

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

vom Juni 2015



*Zwischenlager Philippsburg*



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

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

vom Juni 2015

<b>1 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN DER NUKLEAREN ENTSORGUNG.....</b>	<b>2</b>
1.1 ABGEBRANNTA BRENNNELEMENTE SOWIE KERNBRENNSTOFFE UND RADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND.....	2
1.2 RADIOAKTIVE BETRIEBSABFÄLLE .....	3
<b>2 ERZEUGER ABGEBRANNTER BRENNNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE IN BADEN-WÜRTTEMBERG .....</b>	<b>4</b>
2.1 ATOMKRAFTWERKE .....	5
2.2 WIEDERAUFARBEITUNGSANLAGE KARLSRUHE (WAK).....	7
2.3 FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN .....	10
2.4 STILLGELEGTE KERntechnische ANLAGEN UND EINRICHTUNGEN.....	10
2.5 LANDESSAMMELSTELLE BADEN-WÜRTTEMBERG.....	12
<b>3 SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVE ABFÄLLE (NICHT WÄRMEENTWICKELNDE RADIOAKTIVE ABFÄLLE) .....</b>	<b>14</b>
3.1 ANFALL SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE IN BADEN-WÜRTTEMBERG .....	14
3.2 KONDITIONIERUNG SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE .....	14
3.3 ZWISCHENLAGERUNG SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE .....	17
3.4 TRANSPORTE SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE .....	22
<b>4 ABGEBRANNTA BRENNNELEMENTE UND RADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG (WÄRMEENTWICKELNDE RADIOAKTIVE ABFÄLLE) .....</b>	<b>24</b>
4.1 ANFALL ABGEBRANNTER BRENNNELEMENTE IN BADEN WÜRTTEMBERG UND ANFALL RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND .....	26
4.2 WIEDEREINSATZ DES BEI DER WIEDERAUFARBEITUNG ABGETRENNTEN PLUTONIUMS IN DEN KERNKRAFTWERKEN.....	32
4.3 ZWISCHENLAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG.....	33
4.4 TRANSPORTE ABGEBRANNTER BRENNNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG.....	47
4.5 DERZEITIGE ENTSORGUNGSSITUATION FÜR BRENNNELEMENTE BEI DEN BADEN-WÜRTTEMBERGISCHEN KERNKRAFTWERKEN .....	48
<b>5 ENDLAGERPROJEKTE .....</b>	<b>53</b>
5.1 ENDLAGER FÜR SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVE ABFÄLLE (NICHT WÄRMEENTWICKELNDE RADIOAKTIVE ABFÄLLE).....	53
5.2 ENDLAGER FÜR ABGEBRANNTA BRENNNELEMENTE UND RADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG (WÄRMEENTWICKELNDE RADIOAKTIVE ABFÄLLE) .....	60
5.3 AUSBLICK .....	65
<b>ANHÄNGE.....</b>	<b>67</b>

# **1 Rechtliche Rahmenbedingungen der nuklearen Entsorgung**

## **1.1 Abgebrannte Brennelemente sowie Kernbrennstoffe und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland**

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

Mit dem „Gesetz zur geordneten Beendigung der Kernenergienutzung zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität“ vom 22. April 2002 wurde die Entsorgung von abgebrannten Brennelementen neu geordnet. Wesentliche Punkte sind:

- Seit dem 1. Juli 2005 ist die Abgabe von abgebrannten Brennelementen an die Wiederaufarbeitungsanlagen untersagt 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 muss.
- 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 Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG) vom 23. Juli.2013 wurde ein neuer Absatz 2a in den § 9a des Atomgesetzes eingefügt. Er trat am 1. Januar 2014 in Kraft. Damit haben die betroffenen Energieversorgungsunternehmen dafür zu sorgen, dass die aus der Aufarbeitung bestrahlter Kernbrenn-

stoffe im Ausland stammenden verfestigten Spaltproduktlösungen (HAW<sup>1</sup>- und MAW<sup>2</sup>-Glaskokillen) zurückgenommen und in standortnahen Zwischenlagern aufbewahrt werden.

Ein Transport der restlichen MAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague (Frankreich) und der HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitungsanlage in Sellafield (England) in das zentrale Zwischenlager in Gorleben ist somit nicht mehr möglich.

## **1.2 Radioaktive Betriebsabfälle**

Der gesamte Bereich der Behandlung, der Konditionierung, der Lagerung und des Transports radioaktiver Betriebsabfälle aus Kernkraftwerken ist seit dem Jahr 2001 in der Strahlenschutzverordnung geregelt.

---

<sup>1</sup> HAW: Highly Active Waste

<sup>2</sup> MAW: Medium Active Waste

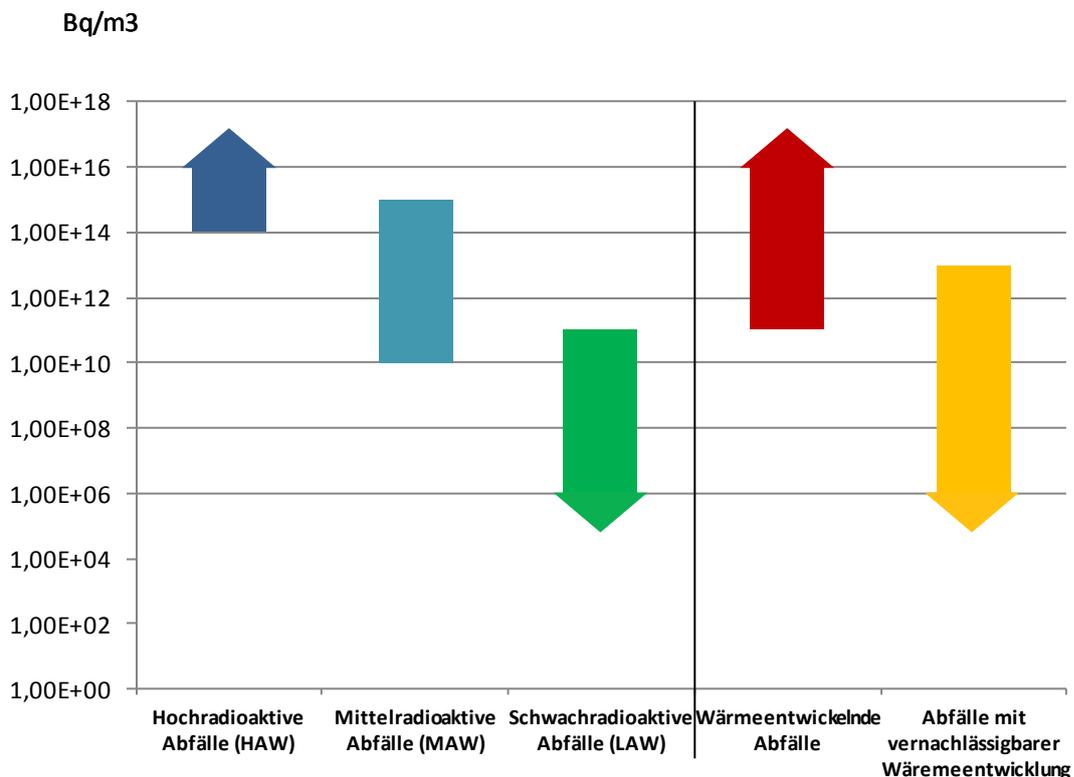
## 2 Erzeuger abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle in Baden-Württemberg

Beim Betrieb von Atomkraftwerken, 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 mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung,
- mittelradioaktive Abfälle mit Wärmeentwicklung (Hüllrohre, Strukturteile) und
- hochradioaktive, wärmeentwickelnde Abfälle.

### Kategorien radioaktiver Abfälle



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 eine Temperaturerhöhung des Wirtsgesteins auf 3 Kelvin begrenzt. Daraus lässt sich eine maximale mittlere Wärmeleistung von ca. 0,2 Kilowatt pro Kubikmeter Abfall ableiten. 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 Atomkraftwerke

Nach Bayern ist Baden-Württemberg gemeinsam mit Niedersachsen eines der Bundesländer in dem heute noch die meisten Kernkraftwerksblöcke in Betrieb sind (Baden-Württemberg 2, Bayern 4, Niedersachsen 2, Schleswig-Holstein 1)<sup>3</sup>. Im Jahr 2010 hatte Baden-Württemberg mit seinen zu diesem Zeitpunkt insgesamt vier betriebenen Kernkraftwerksblöcken zu der nuklear erzeugten Energie Gesamtdeutschlands in Höhe von 5 Prozent beigetragen. Damit hatte das Land den zweithöchsten Anteil an der nuklear erzeugten Energie der Länder. Der Anteil der Atomenergie an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg betrug 2010 etwa 50 Prozent.

Mit der Einstellung des Leistungsbetriebs der beiden Kernkraftwerksblöcke Neckarwestheim I (GKN I) und Philippsburg 1 (KKP 1) im März 2011 beträgt der Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg heute immer noch etwa

---

<sup>3</sup> Anzahl ohne Kernkraftwerksblöcke, die aufgrund des Moratoriums vom 14. März 2011 bzw. der Verkündigung einer Sicherheitsüberprüfung deutscher Kernkraftwerke am 15. März 2011 nicht mehr betrieben werden bzw. die aufgrund der 13. Änderung des Atomgesetzes zu einem Leistungsbetrieb nicht mehr berechtigt sind.

33 Prozent. Der Strom wird mit Hilfe der Kernkraftwerksblöcke GKN II und KKP 2 erzeugt.

Die Kernkraftwerksblöcke GKN I und KKP 1 befinden sich derzeit in der sogenannten Nachbetriebsphase. Radioaktive Abfälle fallen im Betrieb, aber auch in der Nachbetriebsphase an, da bestimmte Systeme weiterhin betrieben werden müssen. Diese Betriebsabfälle entstehen beim normalen Betrieb, bei Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie bei wiederkehrenden Prüfungen. Sie sind überwiegend schwachradioaktiv und nur in seltenen Fällen geringfügig mit Alphastrahlern kontaminiert.

Der durchschnittliche Anfall an endkonditionierten Betriebsabfällen bei den sich im Leistungsbetrieb befindenden Reaktorblöcken beträgt ca. 50 m<sup>3</sup> pro Block und Betriebsjahr und hängt erheblich von der Größe bzw. Leistung und dem Reaktortyp ab. So fallen in der Regel bei einem Siedewasserreaktor (in Baden-Württemberg KKP 1) mehr radioaktive Abfälle an, als bei einem Druckwasserreaktor.

Dementsprechend fällt in Baden-Württemberg eine nicht unerhebliche Menge an radioaktiven Betriebsabfällen an. Bei den Abfällen handelt es sich überwiegend um:

- Ionenaustauscherharze (dienen zur Reinigung und Aufbereitung des Reaktorkreislaufs),
- Filterkerzeneinsätze (dienen zum Herausfiltern von Feststoffen aus dem Reaktorkreislauf),
- Verdampferkonzentrate (Rückstände aus der Eindampfanlage der Abwasseraufbereitung),
- Filterkonzentrat (beinhalten abfiltrierte Stoffe von Reinigungssystemen),
- Festabfälle (Papier, Kleidungsstücke, Metalle, Bauschutt etc.) und
- flüssige Abfälle (Öle etc.).

Neben radioaktiven Betriebsabfällen fallen abgebrannte Brennelemente an. Abgebrannte Brennelemente sind hochradioaktiv und wärmeentwickelnd. Hochradioaktive Abfälle haben einen relativ geringen Mengenanteil (ca. 10 Prozent des Abfallvolumens), enthalten aber den ganz überwiegenden Teil (ca. 99,9 Prozent) der gesamten Radioaktivität. Bei der jährlichen Revision eines Kernkraftwerks werden abgebrannte Brennelemente aus dem Reaktorkern entladen und in das Abklingbecken verbracht.

Dort nehmen die Aktivität und damit die Wärmeentwicklung über mehrere Jahre soweit ab, dass die Brennelemente in einen Transport- und Lagerbehälter verladen werden können (Näheres zum Anfall abgebrannter Brennelemente siehe Abschnitt 4.1).

## **2.2 Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK)**

Abgebrannte Brennelemente wurden bis Dezember 1990 in der WAK, die sich auf dem Betriebsgelände des heutigen Karlsruher Institut 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 der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) der WAK GmbH, die sich auf dem Gelände des KIT Campus Nord befindet, konditioniert und werden bis heute dort zwischengelagert.

Die bei der Wiederaufarbeitung angefallenen ca. 54 m<sup>3</sup> hochradioaktiver Spaltproduktlösung HAWC (High Active Waste Concentrate) wurden in zwei Lagerbehältern auf dem Betriebsgelände der stillgelegten Wiederaufarbeitungsanlage gelagert. Zur Konditionierung dieses Abfalls wurde zwischen 1999 und 2005 die Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) errichtet. Nach umfangreichen Funktionsprüfungen und einem Probebetrieb mit nicht aktivem Simulat konnte von September 2009 bis Juni 2010 der HAWC 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 aus Edelstahl hergestellten und dicht verschweißten Behältern (Kokillen) eingeschlossen. Die 140. und letzte hochradioaktive Glaskokille wurde durch Verglasen von radioaktiver Spülflüssigkeit am 25. November 2011 abgefüllt und der Verglasungsofen anschließend außer Betrieb genommen.



**Castor-Beladung mit einer Glaskokille („kalte“ Handhabung)**

Ein Rest von ca. 3 m<sup>3</sup> Flüssigkeit war nach dem Spülprogramm noch vorhanden. Diese Restlösung wurde auf zwei Behälter in der VEK verteilt und trocknete dort bis zum Ende des Jahres 2012 vollständig ein. Nach ersten Abschätzungen befinden sich jetzt noch radioaktive Stoffe in der Größenordnung von 1×E16 Bq in der Anlage, wobei Cäsium den Hauptaktivitätsbeitrag liefert.

Die 5 mit jeweils 28 hochradioaktiven Glaskokillen beladenen CASTOR-Behälter wurden am 16. Februar 2011 vom Gelände der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe in das Zwischenlager Nord (ZLN) bei Rubenow (in der Nähe von Greifswald) transportiert.



**Im Februar 2011 auf dem Gelände der WAK zum Abtransport bereitstehende, mit Glaskokillen beladene CASTOR-Behälter**

Der Rückbau des Prozessgebäudes, in dem die eigentliche Wiederaufarbeitung stattfand, hatte schon Mitte der 90er Jahre mit der Demontage einzelner Komponenten begonnen. Mit der Verglasung der Spaltproduktlösung kann nun der Rückbau, auf die ehemaligen HAWC-Lagerbehälter und die Verglasungsanlage ausgedehnt werden. Ab dem Jahr 2013 erfolgten bereits Außerbetriebnahmen in der VEK. Die WAK und die VEK sollen nach bisheriger Auskunft des Betreibers bis Ende der 2020er Jahre in mehreren Schritten bis zur „grünen Wiese“ zurückgebaut werden.

Beim weiteren Rückbau der stillgelegten Wiederaufbereitungsanlage mit Verglasungsanlagen fällt eine nicht unerhebliche Menge an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen an. 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 Rückbau der WAK voraussichtlich mehr als 15.000 m<sup>3</sup> (Zwischenlagervolumen) schwach- und mittelradioaktive Abfälle anfallen.

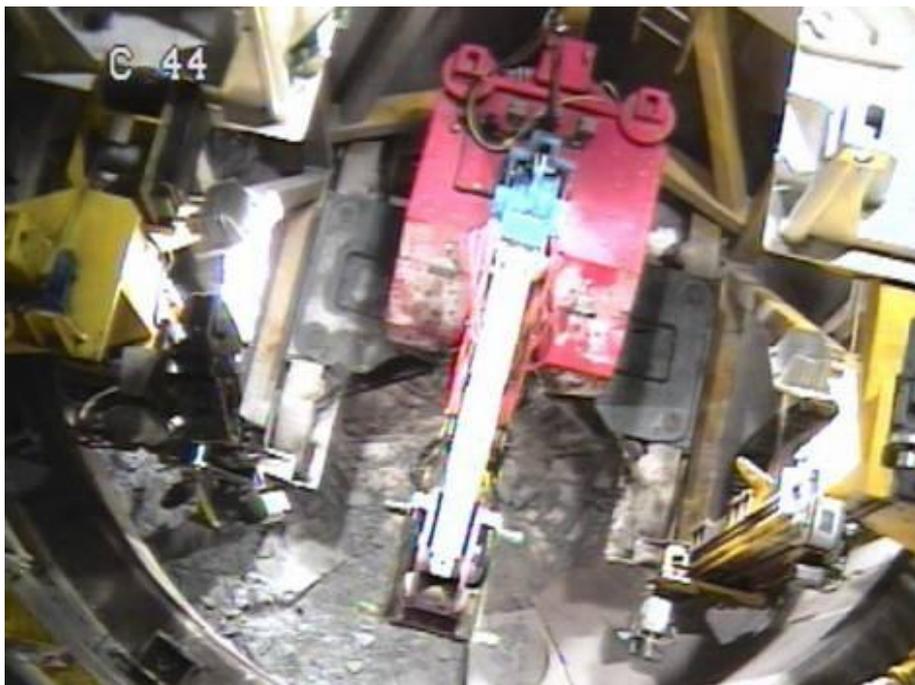
Eine weit größere Menge an Rückbauabfällen ist nicht oder so gering kontaminiert, dass diese nach entsprechender Kontrolle und Freigabe nach § 29 StrlSchV beseitigt oder uneingeschränkt verwertet werden können.

## 2.3 Forschungseinrichtungen

Im ehemaligen Forschungszentrum Karlsruhe (heute: KIT Campus Nord) fielen bei der nuklearen Forschung in den letzten 40 Jahren große Mengen an schwach-, mittel- und hochradioaktiven Abfällen an. Schwach- und mittelradioaktive Abfälle wurden in der HDB, die seit 1. Juli 2009 Teil der WAK GmbH ist, 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 der HDB auf dem Gelände des KIT Campus Nord (Stand Ende 2014: Lagervolumen ca. 69.000 m<sup>3</sup>, siehe Anhang 4).

## 2.4 Stillgelegte kerntechnische Anlagen und Einrichtungen

Auf dem Gelände des KIT Campus Nord wurden neben der ehemaligen Wiederaufarbeitungsanlage (WAK) weitere kerntechnische Großanlagen wie z. B. der Forschungsreaktor 2 (FR 2), der Mehrzweckforschungsreaktor (MZFR) und die Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage II (KNK II) stillgelegt. Diese befinden sich derzeit entweder im sicheren Einschluss wie der FR 2 oder werden zurückgebaut. Dabei fallen schwach- und mittelradioaktive Anlagenteile und Bauschutt an, die als radioaktiver Abfall entsorgt werden müssen.



**Abbau des Biologischen Schields mit Hilfe eines fernhantierten Baggers beim MZFR**

Am 11. Mai 2005 wurde der Leistungsbetrieb des Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) eingestellt. Für das KWO wurde mit der 2. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung vom 24. Oktober 2011 der Abbau von Systemen und Komponenten im Kontrollbereich gestattet. Am 30. April 2013 wurde die 3. Abbaugenehmigung erteilt. Sie gestattet u. a. den Abbau des Reaktordruckbehälter-Unterteils mit Einbauten, des biologischen Schilts und des internen Brennelement-Lagerbeckens. Insbesondere bei diesen Maßnahmen fallen radioaktive Reststoffe bzw. Abfälle an.



**Ausbau des Dampferzeugers im Kernkraftwerk Obrigheim**

Der Betrieb der Kernkraftwerksblöcke GKN I und KKP 1 wurde am 16. bzw. 17. März 2011 eingestellt. Sie befinden sich derzeit in der sogenannten Nachbetriebsphase. Die Kernkraftwerksblöcke werden in naher Zukunft ebenso wie das Kernkraftwerk Obrigheim nach Erteilung der Stilllegungs- und Abbaugenehmigungen über mehrere Jahre hinweg zurückgebaut. Nach Angaben des Betreibers dauert der Rückbau einer Anlage einschließlich des Abrisses ca. 15 bis 20 Jahre nach Einstellung des Betriebs.

