der Mehrzweckforschungsreaktor (MZFR) und die Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage II (KNK II) stillgelegt.



Abbildung 4: Reaktorgebäude des sich im fortgeschrittenen Rückbau befindlichen MZFR (Markierungen an den Gebäudestrukturen rühren aus Messungen zum Zweck der Freigabe her)

Der FR 2 befindet sich im sicheren Einschluss. Die übrigen Anlagen und Einrichtungen werden derzeit zurückgebaut. Dabei fallen schwach- und mittelradioaktive Anlagenteile und Bauschutt an, die als radioaktiver Abfall entsorgt werden müssen.

Auch stillgelegte Kernkraftwerke der Energieversorgungsunternehmen werden abgebaut. Im Jahr 2005 wurde der Leistungsbetrieb des Kernkraftwerks Obrigheim (KWO) eingestellt. Der Rückbau des KWO hat 2008 auf Grundlage der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (SAG) begonnen und wurde auf Basis zweier weiterer Genehmigungen fortgesetzt. Die im Jahr 2018 erteilte 4. Abbaugenehmigung umfasst den Abbau der restlichen Anlagenteile, der noch nicht mit der 1. oder 2. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung oder der 3. Abbaugenehmigung genehmigt wurde.

Der Betrieb der Kernkraftwerksblöcke GKN I und KKP 1 wurde wenige Tage nach dem Beginn der Nuklearkatastrophe in Japan aufgrund einer aufsichtlichen Anordnung im März 2011 vorläufig eingestellt. Wenige Monate später war es diesen Anlagen mit dem Inkrafttreten der 13. Atomgesetznovelle (vom Juli 2011) nicht mehr erlaubt, den Leistungsbetrieb aufzunehmen.

Die jeweiligen Anträge zur Stilllegung und zum Abbau wurden im Mai 2013 eingereicht. Im Februar 2017 wurde dann für GKN I und im April 2017 für KKP 1 jeweils die 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung zum Abbau von Anlagenteilen erteilt. Mit den ersten Abbauarbeiten wurde bei beiden Anlagen bereits wenige Tage später begonnen. Die Arbeiten schreiten seither

voran. Die zweiten Genehmigungen zum Abbau weiterer Anlagenteile wurden für GKN I im Dezember 2019 und für KKP 1 im Juli 2020 erteilt.

Der Leistungsbetrieb des Kernkraftwerksblocks KKP 2 endete gemäß gesetzlicher Vorgabe zum 31. Dezember 2019. Die Stilllegungs- und Abbaugenehmigung für KKP 2 wurde bereits vorlaufend am 17. Dezember 2019 erteilt.

Nach Angaben des Betreibers dauert der nukleare Rückbau einer Anlage circa 10 bis 15 Jahre.

Beim Rückbau fallen im Wesentlichen schwach- und mittelradioaktive Abfälle an, die dann zwischengelagert werden müssen. Derzeit geht man bei der nationalen Entsorgungsplanung von einem durchschnittlichen Abfallgebindevolumen von circa 5.000 m<sup>3</sup> schwach- und mittelradioaktiver Stilllegungs- und Rückbauabfälle pro Kernkraftwerksblock aus, die dem Endlager des Bundes für schwach- und mittelradioaktive Abfälle zugeführt werden müssen.<sup>1</sup> Das tatsächliche Volumen der Stilllegungs- und Rückbauabfälle ist jedoch erheblich von der Größe beziehungsweise Leistung und dem Reaktortyp eines Kernkraftwerks (Siedewasserreaktor oder Druckwasserreaktor) abhängig.



Abbildung 5: Abbau eines Dampferzeugers im Kernkraftwerk Obrigheim im Rahmen der 2. AG

---

<sup>1</sup> BMU 2015

Weiter fallen beim Rückbau – teilweise nach entsprechender Bearbeitung – auch große Mengen nicht oder nur sehr gering kontaminierte oder aktivierte Reststoffe zum Beispiel als Bauschutt an, die nach entsprechender Kontrolle herausgegeben oder gemäß den Regelungen der Freigabe der Strahlenschutzverordnung uneingeschränkt oder spezifisch, beispielsweise zur Beseitigung auf eine Deponie, freigegeben werden können.

## 2.5 LANDESSAMMELSTELLE BADEN-WÜRTTEMBERG

Nach § 9a AtG sind die Länder verpflichtet, Landessammelstellen für radioaktive Abfälle zu betreiben. Die Abfälle stammen dabei aus der gewerblichen Wirtschaft (zum Beispiel Leuchtfarbenindustrie, pharmazeutische Forschung, Materialprüfung), aus der medizinischen Diagnostik, von Bildungs- und Forschungseinrichtungen und von privaten Ablieferern.



Abbildung 6: Reststoffeingangslager der Entsorgungsbetriebe

Zur Erledigung dieser Aufgabe hat das Land Baden-Württemberg mit dem damaligen Forschungszentrum Karlsruhe einen Vertrag geschlossen, aufgrund dessen nun die KTE als diesbezügliche Rechtsnachfolgerin des Forschungszentrums Karlsruhe mit ihren Entsorgungsbetrieben nahezu alle Aufgaben und Pflichten für das Land erfüllt. Dementsprechend nehmen die Entsorgungsbetriebe der KTE Aufgaben wie die Annahme und die Konditionierung der radioaktiven Abfälle sowie die Zwischenlagerung und den späteren Abtransport zum Endlager wahr.

### **3 Schwach- und mittelradioaktive Abfälle**

Dem Umweltministerium Baden-Württemberg wird entsprechend § 1 AtEV regelmäßig über schwach- und mittelradioaktive, nicht wärmeentwickelnde Abfälle bei den Kernkraftwerken und den Entsorgungsbetrieben der KTE auf dem Gelände des Karlsruher Instituts für Technologie Campus Nord (KIT Campus Nord) berichtet. Die Tabellen in Anhang 1 enthalten in einer zusammenfassenden Darstellung Angaben zum Zugang, Anfall und Bestand an radioaktiven Abfällen an den Kernkraftwerksstandorten und bei den Entsorgungsbetrieben der KTE. Damit sind alle wesentlichen radioaktiven Abfallströme in Baden-Württemberg erfasst.

#### **3.1 ANFALL SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE IN BADEN-WÜRTTEMBERG**

Der Anfall schwach- und mittelradioaktiver, nicht wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle im vergangenen Jahr in Baden-Württemberg ist in Anhang 1 – getrennt nach den Anlagen und Einrichtungen – dargestellt (vergleiche auch Kapitel 2).

Bei den Angaben ist zu beachten, dass bestimmte Abfälle sowohl aus dem Betrieb als auch aus dem Rückbau einer Anlage chargenweise und nicht kontinuierlich anfallen, sodass sich bei der jährlichen Bilanzierung zum Teil große Unterschiede in und zwischen den verschiedenen Anlagen und Einrichtungen ergeben können.

Bei den Kernkraftwerken und den Reststoffbearbeitungszentren an den Standorten fällt zusätzlich zu den Rohabfällen ein Teil der Abfälle verfahrensabhängig (zum Beispiel Produkte aus der Infasstrocknung oder Teile aus dem Abbau eines Reaktordruckbehälters) auch unmittelbar, das heißt ohne die Vorstufe Rohabfall, als behandelter Abfall an (vgl. Anhang 1 Tabellen 1 und 3). Sie werden vor der Überführung in einen Endlagerbehälter keiner weiteren Behandlung unterzogen.

Bei den Entsorgungsbetrieben der KTE werden anfallende Abfälle unter den behandelten Abfällen bilanziert (vgl. Anhang 1 Tabelle 7)

### 3.2 KONDITIONIERUNG SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE

Die in den Kernkraftwerken und bei sonstigen Einrichtungen anfallenden schwach- und mittelradioaktiven Abfälle können in der Regel nicht in der Form, in der sie angefallen sind, an ein Endlager abgegeben werden. Sie müssen vorher klassifiziert und fachgerecht konditioniert werden. In der Regel wird dabei auch das Volumen deutlich reduziert. Die Konditionierung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen erfolgt zum Beispiel durch Verpressen, Verbrennen, Eindampfen, Trocknen oder Zementieren.

Die umfangreichsten Konditionierungsanlagen Deutschlands betreiben die Entsorgungsbetriebe der KTE auf dem Gelände des KIT Campus Nord. Dort können schwach- und mittelradioaktive Abfälle beziehungsweise Reststoffe zerlegt, sortiert, dekontaminiert, falls möglich freigegeben oder durch fachgerechtes Konditionieren für die Endlagerung vorbereitet werden.



Abbildung 7: Beschickungsbox der Verbrennungsanlage bei den Entsorgungsbetrieben

Über Baden-Württemberg hinaus sind als Beispiele für bedeutende zentrale Abfallbehandlungsanlagen, in denen auch Abfälle aus Baden-Württemberg konditioniert werden, die GNS-Anlagen in Jülich, die Einschmelzanlage von Siempelkamp in Krefeld oder die Verbrennungsanlage von Cyclife in Nyköping (Schweden) zu nennen.

Darüber hinaus gibt es dezentrale Abfallbehandlungsanlagen an den Kernkraftwerksstandorten. Dort werden radioaktive Abfälle aus dem Betrieb der Anlage oder dem Rückbau konditioniert.

Im Zusammenhang mit dem laufenden Rückbau der Kernkraftwerksblöcke an den Standorten Neckarwestheim und Philippsburg ist jeweils neben einem zusätzlichen Abfalllager für

schwach- und mittelradioaktive Abfälle auch ein Reststoffbearbeitungszentrum errichtet worden. Diese Reststoffbearbeitungszentren sind Anfang 2021 in Betrieb genommen worden. Dort werden radioaktive Reststoffe aus dem Rückbau behandelt und entweder freigegeben oder fachgerecht konditioniert. Eine eigens dafür gegründete Gesellschaft war bereits bei der Bearbeitung der Reststoffe an den Standorten tätig und betreibt heute die Reststoffbearbeitungszentren.

Die Art und Weise der Konditionierung muss Anforderungen genügen, die sich aus den Vorgaben der Annahmebedingungen des jeweiligen Endlagers und der atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) ergeben.

Das Endlager Konrad für schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung wurde am 22. März 2002 ohne sofortige Vollziehung genehmigt, sodass von der Genehmigung kein Gebrauch gemacht werden konnte, da zunächst über Klagen gegen die Genehmigung entschieden werden musste. Die gerichtlichen Verfahren dazu dauerten knapp fünf Jahre, wodurch sich die Errichtung und die geplante Inbetriebnahme weiter verzögerten.

Nachdem der Genehmigungsbescheid zur Errichtung des Endlagers Konrad rechtskräftig wurde, war zunächst vorgesehen, das Endlager bis 2014 in Betrieb zu nehmen. Nach derzeitigen Planungen kann mit einer Einlagerung nicht vor 2027 begonnen werden. Aufgrund der beschränkten Annahmekapazität in Verbindung mit vielen Anliefernden mit großen Beständen wird die Abgabe von Abfällen über 30 bis 40 Jahre andauern.

Wegen des unsicheren Zeitpunkts der Abgabe an das Endlager Konrad müssen alle an den Standorten von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen vorhandenen schwach- und mittelradioaktiven Abfälle zukünftig so konditioniert und verpackt werden, dass sie einer jahrzehntelangen oberirdischen Lagerung standhalten. Konditionierte Abfälle müssen auch langfristig überwacht werden, um zum Beispiel Korrosionserscheinungen an den Abfallbehältern rechtzeitig erkennen und die dann notwendigen Maßnahmen zur Nachkonditionierung und Umverpackung veranlassen zu können. Im Jahr 2012 wurde hierzu in Baden-Württemberg an allen Standorten mit Abfalllagern Inspektionsprogramme eingeführt.

Die Konditionierung radioaktiver Abfälle erfolgt auf Grundlage von Ablaufplänen, die von der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) geprüft und freigegeben wurden. Die Anforderungen aus den Endlagerungsbedingungen sind in diesen Ablaufplänen umgesetzt. Für das Endlager Konrad sind derzeit die Endlagerungsbedingungen vom Dezember 2014 gültig.

Die bestehenden Ablaufpläne der KTE für Standardkonditionierverfahren wurden teilweise noch auf Basis der vorläufigen Endlagerungsbedingungen Konrad aus dem Jahr 1995 von der

KTE erstellt und vom damaligen Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) freigegeben. Diese Ablaufpläne werden kontinuierlich gemäß Qualifizierungskonzept aktualisiert und an den aktuellen Stand angepasst. Neben der radiologischen Deklaration ist heute auch eine stoffliche Deklaration auf Basis der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis für die zu entsorgenden radioaktiven Abfälle erforderlich. Die oben genannten Ablaufpläne müssen daher alle hinsichtlich der stofflichen und teilweise auch hinsichtlich der radiologischen Produktkontrolle aktualisiert werden. Die stoffliche Deklaration wird in Analogie zu der radiologischen Deklaration (Nuklidvektoren) über Stoffvektoren erfolgen.

### **3.3 ZWISCHENLAGERUNG SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER AB-FÄLLE**

Bis zum Einlagerungsbeginn in das Endlager Konrad und auch darüber hinaus ist aus logistischen und betrieblichen Gründen eine umfangreiche längerfristige Zwischenlagerung oder Transportbereitstellung von radioaktiven Abfällen an den Standorten der kerntechnischen Anlagen notwendig. Je später das Endlager in Betrieb geht, desto umfangreicher müssen die entsprechenden Kapazitäten sein.

Größere Abfalllager („Zwischenlager“) für schwach- und mittelradioaktive Abfälle in Baden-Württemberg befinden sich an den Kernkraftwerksstandorten sowie bei den Entsorgungsbetrieben der KTE auf dem Gelände des KIT Campus Nord. Die anderen kerntechnischen Einrichtungen in Baden-Württemberg verfügen nur über kleinere betriebliche Puffer- oder Transportbereitstellungslager.

Der Bestand schwach- und mittelradioaktiver Abfälle der baden-württembergischen Kernkraftwerke, der Abfall-Zwischenlager, der Reststoffbearbeitungszentren und der Entsorgungsbetriebe der KTE ist in Anhang 1 aufgeführt.

