

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

Mai 2019



Innenansicht des Standortzwischenlagers Neckarwestheim



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

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

vom Mai 2019

1	Rechtliche Rahmenbedingungen der nuklearen Entsorgung	2
1.1	ABGEBRANNTEN BRENNELEMENTE SOWIE KERNBRENNSTOFFE UND RADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND	2
1.2	SONSTIGE RADIOAKTIVE ABFÄLLE	3
2	Erzeuger abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle in Baden-Württemberg	5
2.1	KERNKRAFTWERKE	6
2.2	WIEDERAUFARBEITUNGSANLAGE KARLSRUHE (WAK)	8
2.3	FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN	10
2.4	STILLGELEGTE KERNTHECHNISCHE ANLAGEN UND EINRICHTUNGEN	11
2.5	LANDESSAMMELSTELLE BADEN-WÜRTTEMBERG	13
3	Schwach- und mittelradioaktive Abfälle (nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle)	15
3.1	ANFALL SCHWACH- UND MITTELRADIOAKTIVER ABFÄLLE IN BADEN-WÜRTTEMBERG	15
3.2	KONDITIONIERUNG SCHWACH- UND MITTELRADIOAKTIVER ABFÄLLE	15
3.3	ZWISCHENLAGERUNG SCHWACH- UND MITTELRADIOAKTIVER ABFÄLLE	18
3.4	TRANSPORTE SCHWACH- UND MITTELRADIOAKTIVER ABFÄLLE	24
4	Abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle)	26
4.1	ANFALL ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE IN BADEN-WÜRTTEMBERG UND ANFALL RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND	28
4.2	VERWERTUNG BZW. ENTSORGUNG DES BEI DER WIEDERAUFARBEITUNG GEWONNENEN PLUTONIUMS UND URANS	32
4.3	ZWISCHENLAGERKONZEPTE FÜR DIE ZWISCHENLAGERUNG VON ABGEBRANNTEN BRENNELEMENTEN UND RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG	33
4.4	LAGERMÖGLICHKEITEN UND KAPAZITÄTEN FÜR ABGEBRANNTEN BRENNELEMENTE UND ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND	37
4.5	ZWISCHENLAGERUNG ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG	39
4.6	TRANSPORTE ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG	43
5	Endlagerung	45
5.1	ENDLAGER FÜR SCHWACH- UND MITTELRADIOAKTIVE ABFÄLLE (NICHT WÄRMEENTWICKELNDE RADIOAKTIVE ABFÄLLE)	45
5.2	ENDLAGER FÜR ABGEBRANNTEN BRENNELEMENTE UND HOCHRADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG (WÄRMEENTWICKELNDE RADIOAKTIVE ABFÄLLE)	53
5.3	AUSBLICK	57
	Anhänge	59

1 Rechtliche Rahmenbedingungen der nuklearen Entsorgung

1.1 ABGEBRANNTEN BRENNELEMENTE SOWIE KERNBRENNSTOFFE UND RADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND

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

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

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

In Verbindung mit dem „Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle und zur Änderung anderer Gesetze“ (Standortauswahlgesetz – StandAG) vom 23. Juli 2013 wurde ein neuer Absatz 2a in den § 9a des Atomgesetzes eingefügt. Demnach haben die betroffenen Energieversorgungsunternehmen dafür zu sorgen, dass die aus der Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe im Ausland stammenden verfestigten

Spaltproduktlösungen (HAW¹- und MAW²-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 (Großbritannien) in das zentrale Zwischenlager in Gorleben ist somit nicht mehr möglich.

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

Der Verantwortungsübergang für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle ist in Artikel 2 dieses Gesetzes, mit dem das Entsorgungsübergangsgesetz erlassen wurde, geregelt. Radioaktive Abfälle einschließlich abgebrannter Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung werden demnach an eine neu gegründete Gesellschaft des Bundes, die Gesellschaft für Zwischenlagerung (BGZ), übergeben. Die Verpflichtung zur Zwischen- und Endlagerung dieser Abfälle liegt nach der Übergabe bei der BGZ.

Weiterhin wurde der Zeitpunkt des Übergangs der Standortzwischenlager für bestrahlte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung an die BGZ auf den 1. Januar 2019 festgelegt. Damit gingen auch die Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente an den Standorten Philippsburg und Neckarwestheim zum genannten Termin an die BGZ über.