Mit den Schreiben vom 24. April 2013 hat der Betreiber jeweils für GKN I und KKP 1 die Stilllegung und den Abbau beantragt. Die eingereichten Genehmigungsunterlagen

befinden sich derzeit in der Prüfung und Bewertung. Für die Umweltverträglichkeitsprüfung fand bereits ein sog. Scoping-Termin statt. Die Genehmigungsunterlagen lagen für GKN I vom 19. Januar 2015 bis 18. März 2015, für KKP 1 vom 16. Februar 2015 bis zum 15. April 2015 aus. Die Erörterung der Einwendungen zu GKN I fand vom 16.-17. Juni 2015 statt, der Erörterungstermin für KKP 1 ist in Vorbereitung. Mit den ersten Abbauarbeiten bei KKP 1 und GKN I ist nicht vor 2017 zu rechnen.

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 Volumen an schwach- und mittelradioaktiven Stilllegungs- und Rückbauabfällen pro Kernkraftwerksblock von ca. 5000 m<sup>3</sup> aus, die einem Endlager zugeführt werden müssen, wobei das tatsächliche Volumen der Stilllegungs- und Rückbauabfälle von der Größe bzw. Leistung und dem Typ eines Kernkraftwerks (Siedewasserreaktor oder Druckwasserreaktor) abhängig ist.

Beim Rückbau fallen – teilweise nach entsprechender Bearbeitung – auch große Mengen an gering oder nicht kontaminierten oder inaktiven Reststoffen an (z.B. Bauschutt), die nach entsprechender Kontrolle und Freigabe nach § 29 StrlSchV entweder beseitigt (Deponie) oder uneingeschränkt freigegeben und verwertet 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 (z.B. Leuchtfarbenindustrie, pharmazeutische Forschung), der medizinischen Diagnostik und Therapie sowie von privaten Ablieferern.



**Reststoffeingangslager der HDB**

Zur Erledigung dieser Aufgabe hatte das Land Baden-Württemberg mit dem damaligen Forschungszentrum Karlsruhe einen Vertrag geschlossen, auf Grund dessen die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs-GmbH (diesbezüglich Rechtsnachfolger des Forschungszentrums Karlsruhe) mit seiner Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) nahezu alle Aufgaben und Pflichten für das Land erfüllt.

Dementsprechend erfüllt die HDB Aufgaben wie das Entgegennehmen der radioaktiven Abfälle, das Konditionieren, das Zwischenlagern sowie den späteren Abtransport zum Endlager.

### **3 Schwach- und mittelradioaktive Abfälle (nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle)**

Dem Umweltministerium Baden-Württemberg wird entsprechend § 72 StrISchV regelmäßig über schwach- und mittelradioaktive, nicht wärmeentwickelnde Abfälle bei den Kernkraftwerken und der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) auf dem Gelände des Karlsruher Institut für Technologie Campus Nord (KIT Campus Nord) berichtet. Die Tabellen in Anhang 3 und 4 enthalten in einer zusammenfassenden Darstellung Angaben zu Anfall, Zugang und Bestand an radioaktiven Betriebsabfällen an den Kernkraftwerksstandorten und bei der HDB. Damit sind alle wesentlichen radioaktiven Abfallströme in Baden-Württemberg erfasst.

#### **3.1 Anfall schwach- und mittelradioaktiver Abfälle in Baden-Württemberg**

Der abgeschätzte jährliche Anfall schwach- und mittelradioaktiver nicht wärmeentwickelnder Abfälle in Baden-Württemberg ist in Anhang 3 – getrennt nach den Anlagen und Einrichtungen – dargestellt (vgl. auch Kap. 2).

#### **3.2 Konditionierung schwach- und mittelradioaktiver 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 sorgfältig klassifiziert und endlagergerecht verarbeitet, d.h. konditioniert, werden. In der Regel wird dabei auch das Volumen deutlich reduziert.

Die Konditionierung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen erfolgt durch Verpressen, Verbrennen, Eindampfen, Trocknen oder Zementieren.

Die umfangreichsten Konditionierungsanlagen Deutschlands betreibt die HDB der WAK GmbH auf dem Gelände des KIT Campus Nord. Dort können schwach- und mittelradioaktive Abfälle bzw. Reststoffe zerlegt, sortiert, dekontaminiert ggf. freigegeben oder durch endlagergerechtes Konditionieren für die Endlagerung vorbereitet werden.



**Verbrennung bei der HDB**



**Eindampfung/Zementierung bei der HDB**

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

Darüber hinaus gibt es dezentrale Abfallbehandlungsanlagen an den Kernkraftwerksstandorten. In Zusammenhang mit dem anstehenden Rückbau der Kernkraftwerksblöcke an den Standorten Neckarwestheim und Philippsburg ist neben der Errichtung jeweils eines Zwischenlagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle auch die Errichtung jeweils eines Reststoffbearbeitungszentrums beantragt. Dort sollen die radioaktiven Reststoffe aus dem Rückbau behandelt und dem entsprechenden Entsorgungspfad zugeführt werden. Abfälle die weder der Freigabe noch der Entsorgung auf einer Deponie zugeführt werden können, sollen dort auch endlagergerecht konditioniert werden.

Die Art und Weise der Konditionierung muss Anforderungen genügen, die sich aus den Annahmebedingungen des jeweiligen Endlagers ergeben. Nach dem 1998 verfügbaren Einlagerungsstopp im Endlager Morsleben werden die Abfallgebinde entsprechend den Endlagerungsbedingungen für das genehmigte Endlager Schacht Konrad konditioniert.

Das Endlager Schacht Konrad für schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung wurde zwar am 22. März 2002 genehmigt, aber ohne sofortige Vollziehung, so dass 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 an, so dass sich die Inbetriebnahme weiter hinausschob. Bis heute ist die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven immer noch nicht möglich.

Nachdem der Genehmigungsbescheid zur Errichtung des Endlagers Konrad rechtskräftig wurde, war zunächst vorgesehen, das Endlager bis 2014 in Betrieb zu nehmen. Mittlerweile kann das Endlager voraussichtlich nicht vor 2022 in Betrieb genommen werden. Aufgrund der beschränkten Annahmekapazität in Verbindung mit vielen Anliefernden mit großen Beständen, wird die Abgabe von Abfällen über viele Jahrzehnte (ca. 30-50 Jahre) nach der Inbetriebnahme andauern.

Aufgrund der damit verbundenen Unsicherheiten über den Zeitpunkt 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 zusätzlich einer langfristigen oberirdischen Lagerung, ggf. über Jahrzehnte, standhalten. Konditionierte Abfälle müssen daher zukünftig langfristig überwacht werden, um z.B. Korrosionserscheinungen an den Abfallbehältern rechtzeitig erkennen und die dann notwendigen Maßnahmen zur Nachkonditionierung und Umverpackung veranlassen zu können.

Die Konditionierung radioaktiver Abfälle erfolgt auf Grundlage vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) geprüfter und freigegebener Ablaufpläne. Die Anforderungen aus den Endlagerungsbedingungen sind in den Ablaufplänen umgesetzt. Derzeit sind die Endlagerungsbedingungen vom Dezember 2014 für das Endlager Konrad verbindlich.

Die Ablaufpläne der HDB wurden auf Basis der vorläufigen Endlagerungsbedingungen Konrad (von 1995) von der HDB erstellt und sind vom BfS freigegeben worden. Neben der radiologischen Deklaration ist heute auch eine stoffliche Deklaration auf Basis der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis für die zu entsorgenden radioaktiven Abfälle erforderlich. Diese Ablaufpläne müssen nun alle hinsichtlich der stofflichen und teilweise auch hinsichtlich der radiologischen Produktkontrolle aktualisiert werden. Die stoffliche Deklaration soll in Analogie zu der radiologischen Deklaration (Nuklidvektoren) über Stoffvektoren erfolgen.

### **3.3 Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle**

Bis zum Einlagerungsbeginn in das Endlager Konrad und auch darüber hinaus ist aus logistischen, betrieblichen und betriebswirtschaftlichen Gründen eine umfangreiche längerfristige Zwischenlager- oder Transportbereitstellung an den Standorten der kerntechnischen Anlagen für alle Arten von radioaktiven Abfällen notwendig. Je später das Endlager in Betrieb geht, desto umfangreicher müssen diese Kapazitäten und Einrichtungen sein.

#### **Abfalllager an den Standorten, Abfalllager Gorleben und das Zwischenlager Ahaus**

Größere Abfalllager („Zwischenlager“) für schwach- und mittelradioaktive Abfälle bestehen in Baden-Württemberg an den Kernkraftwerksstandorten sowie bei der HDB

auf dem Gelände KIT Campus Nord. Die anderen kerntechnischen Einrichtungen verfügen nur über kleinere betriebliche Puffer- oder Transportbereitstellungslager.

Die Lager der baden-württembergischen Kernkraftwerke sind aufgrund früherer Einlagerungskampagnen im Endlager Morsleben (ERAM) nur in geringem Umfang belegt, so dass in den nächsten Jahren nicht mit Engpässen zu rechnen ist. Für Abfälle aus dem Betrieb der Anlagen stehen ausreichend Zwischenlagerkapazitäten zur Verfügung. Beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen fällt jedoch eine beträchtliche Menge an endzulagernden schwach- und mittelradioaktiven Abfällen an. Derzeit geht die nationale Entsorgungsplanung von einem durchschnittlichen Volumen an Stilllegungs- und Rückbauabfällen pro Kernkraftwerksblock von ca. 5000 m<sup>3</sup> aus. Das tatsächlich anfallende Volumen ist jedoch von der Größe bzw. Leistung und dem Typ des Reaktors (Siedewasser oder Druckwasserreaktor) abhängig.

Beim Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) handelt es sich um eine Anlage, die mit einer Leistung von 357 MW zu den kleineren Anlagen der Energieversorgungsunternehmen zählt. KWO setzt eine Menge an radioaktiven Abfällen von ca. 3.700 m<sup>3</sup> (Endlagervolumen) bis zum Ende der Stilllegung an. Das dortige Abfalllager mit einer Kapazität von ca. 3800 m<sup>3</sup> ist daher ausreichend, um die bei der Stilllegung und dem Rückbau anfallenden Abfälle aufzunehmen.

An den Standorten Neckarwestheim und Philippsburg reichen die Zwischenlagerkapazitäten für die beim Rückbau aller Reaktorblöcke anfallenden und endzulagernden radioaktiven Abfälle bis zum Ende des Rückbaus nicht aus.

Die Lagerkapazität am Standort Neckarwestheim beträgt 2.322 m<sup>3</sup> und ist derzeit zu ca. 40 Prozent belegt.

Die bis zum Ende des Rückbaus zu erwartende Menge an endzulagernden radioaktivem Abfall in Neckarwestheim beträgt ca. 12.900 m<sup>3</sup> (Endlagervolumen). Daher hat der Betreiber, ein weiteres Zwischenlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle („Standortabfalllager“) in einem neuen Gebäude auf dem Anlagengelände beantragt. Für die Kapazitätsplanung wird GKN nach eigenen Angaben Reserven und Risikozuschläge berücksichtigen.

Die Lagerkapazität am Standort Philippsburg beträgt 3.775 m<sup>3</sup> und ist derzeit zu ca. 50 Prozent belegt.

Die bis zum Ende des Rückbaus zu erwartende Menge an endzulagernden radioaktivem Abfall beträgt ca. 15.300 m<sup>3</sup> (Endlagervolumen). Der Betreiber hat daher, ebenso wie am Standort GKN ein Zwischenlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle („Standortabfalllager“) beantragt.

Um die radioaktiven Reststoffe aus dem Rückbau dem entsprechenden Entsorgungspfad und ggf. die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle endlagergerecht konditionieren zu können, plant der Betreiber außerdem jeweils ein Reststoffbearbeitungszentrum an den beiden Standorten zu errichten.

Bei der HDB lagern im Wesentlichen Abfälle, die beim Betrieb und Rückbau der kern-technischen Einrichtungen des Bundes auf dem Gelände des Karlsruher Institut für Technologie Campus Nord angefallen sind. In Bezug auf das Volumen sind dies mehr als 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) endlagert werden. Die HDB hatte, unabhängig von der Diskussion um neue standortunabhängige Endlagerungsbedingungen begonnen, ihre Altabfälle gemäß den damals noch vorläufigen Endlagerungsbedingungen für das Endlager Schacht Konrad (Vergießung von sogenannten Konrad-Containern) zu konditionieren. Auf Grund der Belegung der Lagerhallen musste dazu eine weitere Halle zur Schaffung der nötigen Handhabungsfläche errichtet werden (Inbetriebnahme 2004).



**Zwischenlager bei der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB)**

Die Betriebsstätte HDB besitzt eine Umgangsgenehmigung nach § 9 AtG. Dementsprechend sind bei den Teilbetriebsstätten der Zwischenlager (LAW und MAW) die maximalen Aktivitäten (Umgangsmengen) genehmigt und nicht die Kapazität. Auf Grundlage einer möglichen Belegung der Zwischenlager mit Zwischenlagerbehältern können Lagerkapazitäten berechnet werden. Die berechnete Lagerkapazität für die schwachradioaktiven Abfälle (LAW) ergibt ca. 79.400 m<sup>3</sup> Zwischenlagervolumen und die Lagerkapazität für mittelradioaktive Abfälle (MAW) ca. 850 m<sup>3</sup>, unter Ausnutzung von Rangierflächen stehen ca. 1040 m<sup>3</sup> MAW-Lagervolumen zur Verfügung. Derzeit ist das MAW-Lager einschl. Rangierflächen nahezu ausgelastet. Im LAW-Zwischenlager sind ca. 67.650 m<sup>3</sup> (Stand 31.12.2014) ausgenutzt, d.h. das Lager ist zu ca. 85 Prozent belegt.

Für den weiteren ungestörten Rückbau der WAK-Anlagen ist daher absehbar, dass die vorhandenen Zwischenlagerkapazitäten der HDB in naher Zukunft erschöpft sein werden. Eine zeitnahe Abgabe an ein Endlager ist derzeit nicht in Sicht. Daher müssen die bestehenden Zwischenlagerkapazitäten auf dem Gelände des KIT Campus Nord erweitert werden.

Die Planungen und Überlegungen der WAK GmbH zur Erweiterung bzw. Neubau von Zwischenlagern im Bereich der schwach- (LAW) und der mittelradioaktiven Abfälle (MAW) sehen wie folgen aus:

- MAW-Lager: Zur Schaffung von weiteren Lagerkapazitäten für MAW-Abfälle sollen in den nächsten Jahren ausgewählte Gebinde aus dem vollen MAW-Lager, verpackt in geeignete Behälter, ins LAW-Zwischenlager ausgelagert werden. Für einen kontinuierlichen Rückbau der Anlagen der WAK GmbH muss spätestens bis ca. 2019 die geplante Erweiterung des MAW-Lagers realisiert sein. Mit der geplanten Verdoppelung der Lagerkapazitäten des MAW-Lagers stünde der HDB für die Entsorgung ihrer MAW-Abfälle für die nächsten Jahrzehnte dann ausreichend Zwischenlagerkapazität zur Verfügung.
- LAW-Zwischenlager: Nach derzeitigem Kenntnisstand werden bei kontinuierlichem Rückbau der Anlagen der WAK GmbH die genehmigten Zwischenlagerkapazitäten im Bereich der schwachradioaktiven Abfälle (einschl. Auslagerung von geeigneten Behältern aus dem MAW-Lager) in absehbarer Zeit erschöpft sein. Die WAK GmbH plant deshalb kurzfristig auch eine Erweiterung der Zwischenlagerkapazitäten für schwachradioaktive Abfälle. Sollte auch bis 2028 kein Endlager verfügbar sein, so müsste die LAW-Lagerkapazität bei der HDB erneut erweitert werden.

Mit Schreiben vom 28. November 2014 hat die WAK den entsprechenden atomrechtlichen Genehmigungsantrag nach § 9 AtG gestellt. Mit der Erteilung der atomrechtlichen Genehmigung ist nicht vor Mitte 2016 zu rechnen.

Für schwach- und mittelradioaktive Abfälle gibt es neben den Abfalllagern an den Standorten noch das Abfalllager in Gorleben (ALG, Fasslager) und das Zwischenlager Ahaus, in denen diese aus ganz Deutschland und damit auch aus Baden-Württemberg zwischengelagert werden. Während das Abfalllager in Gorleben schon seit 1984 für die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Stoffen zur Verfügung steht, wurde die Genehmigung für die Einlagerung für schwach- und mittelradioaktive Abfälle in das Zwischenlager Ahaus (ZLA) von der Bezirksregierung Münster (bei Genehmigung nach Strahlenschutzverordnung zuständig) erst am 9. November 2009 erteilt. Für die tatsächliche Einlagerung war eine Änderungsgenehmigung zur Nutzung des Zwischenlagers notwendig, die vom BfS am 26. Mai 2011 erteilt wurde. Das Zwischenla-

ger Ahaus besteht aus zwei getrennten Lagerbereichen, einen für Castor-Behälter und einen für die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen.

Der Bestand an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen an den baden-württembergischen Kernkraftwerksstandorten und der HDB sowie im Abfalllager Gorleben, Ahaus und in sonstigen Einrichtungen ist in Anhang 4 dargestellt.

### **Vorrübergehende Zwischenlagerung bei den Konditionierern**

Zusätzlich erfolgt de facto eine Zwischenlagerung von Abfällen im Rahmen der Konditionierung. Hierunter fallen Abfälle aus der Wiederaufarbeitung und Abfälle oder Zwischenprodukte in Ein- oder Ausgangslagern von Konditionierern wie der Verbrennungsanlage in Studsvik, der Gesellschaft für Nuklear-Service (GNS) in Duisburg oder der HDB in Karlsruhe. Diese Abfälle müssen in der Regel nach einer gewissen Zeit an den Ablieferer zurückgeführt werden.

### **3.4 Transporte schwach- und mittelradioaktiver Abfälle**

Transporte im Zusammenhang mit den §§ 5, 6, 7 oder 9 AtG erfolgen zurzeit bei schwach- und mittelradioaktiven Abfällen

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

und bei sonstigen Abfällen (in der Regel aus den Bereichen Forschung, Industrie oder Medizin)

- vom Abfallerzeuger zu einer Landessammelstelle entsprechend § 76 StrlSchV,
- von der Landessammelstelle zum Konditionierer,
- vom Konditionierer zurück zur Landessammelstelle.

Bei sämtlichen Transporten sind die verkehrsrechtlichen Vorgaben der Gefahrgutverordnungen Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB) und

Eisenbahn (GGVE) einzuhalten. Diese Vorgaben beruhen auf dem „Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße“ (ADR) bzw. auf der „Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter“ (RID). Sie sind mit ihren Grenzwerten auf Dosisleistung und Kontamination auf speziell solche Transportfälle zugeschnitten, da dabei – im Gegensatz zu Transporten von abgebrannten Brennelementen und Glaskokillen – die Möglichkeit eines direkten Kontaktes zwischen Mensch und kontaminierten Flächen besteht.

## **4 Abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle)**

Dem Umweltministerium Baden-Württemberg wird aufgrund von Auflagen und seit dem Inkrafttreten des Atomgesetzes vom 19. Juli 2002 gemäß § 9a AtG über die Entsorgung der Brennelemente aus den baden-württembergischen Kernkraftwerken, über die zurückzuführenden hochradioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente im Ausland und über die vorgesehene Verwertung der wiedergewonnenen Kernbrennstoffe berichtet.

### **Physikalisch-technische Randbedingungen**

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

Bei den Nasslagern unterscheidet man nach der Art der Lagergestelle zwischen „normalen Lagern“ (KWO, KKP 1) und „Kompaktlagern“ (KKP 2, GKN I und II). Bei normalen Lagergestellen wird die Kritikalitätssicherheit bei der Lagerung allein durch einen ausreichend großen Abstand zwischen den Brennelementen gewährleistet. Bei den sogenannten Kompaktlager-Gestellen sind die Abstände zwischen den Brennelementen kleiner. Die Kritikalitätssicherheit bei der Lagerung muss deshalb durch zusätzliche Maßnahmen, z.B. neutronenabsorbierende Materialien in den Gestellen, gewährleistet werden.

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, z.B. in CASTOR V/19- oder CASTOR V/52-Behältern, ist jedoch erst nach einer längeren Abklingzeit von etwa 3 bis 5 Jahren bei reinen Uran-Brennelementen und nach 6 bis 10 Jahren bei den Mischoxid (MOX)-Brennelementen möglich. Bei MOX-Brennelemente entstehen größere Mengen an Transuranen, so

dass diese Brennelemente aufgrund ihrer hohen Wärmeleistung nach dem Entladen länger im Brennelementlagerbecken bleiben müssen, bevor sie trocken zwischengelagert werden können.