#### **ABFALLLAGER AN DEN STANDORTEN DER KERNKRAFTWERKE**

Für Abfälle aus dem Betrieb der Kernkraftwerke stehen grundsätzlich ausreichend Zwischenlagerkapazitäten im Kernkraftwerk zur Verfügung.

Zugang, Anfall und Bestand bei den Kernkraftwerken kann aus den Tabellen 1 und 2 des Anhang 1 entnommen werden.

Beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen fällt, zusätzlich zu den betrieblichen radioaktiven Abfällen, auch eine beträchtliche Menge an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen an. Der-

zeit geht die nationale Entsorgungsplanung von einem durchschnittlichen Volumen an endzulagernden radioaktiven Stilllegungs- und Rückbauabfällen von circa 5.000 m<sup>3</sup> pro Kernkraftwerksblock aus. Das tatsächlich anfallende Volumen ist jedoch wesentlich von der Größe beziehungsweise Leistung und dem Typ des Reaktors abhängig.

Das Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) mit einer früheren Leistung von 357 MW zählte zu den kleineren Anlagen der Energieversorgungsunternehmen. Die Lagerung radioaktiver Reststoffe im Abfalllager des KWO wurde mit der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung gestattet. Infolge des Entsorgungsübergangsgesetzes hat KWO am 10. August 2018 den Antrag auf eine eigenständige strahlenschutzrechtliche Genehmigung für das Abfalllager gestellt. Die Genehmigung für das Abfall-Zwischenlager Obrigheim (AZO) wurde am 8. Oktober 2019 erteilt.

KWO rechnet für den vollständigen Abbau der Anlage mit einer Menge an radioaktiven Abfällen von circa 3.700 m<sup>3</sup> (Endlagergebundevolumen). Das Abfalllager AZO mit einer Kapazität von circa 3.800 m<sup>3</sup> ist daher ausreichend, um neben den bereits im Leistungsbetrieb angefallenen Abfällen, die beim Rückbau anfallenden Abfälle aufzunehmen. Die Lagerkapazität ist derzeit zu etwa 53 Prozent ausgeschöpft.

Die Lagerkapazität des Kernkraftwerks am Standort Neckarwestheim beträgt 2.322 m<sup>3</sup> und ist derzeit zu ca. 64 Prozent belegt. Die bis zum Ende des Rückbaus sowohl von GKN I als auch von GKN II erwartete Menge an radioaktiven Abfällen am Standort Neckarwestheim beträgt circa 12.900 m<sup>3</sup> (Endlagergebundevolumen). Um das Kernkraftwerk vollständig abbauen zu können hat der Betreiber daher ein weiteres Abfalllager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle („Standortabfalllager“) auf dem Anlagengelände errichtet und nach Abschluss aller Bau- und Installationsmaßnahmen im Dezember 2020 in Betrieb genommen.

Die Lagerkapazität des Kernkraftwerks am Standort Philippsburg beträgt 3.970 m<sup>3</sup> und ist derzeit zu circa 64 Prozent belegt. Die bis zum Ende des Rückbaus sowohl von KKP 1 als auch von KKP 2 erwartete Menge an radioaktiven Abfällen beträgt circa 15.300 m<sup>3</sup> (Endlagergebundevolumen). Der Betreiber hat, um das Kernkraftwerk vollständig abbauen zu können, auch an diesem Standort ein weiteres Abfalllager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle auf dem Anlagengelände errichtet und nach Abschluss aller Bau- und Installationsmaßnahmen im April 2020 in Betrieb genommen.



Abbildung 8: Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim (AZN)

Die neuen Abfalllager am Standort Neckarwestheim und am Standort Philippsburg sind so bemessen, dass ausreichend Kapazitäten für die Aufnahme der schwach- und mittelradioaktivem Abfälle vorhanden sind.

Nach Maßgabe des § 3 Abs. 2 des Entsorgungsübergangsgesetzes ging das Standortabfalllager KWO zum Stichtag 1. Januar 2020 an die BGZ über. Das Standortabfalllager KKP ging nach Inbetriebnahme am 14. April 2020 an die BGZ über. Das Standortabfalllager GKN ging nach Inbetriebnahme am 7. Dezember 2020 an die BGZ über. Seither lauten die neuen Bezeichnungen „Abfall-Zwischenlager Obrigheim“ (AZO), „Abfall-Zwischenlager Philippsburg“ (AZP) und „Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim“ (AZN).

Die BGZ hat die Aufgabe die sichere Zwischenlagerung der Abfälle bis zur Abgabe an ein Endlager zu gewährleisten. Nach Vorliegen der Voraussetzungen gemäß Entsorgungsübergangsgesetz geht die Verantwortung für die Entsorgung der Abfälle an die BGZ über. Sie sind dann Eigentum der BGZ.

Abfälle, die die Voraussetzungen zur Übergabe an die BGZ nicht erfüllen, können zwar in den Abfallzwischenlagern gelagert werden, befinden sich jedoch weiterhin im Eigentum des Abfallverursachers.

Zugang und Bestand bei den Abfallzwischenlagern der BGZ kann aus den Tabellen 5 und 6 des Anhang 1 entnommen werden.

## **ABFALLLAGER DER KTE**

Bei den Entsorgungsbetrieben der KTE lagern im Wesentlichen Abfälle, die beim Betrieb und Rückbau der kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen des Bundes auf dem Gelände des KIT Campus Nord angefallen sind. In Bezug auf das Volumen sind dies nahezu die Hälfte der schwach- und mittelradioaktiven konditionierten Abfälle Deutschlands. Diese Abfälle sind überwiegend alphakontaminiert und konnten deshalb nur zu einem geringen Teil in dem seit 1998 geschlossenen Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) endgelagert werden.

Bei den Entsorgungsbetrieben der KTE wurde schon vor der Schließung von ERAM die Konditionierung, die Dokumentationserstellung, die Einreichung neuer Ablaufpläne sowie die Nachdeklaration der Altabfälle auf die vorläufigen Endlagerungsbedingungen Konrad ausgerichtet.

Im Zwischenlager für nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle wurde 2004 zu den drei bestehenden Lagerhallen für Endlagerbehälter eine weitere Halle zur Handhabung, zum Packen und zum Vergießen von Endlagerbehältern in Betrieb genommen. Die Kapazitäten der Lagerhallen werden in absehbarer Zeit erschöpft sein. Aus diesem Grund und zur Vorbereitung der Abgabelogistik treibt die KTE die Inbetriebnahme der neuen Konrad-Logistik-/Bereitstellungshalle voran.

Für die Entsorgungsbetriebe besitzt die KTE eine Umgangsgenehmigung nach § 9 AtG. Dementsprechend sind bei den Teilbetriebstätten der Zwischenlager (LAW und MAW) die maximalen Aktivitäten (Umgangsmenge) genehmigt und nicht die Kapazität. Auf Grundlage einer möglichen Belegung der Zwischenlager mit Zwischenlagerbehältern können Lagerkapazitäten berechnet werden.



Abbildung 9: Zwischenlager bei den Entsorgungsbetrieben der KTE

Die sich ergebende Lagerkapazität für die schwachradioaktiven Abfälle (LAW) beträgt  $77.400 \text{ m}^3$  Zwischenlagervolumen. Zusätzlich existiert ein Pufferlager mit einer Kapazität von circa  $2.000 \text{ m}^3$ . Im LAW-Zwischenlager sind circa  $70.900 \text{ m}^3$  (Stand 31.12.2021) ausgenutzt, das heißt das Lager ist zu circa 92 Prozent belegt. Die Lagerkapazität für mittelradioaktive Abfälle (MAW) liegt unter Ausnutzung von Rangierflächen bei  $1.050 \text{ m}^3$  MAW-Lagervolumen. Derzeit ist das MAW-Lager einschließlich Rangierflächen nahezu ausgelastet.

Da für den weiteren ungestörten Rückbau der kerntechnischen Anlagen auf dem Gelände des KIT Campus Nord ausreichende Zwischenlagerkapazitäten entscheidend sind, wurde ein Konzept zur Kapazitätserweiterung sowohl im LAW- als auch im MAW-Bereich erarbeitet und umgesetzt:

- MAW-Lager (Lagergebäude L566): Für den kontinuierlichen Rückbau der Anlagen der KTE ist geplant, die Erweiterung des MAW-Lagers bis spätestens Ende 2022 zu realisieren. Mit der geplanten Verdoppelung der Lagerkapazitäten des MAW-Lagers steht der KTE für die Entsorgung ihrer MAW-Abfälle dann ausreichend Zwischenlagerkapazität zur Verfügung. Um die Annahmefähigkeit für MAW-Abfälle bei KTE bis zur Inbetriebnahme der zusätzlichen Lagerbereiche sicherzustellen, müssen ausgewählte Gebinde aus dem vollen MAW-Lager nach qualifizierten Verfahren in zugelassene Konrad-Behälter verpackt und in das LAW-Zwischenlager ausgelagert werden.

- LAW-Zwischenlager (Konrad Logistik-/Bereitstellungshalle L567): Nach derzeitigem Kenntnisstand werden bei kontinuierlichem Rückbau der Anlagen der KTE die genehmigten Zwischenlagerkapazitäten im Bereich der schwachradioaktiven Abfälle (einschl. Auslagerung von geeigneten Behältern aus dem MAW-Lager) in absehbarer Zeit erschöpft sein. Die KTE hat deshalb auch eine Erweiterung der Zwischenlagerkapazitäten für schwachradioaktive Abfälle beantragt. Sollte bis Ende der 2020er Jahre kein Endlager verfügbar sein, müsste die LAW-Lagerkapazität bei der KTE erneut erweitert werden.

Am 28. November 2014 hatte die KTE den entsprechenden atomrechtlichen Genehmigungsantrag nach § 9 AtG gestellt, um in den damals noch zu errichtenden Gebäuden „Lagergebäude L566“ und in der „Konrad Logistik-/Bereitstellungshalle L567“ mit schwach- und mittelradioaktiven Stoffen umgehen zu können. Die atomrechtlichen Änderungsgenehmigungen wurden im Jahr 2017 erteilt.

Der Rohbau des Lagergebäudes L566 wurde Ende 2017 fertiggestellt. Derzeit erfolgt der Ausbau der technischen Gebäudeausstattung. Die Arbeiten zur Errichtung der Konrad Logistik-/Bereitstellungshalle L567 sind weit abgeschlossen. Das Gebäude wird voraussichtlich im 3. Quartal 2022 in Betrieb genommen werden.

Zugang, Anfall und Bestand bei den Entsorgungsbetrieben der KTE kann aus den Tabellen 7 und 8 des Anhang 1 entnommen werden.

## **ABFALLLAGER GORLEBEN UND DAS ZWISCHENLAGER AHAUS**

Für schwach- und mittelradioaktive Abfälle gibt es neben den Abfalllagern an den Standorten noch das Abfall-Zwischenlager Gorleben (AZG) und das Abfall-Zwischenlager Ahaus (AZA), in denen schwach- und mittelradioaktive Abfälle aus ganz Deutschland und dabei auch aus Baden-Württemberg zwischengelagert werden. Im Juli 2020 wurde die Genehmigung für die Einlagerung durch die Bezirksregierung Münster neu erteilt und ist nun bis zum Jahr 2057 befristet. Das Zwischenlager Ahaus besteht aus zwei getrennten Lagerbereichen, von denen einer für Castor-Behälter und einer für die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen vorgesehen ist.

Der externe Bestand der Kernkraftwerke wie im Zwischenlager Ahaus, dem Abfalllager Gorleben, aber auch in den Abfallzwischenlagern der BGZ – sofern von der BGZ noch keine Übernahme stattgefunden hat und bei Konditionierungseinrichtungen (siehe nächster Abschnitt) ist unter Bestand Rohabfall/behandelter Abfall der Tabelle 2 des Anhang 1 aufgeführt.

## **VORÜBERGEHENDE ZWISCHENLAGERUNG BEI DEN KONDITIONIERERN**

Zusätzlich erfolgt eine vorübergehende Zwischenlagerung von Abfällen im Rahmen der Konditionierung. Hierunter fallen Abfälle oder Zwischenprodukte in Ein- oder Ausgangslagern von Konditionierern wie der Verbrennungsanlage in Studsvik/Cyclife, der Gesellschaft für Nuklear-Service (GNS) in Jülich oder den Entsorgungsbetrieben der KTE bei Karlsruhe. Aber auch die Abfälle bei den Reststoffbearbeitungszentren der GNR an den Kernkraftwerksstandorten fallen darunter. Diese Abfälle müssen in der Regel nach einer gewissen Zeit an den Ablieferer zurückgeführt werden.

Zugang, Anfall und Bestand bei den Reststoffbearbeitungszentren der GNR an den Kernkraftwerksstandorten kann aus den Tabellen 3 und 4 des Anhang 1 entnommen werden.

### **3.4 TRANSPORTE SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE**

Transporte von schwach- und mittlerradioaktiven Abfällen aus kerntechnischen Anlagen erfolgen

- vom Abfallerzeuger zum Konditionierer,
- vom Konditionierer oder Wiederaufarbeiter zurück zum Abfallerzeuger,
- vom Abfallerzeuger, Wiederaufarbeiter oder Konditionierer in zentrale Zwischenlager

und von sonstigen radioaktiven Abfällen aus den Bereichen Forschung, Industrie oder Medizin

- vom Abfallerzeuger zu einer Landessammelstelle entsprechend § 5 AtEV,
- von der Landessammelstelle zum Konditionierer,
- vom Konditionierer zurück zur Landessammelstelle.

Bei sämtlichen Transporten sind die verkehrsrechtlichen Vorgaben der Gefahrgutverordnungen Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB) einzuhalten. Diese Vorgaben beruhen auf dem „Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße“ (ADR), auf der „Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter“ (RID) beziehungsweise auf dem „Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen“ (ADN).

## **4 Abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung**

Dem Umweltministerium Baden-Württemberg ist aufgrund des § 9a AtG über die Entsorgung der abgebrannten Brennelemente aus den baden-württembergischen Kernkraftwerken, über die zurückzuführenden hochradioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente im Ausland und über den Verbleib der bei der Wiederaufarbeitung gewonnenen Kernbrennstoffe zu berichten.