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



**Beladung eines CASTOR-Behälters mit einem Brennelement  
(Beladung unter Wasser im Abklingbecken)**

Für eine direkte untertägige Endlagerung wäre die verbliebene Wärmeentwicklung dann allerdings immer noch zu hoch. Für den Fall einer Endlagerung in den zurzeit dafür vorgesehenen POLLUX-Behältern (Behälterverfahren), müssten die Brennelemente ebenso wie die hochradioaktiven verglasten Abfälle (Glaskokillen) aus der Wiede-

raufarbeitung noch einmal 30 bis 40 Jahre zwischengelagert werden und weiter abklingen. Wesentlich geringere Abklingzeiten wären dagegen bei Anwendung des Kokillenverfahrens erforderlich (siehe hierzu Abschnitt 5.2 „Endlager für abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung“). Je nach den zum Zeitpunkt der Endlagerung geltenden Annahmebedingungen können diese Zwischenlagerzeiten also kürzer oder auch länger sein.

#### **4.1 Anfall abgebrannter Brennelemente in Baden Württemberg und Anfall radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland**

##### **Brennelemente**

In Baden-Württemberg befanden sich ehemals insgesamt bis zu fünf Kernkraftwerksblöcke gleichzeitig im kommerziellen Leistungsbetrieb. Es handelte sich dabei um vier Druckwasserreaktoren (GKN I, GKN II, KKP 2, KWO) und einen Siedewasserreaktor (KKP 1). Derzeit werden nur noch die beiden Druckwasserreaktoren GKN II und KKP 2 betrieben.

Am 11. Mai 2005 endete der Leistungsbetrieb des Kernkraftwerk Obrigheim (KWO), da die gestattete Reststrommenge, die das Kernkraftwerk noch erzeugen durfte, erreicht war. Aufgrund des von der Bundesregierung beschlossenen dreimonatigen Moratoriums der Laufzeitverlängerung stellten das Kernkraftwerk Neckarwestheim I (GKN I) am 16. März 2011 und das Kernkraftwerk Philippsburg 1 (KKP 1) am 17. März 2011 ihren Leistungsbetrieb ein. Mit der Atomgesetznovelle vom 31. Juli 2011 (13. Änderung des Atomgesetzes) wurde festgelegt, dass für die beiden Kernkraftwerksblöcke die Berechtigung zum Leistungsbetrieb erlischt. Daher fallen für diese keine abgebrannten Brennelemente mehr an.

Das GKN II hat noch eine begrenzte Reststrommenge (78,5 Terawattstunden netto, Stand: 31.12.2014). Wird das langjährige Mittel der Stromerzeugung pro Jahr (etwa 10,4 Terawattstunden) zugrunde gelegt, so kann damit abgeschätzt werden, dass die gestattete Reststrommenge etwa Mitte 2022 (7 Jahre und 7 Monate nach dem 31.12.2014), aufgebraucht sein wird, so dass das Kernkraftwerk zu diesem Zeitpunkt den Leistungsbetrieb einzustellen hat. Dies gilt jedoch nur solange das Kernkraftwerk

keine größeren Unterbrechungen des Leistungsbetriebs wie z. B. verlängerte Revisionszeiträume hat, mit reduzierter Leistung betrieben wird oder keine Reststrommengen von anderen Kraftwerken übertragen werden. Der Leistungsbetrieb ist jedoch gemäß § 7 AtG bis spätestens 31. Dezember 2022 einzustellen.

Das KKP 2 hat ebenfalls eine begrenzte Reststrommenge (49,7 Terawattstunden netto, Stand: 31.12.2014, inkl. rechnerischer Berücksichtigung der verbliebenen Reststrommenge von KKP 1). Wird das langjährige Mittel der Stromerzeugung pro Jahr (etwa 10,6 Terawattstunden) zugrunde gelegt, so kann davon ausgegangen werden, dass die gestattete Reststrommenge etwa Mitte 2019 (4 Jahre und 8 Monaten nach dem 31.12.2014) aufgebraucht sein wird und der Leistungsbetrieb dann einzustellen ist. Der Leistungsbetrieb ist jedoch gemäß § 7 AtG bis spätestens am 31. Dezember 2019 einzustellen (Reststrommengen auf Grundlage des mit der 13. Novelle geänderten Atomgesetzes, siehe Anhang 8).

Für GKN II und KKP 2 fallen weiterhin wie in etwa in den vergangenen Jahren abgebrannte Brennelemente bis zu den bereits genannten Zeitpunkten und zusätzlich am Betriebsende eine vollständige Kernentladung an.

Im Mittel fiel in den vergangenen Jahren für die Anlagen in Baden-Württemberg folgende Menge an abgebrannten Brennelementen pro Jahr an:

- beim KWO etwa 34 abgebrannte Brennelemente (bis 2005),
- beim KKP 1 etwa 81 abgebrannte Brennelemente (bis 2011),
- beim GKN I etwa 34 abgebrannte Brennelemente (bis 2011),
- beim KKP 2 etwa 41 abgebrannte Brennelemente und
- beim GKN II etwa 47 abgebrannte Brennelemente.

Der jährliche Anfall an abgebrannten Brennelementen hat sich in den letzten Jahren verringert, da vermehrt höher angereichertes Uran in Brennelementen eingesetzt wurde. Beim Betrieb der Kernkraftwerksblöcke an den Standorten Philippsburg und Neckarwestheim fielen vor März 2011 pro Jahr insgesamt etwa 203 abgebrannte Brennelemente mit einer Gesamtmasse an Schwermetall (Uran) von 70 - 80 Tonnen an.

Seit dem von der Bundesregierung verkündeten Moratorium vom 14. März 2011 fallen entsprechend den Erfahrungen aus den vergangenen Jahren grob nur noch um die 88 Brennelemente mit circa 50 Tonnen Schwermetalle pro Jahr an, da in Baden-Württemberg nur noch KKP 2 und GKN II betrieben werden. Der Bestand abgebrannter Brennelemente im Jahr 2014 kann Anhang 6, 7 und 8 entnommen werden. Eine Abschätzung über den voraussichtlichen Anfall bis zur Stilllegung sowie der dann vorhandene Bestand am Standort sind in Anhang 8 aufgeführt.

Da der Transport zu einer Wiederaufarbeitungsanlage entsprechend § 9a des Atomgesetzes verboten ist – und damit faktisch auch die Wiederaufarbeitung – müssen die Brennelemente bis zu deren Endlagerung am Standort aufbewahrt werden.

### **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, sog. „erbrütetem“ Plutonium enthalten. Das Transuran Plutonium und Uran werden bei der Wiederaufarbeitung von den Spaltprodukten (z.B. Cäsium, Technetium) und den anderen Transuranen (z. B. Neptunium, Americium) abgetrennt, so dass sie erneut als Kernbrennstoff in den Kernkraftwerken eingesetzt werden können. Pro 1 Tonne Schwermetall (Uran-BE) kann je nach Abbrand mit ca. 10-12 Kilogramm wiedergewonnenem Kernbrennstoff gerechnet werden. Davon entfallen ca. 5-6 Kilogramm auf Uran-235 und ca. 5-6 Kilogramm auf Plutonium-239 und Plutonium-241. Da das bei der Wiederaufarbeitung gewonnene Uran und insbesondere das Plutonium schwer zu handhaben sind und Uran im Vergleich dazu preiswert auf dem freien Markt einzukaufen ist, stellt das gewonnene Plutonium zurzeit praktisch keinen Wert dar, sondern führt zu zusätzlichen Kosten bei der Wiederverwertung. Die Plutoniumgewinnung ist somit unwirtschaftlich.

Transporte von abgebrannten Brennelementen nach La Hague (Frankreich) und Sellafield (Großbritannien) zum Zwecke der Wiederaufarbeitung sind gemäß Atomge-

setz seit 1. Juli 2005 untersagt. Die vor diesem Stichtag abgelieferten Brennelemente wurden mittlerweile in den Anlagen in Sellafield und La Hague vollständig wiederaufgearbeitet. Verträge zur Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente bestehen heute nur noch mit den Firmen AREVA NC in Frankreich (Wiederaufarbeitung in La Hague) und NDA/Sellafield Ltd. in Großbritannien (Wiederaufarbeitung in Sellafield); vgl. dazu Anhang 5 und 6.

Das Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) hatte ausschließlich Wiederaufarbeitungsverträge mit der französischen Firma AREVA NC. In der Vergangenheit wurde teilweise auch bei der WAK aufgearbeitet. Hierbei handelte es sich insgesamt um 151 Brennelemente. Mit der AREVA NC existieren nur Altverträge. Die Altverträge sahen eine Wiederaufarbeitung von 190,7 Tonnen Schwermetall (mit Abfallrückführung) in den Anlagen UP2 bzw. UP3 in La Hague vor, die vollständig aufgearbeitet wurden.

Das Kernkraftwerk Philippsburg (KKP) hat mit der AREVA NC und der NDA/Sellafield Ltd. Wiederaufarbeitungsverträge abgeschlossen. Mit der AREVA NC 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. Mit NDA/Sellafield Ltd. existierte ein Vertrag über die Wiederaufarbeitung von 60,0 Tonnen Schwermetall (114 KKP 2-Brennelemente). Der Vertrag wurde gekündigt, hier wurden keine Brennelemente angeliefert.

Das Kernkraftwerk Neckarwestheim (GKN) hat mit der AREVA NC und der NDA/Sellafield Ltd. Wiederaufarbeitungsverträge für GKN I-Brennelemente abgeschlossen. Von GKN II gingen keine Brennelemente in die Wiederaufarbeitung. Kleine Mengen an abgebrannten Brennelementen wurden auch bei der WAK aufgearbeitet. Hierbei handelte es sich um 15,7 Tonnen Schwermetall bzw. 44 GKN I-Brennelemente. Mit der AREVA NC (vormals COGEMA) 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 sind 50,7 Tonnen (142 Brennelemente) angeliefert und aufgearbeitet worden. Die restlichen Brennelemente wurden nicht mehr angeliefert. Mit

NDA/Sellafield Ltd. existiert ein Vertrag über die Wiederaufarbeitung von 128,3 Tonnen Schwermetall (359 Brennelemente), von denen ca. 110,5 Tonnen (308 Brennelemente) angeliefert wurden, zuletzt ca. 5 Tonnen (14 Brennelemente) im Jahr 2004<sup>4</sup>. Die restlichen 18,3 Tonnen wurden nicht mehr angeliefert. Alle angelieferten Brennelemente wurden wiederaufgearbeitet.

Die bei der Wiederaufarbeitung des Kernbrennstoffs zurückbleibenden radioaktiven Abfälle, wie Spaltproduktlösungen, Strukturteile der Brennelemente, technologische Abfälle (kontaminierte Gegenstände 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 Transurane handelt, in eine Glasmatrix eingebunden. Das Glasprodukt erstarrt in einer Kokille, die zusätzlich dicht verschweißt wird, so dass ein Abfallprodukt entsteht, das die Radionuklide äußerst sicher einschließt. Glaskokillen sind zylindrische Edelstahlbehälter mit einem Volumen von ca. 180 l („Standardkokille“), die etwa 400 Kilogramm Glasprodukt enthalten.

Die deutschen Energieversorgungsunternehmen hatten 5.379 Tonnen Schwermetall abgebrannter Brennelemente in die Wiederaufarbeitungsanlage von AREVA NC in La Hague (Frankreich) und 851 Tonnen Schwermetall abgebrannter Brennelemente in die Wiederaufarbeitungsanlage von Sellafield Ltd. in Sellafield (England) geliefert. Ab dem 1. Juli 2005 waren dann Transporte zur Wiederaufarbeitung nicht mehr erlaubt.

Die bei der Wiederaufarbeitung im Ausland angefallenen radioaktiven Abfälle müssen auf Grund von bilateralen Regierungsvereinbarungen zwischen der deutschen und der französischen bzw. der britischen Regierung nach der Wiederaufarbeitung in die Bundesrepublik zurückgeführt werden. Nahezu die gesamte Aktivität ist in verglaster Form, d.h. in Glaskokillen zurückzunehmen.

---

<sup>4</sup> Transport am 23. Februar 2004 erfolgt.

Ursprünglich sollten aus La Hague neben den hochradioaktiven Glaskokillen auch BE-Strukturteile und technologische Abfälle zurückgeführt werden (CSD-C). Die technologischen Abfälle werden jedoch nun durch eine äquivalente Menge an metallischen Abfällen vollständig ersetzt. Die nunmehr vollständig metallischen Abfälle werden kompaktiert („Presslinge“) und in 180-l-Standardkokillen verfüllt.

Außerdem war die Rückführung des radioaktiven Betriebswassers aus La Hague in Form von bituminierten Abfällen (CSD-B) vorgesehen. Radioaktives Betriebswasser wird dort jedoch nicht mehr durch Fällung gereinigt und die Rückstände anschließend nicht mehr in eine Bitumenmatrix eingebettet, sondern stattdessen durch Verdampfung aufkonzentriert und das Konzentrat anschließend verglast. Somit werden die radioaktiven Spaltprodukte ebenso wie bei den HAW-Glaskokillen in eine Glasstruktur eingebunden, so dass MAW-Glaskokillen entstehen.

Im Gegensatz zu der Wiederaufarbeitung in La Hague werden bei der Wiederaufarbeitung in Sellafield die anfallenden schwach- und mittelradioaktiven Abfälle auf Basis eines integralen toxischen Potentials durch hochradioaktive Abfälle ersetzt und in Form von zusätzlichen HAW-Glaskokillen zurückgeführt. Aus Sellafield sind daher keine schwach- und mittelradioaktiven Abfälle zurückzuführen.

Die Wiederaufarbeitung sowohl durch die AREVA NC in La Hague als auch durch die Sellafield Ltd. in Sellafield ist mittlerweile abgeschlossen.

Pro Tonne abgebranntem Brennstoff<sup>5</sup> fielen bei der Wiederaufarbeitung im Ausland im Durchschnitt folgende Abfallmengen an:

- Bei Wiederaufarbeitung durch die AREVA NC in La Hague
  - 0,10 m<sup>3</sup> hochradioaktives Glas, das sind etwa 0,57 Glaskokillen,
  - 0,005 m<sup>3</sup> mittelradioaktives Glas, das sind etwa 0,03 Glaskokillen,
  - 0,13 m<sup>3</sup> kompaktierte Abfälle (verpresste Hüllrohre und Strukturteile), das sind etwa 0,77 Kokillen.
- Bei Wiederaufarbeitung durch NDA/Sellafield Ltd.
  - 0,13 m<sup>3</sup> hochradioaktives Glas, das sind etwa 0,74 Glaskokillen<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Das sind ca. 2 Brennelemente eines Druckwasserreaktors (DWR-BE: ca. 530 kg, SWR-BE: 170 kg).

Die insgesamt zurückzuführenden Abfälle sowie der aktuelle Stand der Rückführung und Zwischenlagerung bis zur Abgabe an ein Endlager kann Abschnitt 4.3 (Zwischenüberschrift „Zwischenlagerbedarf für Abfälle aus der Wiederaufarbeitung“) sowie Anhang 5 entnommen werden.

## **4.2 Wiedereinsatz des bei der Wiederaufarbeitung abgetrennten Plutoniums in den Kernkraftwerken**

§ 9a Abs. 1 des Atomgesetzes fordert die direkte Endlagerung oder die schadlose Verwertung der radioaktiven Reststoffe. Hierzu ist der Entsorgungsvorsorgenachweis zu führen (§ 9a Abs. 1a AtG). Bei der schadlosen Verwertung (Wiederaufarbeitung) ist nachzuweisen, dass der Wiedereinsatz des abgetrennten Plutoniums in Kernkraftwerken „gewährleistet“ ist. Der Nachweis ist einmal jährlich zu erbringen.

KKP und GKN haben mit der AREVA NC einen abschließenden Vertrag abgeschlossen, aus dem den Anlagen eine feste Plutoniummenge, entsprechend der angelieferten Schwermetallmenge zugeordnet wird. Aus den bei AREVA NC zugeordneten Plutoniumrestmengen (KKP und GKN zusammen) ergaben sich 52 Mischoxid (MOX)-Brennelemente, die bei KKP in den Jahren 2004 (16 MOX-Brennelemente), 2005 (20 MOX-Brennelemente) und 2006 (16 MOX-Brennelemente) eingesetzt wurden.

Zur Verwertung der restlichen noch vorhandenen aus der Wiederaufarbeitung stammenden Plutoniummengen in Sellafield gelang es der EnBW Kernkraft GmbH (EnKK), die entsprechenden Verträge sowohl für das Plutonium als auch zur Fertigung der Brennelemente abzuschließen.

Der EnKK wurde durch die NDA Anfang März 2013 abschließend eine Menge von 656,732 Kilogramm Plutonium aus der Wiederaufarbeitung zugeordnet. Diese Menge wurde Ende März 2013 von AREVA unwiderruflich übernommen und der EnKK dafür die gleiche Menge an AREVA-Plutonium aus La Hague übertragen.

---

<sup>6</sup> 0,74 mit Substitutionszuschlag von 4,8 %; ohne Substitution 0,12 m<sup>3</sup> hochrad. Glas und 0,65 Glaskokillen pro Tonne Schwermetalle.

Ein MOX-Fertigungsvertrag zwischen EnKK und AREVA zur Fertigung von 28 Brennelementen zur Verwendung des Plutoniums der EnKK wurde geschlossen.

Durch diesen sog. „SWAP“ konnte auf einen Transport des Plutoniums aus Sellafield zur Brennelement-Fertigung nach Frankreich verzichtet werden.

Bereits im Jahr 2013 wurden von den gefertigten Brennelementen 16 MOX-Brennelemente in GKN II eingesetzt. Im Jahr 2014 wurden die verbliebenen 12 MOX-Brennelemente an GKN geliefert und eingesetzt. Mit deren Einsatz in GKN II ist das bei der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen aus baden-württembergischen Kernkraftwerken angefallene Plutonium vollständig verwertet.

Das Uran aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Kernbrennstoffe im Ausland wurde bei KWO, KKP und GKN durch Einsatz entsprechender Uranoxid-Brennelemente verbraucht. Die baden-württembergischen Anlagen haben damit den abschließenden Entsorgungsvorsorgenachweis für das Uran erbracht.

### **4.3 Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung**

Aus physikalisch-technischen Gründen müssen die beim Betrieb der Kernreaktoren anfallenden abgebrannten Brennelemente und die in Glaskokillen eingeschlossenen hochradioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung vor der Endlagerung zum Abklingen der hohen Strahlungs- und Wärmeleistung zwischengelagert werden, während Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung sofort endgelagert werden könnten. Außerdem sind Zwischenlager- oder Transportbereitstellungskapazitäten aus betrieblichen und betriebswirtschaftlichen Gründen notwendig.

#### **Zwischenlagerkonzepte**

Zur Lagerung abgebrannter Brennelemente und hochradioaktiver Glaskokillen in einem Zwischenlager an einem Standort wird in Deutschland eine Genehmigung nach § 6 AtG benötigt, bzw. nach § 7 AtG, wenn es sich um eine Zwischenlagerung im

Rahmen des Betriebs der Anlage handelt. Die Zwischenlagerkonzepte unterscheiden die „trockene“ und „nasse“ Lagerung sowie die „zentrale“ und „dezentrale“ Lagerung.

### **Trockene Lagerung in zentralen und dezentralen Zwischenlagern**

Eine trockene Lagerung abgebrannter Brennelemente aus dem Betrieb deutscher Kernkraftwerke und von hochradioaktiven Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung im Ausland erfolgt zurzeit in folgenden zentralen Zwischenlagern in entsprechenden Transport- und Lagerbehältern:

- in Deutschland in den Zwischenlagern Gorleben (Brennelemente und Glaskokillen) und Ahaus (Brennelemente),
- in Frankreich bei der Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague (mittelradioaktive Glaskokillen),
- in England bei der Wiederaufarbeitungsanlage 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 dezentrales Zwischenlager betrachtet werden. Mit der Änderungsgenehmigung vom 24. Februar 2009 und vom 20. April 2010 wurde gestattet CASTOR-Behälter mit HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, Kernbrennstoffe aus dem Forschungsreaktor KNK und dem Forschungsschiff „Otto Hahn“ aufzunehmen.