### **PHYSIKALISCH-TECHNISCHE RANDBEDINGUNGEN**

Abgebrannte Brennelemente besitzen unmittelbar nach ihrer Entladung aus dem Reaktor noch eine sehr hohe Strahlungsleistung und Wärmeentwicklung aufgrund der weiterhin stattfindenden Nachzerfälle. Sie müssen deshalb an den Kraftwerksstandorten in gekühlten Lagerbecken oder Nasslagern verbleiben, bis die Strahlung von kurzlebigeren Radionukliden ausreichend abgeklungen ist.

Bereits innerhalb eines Jahres nach der Entladung aus dem Reaktor geht die Aktivität eines Brennelements auf etwa 1/100 des ursprünglichen Wertes zurück. Eine Trockenlagerung der Brennelemente, zum Beispiel in TN24E-, CASTOR V/19- oder CASTOR V/52-Behältern, ist jedoch erst nach einer Abklingzeit von etwa 3 bis 5 Jahren bei reinen Uran-Brennelementen und – je nach Beladepanung – einer längeren Abklingzeit bei den Mischoxid (MOX)-Brennelementen möglich. In den MOX-Brennelementen entstehen größere Mengen an Transuranen, so dass diese Brennelemente aufgrund ihrer hohen Wärmeleistung länger im Brennelementlagerbecken bleiben müssen, bevor sie trocken zwischengelagert werden können.

Nach der erforderlichen Abklingzeit sind die kurzlebigen Nuklide wie zum Beispiel Iod-131 weitgehend zerfallen. Erst dann liegt eine entsprechend geringe Wärmeentwicklung vor.



*Abbildung 10: Beladung eines Castor-Behälters mit einem Brennelement (Beladung unter Wasser im Lagerbecken)*

Für eine direkte untertägige Endlagerung ist die verbleibende Wärmeentwicklung dann allerdings immer noch zu hoch. Daher müssen vor einer Endlagerung die Brennelemente ebenso wie die hochradioaktiven verglasten Abfälle (Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung noch einmal 30 bis 40 Jahre zwischengelagert werden, sodass ihre Nachzerfallswärme weiter abklingt. Dabei hat das für die Endlagerung vorgesehene Wirtsgestein einen bedeutenden Einfluss auf die erforderliche Abklingzeit.

## **4.1 ANFALL ABGEBRANNTER BRENNLEMENTE IN BADEN-WÜRTTEMBERG UND ANFALL RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND**

### **ABGEBRANNTTE BRENNLEMENTE**

Da sich in Baden-Württemberg seit Januar 2020 nur noch das GKN II im Leistungsbetrieb befindet und voraussichtlich keine neuen Brennelemente mehr bis zur Einstellung des Leistungsbetriebs nachgeladen werden, ist mit keinem weiteren Anfall von abgebrannten Brennelementen durch Nachladung von neuen Brennelementen zu rechnen. Lediglich bei der Entladung des Reaktorkerns in Folge der Stilllegung der Anlage wird eine volle Kernbeladung anfallen.

Der Bestand abgebrannter Brennelemente zum Ende letzten Jahres (Stichtag 31.12.) an den Standorten und eine Abschätzung über den voraussichtlichen Anfall bis zur Stilllegung von GKN II sowie der dann voraussichtlich vorhandene Bestand am Standort nach Stilllegung ist in Anhang 2 aufgeführt.

### **RADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG**

Zwischen 1995 und 2005 lieferten die Energieversorgungsunternehmen abgebrannte Brennelemente zur Wiederaufarbeitung ins Ausland. Neben den radioaktiven Spaltprodukten und Transuranen ist in den abgebrannten Brennelementen noch nutzbarer Kernbrennstoff in Form von nicht vollständig abgebranntem Uran und durch Kernreaktionen entstandenem, sogenanntem „erbrütetem“ Plutonium enthalten. Das Transuran Plutonium und Uran werden bei der Wiederaufarbeitung von den Spaltprodukten (zum Beispiel Cäsium, Technetium) und den anderen Transuranen (zum Beispiel Neptunium, Americium) abgetrennt, sodass sie erneut als Kernbrennstoff in Kernkraftwerken eingesetzt werden können.

Verträge zur Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente bestehen heute nur noch mit den Firmen Orano Recyclage (ehemals AREVA NC) in Frankreich (Wiederaufarbeitung in La Hague) und NDA/NTS (zuvor: Sellafield Ltd.) in Großbritannien (Wiederaufarbeitung in Sellafield). Transporte von abgebrannten Brennelementen zum Zwecke der Wiederaufarbeitung sind gemäß Atomgesetz seit 1. Juli 2005 untersagt. Alle zuvor abgelieferten Brennelemente wurden mittlerweile in den Anlagen in Sellafield und La Hague vollständig wiederaufgearbeitet.

Das Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) hatte Wiederaufarbeitungsverträge mit der Firma Orano, die in La Hague eine Wiederaufarbeitung von 190,7 Tonnen Schwermetall aus KWO (mit Abfallrückführung) vornahm. Außerdem wurden bei der WAK während ihrer damaligen Betriebszeit 151 Brennelemente aus KWO aufgearbeitet.

Das Kernkraftwerk Philippsburg (KKP) hatte mit der Orano und der NDA/Sellafield Ltd. Wiederaufarbeitungsverträge abgeschlossen. Mit der Orano existieren Alt- und Neuverträge. Die Altverträge sahen eine Wiederaufarbeitung von 446,7 Tonnen Schwermetall in La Hague vor, der Neuvertrag eine Wiederaufarbeitungsmenge von 151,8 Tonnen Schwermetall. Alle Mengen wurden vollständig aufgearbeitet. Der Vertrag mit NDA/Sellafield Ltd. wurde gekündigt, bevor Brennelemente angeliefert wurden.

Das Kernkraftwerk Neckarwestheim (GKN) hatte mit der Orano und der NDA/Sellafield Ltd. Wiederaufarbeitungsverträge für GKN I-Brennelemente abgeschlossen. Mit der Orano existieren Alt- und Neuverträge. Die Altverträge sahen eine Wiederaufarbeitung von 64,8 Tonnen und 204,6 Tonnen Schwermetall vor. Diese Mengen wurden angeliefert und aufgearbeitet. Der Neuvertrag sah eine Wiederaufarbeitungsmenge von 108 Tonnen Schwermetall (304 Brennelemente) vor, davon wurden 50,7 Tonnen (142 Brennelemente) angeliefert und aufgearbeitet. Mit NDA/Sellafield Ltd. existiert ein Vertrag über die Wiederaufarbeitung von 128,3 Tonnen Schwermetall (359 Brennelemente), von denen circa 110,5 Tonnen (308 Brennelemente) angeliefert und wiederaufgearbeitet wurden. Kleine Mengen an abgebrannten Brennelementen wurden auch bei der WAK aufgearbeitet. Hierbei handelte es sich um 15,7 Tonnen Schwermetall beziehungsweise 44 GKN I-Brennelemente. Von GKN II gingen keine Brennelemente in die Wiederaufarbeitung.

Die bei der Wiederaufarbeitung des Kernbrennstoffs anfallenden radioaktiven Abfälle, wie Spaltproduktlösungen, Strukturteile der Brennelemente, technologische Abfälle (kontaminierte Materialien aller Art) und radioaktives Betriebswasser, werden bei den Wiederaufarbeitungsanlagen entsprechend ihrer Art und ihrem Aktivitätsgehalt endlagergerecht konditioniert. Bei der Verglasung werden die in den Spaltproduktlösungen enthaltenen Radionuklide, bei denen es sich im Wesentlichen um Spaltprodukte und auch Transurane handelt, in eine Glasmatrix eingebunden. Das Glasprodukt erstarrt in einer Kokille, die zusätzlich dicht verschweißt wird, sodass ein Abfallprodukt entsteht, das die Radionuklide sicher einschließt. Glaskokillen sind zylindrische Edelstahlbehälter mit einem Volumen von circa 180 Litern („Standardkokille“), die etwa 400 Kilogramm Glasprodukt enthalten.

Die deutschen Energieversorgungsunternehmen hatten insgesamt 5.393 Tonnen Schwermetall abgebrannter Brennelemente in die Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague (Frankreich) und 854 Tonnen Schwermetall abgebrannter Brennelemente in die Wiederaufarbeitungsanlage in Sellafield (Großbritannien) geliefert.<sup>2</sup> Die bei der Wiederaufarbeitung im Ausland angefallenen radioaktiven Abfälle müssen auf Grund bilateraler Regierungsvereinbarungen zwischen der

---

<sup>2</sup> GRS 2018

deutschen und der französischen beziehungsweise der britischen Regierung nach der Wiederaufarbeitung in die Bundesrepublik zurückgeführt werden. Nahezu die gesamte Aktivität ist in Form von Glaskokillen zurückzunehmen.

Aus der Wiederaufarbeitung in La Hague und in Sellafield werden die anfallenden schwach- und mittelradioaktiven Abfälle auf Basis eines integralen toxischen Potenzials durch hochradioaktive Abfälle ersetzt und in Form von zusätzlichen HAW-Glaskokillen zurückgeführt. Aus der Wiederaufarbeitung sind daher keine schwach- und mittelradioaktiven Abfälle zurückzuführen. Eine entsprechende Vereinbarung, wie sie für die Rückführung aus dem Vereinigten Königreich bereits existiert, wurde zwischen Orano Recyclage und den deutschen Energieversorgungsunternehmen sowie zwischen Frankreich und der Bundesrepublik im August 2021 unterzeichnet. Zum Massenausgleich werden zusätzlich rund 30 gebrauchte Großbehälter aus Frankreich nach Deutschland überführt und der Entsorgung zugeführt.

Angaben über die frühere Anlieferung von abgebrannten Brennelementen zur Wiederaufarbeitung und die bei der Wiederaufarbeitung angefallenen radioaktiven Abfälle können Anhang 3 (Tabellen 12 und 13) entnommen werden. Über den aktuellen Stand der Rückführung und Zwischenlagerung der Abfälle gibt Kapitel 4.4 Auskunft.

## **4.2 VERBLEIB UND WIEDEREINSATZ DER BEI DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND GEWONNENEN KERNBRENNSTOFFE**

Bei der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen im Ausland wurden die Kernbrennstoffe Uran und Plutonium gewonnen. Bei der Verwertung durch Wiederaufarbeitung ist nachzuweisen, dass der Wiedereinsatz des gewonnenen Plutoniums in Kernkraftwerken gewährleistet ist (§ 9a Abs. 1c AtG). Für das gewonnene Uran ist der sichere Verbleib nachzuweisen (§ 9a Abs. 1d AtG).

Das KKP hat das letzte der Anlage zugeordnete Plutonium aus der Wiederaufarbeitung im Jahr 2006 durch Einsatz der entsprechenden Mischoxid (MOX)-Brennelemente verbraucht. Das letzte der Anlage KWO zugeordnete Plutonium wurde ebenfalls im Jahr 2006 im KKP eingesetzt. Das GKN hat das letzte der Anlage zugeordnete Plutonium im Jahr 2014 eingesetzt.

Das aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente im Ausland gewonnene Uran wurde bei KWO, KKP und GKN durch Einsatz entsprechender Uranoxid-Brennelemente verbraucht.

Die baden-württembergischen Anlagen haben damit den Nachweis für den Wiedereinsatz beziehungsweise die Entsorgung der aus der Wiederaufbereitung im Ausland gewonnenen Kernbrennstoffe erbracht.

#### **4.3 MÖGLICHKEITEN DER ZWISCHENLAGERUNG VON ABGEBRANNTEN BRENNELEMENTEN UND RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG**

Zur Lagerung abgebrannter Brennelemente und hochradioaktiver Glaskokillen in einem Zwischenlager an einem Standort wird in Deutschland eine Genehmigung nach § 6 AtG beziehungsweise nach § 7 AtG (wenn es sich um eine Zwischenlagerung im Rahmen des Betriebs der Anlage handelt) benötigt. Bei der Zwischenlagerung unterscheidet man in „trockene“ und „nasse“ Lagerung sowie in „zentrale“ und „dezentrale“ Lagerung.

#### **TROCKENE LAGERUNG IN ZENTRALEN UND DEZENTRALEN ZWISCHENLAGERN**

Eine trockene zentrale Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente aus dem Betrieb deutscher Kernkraftwerke und hochradioaktiver Glaskokillen aus der Wiederaufbereitung im Ausland erfolgt zurzeit in folgenden zentralen Zwischenlagern:

- in Deutschland in den Zwischenlagern Gorleben (Brennelemente und Glaskokillen) und Ahaus (Brennelemente) in dafür vorgesehenen Transport- und Lagerbehältern,
- in Frankreich bei der Wiederaufbereitungsanlage in La Hague (hochradioaktive Glaskokillen) und
- in England bei der Wiederaufbereitungsanlage in Sellafield (hochradioaktive Glaskokillen).

Das Zwischenlager Nord am Standort Greifswald, das ursprünglich nur abgebrannte Brennelemente aus den Kernkraftwerken Greifswald und Rheinsberg aufnehmen sollte, kann als drittes zentrales Zwischenlager in Deutschland betrachtet werden. Mit den Änderungsgenehmigungen vom 24. Februar 2009 und vom 20. April 2010 wurde gestattet, dort Castor-Behälter mit HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe sowie Kernbrennstoffe aus dem Forschungsreaktor KNK und dem Forschungsschiff „Otto Hahn“ aufzunehmen.

Mittlerweile lagern dort zusätzlich zu den Castor-Behältern mit Kernbrennstoff aus den Kernkraftwerken Greifswald und Rheinsberg 4 Castor-Behälter mit Kernbrennstoff aus dem Forschungsreaktor KNK und dem Forschungsschiff „Otto Hahn“ und 5 Castor-Behälter mit HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe.

Eine Anlieferung von abgebrannten Brennelementen in zentrale Zwischenlager oder zur Wiederaufarbeitung im Ausland ist aufgrund von Festlegungen in § 9a des Atomgesetzes nicht mehr möglich. Auch die Anlieferung von radioaktiven Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung im Ausland in zentrale Zwischenlager ist nicht mehr gestattet.

Eine trockene dezentrale Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente aus dem Betrieb deutscher Kernkraftwerke erfolgt in den Zwischenlagern an den Kernkraftwerksstandorten. Weiterhin sollten nach dem Konzept des Bundes aus 2015 an den Standorten Brokdorf, Isar und Philippsburg, wie bereits am Standort Biblis, die bei der Wiederaufarbeitung im Ausland angefallenen und noch zurückzuführenden Glaskokillen (HAW beziehungsweise MAW) zwischengelagert werden (siehe Kapitel 4.4).

Mit § 9a Abs. 2 AtG wurden die Energieversorgungsunternehmen 2002 verpflichtet, Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente an den Kernkraftwerksstandorten zu errichten. Hierdurch sollten Brennelementtransporte in die zentralen Zwischenlager vermieden werden. In Baden-Württemberg hatte der Betreiber für die Standorte Neckarwestheim und Philippsburg daher Standort-Zwischenlager (seit 2019 lautet die Bezeichnung „Brennelemente-Zwischenlager) für seine abgebrannten Brennelemente beantragt und nach Genehmigung und Errichtung im Jahr 2006 beziehungsweise im Jahr 2007 in Betrieb genommen.

Die Genehmigungen sind jeweils zeitlich auf einen Zeitraum von zunächst 40 Jahren ab dem Zeitpunkt der ersten Einlagerung eines Transport- und Lagerbehälters befristet. Die Genehmigungen für die Brennelemente-Zwischenlager laufen demnach in den Jahren 2046 (Neckarwestheim) und 2047 (Philippsburg) aus. Neben der Befristung der Zwischenlagerung ist auch die Aufbewahrung der abgebrannten Brennelemente in den einzelnen Transport- und Lagerbehältern befristet auf jeweils maximal 40 Jahre ab dem Zeitpunkt ihrer Beladung. Diese Befristung greift für die ersten in das jeweilige Brennelemente-Zwischenlager eingelagerten Behälter früher als die Befristung für die Brennelemente-Zwischenlager selbst. Einige Behälter wurden schon Jahre früher beladen und bis zur Inbetriebnahme der Brennelemente-Zwischenlager in den Interimslagern an den Standorten zwischengelagert.

Bei den in Deutschland genehmigten Zwischenlagern handelt es sich überwiegend um bauliche Anlagen gemäß STEAG-Konzept (STEAG Energy Services GmbH mit Sitz in Essen) oder

WTI-Konzept (Wissenschaftlich-technische Ingenieurberatung GmbH mit Sitz in Jülich). Die baulichen Anlagen gemäß STEAG-Konzept besitzen eine Wandstärke von circa 1,2 Metern und sind einschiffig aufgebaut. Die baulichen Anlagen gemäß WTI-Konzept besitzen eine Wandstärke von circa 0,85 Metern und sind zweischiffig aufgebaut. Bei den Zwischenlagern an den süddeutschen Standorten, so auch in Philippsburg, wurde das WTI-Konzept verwirklicht.



Abbildung 11: Brennelemente-Zwischenlager Neckarwestheim

Eine Ausnahme von den ansonsten üblichen Konzepten einer Lagerhalle mit massiven Betonwänden stellt das Zwischenlager in Neckarwestheim dar. Dieses wurde in zwei unterirdischen Tunnelröhren in eine Geländekante des ehemaligen Steinbruchs errichtet.

## **NASSE LAGERUNG AN DEN KERNKRAFTWERKSSTANDORTEN**

In Deutschland gibt es für jedes Kernkraftwerk, das sich im Leistungsbetrieb oder in der Nachbetriebsphase befindet, ein Nasslager, in dem abgebrannte Brennelemente zum Abklingen aufbewahrt werden. Dabei handelt es sich um betrieblich notwendige Lager in den Reaktorgebäuden, die als Teil des Kernkraftwerks nach § 7 AtG genehmigt wurden und nicht um Standortzwischenlager im Sinne des § 6 AtG. In den Nasslagern werden die abgebrannten Brennelemente nach ihrer endgültigen Entladung aus dem Reaktorkern zunächst gelagert, um sie soweit abklingen zu lassen, dass sie anschließend in einen Transport- und Lagerbehälter verladen werden und somit trocken zwischengelagert werden können. Die eigentliche Zwischenlagerung muss in den dafür vorgesehenen Standortzwischenlagern („Brennelemente-Zwischenlagern“) erfolgen.

Die Lagerkapazitäten in den Nasslagern im Containment ergeben sich in erster Linie aus der Anzahl der Brennelementpositionen abzüglich der für eine volle Kernentladung freizuhaltenden

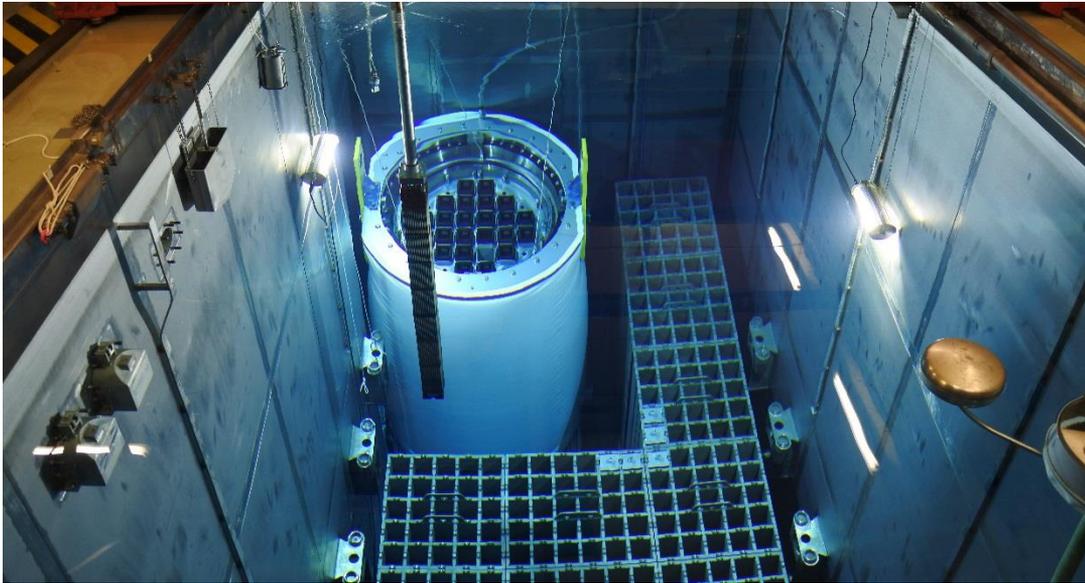
Positionen. Im Nasslager von GKN II stehen insgesamt 786 Positionen für GKN II-Brennelemente zur Verfügung, von denen für eine mögliche Kernentladung mindestens 193 Positionen freigehalten werden müssen. Im Nasslager von KKP 2 stehen insgesamt 780 Positionen für KKP 2-Brennelemente zur Verfügung.

In den Anlagen GKN I, KKP 1 und KWO befinden sich keine Brennelemente mehr. Die Nasslager müssen daher nicht mehr zur Verfügung stehen und werden abgebaut.

#### **4.4 STAND DER ZWISCHENLAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNLEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG**

##### **ABGEBRANNTE BRENNLEMENTE**

Das Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) verfügte neben dem Brennelementlagerbecken im Reaktorgebäude über ein zusätzliches Brennelementlagerbecken (externes Nasslager), das im Herbst 1999 in Betrieb genommen wurde. Dort lagerten bis 2017 342 abgebrannte Brennelemente. Da für den weiteren Abbau die Brennelemente aus dem Lagerbecken entfernt werden mussten, hatte der Betreiber mit Schreiben vom 10. Dezember 2013 beim damals zuständigen Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) einen Antrag nach § 6 AtG zur Aufbewahrung der KWO-Brennelemente im Zwischenlager GKN gestellt. Die entsprechende Genehmigung wurde am 10. August 2016 erteilt. Hierzu ergänzend wurde am 27. März 2014 ein Antrag beim damals zuständigen BfS auf Beförderung gemäß § 4 AtG für insgesamt 15 Castor-Behälter (der Bauart 440/84mvK) von KWO nach GKN gestellt. Die Zuständigkeit ging am 30. Juli 2016 auf das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE), heute Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), über. Die Beförderungsgenehmigung nach § 4 AtG hat das BfE am 16. Mai 2017 erteilt.



*Abbildung 12: Verladung (unter Wasser) des letzten Brennelements aus dem Lagergestell im externen Lagerbecken des Kernkraftwerks Obrigheim in einen Castor-Behälter*

Die 15 Castor-Behälter mit abgebrannten Brennelementen wurden im Jahr 2017 in fünf Transporten mit jeweils drei Castor-Behältern auf dem Neckar zum Zwischenlager Neckarwestheim befördert. Damit ist der Standort KWO brennelementefrei. Mit der standortnahen Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente im BZN ist der Entsorgungsvorsorgenachweis gemäß § 9a AtG erbracht.

Für die Brennelemente-Zwischenlager BZN und BZP zeigt Anhang 2 Tabelle 9 den Bestand an abgebrannten Brennelementen, den Bestand der mit diesen Brennelementen beladenen Transport- und Lagerbehälter und bei welcher Anlage die abgebrannten Brennelemente angefallen sind (Stichtag: 31. Dezember 2021). Die Transport- und Lagerbehälter mit abgebrannten Brennelementen gingen gemäß Entsorgungsübergangsgesetz bereits an die BGZ über.

Die Anzahl der sich zum Stichtag 31.12.2021 im Reaktor von GKN II („Reaktorkern“) und in den kraftwerksinternen Lagerbecken von GKN II und KKP 2 befindenden abgebrannten Brennelemente ist in Anhang 2 Tabelle 10 aufgeführt.

Anhang 2 Tabelle 11 gibt Auskunft über den zukünftigen Anfall an abgebrannten Brennelementen durch Nachladung. Nach aktuellem Stand sollen im Falle eines Reservebetriebs von GKN II über die gemäß derzeitigem Atomgesetz vorgesehene Abschaltung zum 31. Dezember 2022 hinaus die vorhandenen Brennelemente neu angeordnet werden. Daher werden bei GKN II auch bei einem Reservebetrieb keine neuen Brennelemente mehr nachgeladen.

Im Jahr 2021 wurden bei einer Einlagerungskampagne fünf Transport- und Lagerbehälter in das BZN verbracht. Im Jahr 2021 fand in das BZP keine Einlagerung statt.

Im ersten Quartal dieses Jahres wurde mit der letzten Einlagerungskampagne von mit Brennelementen aus KKP beladenen Transport- und Lagerbehältern in das BZP begonnen. Nach Abschluss der Einlagerungskampagne werden sich keine Brennelemente mehr im KKP 2 befinden.

Die Kapazität der Brennelemente-Zwischenlager für beladene Transport- und Lagerbehälter beträgt 151 Stellplätze im BZN und 152 Stellplätze im BZP. Aktuell sind jeweils mehr als ein Drittel der Stellplätze frei.

Damit stehen für die anfallenden Brennelemente durch Nachladung, für die sich im Reaktor befindlichen Brennelemente und für die abgebrannten Brennelemente in den Lagerbecken ausreichende Kapazitäten in den jeweiligen Brennelemente-Zwischenlagern zur Verfügung. Die gemäß § 9a Atomgesetz zu treffende Entsorgungsvorsorge ist erbracht.

## **ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG**

Auf der Basis der Wiederaufarbeitungsverträge und dem jeweiligen zwischenstaatlichen Notenaustausch mit Frankreich und Großbritannien ergibt sich die Verpflichtung, radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung zurückzuführen.

Vor der Überführung in ein noch zu errichtendes Endlager müssen die zurückgeführten hochradioaktiven Abfälle längere Zeit zum Abklingen der Radioaktivität und zum weiteren Abkühlen zwischengelagert werden. Mit den zentralen Zwischenlagern Gorleben und Ahaus wurden Zwischenlagerkapazitäten für die Aufnahme aller zurückzuführenden radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente im Ausland vorgehalten.

Das ehemalige Konzept der Energieversorgungsunternehmen sah vor, alle in Glaskokillen rückzuführenden radioaktiven Abfälle aus Sellafield und La Hague im Brennelemente-Zwischenlager Gorleben (BZG) zwischenzulagern. Durch die Aufnahme eines neuen Absatzes 2a in § 9a AtG ist dieses ursprüngliche Rückführungskonzept nicht mehr umsetzbar, da festgelegt wurde, dass die noch aus der Wiederaufarbeitung im Ausland rückzuführenden verfestigten Spaltproduktlösungen (d. h. radioaktive Glaskokillen) in standortnahen Zwischenlagern dezentral aufbewahrt werden müssen.

Die Aufnahme des Absatzes 2a in § 9a AtG geht auf die Vereinbarung eines gemeinsamen Vorschlags des Bundes mit dem Land Niedersachsen am 24. März 2013 zum geplanten Standort-

auswahlgesetz zurück. Die Vereinbarung sah vor, dass mit der Verabschiedung des Standortauswahlgesetzes keine Castor-Transporte mehr mit radioaktiven Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung nach Gorleben stattfinden sollen und stattdessen die seinerzeit zurückzuführenden 20 Castor-Behälter aus Sellafield (HAW-Glaskokillen) und die 5 Castor-Behälter aus La Hague (MAW-Glaskokillen) auf die standortnahen Zwischenlager verteilt werden. Damit kam man dem Land Niedersachsen zur parteiübergreifenden Verabschiedung des Standortauswahlgesetzes entgegen. Mit der Verabschiedung des Standortauswahlgesetzes im Bundestag und Bundesrat am 28. Juni 2013 beziehungsweise 5. Juli 2013 wurde das Atomgesetz in § 9a durch den neuen Absatz 2a, der am 1. Januar 2014 in Kraft trat, entsprechend ergänzt.

Einem zwischen Bundesumweltministerium, Energieversorgungsunternehmen und Bundesländern im Jahr 2015 abgestimmten Konzept und der Vereinbarung zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Frankreich vom August 2021 zufolge sollen die verglasten Abfälle auf folgende Brennelemente-Zwischenlager verteilt werden:

- Philippsburg in Baden-Württemberg: 3 bis 5 Behälter mit HAW-Glaskokillen,
- Biblis in Hessen: 6 Behälter mit HAW-Glaskokillen,
- Brokdorf in Schleswig-Holstein: 7 Behälter mit HAW-Glaskokillen und
- Isar in Bayern: 7 Behälter mit HAW-Glaskokillen.