Mittlerweile lagern zusätzlich zu den CASTOR-Behältern aus 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.

Mit § 9a Abs. 2 AtG wurden die Energieversorgungsunternehmen 2002 verpflichtet, Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente an den Kernkraftwerksstandorten („dezentrale Zwischenlager“) zu errichten.<sup>7</sup> Damit wurde das Ziel der damaligen Bundes-

---

<sup>7</sup> Gilt nicht für Anlagen, die am 27. April 2002 über ausreichende Zwischenlagermöglichkeiten am Standort, die nach § 6 oder § 7 genehmigt sind, verfügen (z.B. Kernkraftwerk Obrigheim).

regierung, die abgebrannten Brennelemente, an den Kernkraftwerksstandorten zwischenzulagern, entsprechend dem „Verursacherprinzip“, umgesetzt. Hierdurch sollten die von heftigem Widerstand begleiteten Brennelementtransporte in die zentralen Zwischenlager vermieden werden.

Die deutschen Betreiber waren wohl nicht zuletzt deshalb bereit diesen Weg zu beschreiten, weil er einerseits Kostenvorteile gegenüber der Wiederaufarbeitung bietet, andererseits die von massiven Protesten begleiteten innerdeutschen Transporte vermieden wurden und damit gleichzeitig ein störungsfreier Betrieb der Kernkraftwerke über ihre Restlaufzeit diesbezüglich sicherstellte.

In Baden-Württemberg hatten die Betreiber für die Standorte Neckarwestheim und Philippsburg auf dieser Grundlage Standort-Zwischenlager für ihre abgebrannten Brennelemente beantragt und nach Genehmigung und Errichtung in Betrieb genommen. Bis zu deren Inbetriebnahme wurden die CASTOR-Behälter in Interimslager („CASTOR-Garagen“), die seit 2007 nicht mehr in Betrieb sind, zwischengelagert.

Ausreichende Stellflächen an den Kraftwerksstandorten sind also vorhanden. Technisch stellen die Zwischenlager am Standort kein Problem dar. Die Behälter erfüllen alle notwendigen Sicherheitsanforderungen. Sie sind gegen alle relevanten äußeren Einwirkungen wie Erdbeben und Flugzeugabsturz ausgelegt.

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** (WTI=Wissenschaftlich-technische Ingenieurberatung GmbH mit Sitz in Jülich).

Die baulichen Anlagen gemäß STEAG-Konzept besitzen eine Wandstärke von ca. 1,2 Meter und sind einschiffig aufgebaut. Die baulichen Anlagen gemäß WTI-Konzept besitzen eine Wandstärke ca. 0,85 Meter, und sind zweisechiffig aufgebaut.

Beim STEAG-Konzept bestünde die (theoretische) Möglichkeit des Einsatzes kostengünstigerer Behälterkonzepte. Während heute die Transport- und Lagerbehälter schon allein die Sicherheit bei Flugzeugabsturz gewährleisten, könnte beim Einsatz solcher

Behälterarten von der dicken Betonstruktur des STEAG-Konzeptes Kredit genommen werden. Derartige Transport- und Lagerbehälter für abgebrannte Brennelemente wurden und werden jedoch von keinem Hersteller angeboten.

Bei den Zwischenlagern an den süddeutschen Standorten, und so auch in Philippsburg, wurde das WTI-Konzept umgesetzt.

Eine Ausnahme stellt das standortnahe Zwischenlager in Neckarwestheim dar, das in zwei unterirdischen Tunnelröhren in einem Hang errichtet wurde.

Als Ergebnis einer regelmäßig stattfindenden Überprüfung des umfassenden Sicherungs- und Schutzkonzeptes kerntechnischer Anlagen werden die Sicherungsmaßnahmen der Zwischenlager zurzeit optimiert. Die Maßnahmen erfolgen im Rahmen der erforderlichen Schadensvorsorge für Zwischenlager gemäß § 6 (2) Nr. 4 AtG gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD), die auch den Schutz gegen terroristische Angriffe umfasst.

### **Nasse Lagerung an den Kernkraftwerksstandorten**

In Deutschland gibt es an jedem Kernkraftwerksstandort ein aus betrieblichen Gründen notwendiges Nasslager, in dem abgebrannte Brennelemente aufbewahrt werden. Dabei handelt es sich jedoch um betrieblich notwendige Lager in den Reaktorgebäuden, die nach § 7 AtG genehmigt sind und nicht um Zwischenlager im Sinne des § 6 AtG. Lediglich KWO verfügt über ein zusätzliches Brennelement-Lagerbecken im Notstandsgebäude (externes Nasslager), das im Herbst 1999 in Betrieb genommen wurde und in dem bis heute die abgebrannten Brennelemente aufbewahrt werden.

Die Lagerkapazitäten der betrieblichen Nasslager sind in allen Kernkraftwerken des Landes ausreichend, um die für die damals zulässigen Transporte zur Wiederaufarbeitung erforderlichen Abklingzeiten zu erreichen. Sie waren bei den älteren Anlagen KKP 1 und GKN I für ein effektives Brennelement- und Transportmanagement bei Verfolgung der Entsorgungsvariante „trockene Zwischenlagerung in CASTOR V/19- bzw. CASTOR V/52-Behältern mit anschließender direkter Endlagerung“, wegen der hierfür notwendigen längeren Abklingzeiten im betrieblichen Nasslager zu knapp. In der Ver-

gangenheit war dies kein Problem, da große Zwischenlagerkapazitäten an den Standorten für die Entsorgungsvariante „Wiederaufarbeitung“ nicht notwendig waren<sup>8</sup>.

Um auch für Brennelemente der älteren Blöcke längere Abklingzeiten im Nasslager zu erreichen, wurden daher an den beiden Doppelblock-Standorten GKN und KKP durch Quertransporte regelmäßig Brennelemente aus dem Nasslager des älteren Blocks in das Nasslager des jüngeren Blocks gebracht. Während die Lagerung von GKN I-Brennelementen im Nasslager von GKN II bereits mit der Betriebsgenehmigung gestattet wurde, wurde die Lagerung von KKP 1-Brennelementen in KKP 2 1999 genehmigt, so dass auch am Standort KKP eine höhere betriebliche Flexibilität und längere Abklingzeiten für KKP 1-Brennelemente möglich wurden.

Auch musste die Beladung der für den Pfad „Direkte Endlagerung“ vorgesehenen Transport- und Lagerbehälter, also von CASTOR V/19-Behältern (Brennelemente aus KKP 2, GKN I und GKN II) oder CASTOR V/52-Behältern (Brennelemente aus KKP 1), wegen der äußeren Abmessungen und des Gewichts jeweils in den neueren Blöcken erfolgen. Durch das novellierte Atomgesetz vom Juli 2011 erlosch die Genehmigung zum Leistungsbetrieb für die Kernkraftwerke GKN I und KKP 1.

Dadurch ist zukünftig mit Quertransporten maximal im Umfang der in den Brennelementlagerbecken vorhandenen Brennelementen zu rechnen (siehe dazu Anhang 8).

Bei den neueren Anlagen KKP 2 und GKN II reichen die Lagerkapazitäten im Nasslager dagegen aus, um alle dort anfallenden, abgebrannten Brennelemente so weit abklingen zu lassen, dass sie anschließend trocken zwischengelagert werden können. Die eigentliche Zwischenlagerung von etwa 30 - 40 Jahren bis zur Endlagerung muss hier in den dafür vorgesehenen Standortzwischenlagern erfolgen.

Im KWO steht durch das Brennelement-Nasslager im Notstandsgebäude eine ausreichende Zwischenlagerkapazität bis zum Abtransport in ein Endlager zur Verfügung.

---

<sup>8</sup> Nur die Anlage GKN II hatte von Anfang an die Entsorgungsvariante „Trockene Zwischenlagerung in CASTOR V/19- bzw. CASTOR V/52-Behältern mit anschließender direkter Endlagerung“ verfolgt und ihre Brennelemente nach einer ausreichend langen Nasslagerung in die zentralen Zwischenlager überführt.

Eine Zwischenlagerung der Brennelemente im Reaktorgebäude ist aufgrund des fortgeschrittenen Rückbaus nicht mehr möglich.

Die Brennelemente wurden mit Quertransporten in einem CASTOR Ia vom Containment bzw. Reaktorgebäude zum „Externen Brennelementlager“ am Standort gebracht. Da für den weiteren Rückbau das Lagerbecken mit Brennelementen im Notstandsgebäude hinderlich ist, wurde vom Betreiber ein Antrag zur Genehmigung eines Zwischenlagers nach § 6 AtG gestellt. Zwischenzeitlich verfolgt der Betreiber allerdings die Zwischenlagerung am Standort Neckarwestheim. Daher hat der Betreiber mit Schreiben vom 10. Dezember 2013 beim Bundesamt für Strahlenschutz einen Antrag nach § 6 AtG zur Aufbewahrung der KWO-Brennelemente im Zwischenlager GKN gestellt. Hierzu ergänzend wurde am 27. März 2014 ein Antrag beim BfS auf Beförderung gemäß § 4 AtG für die 15 CASTOR-Behälter der Bauart 440/84mvK von KWO nach GKN gestellt. Beantragt wurden die Transportvarianten „Transport auf der Straße“ und „Transport über Schifffahrtsweg“, wobei die Variante Schifffahrtsweg bevorzugt wird.

### **Belegung der für die baden-württembergischen Kernkraftwerke nutzbaren Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung**

Derzeit sind für die baden-württembergischen Kernkraftwerke folgenden Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente oder Abfälle aus der Wiederaufarbeitung nutzbar:

- Nasslager (Brennelementbecken) im Containment des jeweiligen Kraftwerkblocks (für abgebrannte Brennelemente),
- Nasslager „Externes Brennelementlager“ für abgebrannte Brennelemente (nur KWO),
- Trockenlager bei den Wiederaufarbeitungsanlagen in La Hague und Sellafield für Transport- und Lagerbehälter mit mittelradioaktiven bzw. hochradioaktiven Glaskokillen,
- Standortzwischenlager GKN (151 Stellplätze),
- Standortzwischenlager KKP (152 Stellplätze),

- Trockenlager „Zentrales Zwischenlager Gorleben“ für abgebrannte Brennelemente und Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung: Abgebrannte Brennelemente und Glaskokillen werden dort bereits zwischengelagert (anfallende abgebrannte Brennelemente müssen seit 2002 entsprechend § 9a Abs. 2 in standortnahe Zwischenlagern aufbewahrt werden; noch aus dem Ausland zurückzuführende Glaskokillen (HAW und MAW) müssen entsprechend § 9a Abs. 2 ebenfalls in standortnahen Zwischenlagern aufbewahrt werden, siehe dazu auch Anlage 5).
- Trockenlager „Zentrales Zwischenlager Ahaus“ für abgebrannte Brennelemente: Abgebrannte Brennelemente werden dort bereits zwischengelagert (anfallende abgebrannte Brennelemente müssen jedoch seit 2002 entsprechend § 9a Abs. 2 in standortnahe Zwischenlagern aufbewahrt werden; die Betreiber planen auch mit der Zwischenlagerung von hochdruckkompaktierten Abfällen aus der Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague – das Antragsschreiben vom 20. Dezember 2006 mit entsprechenden Unterlagen zur Erteilung einer Genehmigung liegt dem BfS vor).

Die Belegung der oben aufgeführten Zwischenlager mit Brennelementen bzw. Glaskokillen, soweit sie dem baden-württembergischen Betreiber zugeordnet sind, ist in Anhang 6, 7 und 8 aufgeführt. Auch die ursprünglich vom Betreiber eingeplanten Kapazitäten, in den zentralen Zwischenlagern die teilweise nicht genutzt werden können, sind dort enthalten.

Die zulässige Aufbewahrungsdauer der abgebrannten Brennelemente und HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung in den Standortzwischenlagern und den zentralen Zwischenlagern ist auf 40 Jahre begrenzt.

Dem Standortauswahlgesetz entsprechend soll der Endlagerstandort für ein Endlager, das insbesondere für diese Abfälle (hochradioaktive Abfälle) vorgesehen ist, bis zum Jahr 2031 feststehen. Nach der Standortentscheidung bedarf es einer Erstellung von Genehmigungsunterlagen durch den Betreiber des Endlagers, einer Prüfung durch die zuständigen Behörden und der Erteilung einer Genehmigung sowie einer umfangreichen Beteiligung der Öffentlichkeit. Anschließend kann das Endlager unter der Voraussetzung dass die Genehmigung vollzogen werden kann, d. h. die Rechtswege gegen den Vollzug der Genehmigung ausgeschöpft sind, das Endlager errichtet werden.

Nach derzeitigen Erfahrungen dauert es von der Standortentscheidung bis zur tatsächlichen Einlagerung jedoch mehr als drei Jahrzehnte. Die Frage des Umgangs mit den abgebrannten Brennelementen und HAW/MAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung nach Erreichen der zulässigen Aufbewahrungsdauer ist bislang ungeklärt.

### **Kapazität der für die baden-württembergischen Kernkraftwerke nutzbaren Zwischenlager am Standort**

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.

KWO verfügt über ein Brennelementbecken im Notstandsgebäude mit 980 Positionen. Die Brennelemente wurden aus dem Kern vollständig entladen und werden in dem Brennelementbecken im Notstandsgebäude zwischengelagert. Insgesamt befinden sich darin 342 Brennelemente, womit lediglich etwa ein Drittel der dort genehmigten Positionen belegt sind (siehe auch Anhang 7a).

Im Nasslager von GKN I stehen insgesamt 310 Positionen für GKN I-Brennelemente (Kern mit 177 BE ist zum Stichtag 31.12.2014 entladen) zur Verfügung. Bei GKN stehen für abgebrannte Brennelemente aus Block I nicht nur Kapazitäten im Nasslager von GKN I zur Verfügung, sondern auch im Nasslager von GKN II. Maximal 256 GKN I-Brennelemente dürfen im Lagerbecken GKN II gelagert werden, wobei sich dann gleichzeitig die Lagerkapazität für GKN II-Brennelemente entsprechend verringert. Die tatsächlichen Kapazitäten ergeben sich allerdings aus der Zahl der im Nasslager GKN II eingebauten Adapter für GKN I-Brennelemente, die jedoch auch ausgebaut werden können.

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. Die Kapazität und Belegung der Nasslager zum 31.12.2014 kann Anhang 7b entnommen werden.

Im Nasslager von KKP 1 stehen insgesamt 948 Positionen für KKP 1-Brennelemente (Kern mit 592 BE ist entladen) zur Verfügung. Bei KKP stehen für abgebrannte Brennelemente aus Block I ebenfalls nicht nur Kapazitäten im Nasslager von KKP 1 zur Verfügung, sondern auch im Nasslager von KKP 2.

Maximal 128 KKP 1-Brennelemente dürfen im Lagerbecken KKP 2 gelagert werden, wobei sich dann gleichzeitig die Lagerkapazität für KKP 2-Brennelemente entsprechend verringert. Die tatsächlichen Kapazitäten ergeben sich allerdings aus der Zahl der im Nasslager KKP 2 eingebauten Adapter für KKP 1-Brennelemente.

Im Nasslager von KKP 2 stehen insgesamt 780 Positionen für KKP 2-Brennelemente zur Verfügung, von denen für eine mögliche Kernentladung mindestens 193 Positionen freigehalten werden müssen. Die Kapazität und Belegung der Nasslager zum 31.12.2014 kann Anhang 7c entnommen werden.

Zu den Lagerkapazitäten in den Nasslagern im Containment kommen die Lagerkapazitäten in den Standortzwischenlagern hinzu. Die Kapazität und die Belegung der Nasslager sowie der Standortzwischenlager zum Stichtag 31.12.2014 kann Anhang 6, 7 und 8 entnommen werden.

### **Kapazität der für die baden-württembergischen Kernkraftwerke nutzbaren zentralen Zwischenlager**

Das TBL Gorleben in Niedersachsen und das TBL Ahaus in Nordrhein-Westfalen verfügen jeweils über 420 Stellplätze. Je nach Genehmigung können auf diese Stellplätze kleinere (z.B. CASTOR IIa) oder größere (z.B. CASTOR V/19) Lagerbehälter gestellt werden. In den CASTOR IIa-Behältern können nur 9 und in den CASTOR V/19-Behältern 19 abgebrannte Brennelemente (z.B. von den modernen Anlagen wie GKN II und KKP 2) gelagert werden.

Das TBL Gorleben hat seine erste Genehmigung nach § 6 AtG zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen am 5. September 1983 erhalten. Mit der Änderungsgenehmigung vom 2. Juni 1995 wurde die Lagerung von Glaskokillen und abgebrannten Brennelementen in großen Behältern des Typs CASTOR V für 40 Jahre gestattet, längstens jedoch bis zum 31. Dezember 2034. Nach derzeitigem Stand sind von den 420 Stellplätzen

zen 113 belegt (davon fünf mit abgebrannten Brennelementen und 108 mit HAW-Glaskokillen aus La Hague), so dass noch 307 Positionen zur Verfügung stehen.

Von den 420 Stellplätzen des TBL Ahaus werden 50 Stellplätze mit 305 Behältern des Typs CASTOR THTR/AVR, die sich gestapelt anordnen lassen, und zusätzlich mit 18 Behältern des Typs CASTOR MTR2 aus dem Forschungsreaktor Rossendorf bei Dresden belegt. Weitere 6 Stellplätze werden durch CASTOR-V-Behälter mit abgebrannten Brennelementen aus Leichtwasserreaktoren belegt. Daraus ergibt sich, dass im TBL Ahaus noch 364 Stellplätze nicht belegt sind. Da die Lagerkapazität nur gering ausgeschöpft ist, werden derzeit auch schwach- und mittelradioaktive Abfälle auf Grundlage einer Genehmigung nach § 7 Strahlenschutzverordnung im westlichen Teil der beiden Lagerbereiche aufbewahrt.

Transporte von abgebrannten Brennelementen in zentrale Zwischenlager werden nicht mehr durchgeführt, da standortnahe Zwischenlager zur Verfügung stehen und abgebrannte Brennelemente bis zur Abgabe an ein Endlager entsprechend dem Atomgesetz in den standortnahen Zwischenlagern aufzubewahren sind.

Noch aus dem Ausland zurückzuführende Glaskokillen (HAW und MAW) müssen entsprechend § 9a Abs. 2 seit Anfang 2014 ebenfalls in standortnahen Zwischenlagern aufbewahrt werden, so dass das ursprünglich von den Betreibern vorgesehene TBL Gorleben für diese nicht mehr genutzt werden kann (siehe hierzu Abschnitt 4.3, Zwischenüberschrift „Zwischenlagerbedarf für Abfälle aus der Wiederaufarbeitung“).

### **Kapazität der für die baden-württembergischen Kernkraftwerke nutzbaren Zwischenlager bei den Wiederaufarbeitungsanlagen**

Die Kapazitäten der Lager bei den Wiederaufarbeitungsanlagen sind ausreichend, um die aus der Wiederaufarbeitung resultierenden Abfälle bis zur Erfüllung der momentan bestehenden Wiederaufarbeitungsverträge aufzubewahren.

## **Bewertung der vorhandenen Zwischenlagerkapazitäten unter Berücksichtigung der noch anfallenden Brennelemente bis zur Stilllegung**

Ende 2010 wurde die Laufzeiten für die 17 deutschen Kernkraftwerke zunächst um durchschnittlich 12 Jahre verlängert. Auf Grundlage der zusätzlichen Reststrommengen hätte voraussichtlich die genehmigte Kapazität für das Zwischenlager Neckarwestheim gerade nicht ausgereicht. Mit dem im Jahr 2011 novellierten Atomgesetz, mit dem der stufenweise Ausstieg aus der Kernenergienutzung festgeschrieben wurde, fallen durch die kürzere Laufzeit insgesamt deutlich weniger abgebrannte Brennelemente an.

Folgende Abschätzung beruht auf Angaben des Betreibers zum 31. Dezember 2014 (siehe dazu Anhang 8):

Bei dem sich im Rückbau befindenden KWO sind 342 Brennelemente im externen Brennelementlagerbecken. Die Zahl der Brennelemente bleibt bis zur Verladung in einen CASTOR zur trockenen Zwischenlagerung gleich.