Um diese Behälter in den Brennelemente-Zwischenlagern aufbewahren zu können, müssen die Genehmigungen zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen nach § 6 AtG geändert werden. Entsprechende Genehmigungsanträge wurden von den Betreibern am 29. September 2017 beim BfE (heute BASE) eingereicht. Dabei war vorgesehen, dass in das BZP MAW-Glaskokillen eingelagert werden. Mit der Vereinbarung vom August 2021 ergab sich, dass dort stattdessen HAW-Glaskokillen eingelagert werden sollen. Die Änderung zur Einlagerung von HAW-Glaskokillen in das BZP wurde von der BGZ am 28. März 2022 beantragt.

Transporte von anderen Abfällen aus der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen im Ausland in das zentrale Zwischenlager Ahaus sind weiterhin zulässig. Die aus Frankreich als ein metallisches Äquivalent zurückzuführenden bis zu 30 gebrauchten Großbehälter sollen daher weiterhin im Zwischenlager Ahaus eingelagert werden.

Die jeweils erforderlichen Zwischenlagerkapazitäten werden an den einzelnen Standorten vorgehalten.

Die Überführung von Transport- und Lagerbehältern mit HAW-Glaskokillen aus der Anlage in Sellafield in das Brennelemente-Zwischenlager Biblis fand im Jahr 2020 statt. Mit einem Transport der Behälter mit Glaskokillen aus Frankreich in das BZP ist frühestens 2023 zu rechnen.

Anhang 3 Tabelle 13 stellt die bereits durchgeführten sowie die noch erforderlichen Transporte zusammenfassend dar.

#### **4.5 TRANSPORTE ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG**

Bei Transporten von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung sind vier Arten von Transporten zu unterscheiden. Dabei ist zu beachten, dass nur noch bestimmte Transporte durchgeführt werden dürfen. Folgende Transporte dürfen nicht mehr durchgeführt werden:

- Transporte abgebrannter Brennelemente in zentrale Zwischenlager (Gorleben, Ahaus). Mit der Novellierung des Atomgesetzes 2002 mussten mit § 9a AtG die Betreiber Zwischenlager an den Kernkraftwerksstandorten errichten. Dort sind die abgebrannten Brennelemente bis zur Abgabe an ein Endlager zu lagern. Transporte von abgebrannten Brennelementen in zentrale Zwischenlager werden daher nicht mehr durchgeführt.
- Transporte abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung. Mit der Novellierung des Atomgesetzes 2002 wurde der Transport von abgebrannten Brennelementen zur Wiederaufarbeitung vom 1. Juli 2005 an untersagt.

Folgende Transporte sind notwendig und dürfen weiterhin durchgeführt werden:

- Rücktransporte von verglasten hochradioaktiven Abfällen (Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitungsanlage in Sellafield.
- Rücktransporte von verglasten hochradioaktiven Abfällen (Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague sowie die Transporte der bis zu 30 gebrauchten Großbehälter.

Der Transport von abgebrannten Brennelementen und die Rückführung der radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland stießen in der Vergangenheit teilweise auf erheblichen Widerstand durch Blockaden, Behinderungen und Sabotagen.

Rücktransporte von radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung werden auch weiterhin bedarfsorientiert von Bundes- und Landespolizei begleitet. Die noch erforderlichen Transporte

von radioaktiven Abfällen aus den Wiederaufarbeitungsanlagen im Ausland (La Hague und Sellafield) und mögliche Rückführungszeitpunkte können Anhang 3 Tabelle 13 entnommen werden.

## 5 Endlagerung

### 5.1 ENDLAGER FÜR SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVE ABFÄLLE

Mehrere Staaten haben schwachradioaktive Abfälle in den 1970er Jahren durch Versenkung oder Verklappung im Meer beseitigt. Die radioaktiven Abfälle zum Beispiel aus der Schweiz wurden fast unkonditioniert in Fässern mit der Eisenbahn über die Rheinstrecke zur Nordsee verbracht und dort auf Schiffe verladen. Auf hoher See wurde der Inhalt der Fässer dann im Nordatlantik verklappt. Die Bundesrepublik Deutschland verklappte relativ geringe Mengen im Meer (im Jahr 1967: Verklappung von 480 Fässern im Nordatlantik mit einer Gesamtaktivität von 203,5 GBq)<sup>3</sup> und entschied sich dann für eine Endlagerung in tiefen geologischen Formationen.

Für die Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle wird in Deutschland die ehemalige Eisenerzgrube Schacht Konrad bei Salzgitter vorbereitet. Die Errichtung des Endlagers Konrad soll nach derzeitiger Planung 2027 abgeschlossen sein.

#### SCHACHTANLAGE ASSE II

Vor der Einlagerung von radioaktiven Abfällen wurde in dem Bergwerk in Niedersachsen kommerziell Salz über einen längeren Zeitraum abgebaut. Dadurch ist das Endlager stark „durchbaut“ und in einigen Bereichen auf lange Sicht auch instabil. Durch die großen und dicht beieinanderliegenden Abbauhohlräume, die zudem teilweise dicht an das Nebengebirge angrenzen, geben Flanken mit Nebengebirge nach. Das an einigen Stellen nur noch wenige Meter dicke Salzgestein und das Nebengebirge lockern dadurch auf. Seit einigen Jahren dringen täglich rund 12.000 Liter salziges Grundwasser in das Bergwerk ein. Das eingedrungene Wasser wird aufgefangen und abgefördert. Um die weitere Verformung zu minimieren, wurde bereits Steinsalz sowie Sorelbeton in Abbaukammern zur Stabilisierung eingebracht.

Bis zum 31. Dezember 1978 wurden schwach- und mittelradioaktive, nicht wärmeentwickelnde Abfälle, die in der Industrie, in der Forschung und der Wiederaufarbeitung sowie in der Me-

---

<sup>3</sup> IAEA 1999

dizin angefallen waren, im „Forschungsbergwerk Asse II“ (kurz: „Asse II“), eingelagert; zwischen 1967 und 1978 waren dies etwa 126.000 Abfallgebinde mit schwach- und mittelradioaktiven Abfällen. Darunter fallen auch Abfälle mit Kernbrennstoffen.

Aus Baden-Württemberg hat die Gesellschaft für Kernforschung (GfK) und das spätere Kernforschungszentrum Karlsruhe 59.924 schwachradioaktive Abfallgebinde und 1.265 mittelradioaktive Abfallgebinde abgeliefert. Dies entspricht einem Anteil von circa 50 Prozent an den insgesamt in der Asse II eingelagerten Abfallgebänden. Hinzu kamen 5.504 Abfallgebinde aus dem KWO (circa 4 Prozent aller Gebinde) und 922 Abfallgebinde aus dem GKN (circa 1 Prozent aller Gebinde).

Die Einlagerung in der Asse II erfolgte im Rahmen einer befristeten Genehmigung nach § 3 StrlSchV (alt), die am 31. Dezember 1978 auslief. Für die weitere Einlagerung in die Schachanlage Asse II wäre mit der Änderung des Atomgesetzes von 1976 nach § 9b AtG ein Planfeststellungsverfahren notwendig gewesen. Dies wurde zunächst auch eingeleitet, dann aber nicht weitergeführt, da zwischenzeitlich mit der Schachanlage Konrad ein geeigneter Standort gefunden wurde.

Das Bundesumweltministerium und das niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz beschlossen am 4. September 2008, dass die Schachanlage Asse II zukünftig verfahrensrechtlich wie ein Endlager nach dem Atomgesetz behandelt wird. Dazu beschloss das Bundeskabinett am 5. November 2008 den Übergang der Betreiberaufgaben zum 1. Januar 2009 auf das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Somit wurde im Januar 2009 der Betrieb der Asse II vom Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU) auf das BfS übertragen und die Schachanlage Asse II dem Atomrecht unterstellt. Mit dem im März 2009 novellierten Atomgesetz ist nach § 57b die Schachanlage Asse II unverzüglich stillzulegen. Für den notwendigen Weiterbetrieb bis zur Stilllegung bedarf es keiner Planfeststellung.

Im Februar 2009 hat das BfS den Antrag zur Einleitung eines Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung der Schachanlage Asse II beim niedersächsischen Umweltministerium gestellt. Nachdem die von Bund und Land Niedersachsen eingerichtete Arbeitsgruppe Optionenvergleich im Februar 2009 den Bericht über die näher zu untersuchenden Stilllegungsoptionen vorlegte, wurden die Optionen Vollverfüllung, Rückholung und Umlagerung vom BfS näher untersucht und verglichen.

Im Januar 2010 veröffentlichte das BfS das Ergebnis des Optionenvergleichs zur Stilllegung der Asse II. Das BfS kam darin zu dem Ergebnis, dass die Rückholung der radioaktiven Abfälle

nach dem derzeitigen Kenntnisstand die beste Variante beim Umgang mit den radioaktiven Abfällen sei, da bei den beiden anderen Optionen (Vollverfüllung und Umlagerung) ein Langzeitsicherheitsnachweis für die radioaktiven Abfälle nicht machbar erschien.

Am 28. Februar 2013 wurde im Bundestag aufgrund des Ergebnisses des Optionenvergleichs das „Gesetz zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachanlage Asse II“ beschlossen. Mit dem Gesetz werden verfahrensrechtliche Rahmenbedingungen vereinfacht, sodass für die Rückholung kein Planfeststellungsverfahren erforderlich ist, Teilgenehmigungen zulässig sind und auch schon vor der Erteilung einer Genehmigung mit Vorbereitungsmaßnahmen begonnen werden kann, wenn mit einer Entscheidung zugunsten des Antragstellers zu rechnen ist. Auf Empfehlung der Endlagerkommission wurden die Zuständigkeiten im Bereich der kerntechnischen Entsorgung neu geordnet. Die Empfehlung wurde im „Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung“, das am 30. Juli 2016 in Kraft trat, umgesetzt. Dementsprechend sind am 25. April 2017 die Betreiberaufgaben für die Schachanlage Asse II vom BfS auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) übergegangen.

Um genaue Planungsrandbedingungen für die Rückholung zu ermitteln, werden derzeit Erkundungsbohrungen durchgeführt und die Rückholung konkret geplant. Dabei fließen die Ergebnisse aus den Erkundungsbohrungen und den von 2019 bis 2020 durchgeführten 3-D-seismischen Messungen mit ein. Die radioaktiven Abfälle sollen nach der Rückholung so lange über Tage an einem Assenahen Standort zwischengelagert werden, bis sie an ein Endlager abgegeben werden können. Allein aus Kapazitätsgründen wird es nicht möglich sein, die rückzuholenden Abfälle aus der Schachanlage Asse II im Endlager Konrad einzulagern. Nach heutigem Planungsstand soll die Rückholung der Abfälle im Jahr 2033 beginnen.

## **ENDLAGER MORSLEBEN**

In der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) wurde seit Anfang der 1970er Jahre ein ehemaliges Salzbergwerk bei Morsleben als Endlager für schwach- und mittlerradioaktive, nicht wärmeentwickelnde Abfälle genutzt. Das Lager erhielt von den zuständigen Behörden der DDR im Jahr 1981 eine befristete und 1986 eine unbefristete Genehmigung zum Betrieb als Endlager. Im Zuge der Wiedervereinigung Deutschlands erhielt das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) den Status eines staatlichen Endlagers im Sinne des damaligen § 9a Abs. 3 AtG. Aufgrund von § 57a des damaligen Atomgesetzes galt die 1986 von den zuständigen Behörden der DDR erteilte Dauergenehmigung auch nach der Wiedervereinigung zunächst bis zum 30. Juni 2000 weiter. Sie wurde mit dem am 1. Juni 1998 in Kraft getretenen Gesetz um 5 Jahre verlängert.

Die weitere Einlagerung radioaktiver Abfälle wurde nach einer vorläufigen Entscheidung des Oberverwaltungsgerichts des Landes Sachsen-Anhalt vom 25. September 1998 aber untersagt. Es war zudem erklärter Wille der Bundesregierung, den Einlagerungsbetrieb unabhängig vom Ausgang des Verfahrens nicht wiederaufzunehmen. Hinzu kam, dass neuere Erkenntnisse die Konservativität der sicherheitstechnischen Betrachtungen teilweise in Frage stellten. Als Konsequenz daraus wurde danach das Stilllegungsverfahren weiter vorangetrieben. Bereits im April 2001 hat das damals zuständige BfS auf den Teil der Betriebsgenehmigung verzichtet, der die Annahme und Einlagerung von radioaktiven Abfällen gestattete. Mit der Atomgesetznovelle vom 22. April 2002 wurde der § 57a AtG dahingehend geändert, dass zwar der Offenhaltungsbetrieb des ERAM möglich bleibt, eine weitere Annahme radioaktiver Abfälle zur Endlagerung aber ausgeschlossen ist.

Im September 2005 wurde der Plan zur Stilllegung des Endlager Morsleben zusammen mit für das Planfeststellungsverfahren notwendigen Unterlagen eingereicht. Die Unterlagen mussten überarbeitet werden und wurden im Januar 2009 erneut vorgelegt. Am 25. April 2017 sind die Betreiberaufgaben für das Endlager Morsleben vom BfS auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) übergegangen.

Die vorgelegte Langzeitsicherheitsbetrachtung muss auf Empfehlung der Entsorgungskommission an den aktuellen seit 2009 weiterentwickelten Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden. Die überarbeiteten Stilllegungsplanungen werden voraussichtlich im Jahr 2026 bei der zuständigen Genehmigungsbehörde eingereicht. Mit einem Planfeststellungsbeschluss der Genehmigungsbehörde wird im Jahr 2028 gerechnet.

## **ENDLAGER KONRAD**

Im Jahr 1982 stellte die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) beim zuständigen niedersächsischen Ministerium den Antrag auf Planfeststellung für das Endlager Konrad, einer ehemaligen Eisenerzgrube bei Salzgitter. Die PTB wurde später durch das BfS als Antragsteller abgelöst. Das Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad wurde entsprechend einer Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000/11. Juni 2001 abgeschlossen und die Genehmigung mit Datum vom 22. Mai 2002 ohne sofortige Vollziehung erteilt, sodass Klagen eine aufschiebende Wirkung hatten und von der Genehmigung nicht sofort Gebrauch gemacht werden konnte. Ursprünglich war eine Einlagerungskapazität von 650.000 m<sup>3</sup> Abfall beantragt worden, der Planfeststellungsbeschluss wurde jedoch entsprechend der damaligen Abfallprognosen nur für eine Kapazität von 303.000 m<sup>3</sup> Abfall erteilt; also für etwa die Hälfte des ursprünglich beantragten Volumens.

Bis zum Ende der Klagefrist waren Klagen von Städten, Kommunen und Privatleuten eingegangen. Klagen gegen den Planfeststellungsbeschluss hat das Oberverwaltungsgericht Lüneburg abgewiesen und eine Revision vor dem Bundesverwaltungsgericht nicht zugelassen. Die Beschwerden gegen die Nichtzulassung der Revision wurden am 26. März 2007 vom Bundesverwaltungsgericht zurückgewiesen, sodass die Rechtsmittel gegen den Planfeststellungsbeschluss erschöpft sind. Am 25. April 2017 sind die Betreiberaufgaben für das Endlager Konrad vom BfS auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) übergegangen. Derzeit wird das ehemalige Eisenerzbergwerk zu einem Endlager umgebaut. Es wird zudem überprüft, ob die sicherheitstechnischen Anforderungen an das Endlager dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen und ob diese weitergehend betrachtet werden müssen. Die Prüfung soll vor der Inbetriebnahme des Endlagers abgeschlossen sein. Unterschiedliche technische Anlagen und Einrichtungen über und unter Tage werden derzeit errichtet und müssen in den kommenden Jahren noch errichtet werden. Der Umbau des Schachts Konrad zu einem Endlager soll bis 2027 erfolgt sein, sodass dann mit der Einlagerung von nicht wärmeentwickelnden Abfällen begonnen werden kann.

Die Inbetriebnahme des Endlagers Konrad hat eine besondere Bedeutung für Baden-Württemberg, da hier bezogen auf das Volumen derzeit nahezu die Hälfte der bisher angefallenen schwach- und mittelradioaktiven konditionierten Abfälle Deutschlands lagert.

## **ENDLAGERVORAUSSLEISTUNGEN**

Nach § 9a Abs. 3 AtG obliegt die Endlagerung radioaktiver Abfälle dem Bund. Zur Deckung des damit verbundenen notwendigen finanziellen Aufwandes erhebt er entsprechend § 21b AtG Vorausleistungen nach Maßgabe der „Verordnung über Vorausleistungen für die Einrichtung von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle (Endlagervorausleistungsverordnung)“. Die Vorausleistungen werden von Ablieferungspflichtigen erhoben, denen eine Genehmigung nach den §§ 6, 7 oder 9 AtG oder nach § 12 Abs. 1 Nr. 3 StrlSchG erteilt worden ist. Keine Vorausleistungen werden lediglich von Landessammelstellen und von Genehmigungsinhabern erhoben, bei denen nur kleine Mengen an radioaktiven Abfällen mit geringer spezifischer Aktivität anfallen. Die dem Bund entstandenen Kosten werden jährlich ermittelt und nach einem in § 6 der Endlagervorausleistungsverordnung enthaltenen Schlüssel auf die Zahlungspflichtigen umgelegt.

Um Beitragsgerechtigkeit zu erzielen, erfolgt die Kostenverteilung getrennt nach den unterschiedlichen Endlagerarten. Dabei wird entsprechend § 6 der Endlagervorausleistungsverordnung in Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und Endlager für alle Arten radioaktiver Abfälle unterschieden.

Für das Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung „Schacht Konrad“ werden als Vorausleistung auf abschließende Beiträge, die im Vorgriff auf eine spätere Beitragsverordnung erhoben werden, Kosten auf der Basis des folgenden Verteilungsschlüssels fällig:

- Kernkraftwerke 64,4 Prozent
- WAK-Anlage 6 Prozent
- übrige Vorausleistungspflichtige (zum Beispiel Forschungszentren) 29,6 Prozent.

Die abschließenden Beiträge werden zum Zeitpunkt der tatsächlichen Einlagerung erhoben. Sie werden dann auch die Betriebskosten des jeweiligen Lagers berücksichtigen.

Für das Endlager Konrad wurden bis 2012 vom Bund die Kosten für die Endlagerung von 1 m<sup>3</sup> Abfallgebindevolumen auf 12.800 Euro beziffert. Die Endlagerkosten wurden aufgrund von Aktualisierungen der Kostenkalkulation sukzessive erhöht. Aktuell werden die Endlagerkosten für 1 m<sup>3</sup> auf 30.512 Euro beziffert. Diese Kosten sind auch von den Landessammelstellen für „konradgängige“ radioaktive Abfälle von den Ablieferungspflichtigen zu erheben. Die Überprüfung der Kostenkalkulation ist alle zwei Jahre vorgesehen. Allgemein wird mit weiter steigenden Kosten gerechnet.

Am 27. Januar 2017 hat der Bundestag mit Zustimmung des Bundesrates das „Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung“ beschlossen, das am 16. Juni 2017 in Kraft getreten ist. Das Gesetz sieht vor, dass die Kernkraftwerksbetreiber den betreffenden Teil ihrer Rückstellungen sowie einen Risikozuschlag in einen Fonds einzahlen und im Gegenzug die Verantwortung für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle an den Bund übergeht. Entsprechend sieht Artikel 2 (Entsorgungsübergangsgesetz) vor, dass auch die Finanzierungspflicht für Anlagen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle an den Fonds nach Artikel 1 (Entsorgungsfondsgesetz) übergeht. Dies bedeutet, dass die Kernkraftwerksbetreiber (KTE und übrige Vorausleistungspflichtige sind von dem Gesetz nicht betroffen) nicht mehr vorausleistungspflichtig sind.

Die deutschen Energieversorgungsunternehmen, darunter auch der Betreiber der baden-württembergischen Kernkraftwerke, haben am 3. Juli 2017 den Grundbetrag sowie den Risikozuschlag gemäß dem Entsorgungsfondsgesetz vollständig und fristgerecht an den Fonds überwiesen. Damit ging die Verantwortung für die Finanzierung der Endlagerung von radioaktiven Abfällen aus der gewerblichen Nutzung der Kernenergie auf den Fonds über. Darin inbegriffen sind auch die Kosten, die bei der Zwischenlagerung für bestrahlte Brennelemente und für sonstige

radioaktive Stoffe entstehen. Durch die Zahlung des Risikozuschlags ist eine Nachforderung für den Fall, dass die Mittel des Fonds nicht ausreichen, ausgeschlossen.

Ungeachtet des Übergangs der Verantwortung für die Finanzierung der Endlagerung der beim Rückbau der Kernkraftwerke anfallenden radioaktiven Abfälle bleibt die Verantwortung für die Finanzierung des Rückbaus selbst beim Betreiber.

## **5.2 ENDLAGER FÜR ABGEBRANNTRE BRENNELEMENTE UND HOCHRADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG**

Weltweit existiert noch kein betriebsbereites Endlager für die Entsorgung abgebrannter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle. Lediglich in Frankreich und Schweden ist ein derartiges Endlager konkret geplant oder in der Genehmigungsphase, oder, wie in Finnland, in der Errichtungs- und Ausbauphase.

### **STANDORTAUSWAHLGESETZ**

Baden-Württemberg hat im Herbst 2011 ein Eckpunktepapier zur Endlagersuche erstellt, welches einen mehrphasigen Weg zur Ermittlung eines Endlagerstandorts mit bestmöglicher Sicherheit aufzeigt. Auf Bund-Länder-Ebene lieferte das Eckpunktepapier einen entscheidenden Anstoß zur Aufnahme von Gesprächen zur Erarbeitung eines Standortauswahlgesetzes. Das Standortauswahlgesetz wurde ausgehend von einem Entwurf des Bundesumweltministeriums mit Überarbeitung durch eine Bund-Länder-Arbeitsgruppe im Bundestag und Bundesrat im Jahr 2013 parteiübergreifend verabschiedet.

Gemäß dem Standortauswahlgesetz wurde im Jahr 2014 die „Kommission Lagerung hochradioaktiver Abfallstoffe“, die sogenannte Endlagerkommission eingerichtet. Die Endlagerkommission hatte die Aufgabe, Vorschläge für das Standortauswahlverfahren zu erarbeiten. Die Kommission war pluralistisch besetzt und bestand aus 32 Mitgliedern. Im Zeitraum zwischen Mai 2014 und Mitte 2016 trat die Kommission in unterschiedlicher Zusammensetzung im Plenum und in verschiedenen Arbeitsgruppen insgesamt über hundert Mal zusammen.

Ende Juni 2016 beendete sie ihre Arbeit und übergab ihren Abschlussbericht dem Bundestag. Die Endlagerkommission hat grundlegende Fragen in Bezug auf Entscheidungsgrundlagen geklärt, etwa auf Basis welcher Ausschluss- und Abwägungskriterien und welcher Mindestanforderungen die Auswahl geeigneter geologischer Formationen für die Endlagerung erfolgen soll. Die Kommission erarbeitete ferner Anforderungen an die Organisation und das Verfahren des Auswahlprozesses sowie der Beteiligung der Öffentlichkeit. Sie griff bei ihrer Arbeit auf die Expertise von Wissenschaft und Forschung sowie die Erfahrungen aus dem Ausland zurück.

Mit dem bereits Ende Juli 2016 beschlossenen „Gesetz zur Neuorganisation der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung“ wurden zudem die zentralen Akteure im bevorstehenden Auswahlverfahren festgelegt. Die neu eingerichtete Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) ist als Vorhabenträgerin zunächst für die Durchführung der Standortsuche und später für die Errichtung und den Betrieb bis hin zur Stilllegung des Endlagers verantwortlich. Das neu gegründete Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE), das zum Jahreswechsel 2019/2020 in Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) umbenannt wurde, nimmt unter anderem in dem Bereich Endlagerung Genehmigungs- und Aufsichtsaufgaben wahr und ist während des Auswahlverfahrens für die Öffentlichkeitsbeteiligung verantwortlich.

Die im Abschlussbericht der Endlagerkommission enthaltenen Empfehlungen bildeten die Grundlage für die Überarbeitung des Standortauswahlgesetzes, das Ende März 2017 vom Deutschen Bundestag mit einer parteiübergreifenden, großen Mehrheit beschlossen wurde. Der Bundesrat hat das Gesetz am 31. März 2017 gebilligt. Nach dem Inkrafttreten des Standortauswahlgesetzes wurde das Auswahlverfahren Mitte 2017 gestartet. Wesentliche Inhalte des Standortauswahlgesetzes sind:

- Das Standortauswahlverfahren hat zum Ziel, in einem vergleichenden Verfahren den Endlagerstandort mit der bestmöglichen Sicherheit zu finden.
- Das Verfahren soll wissenschaftsbasiert, transparent, selbsthinterfragend und lernend sein.
- Dem Prinzip der nationalen Verantwortung folgend, sollen die radioaktiven Abfälle in Deutschland endgelagert werden (Exportverbot).
- Die Endlagerung ist in tiefen geologischen Formationen vorgesehen.
- Der Betrachtungszeitraum (Nachweiszeitraum) beträgt eine Million Jahre.
- Das Verfahren sieht ein stufenweises Vorgehen in drei Phasen vor, um die Suche anhand der im Gesetz festgelegten Kriterien zunehmend einzuengen:
  - o Phase I: Ermittlung von Teilgebieten mit günstigen geologischen Voraussetzungen (Schritt 1) und Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung (Schritt 2).
  - o Phase II: Übertägige Erkundung und Ermittlung von Standorten für die untertägige Erkundung.

- Phase III: Untertägige Erkundung der Standorte sowie abschließender Standortvergleich und Standortentscheidung.
- Es gibt keine Vorfestlegungen; die Suche beginnt mit einer „weißen Landkarte“.
- Um Fehler korrigieren zu können, wird ein hohes Maß an Reversibilität angestrebt. Während des Betriebs des Endlagers bis zu seinem endgültigen Verschluss sollen die Abfälle rückholbar und danach für einen Zeitraum von 500 Jahren weiterhin bergbar sein.
- Die Öffentlichkeit wird umfassend informiert und von Anfang an am Verfahren beteiligt. Dazu werden neue Gremien eingerichtet:
  - Das Nationale Begleitgremium stellt die Beteiligung der Öffentlichkeit sicher und begleitet das Verfahren als unabhängiges Gremium über die gesamte Dauer.
  - Nach Veröffentlichung des ersten Zwischenberichts in Phase 1 wird die Fachkonferenz „Teilgebiete“ einberufen.
  - Nach der Vorlage des Vorschlages für die übertägig zu erkundenden Standortregionen richtet das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit in den betroffenen Regionen Regionalkonferenzen ein.
  - Anschließend wird als überregionales Gremium die Fachkonferenz „Rat der Regionen“ gebildet.
- Über die Ergebnisse jeder Phase entscheiden der Deutsche Bundestag und der Bundesrat. Die in der darauffolgenden Phase näher zu untersuchenden Standortregionen beziehungsweise Standorte sowie der endgültige Endlagerstandort werden jeweils durch Bundesgesetz festgelegt.
- Rechtsschutzmöglichkeiten bestehen am Ende der Phasen 2 und 3 sowie nach Abschluss des Auswahlverfahrens im daran anschließenden atomrechtlichen Genehmigungsverfahren.
- Das Standortauswahlverfahren soll bis zum Jahr 2031 abgeschlossen sein.

Das oben genannte Nationale Begleitgremium hat die Aufgabe, das Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle vermittelnd und unabhängig zu begleiten. Dabei soll es insbesondere die Umsetzung der Öffentlichkeitsbeteiligung begleiten mit dem Ziel, Transparenz und Vertrauen in das Standortauswahlverfahren zu schaffen. Es besteht nach § 8

StandAG aus 18 Mitgliedern, von denen 12 Mitglieder anerkannte Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens sein sollen, die vom Bundestag und Bundesrat gewählt werden. Daneben sind sechs Bürgerinnen und Bürger von der Bundesumweltministerin zu ernennen, davon zwei Vertreterinnen und Vertreter der jungen Generation. Die Mitglieder dürfen keine wirtschaftlichen Interessen in Bezug auf die Standortauswahl oder die Endlagerung im weitesten Sinne haben. Die Besetzung des Gremiums soll insgesamt pluralistisch sein.