KWO benötigt mittelfristig Stellplätze für ca. 15 Castor-Behälter, da das externe Brennelementlagerbecken den effizienten Rückbau des KWO behindert.<sup>9</sup>

Kernkraftwerke, die aufgrund des Moratoriums vom 14. März 2011 ihren Leistungsbetrieb eingestellt haben, sind die Anlagen KKP 1 und GKN I. Bei ihnen steht die Anzahl der angefallenen Brennelemente fest.

KKP 2 wird voraussichtlich bis Ende 2019 und GKN II bis Ende 2022 betrieben werden. Bei ihnen fallen weiterhin Brennelemente an. Die rechnerische Anzahl an Brennelementen und Castor-Behälter an den Standorten nach Ende des Leistungsbetriebs bzw. bei Stilllegung kann Anhang 8 entnommen werden. Rechnerisch ergeben sich 101 Castor-Behälter am Standort Philippsburg und 113 Castor-Behälter am Standort Neckarwestheim. Dem stehen 152 Stellplätze im Zwischenlager Philippsburg und 151 Stellplätze im Zwischenlager Neckarwestheim gegenüber.

---

<sup>9</sup> Der Betreiber beabsichtigt die Zwischenlagerung am Standort GKN.

Die Zwischenlagerkapazitäten an beiden Standorten reichen rechnerisch weit aus. So werden bis zum Ende der Laufzeit von der genehmigten Zwischenlagerkapazität nominal lediglich zwei Drittel in KKP und drei Viertel in GKN belegt sein (siehe Anhang 8).<sup>10</sup>

Bei dieser rechnerischen Abschätzung ist jedoch eine Reihe von Randbedingungen nicht berücksichtigt, durch die sich die Anzahl der voraussichtlichen abgebrannten Brennelemente bzw. Castor-Behälter am Standort bei Stilllegung von KKP 2 und GKN II verändern kann. Wichtige Randbedingungen die einen Einfluss haben können sind z.B.: Fahrweise der Anlage in den letzten Betriebszyklen, mögliche Teilbeladungen von Behältern, Zeitpunkt der Verfügbarkeit geplanter oder künftiger Weiterentwicklungen von Transport- und Lagerbehältern, Stillstandszeiten der Anlage, Art der eingesetzten Brennelemente etc.



**Zwischenlager Neckarwestheim vor der Einlagerung von CASTOR-Behälter im Jahr 2006 - Tunnelröhre (mit Stellplatzmarkierungen)**

---

<sup>10</sup>Tatsächlich sind Überkapazitäten genehmigt worden, nicht zuletzt deshalb, um freie Kapazitäten für die unter bestimmten Voraussetzungen des Atomgesetzes mögliche Strommengenübertragung aus anderen Anlagen vorzuhalten und um – auch bei vom Standard deutlich abweichenden Beladekonzepten – stets ausreichende Zwischenlagermöglichkeiten verfügbar zu haben.

## **Zwischenlagerbedarf für Abfälle aus der Wiederaufarbeitung**

Auf der Basis der geschlossenen Wiederaufarbeitungsverträge und einem zwischenstaatlichen Notenaustausch mit Frankreich bzw. Großbritannien ergibt sich die Verpflichtung alle radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung zurückzuführen.

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

Das bisherige Konzept der Energieversorgungsunternehmen sah vor, dass die mittelradioaktiven Glaskokillen (MAW-Glaskokillen) aus La Hague in insgesamt 5 CASTOR-Behälter im zentralen Zwischenlager TBL Gorleben zwischengelagert werden. Auch die hochradioaktiven Glaskokillen (HAW-Glaskokillen) aus Sellafield sollten im TBL Gorleben in insgesamt 21 CASTOR-Behältern im TBL Gorleben zwischengelagert werden.

Durch die Aufnahme eines neuen Absatz 2a in § 9a AtG ist dieses ursprüngliche Rückführungskonzept nicht mehr umsetzbar, da damit festgelegt wurde, dass die aus der Wiederaufarbeitung im Ausland stammenden verfestigten Spaltproduktlösungen (HAW- und MAW-Glaskokillen) in standortnahen Zwischenlagern aufbewahrt werden müssen.

Die Aufnahme des Absatz 2 in § 9a AtG geht zurück auf eine Vereinbarung des Bund mit dem Land Niedersachsen am 24. März 2013 auf einen „gemeinsamen Vorschlag“ zum geplanten Endlagersuchgesetz. Die Vereinbarung sah vor, dass mit der Verabschiedung des Standortsuchgesetzes keine Castor-Transporte mehr mit verfestigten Spaltproduktlösungen (d. h. Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung -entgegen den ursprünglichen Planungen der Betreiber- nach Gorleben stattfinden sollen und stattdessen die 21 Castor-Behälter aus Sellafield (HAW-Glaskokillen) und die 5 Castor-

Behälter aus La Hague (MAW-Glaskokillen) auf die standortnahen Zwischenlager verteilt werden. Diese Vereinbarung war auch allgemeiner politischer Konsens bei der Verabschiedung des Entwurfs eines Standortauswahlgesetzes im Bundeskabinett am 24. April 2012 und bei der Ministerpräsidentenkonferenz am 13. Juni 2013. Damit wurde dem Land Niedersachsen zur parteiübergreifenden Verabschiedung des Standortauswahlgesetzes entgegengekommen. Mit der parteiübergreifenden Verabschiedung des Standortauswahlgesetzes im Bundestag und Bundesrat am 28. Juni 2013 bzw. 5. Juli 2013 wurde das Atomgesetz in § 9a durch einen neuen Absatz 2a, der am 1. Januar 2014 in Kraft trat, entsprechend ergänzt.

Um an den standortnahen Zwischenlagern radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung aufbewahren zu können, ist es erforderlich die Aufbewahrungsgenehmigung der entsprechenden standortnahen Zwischenlager anzupassen. Hierzu bedarf es jedoch zunächst eines entsprechenden Antrags des Betreibers, der bei der zuständigen Genehmigungsbehörde (BfS) zu stellen ist. Eine Vereinbarung mit den Energieversorgungsunternehmen über den Standort zur Zwischenlagerung der 26 Castor-Behälter (mit verfestigten Spaltproduktlösungen, d. h. mit HAW- und MAW-Glaskokillen) und dass diese die entsprechenden Anträge zur Änderung der Aufbewahrungsgenehmigungen einreichen, existiert derzeit noch nicht. Zur Erfüllung des am 1. Januar 2014 in Kraft getretenen § 9a Abs. 2a AtG bzw. zur Festlegung der jeweiligen standortnahen Zwischenlager fanden diverse Gespräche zwischen den Energieversorgungsunternehmen, Bund und Ländern statt. Die Gespräche führten zu keinem Ergebnis. Die Energieversorgungsunternehmen haben in fünf Bundesländern verwaltungsgerichtliche Feststellungsklagen und darüber hinaus Verfassungsbeschwerde gegen den § 9a Absatz 2a Atomgesetz beim Bundesverfassungsgericht eingereicht. Das Bundesumweltministerium plant ein Konzept zur Umsetzung der gesetzlichen Verpflichtung der Energieversorgungsunternehmen zur Rücknahme und Zwischenlagerung der verfestigten Spaltproduktlösungen aus dem Ausland zu erarbeiten.

Transporte von radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung von bestrahlten Kernbrennstoffen im Ausland in das zentrale Zwischenlager Ahaus (TBL-A) sind weiterhin zulässig. Die Energieversorgungsunternehmen verfolgen weiterhin die Rückführung der kompaktierten Wiederaufarbeitungsabfälle (CSD-C) aus La Hague in das TBL-A. Die bei der Wiederaufarbeitung in La Hague zurückbleibenden mittelradioakti-

ven Brennelementstrukturteile und Hüllrohre werden hochdruckverpresst und in Kokillen (CSD-C) eingebracht. Speziell für diese kompaktierten mittelradioaktiven Abfälle wird ein Großbehälter für 27 Gebinde (TGC-27) entwickelt.

Mit Schreiben vom 20. Dezember 2006 haben die Brennelement-Zwischenlager Ahaus GmbH und die GNS die Aufbewahrung von diesen hochdruckkompaktierten radioaktiven Abfällen (CSD-C) in Transport- und Lagerbehältern des Typs TGC-27 im östlichen Teil der beiden Lagerbereiche (Lagerbereich II) nach § 6 AtG beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beantragt. Die Transporte sollen nicht vor dem Jahr 2026 beginnen. Für die Behälter ergibt sich ein Bedarf von 152 Stellplätzen im TBL Ahaus. Dem gegenüber steht eine ausreichende Anzahl an Stellplätzen zur Verfügung (siehe dazu auch Anhang 5 und 6).

Details über die noch bei den Konditionierern zwischengelagerten Abfälle und bereits zurückgeführten Abfälle sowie den voraussichtlichen Termin der Rückführung sind in Anhang 5 aufgeführt.

#### **4.4 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 und dort die Brennelemente, zumindest bis zur Abgabe an ein Endlager, lagern. Transporte von abgebrannten Brennelementen in zentrale Zwischenlager werden daher nicht mehr durchgeführt.
- Transporte abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung in Frankreich (COGEMA/AREVA, La Hague) oder England (BNFL/NDA, Sellafield). 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 den ausländischen Wiederaufarbeitungsanlagen La Hague und Sellafield.
- Rücktransporte mittelradioaktiver, wärmeentwickelnder Abfälle (Hochdruckkompaktierte Abfälle: BE-Hülsen und Technologieabfälle; mittelaktive Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague.

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

Rücktransporte von radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung müssen daher auch weiterhin mit einem erheblichen Aufwand von Bundes- und Landespolizei gesichert werden.

Die noch erforderlichen Transporte von radioaktiven Abfällen aus den Wiederaufarbeitungsanlagen im Ausland (La Hague und Sellafield) und die voraussichtlichen Rückführungszeitpunkte können Anhang 5 entnommen werden.

#### **4.5 Derzeitige Entsorgungssituation für Brennelemente bei den baden-württembergischen Kernkraftwerken**

Mit den vollziehbaren Genehmigungen zur Aufbewahrung von abgebrannten Brennelementen in Standortzwischenlagern nach § 6 AtG sowie der Errichtung und Betrieb der Standortzwischenlager an den Standorten Philippsburg und Neckarwestheim ist der Entsorgungsvorsorgenachweis für abgebrannte Brennelemente erbracht.

Anhang 7a bis c gibt einen Überblick, wie sich die Entsorgungssituation an den Standorten GKN, KKP und KWO am 31. Dezember 2014 darstellte.

## **Kernkraftwerk Obrigheim (KWO)**

Der Leistungsbetrieb des KWO wurde am 11. Mai 2005 eingestellt, da auch nach Strommengenübertragung von 5,5 Terawattstunden von KKP 1 die gestattete Reststrommenge aufgebraucht war. Abgebrannte Brennelemente befinden sich nur noch im externen Brennelementlagerbecken.

Mit der Inbetriebnahme des externen Brennelementlagerbeckens stehen für 980 Positionen für abgebrannte Brennelemente am Standort zur Verfügung.

Mit Schreiben vom 22. April 2005 hat KWO beim BfS einen Antrag auf Betrieb eines Zwischenlagers für 15 Typ B(U)-Behälter mit abgebrannten Brennelementen gestellt, um einen effizienten und vollständigen Rückbau der Anlage zu ermöglichen.

Zwischenzeitlich verfolgt der Betreiber jedoch die Zwischenlagerung am Standort Neckarwestheim und hat daher mit Schreiben vom 10. Dezember 2013 beim Bundesamt für Strahlenschutz einen Antrag nach § 6 AtG zur Aufbewahrung der KWO-Brennelemente im Zwischenlager GKN gestellt. Hierzu ergänzend wurde am 27. März 2014 ein Antrag beim BfS auf Beförderung gemäß § 4 AtG für die 15 CASTOR-Behälter von KWO nach GKN gestellt. Beantragt wurden die Transportvarianten „Transport auf der Straße“ und „Transport über Schifffahrtswege“ (bevorzugte Transportvariante: „Transport über Schifffahrtswege“, alternativ: „Transport auf der Straße“).

## **Kernkraftwerke Neckarwestheim (GKN) und Philippsburg (KKP)**

Aufgrund des Moratoriums vom 14. März 2011 stellte GKN I seinen Leistungsbetrieb am 16. März 2011 ein. Die Einstellung des Leistungsbetriebs von KKP 1 folgte am 17. März 2011. GKN II wird voraussichtlich noch bis Mitte 2022, längstens jedoch bis Ende 2022 betrieben. KKP 2 wird voraussichtlich noch bis Mitte 2019, längstens jedoch bis Ende 2019 betrieben (siehe dazu auch Abschnitt 4.1).

Bei der jährlichen Revision der Kernkraftwerke werden die im Verlauf mehrerer Zyklen abgebrannte Brennelemente nicht mehr in den Kern eingesetzt (ca. 1/4 des Kerns)

und im Nasslager belassen. Um in den Leistungsbetrieb gehen zu können, müssen Kapazitäten im Umfang einer Kernentladung im Nasslager frei bleiben.

Das Risiko, dass ein baden-württembergisches Kernkraftwerk wegen voller Nasslager den Leistungsbetrieb aufgrund fehlender Zwischenlagerkapazität einstellen muss, ist nicht mehr vorhanden, da Zwischenlager an den Standorten existieren. In 2014 war ein vorübergehender Engpass die Beschaffung von Transport- und Lagerbehältern, so dass Brennelemente in den Nasslagern zwischendurch nicht in die Zwischenlager überführt werden konnten.

Dies geht darauf zurück, dass die „85er-Bauart“ der Transport- und Lagerbehälter CASTOR V/52 (für SWR-Brennelemente wie in KKP 1) und CASTOR V/19 (für DWR-Brennelemente), zwar die Anforderungen der IAEA von 1985 erfüllen, jedoch nicht mehr die aktuellen Anforderungen der IAEA von 1996, so dass es nicht mehr erlaubt war, diese Behälterausführung zu fertigen. Hinzu kommt, dass grundsätzlich die Aufbewahrung von Brennelementen in Behältern anderer Bauart im jeweiligen Standort-zwischenlager erst atomrechtlich genehmigt werden muss.

Während das Nasslager in KKP 2 über ausreichende Kapazitäten verfügte, um abgebrannte Brennelemente aus dem Kern bei der Revision in 2014 von KKP 2 aufnehmen und anschließend wieder in den Leistungsbetrieb gehen zu können, war es bei der Revision 2014 von GKN II erforderlich, das Nasslager teilweise zu entladen.

Die verkehrsrechtliche Zulassung für Transport- und Lagerbehälter des Typs CASTOR V/19 neuerer Bauart („96er-Bauart“) wurde Ende 2010 erteilt. Die entsprechende atomrechtliche Genehmigung für das Zwischenlager in Neckarwestheim wurde mit Datum vom 13. Dezember 2013 für den Behälter CASTOR V/19 erteilt, für das Zwischenlager in Philippsburg wurde sie mit Datum vom 13. Juli 2014 erteilt. Rechtzeitig vor der Revision 2014 von GKN II standen ausreichend CASTOR V/19-Behälter bereit, um das Nasslager teilweise entladen zu können. Mit der Zulassungs- und Genehmigungserteilung für die Behälter neuerer Bauart ist ein derartiger Engpass künftig nicht mehr zu erwarten.

Im Jahr 2014 wurden erstmals Qualitätssicherungsprobleme an Tragzapfen von CASTOR V/19 der Bauart 96, dann bei Nachprüfungen in 2015 auch bei Behältern der Bauart 85 bekannt. Dabei handelt es sich um Mängel bei der zerstörungsfreien Prüfung der Tragzapfen durch Ultraschall bzw. deren Dokumentation. Behälter der Bauart 96 waren zum damaligen Zeitpunkt in Baden-Württemberg noch nicht beladen worden. Dagegen standen betroffene Behälter der Bauart 85 schon beladen im Zwischenlager. Der Betreiber hat sich als Sofortmaßnahme verpflichtet, beladene Behälter im Zwischenlager nur in Absprache mit der Aufsichtsbehörde im Lager zu bewegen. Zum Abschluss des ersten Quartals 2015 wurden von den bundesweit über 500 weiter zu untersuchenden Behältern schon Tragzapfen an über 90 Behältern einer Nachprüfung unterzogen, wobei bisher kein Befund verzeichnet wurde.

Die Betriebseinstellung von GKN I und KKP 1 im März 2011 kam für den Betreiber unerwartet. So haben die zuletzt nachgeladenen 40 Brennelemente in GKN I nicht den in der aktuellen Behälterzulassung des CASTORS V/19 (für Brennelemente aus DWR) vorgesehenen Mindestabbrand. In der nächsten Revision des Zulassungsscheins des Behälters soll das Inventar entsprechend angepasst werden, sodass danach eine Beladung auch für diese Brennelemente vorgenommen werden kann.

Im Februar 2014 hat GKN die Aufbewahrung von Sonderbrennstäben im CASTOR V/19 beantragt. Damit sollen im Brennelement-Lagerbecken befindliche, in Köchern aufbewahrte Brennstäbe (z.B. defekte Brennstäbe, die aus der Reparatur von Brennelementen stammen) in Transport- und Lagerbehältern zur trockenen Lagerung eingebracht und der Zwischenlagerung zugeführt werden.

Neben KKP hat auch GKN im Juni 2012 für das dortige Zwischenlager eine Genehmigung für einen neuen Behältertyp (TN24E) eines anderen Herstellers beantragt.

Für die Brennelemente im KKP 1 wird der CASTOR-Behälter V/52 (für Brennelemente aus SWR) verwendet. Für diesen ist in der Spezifikation des laufenden Zulassungsverfahrens der 96er-Bauart kein Mindestabbrand festgelegt, so dass die Behälterspezifikation alle vorhandenen Brennelemente abdeckt. Die neu zugelassenen Behälter werden samt Spezifikation per Änderungsverfahren in die jeweilige Zwischenlagerebene übernommen. Für den Behälter-Typ CASTOR V/52 (96er Bauart) liegt seit

dem 5. September 2014 die verkehrsrechtliche Zulassung vor, die atomrechtliche Zwischenlageregenehmigung steht noch aus.

Informationen zum Anfall und Verbleib von abgebrannten Brennelementen können aus Abschnitt 4.1 und 4.3 entnommen werden.

## **5 Endlagerprojekte**

### **5.1 Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle)**

Mehrere Staaten haben schwachradioaktive Abfälle in den 70er Jahren durch Versenkung oder Verklappung im Meer beseitigt. Die radioaktiven Abfälle z. B. 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 203,5 GBq) und entschied sich schon sehr früh für eine Endlagerung in tiefen geologischen Formationen.

Derzeit ist in Deutschland kein Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle zur Einlagerung in Betrieb.

#### **Schachtanlage Asse II**

Vor der Endlagerung wurde in dem ehemaligen Salzbergwerk 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 beieinander liegenden 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. Mittlerweile dringen täglich rund 12.000 Liter salziges Grundwasser ein. Das eingedrungene Wasser wird aufgefangen und abgefordert. 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 Medizin angefallen waren, im „Forschungsbergwerk Asse II“

(kurz: „Asse II“), eingelagert; zwischen 1967 und 1978 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 ca. 50 Prozent an den insgesamt in der Asse II eingelagerten Abfallgebinden. Hinzu kamen 5.504 Abfallgebinde aus dem KWO (ca. 4 Prozent aller Gebinde) und 922 Abfallgebinde aus dem GKN (ca. 1 Prozent aller Gebinde).

Die Einlagerung in der Asse II erfolgte im Rahmen einer befristeten Genehmigung nach § 3 StrlSchV, 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 wesentlich geeigneterer Standort gefunden wurde.

Das BMU 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 den Übergang der Betreiberschaft 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 vom Bund und Land Niedersachsen eingerichtete Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO) im Februar 2009 den Bericht über die näher zu

untersuchenden Stilllegungsoptionen vorlegte, wurden dementsprechend 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.

#### Optionenvergleich des BfS

	Rang 1	Rang 2	Rang 3
(1) Sicherheit in der Betriebsphase	V	U	R
(2) Umweltauswirkungen bei unberechenbarem Lösungszutritt	V	R	U
(3) Vorläufige Langzeitsicherheits-einschätzungen	R	V	U
(4) Machbarkeit	V	R	U
(5) Zeitbedarf	V	R	U

**V=Vollverfüllung, R=Rückholung, U= Umlagerung**

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, so dass für die Rückholung kein Planfeststellungsverfahren erforderlich ist, die Zulässigkeit von Teilgenehmigungen besteht und auch schon vor der Erteilung einer Genehmigung mit Vorbereitungsmaßnahmen bereits begonnen werden kann, wenn mit einer Entscheidung zugunsten des Antragstellers gerechnet werden kann.