Das Nationale Begleitgremium hat Ende 2016 seine Arbeit aufgenommen und bis Juli 2022 insgesamt 63 Sitzungen abgehalten sowie verschiedene öffentliche Veranstaltungen durchgeführt.<sup>4</sup>

Zur Ermittlung von Teilgebieten hat die BGE umfangreich Daten von den geologischen Diensten der Länder erhoben und ausgewertet. Sie hat darauf die im Standortauswahlgesetz festgelegten Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien angewendet und mit dem „Zwischenbericht Teilgebiete“ vom 28. September 2020 ihre Ergebnisse vorgelegt und Schritt 1 der Phase I damit abgeschlossen.

Als Teilgebiete im Sinne des StandAG werden etwa 54 % der Bundesfläche im weiteren Verfahren untersucht; von den insgesamt 90 Teilgebieten befinden sich 9 im Wirtsgestein Tongestein, 74 im Steinsalz und 7 im kristallinen Wirtsgestein. In Baden-Württemberg wurden vier Teilgebiete mit einer Fläche von insgesamt 47 Prozent des Landes ausgewiesen.

Der Salzstock Gorleben erfüllt zwar die Mindestanforderungen, weist aber eine zu geringe beziehungsweise nicht vorhandene Überdeckung des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs auf und ist daher als geologisch ungünstig eingestuft worden. Der Standort Gorleben gehört daher nicht zu den nach StandAG ermittelten Teilgebieten und kann damit nicht mehr Endlagerstandort werden.

Das Umweltministerium Baden-Württemberg hat verschiedene Online-Veranstaltungen durchgeführt, in denen Vertreterinnen und Vertreter der Verwaltung über den aktuellen Status der Endlagersuche und über inhaltliche Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Standortauswahlverfahren informiert wurden. Diese Veranstaltungen haben sich an die ersten Landesbeamten (ELB) gerichtet, welche hierdurch als Multiplikator über Prozesswissen in die Verwaltung wirken können. Zudem ist es ein Ziel dieses Informationsformats, die Vernetzung der nachgeordneten Verwaltungsebenen in der Frage der Endlagersuche zu stärken.

---

<sup>4</sup> Weitere Informationen können unter <http://www.nationales-begleitgremium.de/> abgerufen werden

Des Weiteren ist die Öffentlichkeit über das gesetzlich vorgesehene Beteiligungsformat „Fachkonferenz Teilgebiete“ am Standortauswahlverfahren beteiligt worden, welches mittlerweile abgeschlossen ist. Die Öffentlichkeitsbeteiligung wird mit dem Format „[Forum Endlagersuche](#)“ fortgesetzt. Derzeit entwickelt die BGE Methoden für die vertiefte Betrachtung der Teilgebiete und die erneute Anwendung der Mindestanforderungen sowie der Ausschluss- und Abwägungskriterien, um als nächsten Verfahrensschritt Standortregionen für die übertägige Erkundung zu ermitteln.

## **UMLAGEBETRAG FÜR WÄRMEENTWICKELNDE ABFÄLLE**

Mit dem Standortauswahlgesetz wurde festgelegt, dass für die Umsetzung des Standortauswahlverfahrens ein Umlagebetrag erhoben wird. Der Umlagebetrag gilt jedoch nur für Abfälle, die an ein Endlager mit nicht vernachlässigbarer Wärmeentwicklung abgegeben werden sollen. In dem Umlagebetrag sind auch Kosten für die Offenhaltung und den Rückbau des Salzstocks Gorleben mit enthalten (siehe dazu § 28 StandAG).

Nach § 29 StandAG richtet sich der Anteil am Umlagebetrag nach dem Schlüssel des § 6 der Endlagervorausleistungsverordnung, in der folgende Aufteilung für Abfälle, die an ein Endlager für „alle Arten radioaktiver Abfälle“ abgegeben werden sollen, festgelegt ist:

- 96,5 Prozent Kernkraftwerke
- 0,7 Prozent WAK
- 2,8 Prozent übrige Vorausleistungspflichtigen.

Der dementsprechend jährlich ermittelte Umlagebetrag wird für Abfälle aus der gewerblichen Nutzung der Kernenergie direkt bei dem Entsorgungsfonds erhoben.

### **5.3 AUSBLICK**

Das Land Baden-Württemberg hat aus dem Betrieb von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen ein laufendes Aufkommen an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen und den höchsten Bestand der Bundesländer an diesen Abfällen.

Beim Abbau der Kernkraftwerke fallen zusätzliche Mengen an radioaktiven Abfällen an, die entsorgt werden müssen. An den Kernkraftwerksstandorten sind in den vergangenen Jahren große Zwischenlagerkapazitäten für radioaktive Abfälle aus dem Rückbau geschaffen worden, da derzeit keine Abgabemöglichkeit an ein Endlager vorhanden ist.

Das Land setzt sich daher für eine möglichst rasche Inbetriebnahme des Endlagers Konrad ein. Die Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlager Konrad soll zügig voranschreiten. Dabei steht außer Frage, dass die heutigen hohen Sicherheitsanforderungen an ein Endlager erfüllt werden müssen.

Auch die Frage der Entsorgung abgebrannter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung muss gelöst werden, nachdem es über Jahrzehnte nicht gelungen ist, ein vollständiges und allgemein akzeptiertes Gesamtkonzept für die Endlagerung zu erarbeiten und umzusetzen. Vor diesem Hintergrund hat die Suche eines geeigneten Standortes eine dementsprechend hohe Bedeutung.

Mit dem Standortauswahlgesetz besteht erstmals die Möglichkeit, in einem gesamtgesellschaftlichen Konsens die Entsorgungsfrage für diese Abfälle zu klären. Das Land hat sich an der Arbeit der Endlagerkommission und an der Entwicklung des Standortauswahlgesetzes intensiv beteiligt und wird sich auch im weiteren Verfahren engagiert und konstruktiv einbringen.

# Anhang 1 - Schwach- und mittelradioaktive Abfälle

## KERNKRAFTWERKE

**TABELLE 1: ZUGANG BEZIEHUNGSWEISE ANFALL VON SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVEN ROHABFLÄLLEN UND BEHANDELTEN ABFÄLLEN IM JAHR 2021 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG DER ENKK)**

| <b>Zugang /Anfall</b>                  | <b>Einheit</b>                                   | <b>GKN</b> | <b>KKP</b>        | <b>KWO</b> |
|--|--|------------|-------------------|------------|
| <i>Rohabfall<sup>1)</sup></i>          | <i>Nettovolumen<br/>in m<sup>3</sup></i>         | 106        | 338 <sup>3)</sup> | 38         |
| <i>Behandelter Abfall<sup>2)</sup></i> | <i>Bruttogebindevolumen in<br/>m<sup>3</sup></i> | 202        | 81 <sup>4)</sup>  | 1          |

1) Zugang und gleichzeitig Anfall; ergibt sich aus Summe von fest brennbaren, fest nicht brennbaren, flüssig brennbaren und flüssigen nicht brennbaren Abfällen.

2) Behandelter Abfall ergibt sich aus Zugang aus Verarbeitung intern und extern (dieser wurden bereits zu einem früheren Zeitpunkt als Rohabfall verbucht und fällt nicht erneut an) und aus direkt angefallenem Abfall; Anteil der direkt angefallenen Abfälle an behandelten Abfällen für GKN 200 m<sup>3</sup>, KKP 54 m<sup>3</sup>, KWO 1 m<sup>3</sup>; der gesamte Anfall von Abfällen entspricht der Summe aus direkt angefallenen Abfällen und Rohabfällen.

3) Inklusive 25 m<sup>3</sup> Rohabfall aus KWO

4) Inklusive 12 m<sup>3</sup> behandelten Abfall aus KWO

**TABELLE 2: BESTAND VON SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVEN ROHABFLÄLLEN UND BEHANDELTEN ABFÄLLEN ZUM STICHTAG 31.12.2021 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG DER ENKK)**

| <b>Lagerung</b>                       | <b>Einheit</b>                                   | <b>GKN</b>       | <b>KKP</b>          | <b>KWO</b>      |
|---------------------------------------|--|------------------|---------------------|-----------------|
| <i>Bestand Rohabfall</i>              | <i>Nettovolumen<br/>in m<sup>3</sup></i>         | 358              | 309 <sup>4)</sup>   | 152             |
| <i>Bestand behandelter<br/>Abfall</i> | <i>Bruttogebindevolumen in<br/>m<sup>3</sup></i> | 938              | 2.170 <sup>5)</sup> | 74              |
| <i>Lagerkapazität</i>                 | <i>m<sup>3</sup></i>                             | 2.322            | 3.970               | - <sup>6)</sup> |
| <i>Ausnutzungsgrad<sup>1)</sup></i>   | <i>%</i>   | 64 <sup>3)</sup> | 64                  | - <sup>6)</sup> |

| <b>Lagerung</b>                                   | <b>Einheit</b>                                   | <b>GKN</b>   | <b>KKP</b> | <b>KWO</b>   |
|---|--|--------------|------------|--------------|
| <i>Bestand Rohabfall<br/>extern<sup>2)</sup></i>  | <i>Nettovolumen<br/>in m<sup>3</sup></i>         | <i>0</i>     | <i>107</i> | <i>33</i>    |
| <i>Behandelter Abfall<br/>extern<sup>3)</sup></i> | <i>Bruttogebindevolumen in<br/>m<sup>3</sup></i> | <i>1.089</i> | <i>581</i> | <i>1.812</i> |

1) Quotient aus Summe Abfallbestand (Rohabfall und Behandelter Abfall) und Lagerkapazität; dabei für Rohabfall Bruttovolumen GKN 450 m<sup>3</sup>, KKP 372 m<sup>3</sup> (davon 2 m<sup>3</sup> aus KWO) und KWO 202 m<sup>3</sup>

2) Externe Bestände beispielsweise in den Reststoffbearbeitungszentren RBZ-N oder RBZ-P, den Abfalllagern AZN, AZP bzw. AZO sowie in Gorleben, Ahaus oder bei externen Konditionierern.

3) Bei GKN inklusive 95 m<sup>3</sup> Bruttogebindevolumen, bei denen der Eigentumsübergang an die BGZ jedoch bereits stattgefunden hat.

4) Inklusive 2 m<sup>3</sup> Rohabfall aus KWO.

5) Inklusive 13 m<sup>3</sup> behandelten Abfall aus KWO.

6) Nutzung von anlageninternen Pufferflächen sowie des AZO.

## RESTSTOFFBEARBEITUNGSZENTREN AN DEN KERNKRAFTWERKEN

**TABELLE 3: ZUGANG BEZIEHUNGSWEISE ANFALL VON SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVEN ROHABFLÄLLEN UND BEHANDELTEN ABFÄLLEN IM JAHR 2021 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG DER GNR)**

| <b>Zugang / Anfall</b>                 | <b>Einheit</b>                                     | <b>RBZ-N</b> | <b>RBZ-P</b> |
|--|--|--------------|--------------|
| <i>Rohabfall<sup>1)</sup></i>          | <i>Nettovolumen<br/>in m<sup>3</sup></i>           | -            | 25           |
| <i>Behandelter Abfall<sup>2)</sup></i> | <i>Bruttogebinde-<br/>volumen in m<sup>3</sup></i> | -            | 7            |

1) Zugang und gleichzeitig Anfall; ergibt sich aus Summe von fest brennbaren, fest nicht brennbaren, flüssig brennbaren und flüssigen nicht brennbaren Abfällen.

2) Behandelte Abfälle ergeben sich aus Zugang aus Verarbeitung intern und extern (dieser wurden bereits zu einem früheren Zeitpunkt als Rohabfall verbucht und fällt nicht erneut an) und aus direkt angefallenem Abfall; Anteil der direkt angefallenen Abfälle an behandelten Abfällen für RBZ-N und RBZ-P jeweils 0 m<sup>3</sup>; der gesamte Anfall von Abfällen entspricht der Summe aus direkt angefallenen Abfällen und Rohabfällen.

**TABELLE 4: BESTAND VON SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVEN ROHABFLÄLLEN UND BEHANDELTEN ABFÄLLEN ZUM STICHTAG 31.12.2021 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG DER GNR)**

| <b>Lagerung</b>                       | <b>Einheit</b>                                     | <b>RBZ-N</b> | <b>RBZ-P</b> |
|---------------------------------------|--|--------------|--------------|
| <i>Bestand Rohabfall</i>              | <i>Nettovolumen<br/>in m<sup>3</sup></i>           | -            | 11           |
| <i>Bestand behandelte<br/>Abfälle</i> | <i>Bruttogebinde-<br/>volumen in m<sup>3</sup></i> | -            | 7            |

## ABFALLAGER AN DEN KERNKRAFTWERKSSTANDORTEN

**TABELLE 5: ZUGANG VON SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVEN ROHABFÄLLEN UND BEHANDELTEN ABFÄLLEN IM JAHR 2021 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG DER BGZ)**

| <b>Zugang</b>             | <b>Einheit</b>                                     | <b>AZN</b> | <b>AZP</b> | <b>AZO</b> |
|---------------------------|--|------------|------------|------------|
| <i>Rohabfall</i>          | <i>Nettovolumen<br/>in m<sup>3</sup></i>           | -          | -          | 25         |
| <i>Behandelter Abfall</i> | <i>Bruttogebinde-<br/>volumen in m<sup>3</sup></i> | -          | -          | 8          |

**TABELLE 6: BESTAND VON SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVEN ROHABFÄLLEN UND BEHANDELTEN ABFÄLLEN ZUM STICHTAG 31.12.2021 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG DER BGZ)**

| <b>Lagerung</b>                                  | <b>Einheit</b>                                     | <b>AZN</b>       | <b>AZP</b> | <b>AZO</b> |
|--|--|------------------|------------|------------|
| <i>Bestand Rohabfall</i>                         | <i>Nettovolumen<br/>in m<sup>3</sup></i>           | -                | -          | 30         |
| <i>Bestand behandelter<br/>Abfall von Extern</i> | <i>Bruttogebinde-<br/>volumen in m<sup>3</sup></i> | -                | -          | 1796       |
| <i>Bestand behandelter<br/>Abfall der BGZ</i>    | <i>Bruttogebinde-<br/>volumen in m<sup>3</sup></i> | 95 <sup>2)</sup> | -          | -          |
| <i>Lagerkapazität</i>                            | <i>m<sup>3</sup></i>                               | -                | -          | 3.817      |
| <i>Ausnutzungsgrad<sup>1)</sup></i>              | <i>%</i>   | -                | -          | 48         |

1) Quotient aus Summe Abfallbestand (Rohabfall und Behandelter Abfall) und Lagerkapazität; dabei für Rohabfall Bruttovolumen AZO 40 m<sup>3</sup>

2) Befinden sich noch bei GKN (der Eigentumsübergang an die BGZ hat jedoch bereits stattgefunden)

## ENTSORGUNGSBETRIEBE DER KTE

**TABELLE 7: ZUGANG BEZIEHUNGSWEISE ANFALL VON SCHWACH- UND MITTELRADIOAKTIVEN RESTSTOFFEN UND BEHANDELTEN ABFÄLLEN IM JAHR 2021 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG DER KTE)**

| <i>Zugang /Anfall</i>                  | <i>Einheit</i>                                     | <i>Entsorgungsbetriebe</i> |
|--|--|----------------------------|
| <i>Reststoffe<sup>1)</sup></i>         | <i>Nettovolumen<br/>in m<sup>3</sup></i>           | 1.535                      |
| <i>Behandelter Abfall<sup>2)</sup></i> | <i>Bruttogebinde-<br/>volumen in m<sup>3</sup></i> | 236 <sup>3)</sup>          |

1) Reststoffe sind radioaktive Stoffe, ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile, Gebäudeteile (Bauschutt) und aufgenommener Boden, sowie bewegliche Gegenstände, die kontaminiert oder aktiviert sind, bei denen der Verwertungs- bzw. Entsorgungsweg noch nicht entschieden ist, bis zur Feststellung, dass sie dem radioaktiven Abfall zuzuordnen sind.

2) Bei den Entsorgungsbetrieben der KTE werden anfallende Abfälle unter den behandelten Abfällen bilanziert.

3) Das angegebene Bruttogebindevolumen belegt ein Zwischenlagervolumen von 278 m<sup>3</sup>

**TABELLE 8: BESTAND VON SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVEN ROHABFÄLLEN UND BEHANDELTEN ABFÄLLEN ZUM STICHTAG 31.12.2021 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG DER KTE)**

| <i>Lagerung</i>  | <i>Einheit</i>                                     | <i>Entsorgungsbetriebe</i> |
|--|--|----------------------------|
| <i>Bestand Rohabfall und vorbehandelte Reststoffe<sup>1)</sup></i> | <i>Nettovolumen<br/>in m<sup>3</sup></i>           | <i>3.409</i>               |
| <i>Bestand behandelter Abfall<sup>2)</sup></i>                     | <i>Bruttogebinde-<br/>volumen in m<sup>3</sup></i> | <i>61.903</i>              |
| <i>Lagerkapazität LAW</i>  | <i>Zwischenlager-<br/>volumen in m<sup>3</sup></i> | <i>77.400</i>              |
| <i>Lagerkapazität MAW</i>  | <i>Zwischenlager-<br/>volumen in m<sup>3</sup></i> | <i>1.050</i>               |
| <i>Ausnutzungsgrad LAW<sup>3)</sup></i>                            | <i>%</i>   | <i>92</i>                  |
| <i>Ausnutzungsgrad MAW<sup>3)</sup></i>                            | <i>%</i>   | <i>90</i>                  |

1) Bei den Entsorgungsbetrieben sind Zwischenprodukte nicht bei behandeltem Abfall, sondern bei „Rohabfall und vorbehandelte Reststoffe“ enthalten.

2) Das angegebene Bruttogebindevolumen belegt ein Zwischenlagervolumen von 71.974 m<sup>3</sup>. Es handelt sich dabei um Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und wärmeentwickelnde Abfälle. Bei den Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung handelt es sich um 71.754 m<sup>3</sup> Zwischenlagervolumen beziehungsweise 61.754 m<sup>3</sup> Bruttogebindevolumen.

3) Außerdem steht ein im Ausnutzungsgrad nicht berücksichtigtes Pufferlager mit circa 2.000 m<sup>3</sup> zur Verfügung.

## Anhang 2 - Abgebrannte Brennelemente

**TABELLE 9: BESTAND ABGEBRANNTER BRENNLEMENTE IN DEN BRENNLEMENTE-ZWISCHENLAGERN UND BESTAND DER MIT DIESEN BRENNLEMENTEN BELADENEN TRANSPORT- UND LAGERBEHÄLTERN ZUM STICHTAG 31.12.2021 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG DER BGZ)**

| <i>Standortzwischenlager</i> | <i>Anlage, in der die abgebrannten Brennelemente angefallen sind</i> | <i>Bestand abgebrannter Brennelemente</i> | <i>Bestand an beladenen Transport- und Lagerbehältern</i> |
|------------------------------|--|---|---|
|                              | <i>GKN I</i>   | 581                                       |   |
| <i>BZN</i>                   | <i>GKN II</i>  | 872 <sup>2)</sup>                         | 94 <sup>4)</sup>  |
|                              | <i>KWO<sup>1)</sup></i>  | 342                                       |   |
| <i>BZP</i>                   | <i>KKP 1</i>   | 1.458                                     | 62  |
|                              | <i>KKP 2</i>   | 627 <sup>3)</sup>                         |   |

1) Alle Brennelemente des KWO befinden sich seit Ende 2017 im BZN; am Standort KWO befinden sich keine Brennelemente mehr.

2) Zusätzlich befinden sich 114 Brennelemente in zentralen Zwischenlagern (57 BE im TBL-A und 57 BE im TBL-G).

3) Zusätzlich befinden sich 9 Brennelemente im zentralen Zwischenlager Gorleben (TBL-G).

4) Einschließlich 15 Castor-Behälter aus dem KWO.

**TABELLE 10: BELEGUNG DER BRENNLEMENTLAGERBECKEN MIT BESTRAHLTEN BRENN-  
ELEMENTEN IN DEN REAKTORGEBÄUDEN AM 31.12.2021 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG  
DER ENKK)**

| <i>Anlage</i> | <i>Lagerbecken<br/>Gesamtkapazi-<br/>tät</i> | <i>Kernbela-<br/>dung:<br/>Anzahl der<br/>Brennele-<br/>mente</i> | <i>Anzahl an be-<br/>strahlten<br/>Brennelemen-<br/>ten im<br/>Lagerbecken</i> |
|---------------|--|---|--|
| <i>GKN I</i>  | -*)  | -*)   | -*)  |
| <i>GKN II</i> | 786  | 193   | 472  |
| <i>KKP 1</i>  | -*)  | -*)   | -*)  |
| <i>KKP 2</i>  | 780  | -   | 734  |

\*) Rückbau der Anlage ist soweit fortgeschritten, dass eine Nutzung des Kerns oder des Lagerbeckens nicht mehr möglich ist. Alle bestrahlten Brennelemente befinden sich im jeweiligen Brennelemente-Zwischenlager.

**TABELLE 11: WEITERER ANFALL VON ABGEBRANNTEN BRENNELLEMENTEN DURCH NACHLADUNG UND BESTAND ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE NACH STILLLEGUNG AM STANDORT (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG ENKK)**

| <i>Anlage</i> | <i>Anfall an bestrahlten Brennelementen durch Nachladung in den 2 Jahren nach dem 31.12.2021</i> | <i>Geschätzter Anfall (Nachlademenge) bis Stilllegung</i> | <i>Bestand abgebrannter Brennelemente nach Stilllegung am Standort 1)</i> |
|---------------|--|---|---|
| <i>GKN I</i>  | -  | -   | 581   |
| <i>GKN II</i> | -  | -   | 1.537 <sup>2)</sup>   |
| <i>KKP 1</i>  | -  | -   | 1.458   |
| <i>KKP 2</i>  | -  | -   | 1.361   |
| <i>KWO</i>    | -  | -   | 342 <sup>3)</sup>   |

1) Summe aus Werte Tabelle 9 Spalte 3, Tabelle 10 Spalte 3 u. 4, Tabelle 11 Spalte 3

2) Schätzung; zuzüglich 342 Brennelemente aus KWO

3) Die 342 abgebrannten Brennelemente werden bereits im BZN zwischengelagert

## Anhang 3 - Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung

TABELLE 3: ANLIEFERUNG VON ABGEBRANNTEN BRENNELEMENTEN ZUR WIEDERAUFARBEITUNG (ALLE ANGELIEFERTEN BRENNELEMENTE WURDEN BEREITS WIEDERAUFGEARBEITET) (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG ENKK)

| <i>Anlage</i> | <i>Orano</i> | <i>Sellafield Ltd.</i> | <i>WAK</i> |
|---------------|--------------|------------------------|------------|
| <i>GKN I</i>  | 897          | 308                    | 44         |
| <i>GKN II</i> | -            | -                      | -          |
| <i>KKP 1</i>  | 2.174        | -                      | -          |
| <i>KKP 2</i>  | 387          | -                      | -          |
| <i>KWO</i>    | 709          | -                      | 151        |

**TABELLE 4: RÜCKFÜHRUNG UND ZWISCHENLAGERUNG VON ABFÄLLEN AUS DER WIEDER-  
AUFARBEITUNG IM AUSLAND, STAND: 30.04.2022 (QUELLE: BERICHTERSTATTUNG DER  
ENKK)**

| <i>Abfall aus Anlage in La Hague</i>       |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <i>Bezeichnung<br/>des Abfalls</i>         | <i>Gesamtzahl zu-<br/>rückzuführen-<br/>der Behälter</i> | <i>Stand der Rückführung und Zwischen-<br/>lagerung</i>   | <i>Voraussichtlicher<br/>Transportzeit-<br/>punkt</i>    |
| <i>HAW<sup>1)</sup>-Glasko-<br/>killen</i> | <i>0</i>   | <i>Alle 108 Behälter sind aus La Hague zu-<br/>rückgeführt und im Zwischenlager Gorle-<br/>ben (TBL-G) eingelagert worden.</i>  | <i>Rückführung im<br/>Nov. 2011 abge-<br/>schlossen.</i> |
| <i>HAW-Glasko-<br/>killen</i>              | <i>3 bis 5</i>   | <i>Die Behälter sollen gemäß Rückführungs-<br/>konzept im Zwischenlager Philippsburg<br/>aufbewahrt werden. Der ursprünglich auf<br/>MAW-Glaskokillen abgestellte Genehmi-<br/>gungsantrag wurde am 29.09.2017 beim<br/>Bundesamt für kerntechnische Entsor-<br/>gungssicherheit (BfE) eingereicht. Die Än-<br/>derung auf HAW-Glaskokillen wurde von<br/>der BGZ am 28. März 2022 beantragt.</i> | <i>Transport frühes-<br/>tens 2023.</i>                  |
| <i>EUC<sup>2)</sup></i>                    | <i>Bis zu 30</i>   | <i>Die Zwischenlagerung ist im Transportbe-<br/>hälterlager Ahaus (TBL-A) vorgesehen.<br/>Der entsprechende Genehmigungsantrag<br/>muss noch gestellt werden.</i>   | <i>Transporttermine in<br/>Abstimmung</i>                |

---

**Abfall aus Anlage in Sellafeld**

---

| <b>Bezeichnung<br/>des Abfalls</b> | <b>Gesamtzahl<br/>noch zurückzu-<br/>führender Be-<br/>hälter</b> | <b>Stand der Rückführung und Zwischen-<br/>lagerung</b>   | <b>Voraussichtlicher<br/>Transportzeit-<br/>punkt</b>     |
|------------------------------------|---|---|---|
| <i>HAW-Glasko-<br/>killen</i>      | <i>14<sup>3)</sup></i>  | <i>Die Behälter sollen gemäß Rückführungs-<br/>konzept auf die Zwischenlager Biblis,<br/>Brokdorf und Isar verteilt werden. Die ent-<br/>sprechenden Genehmigungsanträge wur-<br/>den am 29.09.2017 beim BfE eingereicht.<br/>Am 19.12.2019 wurde die Aufbewah-<br/>rungsgenehmigung für das Zwischenlager<br/>am Standort des Kernkraftwerk Biblis und<br/>die entsprechende Transportgenehmi-<br/>gung am 14.02.2020 erteilt.<br/><br/>Der Transport von 6 Behältern zum Zwi-<br/>schenlager Biblis wurde Anfang Novem-<br/>ber 2020 erfolgreich abgeschlossen.</i> | <i>Weiterer Transport-<br/>termin in Abstim-<br/>mung</i> |

---

1) HAW: High Active Waste (=hochradioaktiver Abfall)

2) Gebrauchte Großbehälter als ein Äquivalent in Form von innenkontaminierten BE-Behältern (End Used Cask – EUC)

3) Hier ist die Substitution von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen durch hochradioaktive Abfälle enthalten, so dass keine weiteren radioaktiven Abfälle zurückzuführen sind.

# Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg  
Kernerplatz 9  
70182 Stuttgart

Tel.: 0711 126-0

Fax: 0711 126-2881

Internet: [WWW.UM.BADEN-WUERTTEMBERG.DE](http://WWW.UM.BADEN-WUERTTEMBERG.DE)

E-Mail: [POSTSTELLE@UM.BWL.DE](mailto:POSTSTELLE@UM.BWL.DE)

## **Bildnachweis:**

Titelseite, Seiten 22, 34: BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH

Seiten 15, 28, 36: EnBW Kernkraft GmbH

Seiten 11, 12, 14, 16, 18, 24: Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH

## **Literaturverzeichnis:**

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.) (2015):  
Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und  
radioaktiver Abfälle

GRS – Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2018): „Entsorgung abgebrannter  
Brennelemente aus den Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland“

IAEA – International Atomic Energy Agency (Hrsg.) (1999): IAEA-TECDOC-1105: „Inventory  
of radioactive waste disposals at sea“

September 2022