Derzeit findet eine Faktenerhebung und Probephase zur Rückholung der Abfälle statt. Die Frage der Zwischen- und Endlagerung der rückzuziehenden Abfälle ist bislang ungeklärt. Die Qualität der Abfälle aus der Asse II entspricht nicht den Endlagerbedingungen für das Endlager Konrad. Nach bisherigem Kenntnisstand lassen sich die Abfälle voraussichtlich nicht „konradgerecht“ konditionieren. Hinzukommt, dass die ge-

nehmigte Einlagerungsmenge von 303.000 m<sup>3</sup> in Schacht Konrad zur Unterbringung der Abfälle aus der Schachtanlage Asse II nicht ausreichen würde, da bis 2050 mit ca. 297.500 m<sup>3</sup> endzulagernden Abfällen zur rechnen ist und die Kapazität mit diesen Abfällen bereits ausgeschöpft ist.

### **Endlager für Radioaktive Abfälle Morsleben**

Auch in der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR) wurde seit Anfang der 70er Jahre ein ehemaliges Salzbergwerk bei Morsleben als Endlager für schwach- und mittelradioaktive, nicht wärmeentwickelnde Abfälle genutzt (ERAM). 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 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 bis zum 30. Juni 2005 weiter. Die Geltungsdauer der Einlagerungsgenehmigung war zunächst bis zum 30. Juni 2000 befristet. 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 Obergerichtes 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 wieder aufzunehmen. 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 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 Endlagers Morsleben zusammen mit für das Planfeststellungsverfahren notwendigen Unterlagen eingereicht. Die

Unterlagen mussten dann überarbeitet werden und wurden im Januar 2009 erneut vorgelegt. Die Auslegung der Unterlagen erfolgte vom 22. Oktober 2009 bis 21. Dezember 2009. In dieser Zeit gingen fristgemäß 13.590 Einwendungen ein. Die Erörterung der Einwendungen wurde vom 13. Oktober 2011 bis zum 25. Oktober 2011 abgehalten.

Eine Vorhersage, wann der Planfeststellungsbeschluss zur Stilllegung vorliegen wird ist derzeit schwierig, da die vom BfS vorgelegte Langzeitsicherheitsbetrachtung an den aktuellen, seit 2009 weiterentwickelten Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden muss und dies möglicherweise mehrere Jahre in Anspruch nimmt.

### **Endlager Schacht Konrad**

Im Jahr 1982 stellte die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) beim zuständigen niedersächsischen Ministerium den Antrag auf Planfeststellung für das Endlager Schacht Konrad, einer ehemaligen Eisenerzgrube im Granitgestein bei Salzgitter. Die PTB wurde später durch das BfS als Antragsteller und heutigem Genehmigungsinhaber abgelöst. Das Planfeststellungsverfahren für das Endlager Schacht Konrad wurde entsprechend der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000/11. Juni 2001 abgeschlossen und die Genehmigung ohne sofortige Vollziehung<sup>11</sup> erteilt, so dass 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, die Genehmigung wurde dann mit Datum vom 22. Mai 2002 jedoch für eine Kapazität von 303.000 m<sup>3</sup> Abfall erteilt; also nur für etwa die Hälfte des ursprünglich beantragten Volumens<sup>12</sup>.

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, so dass die

---

<sup>11</sup>Das BfS hatte seinen ursprünglichen Antrag auf sofortige Vollziehung zuvor zurückgezogen.

<sup>12</sup>Die Kapazität wurde aufgrund damaliger Abfallprognosen eingeschränkt.

Rechtsmittel gegen den Planfeststellungsbeschluss erschöpft sind. Das Endlager Konrad wird den Betrieb zur Einlagerung von nicht wärmeentwickelnden Abfällen nicht vor 2022 aufnehmen.

Die Inbetriebnahme des Endlagers Schacht Konrad hat eine besondere Bedeutung für Baden-Württemberg, da hier, bezogen auf das Volumen, mehr als die Hälfte (ca. 55 Prozent) der schwach- und mittelradioaktiven konditionierten Abfälle Deutschlands lagert. Das Endlager Schacht Konrad stellt die einzige Möglichkeit dar, im nächsten Jahrzehnt über ein Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle zu verfügen.

### **Endlagervorausleistungen**

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 über das BfS 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 allen Ablieferungspflichtigen erhoben, denen eine Genehmigung nach den §§ 6, 7 oder 9 AtG oder nach § 3 StrlSchV 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.

Verbesserungen bei der Konditionierung radioaktiver Abfälle führen insgesamt zu wesentlich geringeren Abfallmengen bei den Kernkraftwerken als in der Vergangenheit angenommen wurde. Die Kernkraftwerksbetreiber haben deshalb eine Überarbeitung des Verteilungsschlüssels zu ihren Gunsten erreicht. Mit der Novellierung der Endlagervorausleistungsverordnung 2004 wurde der Finanzierungsanteil der Energieversorgungsunternehmen verringert und der der Forschungseinrichtungen erhöht.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup>Endlagervorausleistungsverordnung vom 6. Juli 2004.

Um möglichst eine 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 nun als Vorausleistung auf abschließende Beiträge, die auf der Basis einer späteren Beitragsverordnung erhoben werden, Kosten auf der Basis des folgenden Verteilungsschlüssels fällig:

- Kernkraftwerke 64,4 Prozent (statt 93 Prozent)<sup>14</sup>,
- WAK 6 Prozent (statt 4 Prozent)<sup>7</sup> und
- übrige Vorausleistungspflichtige (z.B. Forschungszentren) 29,6 Prozent (statt 3 Prozent)<sup>7</sup>.

Die abschließenden Beiträge werden zum Zeitpunkt der tatsächlichen Einlagerung erhoben. Sie werden dann auch die Betriebskosten des jeweiligen Lagers berücksichtigen. Genauere Festlegungen sollen in dem noch ausstehenden Vertrag zur Finanzierung des Endlagers Konrad verankert sein, der zwischen dem Betreiber des Endlagers und jedem Ablieferungspflichtigen abgeschlossen werden soll (Konrad-Vertrag).

Für das Endlager Schacht Konrad wurden von 2002 bis 2012 vom Bund die Kosten für die Endlagerung von 1 m<sup>3</sup> Abfallgebindevolumen mit 12.800 Euro beziffert. Mit einer Aktualisierung der Kostenkalkulation wurden die Endlagerkosten von 1 m<sup>3</sup> auf 17.500 Euro ermittelt. Diese Kosten sind seit dem 1. Januar 2013 auch von den Landessammelstellen für „konradgängige“ radioaktive Abfälle zu erheben. Die Überprüfung der Kostenkalkulation soll nun alle zwei Jahre erneut stattfinden. Allgemein wird mit weiter steigenden Kosten gerechnet.

---

<sup>14</sup>Prozentualer Anteil in Klammer stellt den Anteil entsprechend den Festlegungen vor Inkrafttreten der Endlagervorausleistungsverordnung vom 6. Juli 2004 dar.

Aufgrund des neuen Verteilungsschlüssels werden die nukleare Forschung und insbesondere die HDB der WAK GmbH mit deutlich höheren Endlagervorausleistungen für das Endlager Schacht Konrad belastet.

Die damalige FZK GmbH musste aus diesem Grund rund 93 Mio. Euro nachzahlen. Das Land war an diesen Mehraufwendungen entsprechend den Eigentumsanteilen mit rund 10 Prozent, der Bund mit rund 90 Prozent beteiligt.

## **5.2 Endlager für abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle)**

Weltweit existiert kein Endlager, in das bereits abgebrannte Brennelemente und hochradioaktive Abfälle abgeliefert werden könnten. Lediglich in Frankreich, Schweden und Finnland ist ein derartiges Endlager konkret geplant oder kurz vor der Errichtung bzw. in der Genehmigungsphase.

Für die bislang in Deutschland vorgesehene direkte Endlagerung von abgebrannten Brennelementen im Wirtsgestein Salz wurden bisher vor allem zwei Konditionierungsverfahren untersucht, das sogenannte „Behälterverfahren“ und das sogenannte „Kokillenverfahren“ (auch Bohrlochverfahren genannt).

Bei dem als Referenzkonzept (POLLUX-Konzept) angesehenen **Behälterverfahren** werden die Brennelemente aus den Transport- und Lagerbehältern (z.B. CASTOR V/19 oder CASTOR V/52) zunächst entladen. Danach werden die Brennstäbe gezogen, in Büchsen verpackt und diese in spezielle dickwandige Endlagerbehälter, sog. POLLUX-Behälter<sup>15</sup>, gepackt. Die Brennstäbe und die beim Ziehen der Brennstäbe übrig gebliebenen Reste der Brennelemente (z.B. Strukturteile) werden ebenfalls in POLLUX-Behältern endgelagert.

Da die Pollux-Behälter den Wärmeübergang behindern, müssen bei diesem Verfahren die Brennelemente zur Reduzierung der Wärmeleistung mindestens 10 Jahre, besser 25 Jahre, zwischengelagert werden. Noch längere Zwischenlagerzeiten werden für die transuranhaltigen MOX-Brennelemente benötigt.

---

<sup>15</sup>Das Wort „POLLUX“ ist keine Abkürzung, sondern wurde für den Endlagerbehälter in Ergänzung zum Begriff „CASTOR“ für den Transport- und Lagerbehälter gewählt.

Das alternative Konzept ist das **Bohrlochverfahren** (auch: **Kokillenverfahren**). Im Rahmen des Projekts und der Systemstudie „Andere Entsorgungskonzepte“ wurde die Endlagerung von Brennelementen in Gebinden, die den Abmessungen der HAW- Glaskokillen entsprechen, betrachtet.

Dabei sollen die Brennelemente zerlegt und anschließend in Kokillen mit einem Durchmesser, der dem einer Glaskokille (auch: CSD-V) entspricht, gefüllt werden.

Da in dem ursprünglichen Konzept die Länge der Kokillen deutlich geringer ist als die Länge der Brennstäbe, ist es notwendig, diese vor dem Einbringen in die Kokillen so zu zerschneiden, dass die Teile der gesamten Länge nach in die Kokillen eingebracht werden können. Diese mit Brennstäben befüllten Kokillen sollen dann im Endlager in Bohrlöcher eingeführt werden. Jedoch wird dieses Verfahren, bei dem die Brennstäbe auf die Länge der Kokillen (Ca. 1,30 Meter) abgetrennt werden müssen, nicht mehr verfolgt.

Heute wird das Bohrlochverfahren, bei dem die Brennstäbe in ihrer gesamten Länge in Kokillen (BSK-3-Kokillen, ca. 5 Meter lang) eingeführt werden, verfolgt. Bei diesem Verfahren ist es notwendig, entsprechend lange Kokillen zu verwenden, damit die Brennstäbe in ihrer vollen Länge in die Kokillen passen.

Bei der Zerlegung von Brennelementen in die einzelnen Brennstäbe bleiben schwach- und mittelradioaktive Abfälle (Strukturteile sowie Kopf- und Fußteile der Brennelemente) zurück. Diese werden kompaktiert, in Kokillen (die den CSD-C-Kokillen bzw. den Kokillen für kompaktierte radioaktive Abfälle entsprechen) gefüllt und anschließend ebenfalls in Bohrlöcher eingebracht und endgelagert. Da die Durchmesser der verwendeten Kokillen (43 Zentimeter) identisch sind, kann bei der Endlagerung mit Hilfe einer geschickten Verteilung der Kokillen entsprechend der restlichen Wärmeleistung der Wärmeintrag in das Wirtsgestein gezielt gesteuert werden.

Das Bohrlochverfahren sieht auch vor, aus der Wiederaufarbeitung anfallende hochradioaktive Glaskokillen (CSD-V) in vertikale Bohrlöcher einzubringen und endzulagern.

Das benötigte Endlagervolumen für hochradioaktive Abfälle ist beim Kokillenverfahren kleiner als beim Behälterverfahren. Gleichzeitig wird durch Vermeidung eines zusätzlichen Behälters die Wärmeabfuhr verbessert, wodurch sich die erforderliche Zwischenlagerzeiten deutlich verkürzen würden.

Um die beiden Konditionierungsverfahren zu erproben, wurde im niedersächsischen Gorleben eine Pilotkonditionierungsanlage (PKA) errichtet. Die PKA ist so ausgelegt, dass alle für die beiden Endlager-Verfahren erforderlichen Tätigkeiten durchgeführt werden könnten. Zudem könnten in der PKA schadhafte, mit abgebrannten Brennelementen beladene Transport- und Lagerbehälter repariert werden.

Entsprechend der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000/11. Juni 2001, ist bis zur Benennung eines Endlagerstandortes durch den Bund, der Betrieb der PKA durch eine Nebenbestimmung in der erteilten Genehmigung vom 19. Dezember 2000 auf die Reparatur schadhafter Transport- und Lagerbehälter beschränkt.

### **Salzstock Gorleben**

Als möglicher Standort für eine Endlager für hochradioaktive Abfälle wurde der Salzstock Gorleben zunächst bereits ab 1979 übertägig und ab 1986 untertägig erkundet. Aufgrund der Vereinbarung zwischen den Energieversorgungsunternehmen und der Bundesregierung vom 14. Juni 2000, die ein Moratorium für die Erkundung des Salzstock Gorleben von höchstens 10 Jahre vorsah, wurde die Erkundung nicht mehr weitergeführt. Nach 10 Jahren wurde diese wieder aufgenommen und im November 2012 erneut gestoppt, um die parteiübergreifenden Konsensgespräche über ein Standortauswahlgesetz nicht zu gefährden.

Das Standortauswahlgesetz wurde im Bundestag und Bundesrat am 28. Juni bzw. am 5. Juli 2013 verabschiedet. Darin ist festgelegt, dass der Salzstock Gorleben wie jeder andere in Betracht kommende Standort gemäß den nach dem Standortauswahlgesetz festgelegten Kriterien und Anforderungen in das Standortauswahlverfahren einbezogen wird.

## **Standortauswahlgesetz**

Unter Berücksichtigung der Arbeiten des Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) hatte Baden-Württemberg im Herbst 2011 ein Eckpunktepapier zur Endlagersuche erstellt. Dieses Eckpunktepapier zeigt einen mehrphasigen Weg zur Ermittlung eines Endlagerstandorts mit bestmöglicher Sicherheit auf, ausgehend von einer „weißen Deutschlandkarte“ und unter weitreichender Beteiligung der Öffentlichkeit.

Auf Bund-Länder-Ebene lieferte das Eckpunktepapier einen entscheidenden Anstoß zur Aufnahme von Gesprächen zur Erarbeitung eines Standortauswahlgesetzes.

Auf Grundlage dieses Papiers hat das Bundesumweltministerium einen Entwurf eines Standortauswahlgesetzes erstellt. Dieser Entwurf wurde in mehreren Sitzungen einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe überarbeitet. Das Standortauswahlgesetz wurde anschließend im Bundestag und Bundesrat am 28. Juni bzw. am 5. Juli 2013 parteiübergreifend verabschiedet.

Wesentliche Festlegungen hinsichtlich der Verfahrensschritte sind:

- eine Evaluierungsphase zur Überprüfung der gesetzlichen Regelungen und Festlegung grundlegender Auswahlkriterien,
- die Ermittlung in Betracht kommender Standortregionen, über- und untertägige Erkundung, Standortvergleich und Standortvorschlag, Standortfestlegung durch ein Bundesgesetz,
- ein Planfeststellungsverfahren zur Sicherheitsprüfung an dem festgelegten Standort und
- Errichtung des Endlagers ggf. nach gerichtlicher Überprüfung des Planfeststellungsbeschlusses.

Eine pluralistisch besetzte Kommission mit insgesamt 33 Mitgliedern soll bis Mitte 2016 zu den Sicherheitsanforderungen und den geologischen Auswahlkriterien sowie weiterer in Betracht kommender Kriterien (raumplanerische Aspekte etc.) Vorschläge erarbeiten, die vom Bundestag und Bundesrat verabschiedet werden sollen. Sie besteht aus Vertretern aus der Wissenschaft, Umweltverbänden,

Religionsgemeinschaften, Wirtschaft und Gewerkschaften sowie Mitgliedern des Deutschen Bundestages und Landesregierungen. Sie prüft auch das Standortauswahlgesetz und unterbreitet dem Bundestag und Bundesrat entsprechende Handlungsempfehlungen. Ihre konstituierende Sitzung fand am 22. Mai 2014 statt.

Dem Standortauswahlgesetz entsprechend wurde ein Bundesamt für kerntechnische Entsorgung gegründet werden. Dessen Aufgabe wird es sein, ein Erkundungsprogramm und Prüfkriterien sowie Vorschläge für die Standortentscheidung festzulegen. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ist demgegenüber zuständige Vorhabensträger für die Umsetzung des Standortauswahlverfahrens. Das Auswahlverfahren soll bis spätestens 2031 beendet sein.

### **Umlagebetrag für wärmeentwickelnde Abfälle**

Die ehemalige Rechtsgrundlage zur Erhebung von Vorausleistungen entsprechend der Endlagervorausleistungsverordnung wurde bereits im Abschnitt 5.1, Zwischenüberschrift „Endlagervorausleistungen“, beschrieben.

Bis zur Neuregelung durch das Standortauswahlgesetz (StandAG) vom 23. Juli 2013 wurden Beiträge auf Grundlage von § 21b AtG und der Endlagervorausleistungsverordnung gemäß § 6 Endlagervorausleistungsverordnung auch für „alle Arten radioaktiver Abfälle“, in denen auch abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (teilw. hochradioaktiv) mit eingeschlossen sind, erhoben. Bei dem möglichen Endlager für „alle Arten von radioaktiven Abfällen“ handelt es sich um den Salzstock Gorleben, der bereits näher untersucht und erkundet wurde.

Mit dem Standortauswahlgesetz, wurde festgelegt, dass die Endlagervorausleistungsverordnung nicht mehr angewendet wird und stattdessen 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 Offen-

haltung und im Falle des Ausschlusses der Rückbau des Salzstock Gorleben mit enthalten (siehe dazu § 21 StandAG).

Nach § 22 StandAG richtet sich der Anteil am Umlagebetrag allerdings weiterhin nach dem Schlüssel entsprechend § 6 der Endlagervorausleistungsverordnung<sup>16</sup>, in der folgende Aufteilung für Abfälle, die an ein Endlager für „alle Arten radioaktiver Abfälle“ abgegeben werden sollen, festgelegt ist:

- 96,5 Prozent die Kernkraftwerke (93 Prozent)<sup>17</sup>,
- 0,7 Prozent die WAK (4 Prozent)<sup>8</sup> und
- 2,8 Prozent die übrigen Vorausleistungspflichtigen (3 Prozent)<sup>8</sup>.

### 5.3 Ausblick

Das Land 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.

Außerdem steht mit dem Ausstieg aus der Kernenergie in Baden-Württemberg der Abbau von zahlreichen Kernkraftwerksblöcken an. Beim Abbau von Kernkraftwerken fallen große Mengen an radioaktiven Abfällen an, die entsorgt werden müssen. Bereits jetzt sind große Lagerkapazitäten für radioaktive Abfälle aus den bereits laufenden Rückbautätigkeiten und dem Betrieb von Anlagen notwendig, die nun erweitert werden müssen, da derzeit keine Abgabemöglichkeit an ein Endlager vorhanden ist.

Das Land setzt sich daher für eine möglichst rasche Inbetriebnahme des Endlager Konrad ein. Die im niedersächsischen Koalitionsvertrag aufgeworfene Thematik, einer Neubewertung der Konzeptions- und Einlagerungssituation von Schacht Konrad unter Berücksichtigung der Erfahrungen mit der Asse, soll schnellstmöglich abgearbeitet werden. Dabei steht außer Frage, dass die heutigen hohen Sicherheitsanforderungen an ein Endlager erfüllt werden müssen.

---

<sup>16</sup>Endlagervorausleistungsverordnung vom 6. Juli 2004.

<sup>17</sup>Prozentualer Anteil in Klammer stellt den Anteil entsprechend den Festlegungen vor Inkrafttreten der Endlagervorausleistungsverordnung vom 6. Juli 2004 dar.

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 Endlagerung mit der Suche eines geeigneten Standortes eine dementsprechend hohe Bedeutung.

Mit dem Standortauswahlgesetz besteht erstmals die Möglichkeit in einem gesamtgesellschaftlichen Konsens die Entsorgungsfrage über diese Abfälle zu klären. Das Land ist in der gemäß Standortauswahlgesetz eingesetzten Endlagerkommission und deren Arbeitsgruppen vertreten und beteiligt sich intensiv im weiteren Verfahren.

Angesichts des Ausstiegs aus der Kernenergie bis Ende 2022 und vor dem Hintergrund der auf 40 Jahre begrenzten Zwischenlagereignehmigung für Behälter mit abgebrannten Brennelementen und hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung wird nochmals deutlich, wie dringlich eine Klärung des Umgangs mit den zurückbleibenden radioaktiven Abfällen ist, damit diese nicht über viele Jahrzehnte hinaus nachfolgenden Generationen aufgebürdet werden.

## Anhänge

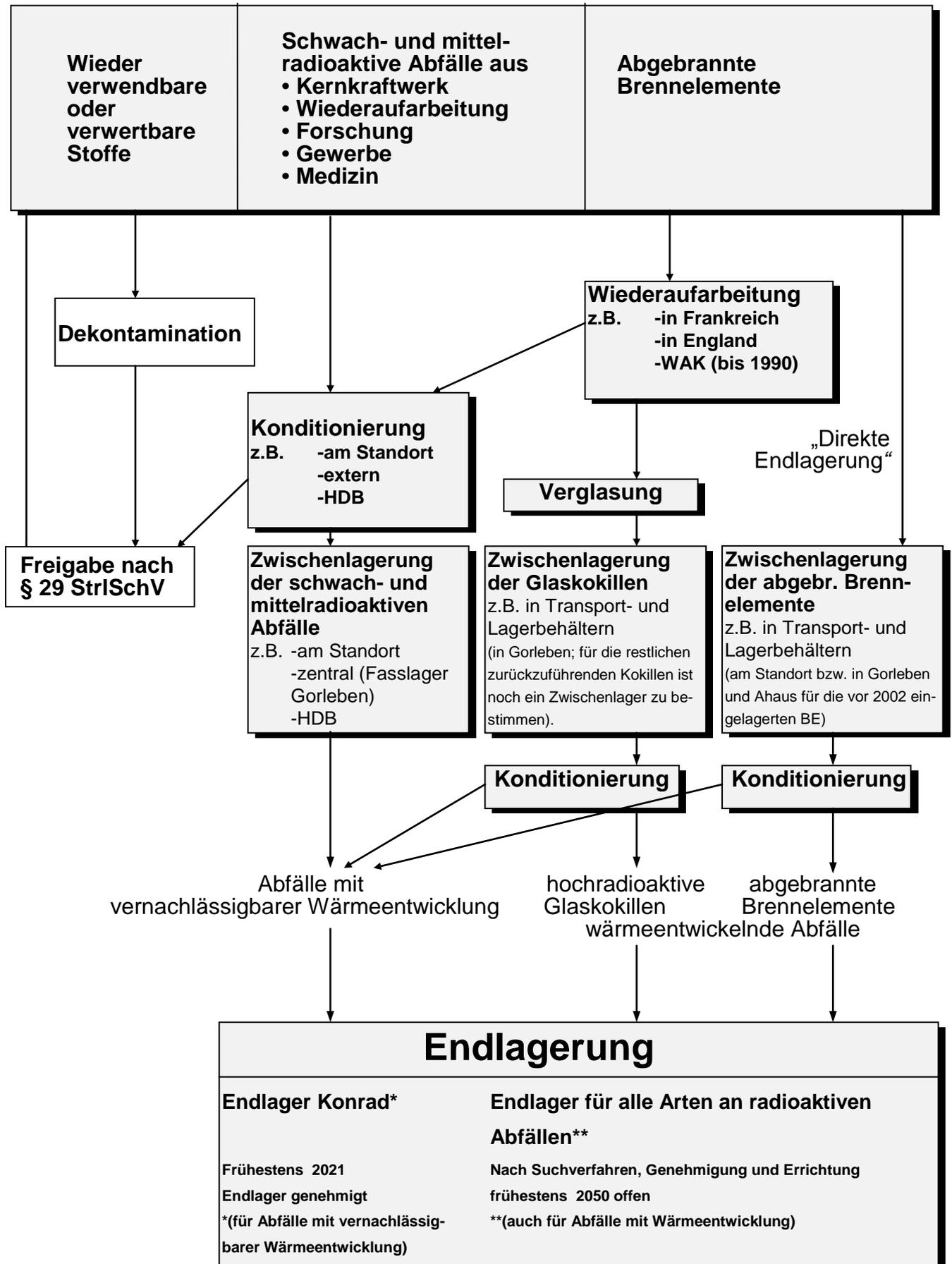
- Anhang 1: Abkürzungsverzeichnis
- Anhang 2a: Materialströme bei der nuklearen Entsorgung
- Anhang 2b: Stand der Zwischenlagerprojekte in Deutschland
- Anhang 2c: Stand der Endlagerprojekte in Deutschland
- Anhang 3: Durchschnittlicher Anfall schwach- und mittelradioaktiver Abfälle pro Jahr in Baden-Württemberg
- Anhang 4: Bestand an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen in Baden-Württemberg
- Anhang 5: Zuordnung radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland zu den baden-württembergischen Anlagen
- Anhang 6: Bestand abgebrannter Brennelemente, hochradioaktiver Abfälle und  $\text{Pu}_{\text{fiss}}$  der baden-württembergischen Anlagen sowie geplanter MOX-Einsatz in der Restlaufzeit
- Anhang 7a: Brennelement-Lagersituation im KWO
- Anhang 7b: Brennelement-Lagersituation im GKN
- Anhang 7c: Brennelement-Lagersituation im KKP
- Anhang 8: Bestand an abgebrannten Brennelementen an den baden-württembergischen Anlagen zum Zeitpunkt der Stilllegung

## Abkürzungsverzeichnis

ADR	Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
AkEnd	Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte
AtG	Atomgesetz
BE	Brennelement
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGV	Badischer Gemeindeversicherungsverband
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BNFL	British Nuclear Fuel Limited
CASTOR	Cask for storage and transport of radioactive material, z.B.: CASTOR V/19, CASTOR V/52
COGEMA	Compagnie Générale Des Matières Nucléaires
CSD-B	Colis Standard des Déchets Boues
CSD-C	Colis Standard des Déchets Compactés
CSD-V	Colis Standard des Déchets Vitrifiés
DE	Direkte Endlagerung
DWK	Deutsche Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen
DWR	Druckwasserreaktor
ENKK	EnBW Kernkraft GmbH
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GGVSEB	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FR 2	Forschungsreaktor 2 (Karlsruhe)
FZK	Forschungszentrum Karlsruhe
GB	Gussbehälter
GC	Gusscontainer
GKN	Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar
GNB	Gesellschaft für Nuklear-Behälter mbH
GNS	Gesellschaft für Nuklear-Service mbH
COGEMA	Compagnie Générale Des Matières Nucléaires
HAW	High active waste (Hochradioaktiver Abfall)
HAWC	High Active Waste Concentrate
HDB	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe Karlsruhe
HTR	Hochtemperaturreaktor
ITU	Europäisches Institut für Transurane
KC	Konrad-Container
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KNK II	Natriumgekühlte Kernreaktoranlage 2 (Karlsruhe)
KKP	Kernkraftwerk Philippsburg
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim
LAW	Low active waste (=SAW, Schwachradioaktiver Abfall)

LVD	Leistungsverteilerdetektor
LRA	Landratsamt
MAW	Medium active waste (Mittelradioaktiver Abfall)
MOX-BE	Mischoxid-Brennelement
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor (Karlsruhe)
NEZ	Nationales Entsorgungszentrum
OVG	Oberverwaltungsgericht
PKA	Pilotkonditionierungsanlage
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
PWK	Projektgesellschaft Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen
RID	Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter
RP	Regierungspräsidium
RSK	Reaktorsicherheitskommission
SAW	Schwachradioaktiver Abfall
SM	Schwermetall; hier: UO <sub>2</sub>
StrISchV	Strahlenschutzverordnung
SWR	Siedewasserreaktor
TB	Transportbehälter
TBL	Transportbehälterlager
THTR	Thorium-Hochtemperaturreaktor (Hamm)
TN	Transnucleaire, z.B.: TN17/2 Stachelbehälter, 17 SWR-BE TN13/2 Stachelbehälter, 12 DWR-BE
VEBA AG	Vereinigte Elektrizitäts- und Bergwerkgesellschaft AG
VEK	Verglasungseinrichtung Karlsruhe
VGH	Verwaltungsgerichtshof
WAA	Wiederaufarbeitung
WAK	Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe

## Materialströme bei der nuklearen Entsorgung



## Zwischenlager für radioaktive Abfälle in Deutschland

<b>Zwischenlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle</b>					
<b>Nr.</b>	<b>Zwischenlager</b>	<b>Bundesland</b>	<b>Abfallart</b>	<b>Kapazität</b>	<b>Bemerkung</b>
1	Abfalllager Gorleben	Niedersachsen	SAW/MAW	200-l-, 400-l-Fässer, Betonbehälter Typ II, Gussbehälter Typ I-II, Container Typ I-VI mit einer Gesamtaktivität bis $1 \times 10^{18}$ Bq	1984 bis heute
2	Ahaus	Nordrhein-Westfalen	SAW/MAW	$1 \times 10^{17}$ Bq	1992 bis heute; Einlagerung sonstiger rad. Stoffe mit Genehmigung (nach § 7 StrlSchV) vom 09.11.2009 und mit Änderungsgenehmigung (zur Nutzung des Zwischenlagers) vom 26.05.2011 darf das Lager zur Einlagerung sonstiger rad. Stoffe genutzt werden.
3	Sammelstelle Mitterteich	Bayern	SAW/MAW	40.000 Abfallgebinde (200-l-, 400-l-, oder Gussbehälter)	1988 bis heute
4	Zwischenlager der NCS, Hanau	Hessen	SAW/MAW	ca. 9.000 m <sup>3</sup> (Siemens) ca. 4.000 m <sup>3</sup> (NUKEM; AREVA NP, GNS u. a.)	
5	Abfalllager Esenshamm	Niedersachsen	SAW	200-l- und 400-l-Fässer, Betonbehälter, Stahlblechcontainer, Betoncontainer, Gussbehälter mit einer Gesamtaktivität bis $1,85 \times 10^{15}$ Bq	1981 bis heute
6	Zwischenlager Nord	Mecklenburg-Vorpommern	SAW/MAW	200.000 m <sup>3</sup> in 8 Hallen, Halle 8 für CASTOR-Behälter	1998 bis heute
7	Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB der WAK GmbH)	Baden-Württemberg	SAW/MAW	77.400 m <sup>3</sup> für SAW 1.040 m <sup>3</sup> für MAW	HDB in Ba.-Wü.: 1978 bis heute
8	Zwischenlager an den Standorten der KKW	Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Niedersachsen, Schleswig-Holstein	SAW/MAW	z.B. in Baden-Württemberg: GKN: 2.322 m <sup>3</sup> KKP: 3.775 m <sup>3</sup> KWO: 3.800 m <sup>3</sup>	Seit KKW-Inbetriebnahme bis heute
9	Zwischenlager an den Standorten von Forschungseinrichtungen.	Bayern Baden-Württemberg Berlin Sachsen Nordrhein-Westfalen Niedersachsen	SAW/MAW		z.B. Baden-Württemberg: HDB (Im Gelände des KIT, Campus Nord, 1978 bis heute); Weitere Standorte: Jülich, Rossendorf/Dresden etc.
10	Weitere Zwischenlager sind bei den Landessammelstellen. In Baden-Württemberg übernimmt die Aufgabe der Landesstelle die HDB auf dem Gelände des KIT, Campus Nord.				

### Zwischenlager für hochradioaktive Abfälle (abgebrannte Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung)

Nr.	Zwischenlager	Bundesland	Abfallart	Kapazität	Bemerkung
1	Gorleben	Niedersachsen	Brennelemente und Glaskokillen	420 Stellplätze	1995 bis heute; durch Errichtung u. Inbetriebnahme v. Standortzwischenlagern (entsprechend Vereinbarung EVU und damaliger Bundesregierung v. 2000/2001) finden keine BE-Transporte nach Gorleben mehr statt.
2	Ahaus	Nordrhein-Westfalen	Brennelemente und HTR-Kugeln Kompaktierte Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (CSD-C) beantragt (Schreiben vom 20.12.2006).	420 Stellplätze	1992 bis heute
3	Zwischenlager Nord	Mecklenburg-Vorpommern	SAW/MAW und HAW, Brennelemente	200.000 m <sup>3</sup> in 8 Hallen, Halle 8 für 80 CASTOR-Behälter	1998 bis heute
4	Standortzwischenlager	Bayern  Baden-Württemberg  Hessen	Brennelemente	Stellplätze:  Isar 1,2: 152  Gundremmingen B,C: 192  Grafenrheinfeld: 88  GKN I und II: 151 (Tunnel)  KKP 1 und 2: 152  KWO: (Nasslager: 980 BE-Positionen); überarbeiteter Antrag zur Errichtung eines Zwischenlagers mit Schreiben vom 31.10.2007  Biblis A,B: 135	genehmigt  22.09.03  19.12.03  12.02.03  22.09.03  19.12.03  26.10.1998  22.09.03

		Niedersachsen		Emsland: 125	6.11.02
				Unterweser: 80	22.09.03
				Grohnde: 100	20.12.02
				Stade: 80	zurückgezogen
		Schleswig-Holstein		Brunsbüttel: 80	28.11.03
				Brokdorf: 100	28.11.03
				Krümmel: 80	19.12.03
5	Interims- zwischenlager	Sämtliche Interimslager wurden außer Betrieb genommen.			

## Stand der Endlagerprojekte in Deutschland

Endlager	Bundesland	Abfallart	Kapazität	Bemerkung
<b>Asse II</b>	Niedersachsen	SAW/MAW, ohne Wärmeentwicklung	125.787 Fässer SAW/MAW (davon MAW: 1293 Fässer), Insgesamt rund 47.000 m <sup>3</sup>	Einlagerung 1967-1978 Probleme mit der Stabilität und des Wasserzutritts. Im Januar 2010 teilt das BfS mit, dass die Rückholung der rad. Abfälle nach momentanem Kenntnisstand die beste Option sei. Am 28.02.2013 wurde im Bundestag aufgrund des Ergebnisses des Optionenvergleichs des BfS das „Gesetz zur Beschleunigung der Rückholung radioaktiver Abfälle und der Stilllegung der Schachanlage Asse II“ beschlossen. Derzeit findet eine Faktenerhebung und Probephase zur Rückholung der Abfälle statt.
<b>Morsleben</b>	Sachsen-Anhalt	SAW/MAW, ohne Wärmeentwicklung	SAW/MAW ca. 37.000 m <sup>3</sup> und 6.621 umschlossene Strahlenquellen	Einlagerung 1978-1991 und 1994-1998; Stilllegungsgenehmigung in Vorbereitung. Die Öffentlichkeitsbeteiligung startete am 22.10.2009 und endete am 21.12.2009. Bis zum Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses wird das Endlager im Offenhaltungsbetrieb weitergeführt.
<b>Konrad</b>	Niedersachsen	SAW/MAW, alpha-kontaminiert, ohne Wärmeentwicklung	303.000 m <sup>3</sup>	Planfeststellungsbeschluss am 22.5.2002 ohne Sofortvollzug. Klagen gegen den Beschluss wurden vom Oberverwaltungsgericht Lüneburg abgewiesen und eine Revision nicht zugelassen. Nach derzeitigem Stand sollen die Fertigstellung des Endlagers und somit auch die Einlagerung nicht vor 2022 möglich sein.
<b>Gorleben</b>	Niedersachsen	alle Abfallarten	offen	Nach einem zehnjährigen Moratorium wurde am 1. Oktober 2010 die Erkundung des Salzstockes in Gorleben wieder aufgenommen. Am 30. November 2012 gab der Bundesumweltminister im Rahmen von Konsensgesprächen über das Standortauswahlgesetz (StandAG) einen Erkundungsstopp für den Salzstock Gorleben, mit dem Ziel bekannt, dem Land Niedersachsen entgegenzukommen und eine endgültige Entscheidung über ein Standortauswahlgesetz zu erreichen. Das Standortauswahlgesetz wurde im Bundestag und Bundesrat am 28. Juni bzw. am 5. Juli 2013 verabschiedet. Darin ist festgelegt worden, dass die Erkundung des Salzstockes Gorleben beendet ist, dieser wie jeder andere in Betracht kommende Standort zu behandeln ist, und dieser offenzuhalten ist, bis dieser im Standortauswahlverfahren ggf. ausgeschlossen wurde.

<b>Abgeschätzter Anfall an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen für das Jahr 2015 in Baden-Württemberg</b>	
<b><u>Kernkraftwerke</u></b>	
<b>Rohabfall (Summe aus: fest brennbar, fest nicht brennbar, flüssig brennbar, flüssig nicht brennbar)*</b> [Nettovolumen]	<b>Zugang</b>
Neckarwestheim (GKN)	226 m <sup>3</sup>
Philippsburg (KKP)	375 m <sup>3</sup>
Obrigheim (KWO)**	k.A.
Summe	>601 m <sup>3</sup>
<b>Behandelter Abfall*</b>	<b>Anfall</b>
[Bruttogebindevolumen]	
Neckarwestheim (GKN)	105 m <sup>3</sup>
Philippsburg (KKP)	100 m <sup>3</sup>
Obrigheim (KWO)**	k.A.
Summe	>205 m <sup>3</sup>
<b><u>Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) der WAK GmbH</u></b> (auf dem Gelände des KIT Campus Nord)	
<b>Zugang von Reststoffen bei der HDB*</b> [Nettovolumen]	<b>Zugang im Jahr 2014***</b>
Gesamtsumme HDB: (aus folgenden Anlagen: -WAK GmbH (Betrieb + Stilllegung) -Landessammelstelle Ba.-Wü. -Institut für Transurane ITU (EURATOM) -Sonstige)	494 m <sup>3</sup>
<b>Behandelter Abfall bei der HDB*</b> [Zwischenlagervolumen (Bruttogebindevolumen)]	<b>Bestandsveränderung zum 31.12.2014 gegenüber dem Vorjahr***</b>
Gesamtsumme HDB: (aus folgenden Anlagen: -WAK GmbH (Betrieb + Stilllegung) -Landessammelstelle Ba.-Wü. -Institut für Transurane ITU (EURATOM) -Sonstige)	1426 m <sup>3</sup> (1283 m <sup>3</sup> )

\* Angabe für Rohabfall/Reststoff in Nettovolumen; Angabe für behandelten Abfall in Brutto-Gebindevolumen (wird vom BfS für jeden Abfallcontainer vorgegeben, z.B. 0,27 m<sup>3</sup> für ein 200-l-Fass).

\*\* Anfall diskontinuierlich, Angaben nicht möglich. Bis zum Ende der Stilllegung des KWO sollen insgesamt ca. 3.200 m<sup>3</sup> an Bruttogebindevolumen anfallen.

\*\*\* Für die HDB wird die Bestandsveränderung an konditionierten Abfällen (Zwischenlagervolumen) bzw. der Zugang an un-behandelten/vorbehandelten Reststoffen aus den oben aufgeführten Anlagen bzw. Bereichen im Jahr 2014 aufgeführt. Diese entspricht grob dem Abfallaufkommen bzw. Reststoffaufkommen für das Folgejahr.

## Bestand an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen in Baden-Württemberg

### Kernkraftwerke

Bestand an Rohabfall [Bruttogebindevolumen]	am Stand- ort
Neckarwestheim (GKN)	398 m <sup>3</sup>
Philippsburg (KKP)	660 m <sup>3</sup>
Obrigheim (KWO)	199 m <sup>3</sup>
Summe	1.257 m <sup>3</sup>

Bestand an behandelten Abfällen am Standort und extern [Bruttogebindevolumen]	am Stand- ort	Ausnutzungs- grad des Standortlagers*	Extern (Abfalllager Gorleben, Ahaus und Sonstige)
Neckarwestheim (GKN)	505 m <sup>3</sup>	39 %	594 m <sup>3</sup>
Philippsburg (KKP)	1238 m <sup>3</sup>	50 %	1021 m <sup>3</sup>
Obrigheim (KWO)	906 m <sup>3</sup>	29 %	1 m <sup>3</sup>
Summe	2.084 m <sup>3</sup>		

### Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) der WAK GmbH (auf dem Gelände des KIT Campus Nord)

Bestand Rohabfall und vorbehandelte Reststoffe** [Nettovolumen]	Bestand
Gesamtsumme HDB (aus folgenden Anlagen: -WAK GmbH (Betrieb + Stilllegung)* -Landessammelstelle Ba.-Wü. -Institut für Transurane ITU (EURATOM) -Sonstige)	3.043 m <sup>3</sup>

Bestand bei der HDB behandelter Abfälle [Zwischenlagervolumen] ([Bruttogebindevolumen])	Bestand
Gesamtsumme HDB nicht wärmeentw. Abfälle	68.769 m <sup>3</sup> (59.006 m <sup>3</sup> )
Gesamtsumme HDB mit wärmeentw. Abfälle	69.018 m <sup>3</sup> (59.175 m <sup>3</sup> )
(aus folgenden Anlagen: -WAK GmbH (Betrieb + Stilllegung)* -Landessammelstelle Ba.-Wü. -Institut für Transurane ITU (EURATOM) -Sonstige)	

\* Menge des ehemaligen Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) mit Eingang bis 30.09.2009 wurden gemäß Spaltungsvertrag in WAK-Eigentum übernommen.

\*\* Bei der HDB sind Zwischenprodukte nicht bei behandeltem Abfall, sondern bei „Rohabfall und vorbehandelte Reststoffe“ enthalten.

**Anlieferung zur Wiederaufarbeitung in Anlagen der AREVA NC in La Hague, der Sellafield Ltd. in Sellafield und der WAK in Karlsruhe**

	AREVA (Cogema)	Sellafield (BNFL)	WAK <sup>1</sup>
	tSM	tSM	tSM
<b>KKP 1</b>	391	-	-
<b>KKP 2</b>	208	-	-
<b>GKN I</b>	320	111	15
<b>KWO</b>	202 <sup>2</sup>	-	41
<b>Summe Anlagen in BW (ohne Forschungsreaktoren)</b>	<b>1121</b>	<b>111</b>	<b>56</b>
<b>Summe Deutschland</b>	<b>5393</b>	<b>851</b>	<b>207</b>

<sup>1</sup> Neben den genannten Anlagen wurden auch Brennelemente aus den Kernkraftwerken Gundremmingen A (11 tSM) und Stade (18 tSM) aufgearbeitet; außerdem Forschungseinrichtungen: MZFR (89 tSM) und VAK (7 tSM); HDR (7 tSM), FR 2 (14 tSM), GKSS-Nuklearschiff Otto Hahn (3 tSM) und Einzelstäbe (2 tSM); Summe Deutschland mit diesen Anlage: 207 tSM bei der WAK aufgearbeitet.

<sup>2</sup> Davon 191 tSM mit Abfallrückführung

**Zurückzuführende Abfälle aus der Wiederaufarbeitung bei der AREVA NC in La Hague bzw. bei der NDA/Sellafield Ltd. in Sellafield**

Bezeichnung des Abfalls	Gesamtzahl noch zurückzuführender Behälter	Anteil der EnBW Kernkraft GmbH	Stand der Rückführung und Zwischenlagerung	Voraussichtlicher Transportzeitpunkt
<b>Abfall aus Anlage in La Hague</b>				
HAW*- Glaskokillen	0	Ca. 21 %	Alle 108 Behälter sind aus La Hague zurückgeführt und im TBL-G eingelagert worden.	Rückführung im Nov. 2011 abgeschlossen.
MAW**- Glasprodukt	5	Ca. 20%	Transport aufgrund § 9a Absatz 2a AtG in das ursprünglich geplante TBL Gorleben nicht mehr zulässig. Zur Festlegung der jeweiligen standortnahen Zwischenlager fanden diverse Gespräche zwischen den Energieversorgungsunternehmen, Bund und Ländern statt. Die Gespräche gelten als gescheitert. Die Energieversorgungsunternehmen haben in fünf Bundesländern verwaltungsgerichtliche Feststellungsklagen und darüber hinaus Verfassungsbeschwerde gegen den § 9a Absatz 2a AtG beim Bundesverfassungsgericht eingereicht. Das Bundesumweltministerium plant ein Konzept zur Umsetzung der gesetzlichen Verpflichtung der Energieversorgungsunternehmen zur Rücknahme und Zwischenlagerung der verfestigten Spaltproduktlösungen aus dem Ausland zu erarbeiten.	Transport nicht vor 2017.
Hochdruck-kompaktierte Abfälle (u. a. BE-Strukturteile)	152	Ca. 21 %	Zwischenlagerung im TBL Ahaus vorgesehen.	Nicht vor 2026.
<b>Abfall aus Anlage in Sellafield</b>				
HAW*- Glaskokillen	21***	Ca. 15 %	Identischer Sachverhalt wie bei MAW-Glasprodukt.	Nicht vor 2017.

\* HAW: Highly Active Waste (=hochradioaktiver Abfall)

\*\* MAW: Medium Active Waste (=mittelradioaktiver Abfall)

\*\*\* Substitution von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen durch hochradioaktive Abfälle entsprechend einer Erhöhung von 4,8 % enthalten, so dass keine weiteren radioaktiven Abfälle zurückzuführen sind

## Bestand an abgebrannten Brennelementen und hochradioaktiven Abfällen der baden-württembergischen Anlagen

Kernkraftwerke	bestrahlte BE	Glaskokillen	Behälter (CASTOR)	Lagerkapazität
	Anzahl BE	Anzahl GK (Anzahl Beh.)	Anzahl BE- Beh.	Anzahl BE bzw. Stellplätze
<b>Neckarwestheim GKN</b>				
Standort – Nasslager GKN I	245			133 + 177* BE
Standort – Nasslager GKN II (BE aus GKN I + GKN II)	83 + 496			85 + 508 + 193* BE
Standort–Zwischenlager (BE aus GKN I + GKN II)	253 + 583		44	151 Stellplätze
TB-Lager Gorleben (GKN I + GKN II)	0 + 57	180 (6,4)	0 + 3	29,16 Stellplätze
TB-Lager Ahaus (GKN I + GKN II)	0 + 57	-	0 + 3	25,220 Stellplätze
WAA		COG	BNFL	WAK
(GKN I + GKN II)	aufgearbeitet	897	308	44
	Angeliefert	897	308	44
<b>Philippsburg KKP</b>				
Standort – Nasslager KKP 1	875			356 + 592* BE
Standort – Nasslager KKP 2 (BE aus KKP 1 + KKP 2)	11 + 541			23 + 564 + 193* BE (11 BE aus KKP 1 belegen KKP 2- Positionen, außerdem 12 weitere nicht nutzbare Positionen)
Standort–Zwischenlager (BE aus KKP 1 + KKP 2)	572 + 475		36	152 Stellplätze
TB-Lager Gorleben (KKP 1 + KKP 2)	0 + 9	269 (9,6)	0 + 1	35,94 Stellplätze
TB-Lager Ahaus	-	-	-	31,095 Stellplätze
WAA		COG	BNFL	WAK
(KKP1 + KKP2)	Aufgearbeitet	2561	-	-
	Angeliefert	2561	-	-
<b>Obrigheim KWO</b>				
Standort – Nasslager KWO				Durch 1. ÄG zur 1. SG Lagerkapazität ent- fallen
Standort – Ext. BE-Becken	342			980 BE
TB-Lager Gorleben	-	105 (3,8)	-	10,90 Stellplätze
TB-Lager Ahaus	-	-	-	9,425 Stellplätze
WAA		COG	BNFL	WAK
(KWO)	Aufgearbeitet	709**	-	151
	Angeliefert	709**	-	151

\* Kernvollentladung    \*\* mit Abfallrückführung 595

## BE-Lagersituation am Standort KWO

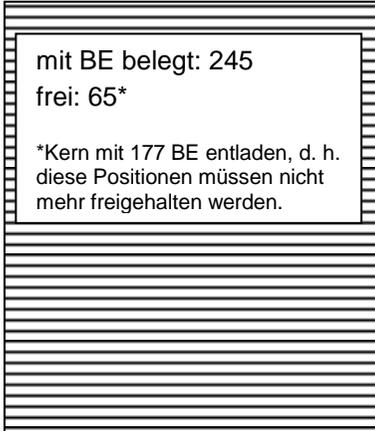
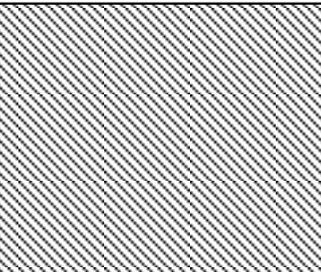
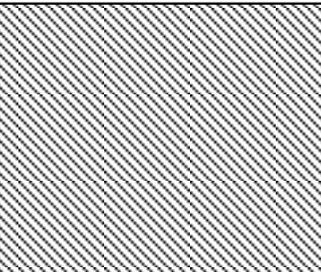
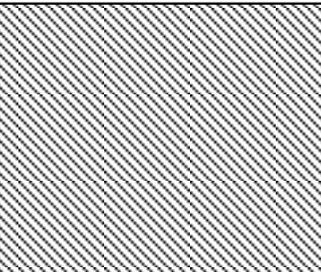
### Externes BE-Lager im Notstandsgebäude

Maximal genehmigte Lagerungspositionen	
980	
zzt. belegbar	530 (untere Lagergestelle)
zzt. belegt:	342
zzt. frei:	188

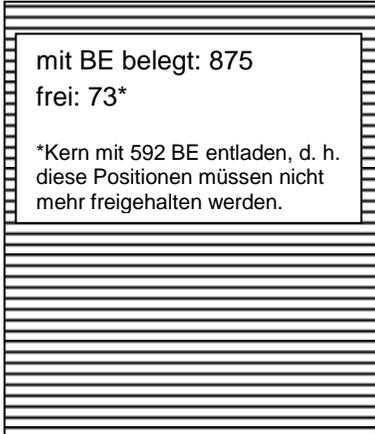
### Lagerkapazität ext. BE-Lager

980 genehmigte Positionen  
530 Lagergestelle (untere Lage) zzt. eingebaut

**Brennelement-Lagersituation am Standort GKN**

<p><b>Nasslager GKN I</b></p> <p>Gesamtzahl der genehmigten BE-Positionen GKN I: <u>310</u> BE</p>  <p>mit BE belegt: 245 frei: 65*</p> <p>*Kern mit 177 BE entladen, d. h. diese Positionen müssen nicht mehr freigehalten werden.</p>	<p><b>Standortzwischenlager</b></p> <p>151 Stellplätze für CASTOR V/19-Behälter genehmigt (jeweils 19 BE).</p> <p>Belegt mit 44 CASTOR-Behältern (253 GKN I-BE und 583 GKN II-BE)</p>	<p><b>Nasslager GKN II</b></p> <p>Gesamtzahl der genehmigten BE-Positionen GKN II: 786 BE (+ 6 Positionen für z. B. Dummies und Köcher)</p> <table border="1" data-bbox="1025 520 2018 1042"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1025 520 1691 571">Genehmigte BE-Positionen: <u>593</u></td> <td data-bbox="1697 520 2018 770">BE-Positionen freizuhalten für Kernvollentladung: <u>193</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1025 571 1361 770">Genehmigte Lagerpositionen für GKN I-BE: <u>256</u> (mit Adaptern)</td> <td data-bbox="1361 571 1691 770">Genehmigte Lagerpositionen für GKN II-BE: mindestens <u>337</u> maximal <u>593</u></td> <td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1025 770 1361 1042">mit BE belegt: 83 frei: 0* *mit 83 eingebauten Adaptern</td> <td data-bbox="1361 770 1691 1042">mit BE belegt: 496 frei: 12* *85 nicht nutzbare Positionen (Adapter etc.) berücksichtigt</td> <td data-bbox="1697 770 2018 1042"></td> </tr> </table>	Genehmigte BE-Positionen: <u>593</u>		BE-Positionen freizuhalten für Kernvollentladung: <u>193</u>	Genehmigte Lagerpositionen für GKN I-BE: <u>256</u> (mit Adaptern)	Genehmigte Lagerpositionen für GKN II-BE: mindestens <u>337</u> maximal <u>593</u>		mit BE belegt: 83 frei: 0* *mit 83 eingebauten Adaptern	mit BE belegt: 496 frei: 12* *85 nicht nutzbare Positionen (Adapter etc.) berücksichtigt	
Genehmigte BE-Positionen: <u>593</u>		BE-Positionen freizuhalten für Kernvollentladung: <u>193</u>									
Genehmigte Lagerpositionen für GKN I-BE: <u>256</u> (mit Adaptern)	Genehmigte Lagerpositionen für GKN II-BE: mindestens <u>337</u> maximal <u>593</u>										
mit BE belegt: 83 frei: 0* *mit 83 eingebauten Adaptern	mit BE belegt: 496 frei: 12* *85 nicht nutzbare Positionen (Adapter etc.) berücksichtigt										

## Brennelement-Lagersituation am Standort KKP

<p><b>Nasslager KKP 1</b></p> <p>Gesamtzahl der genehmigten BE-Positionen GKN I: <u>948</u> BE</p>  <p>mit BE belegt: 875 frei: 73*</p> <p>*Kern mit 592 BE entladen, d. h. diese Positionen müssen nicht mehr freigehalten werden.</p>	<p><b>Standortzwischenlager</b></p> <p>152 Stellplätze für CASTOR V/19-Behälter (jeweils 19 BE) oder CASTOR V/52 (jeweils 52 BE) genehmigt.</p> <p>Belegt mit: 11 CASTOR V/52-Behälter (572 KKP 1-BE) und 25 CASTOR V/19-Behälter (475 KKP 2-BE)</p>	<p><b>Nasslager KKP 2*</b></p> <p>Gesamtzahl der genehmigten BE-Positionen KKP 2: 780 BE</p> <table border="1" data-bbox="1025 520 2022 1045"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1025 520 1691 571">Genehmigte BE-Positionen: <u>587</u></td> <td data-bbox="1697 520 2022 770" rowspan="2">BE Positionen freizuhalten für Kernvollentladung: <u>193</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1025 571 1361 770">Genehmigte Lagerpositionen für KKP 1-BE: <u>128</u> (mit Adaptern)</td> <td data-bbox="1361 571 1691 770">Genehmigte Lagerpositionen für GKN II-BE: mindestens <u>459</u> maximal <u>587</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1025 770 1361 1045">mit BE belegt: 11 frei: 0* *mit 11 eingebauten Adaptern</td> <td data-bbox="1361 770 1691 1045">mit BE belegt: 541 frei: 23* *23 nicht nutzbare Positionen (Adapter etc.) berücksichtigt</td> <td data-bbox="1697 770 2022 1045" style="background-color: #cccccc;"></td> </tr> </table>	Genehmigte BE-Positionen: <u>587</u>		BE Positionen freizuhalten für Kernvollentladung: <u>193</u>	Genehmigte Lagerpositionen für KKP 1-BE: <u>128</u> (mit Adaptern)	Genehmigte Lagerpositionen für GKN II-BE: mindestens <u>459</u> maximal <u>587</u>	mit BE belegt: 11 frei: 0* *mit 11 eingebauten Adaptern	mit BE belegt: 541 frei: 23* *23 nicht nutzbare Positionen (Adapter etc.) berücksichtigt	
Genehmigte BE-Positionen: <u>587</u>		BE Positionen freizuhalten für Kernvollentladung: <u>193</u>								
Genehmigte Lagerpositionen für KKP 1-BE: <u>128</u> (mit Adaptern)	Genehmigte Lagerpositionen für GKN II-BE: mindestens <u>459</u> maximal <u>587</u>									
mit BE belegt: 11 frei: 0* *mit 11 eingebauten Adaptern	mit BE belegt: 541 frei: 23* *23 nicht nutzbare Positionen (Adapter etc.) berücksichtigt									

\* Im Februar 1999 wurde gestattet, im Nasslager von KKP 2 unter Verwendung der vorhandenen Lagergestelle und Anpassung durch Adapter bis zu 128 KKP 1-Brennelemente zu lagern. Im Dezember 1999 wurde darüber hinaus gestattet, zwei (8x8)-Lagergestelle für KKP 2-Brennelemente durch zwei (13x13)-Lagergestelle für KKP 1-Brennelemente zu ersetzen. Tatsächlich wurde aber nur ein (8x8)-Lagergestell mit 64 Brennelementen für KKP 2 durch ein (13x13)-Lagergestell für KKP 1-Brennelemente ersetzt. Die Lagerkapazität betrug nun für KKP 2-Brennelemente 780 - 64 - 193 = 523 Positionen und für KKP 1-Brennelemente 169 Positionen. Im Jahr 2000 wurde gestattet, das Zusatzgestell für 12 KKP 2-Brennelemente durch Gestelle mit insgesamt 24 KKP 2-Positionen zu ersetzen. Die zusätzlichen 12 Positionen dürfen aber laut Genehmigung nur belegt werden, wenn an anderer Stelle dann 12 KKP 2-Brennelemente oder das Äquivalent an KKP 1-Brennelementen (1 KKP 2-Brennelement = 2,64 KKP 1-Brennelemente) entfallen und umgekehrt. Im Jahr 2013 wurde genehmigt, das Lagergestell für KKP 1-Brennelemente zu demontieren und das bestehende Lagergestell für KKP 2-Brennelemente wieder einzusetzen. Mit Hilfe von Adaptern können dann weiterhin bis zu 128 KKP 1-Brennelemente im Nasslager von KKP 2 gelagert werden, wobei jeweils durch ein KKP 1-Brennelement eine Position für KKP 2-Brennelemente belegt wird. Zum Stichtag 31.12.2014 waren das Lagergestell für KKP 1-Brennelemente aus dem Nasslager von KKP 2 ausgebaut und stattdessen Adapter für KKP 1-Brennelemente eingesetzt.

**Bestand an abgebrannten Brennelementen an den baden-württembergischen Anlagen**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Block	Betrieb Seit <sup>1</sup>	Reststrommenge [GWh] zum 31.12.2014 <sup>2</sup> gemäß § 7 Absatz 1a Anlage 3 Spalte 2 AtG	Späteste Betriebsende <sup>3</sup>	BE im Kern <sup>4</sup>	BE im Nasslager <sup>4</sup>	BE im Standortzwischenlager <sup>4</sup>	Abgeschätzter Anfall BE bis Stilllegung nach 13. Novelle AtG, ca. <sup>4</sup>	Abgeschätzter BE-Bestand bei Stilllegung nach 13. Novelle AtG <sup>4</sup> Summe aus Werte Sp. 5, 6, 7 u. 8
<b>KKP 1</b>	26.3.1980	8454,24	06.08.2011	0	875 (+11*)	572	0	1458
<b>KKP 2</b>	18.4.1985	41.203,77	31.12.2019	193	541	475	148	1357
<b>GKN I</b>	1.12.1976	0	06.08.2011	0	245 (+83*)	253	0	581
<b>GKN II</b>	15.4.1989	78.510,71	31.12.2022	193	496	583	273	1545
<b>KWO</b>	1.4.1969	-	Betriebsende 2005	0	0	342	-	-

10	11	12
<b>Behälter bei Stilllegung**</b> Ergibt sich mit Spalte 9 und: KKP 1: 52 BE pro Behälter KKP 2: 19 BE pro Behälter GKN I: 19 BE pro Behälter GKN II: 19 BE pro Behälter	<b>Summe Behälter am Standort bei Stilllegung</b>	<b>genehmigte Stellplätze</b>
29	101**	152
72		
31	113**	151
82		
-	-	-

\* In Block 2

\*\* Ohne Berücksichtigung einer möglichen Behälterteilbeladung

<sup>1</sup> Quelle: AtG vom 19.07.2002

<sup>2</sup> Quelle: BfS-Veröffentlichung im Internet

<sup>3</sup> Entsprechend 13. Gesetz zur Änderung des AtG

<sup>4</sup> Quelle: Entsorgungsvorsorgenachweise der Anlagen GKN, KKP und KWO vom 31.12.2014