1.2 SONSTIGE RADIOAKTIVE ABFÄLLE

Die Behandlung, Verpackung, Zwischenlagerung und Abgabe der sonstigen radioaktiven Abfälle, die im Wesentlichen aus dem Betrieb und Rückbau von Kernkraftwerken herrühren, sind in der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) geregelt.

¹ HAW: High Active Waste

² MAW: Medium Active Waste

Das Entsorgungsübergangsgesetz regelt den Übergang der Lager für sonstige radioaktive Abfälle und der endlagergerecht konditionierten radioaktiven Abfälle an den Kernkraftwerkstandorten an die BGZ. Sie werden zum 1. Januar 2020 an die BGZ übergehen. In Baden-Württemberg sind dies die Abfalllager an den Standorten Philippsburg, Neckarwestheim und Obrigheim.

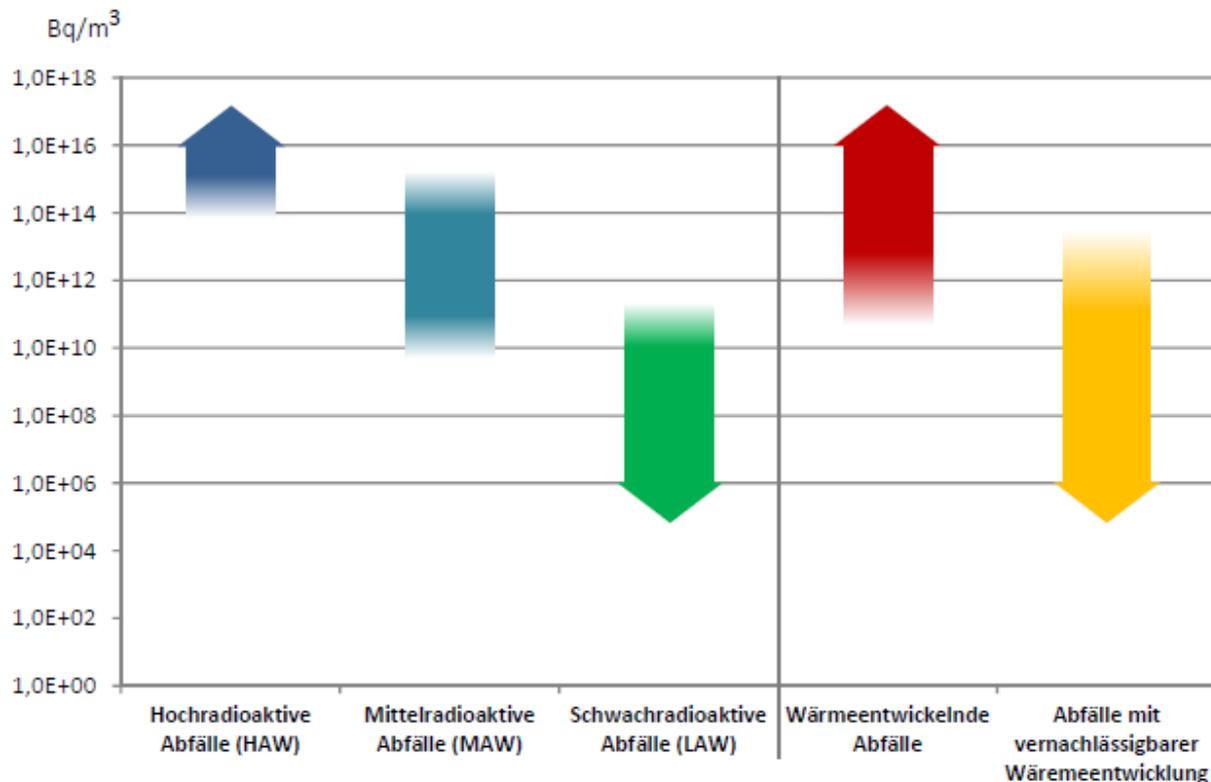
2 Erzeuger abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle in Baden-Württemberg

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

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

- schwach- und mittelradioaktive Abfälle (LAW³ und MAW) mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung,
- mittelradioaktive Abfälle mit Wärmeentwicklung (Hüllrohre, Strukturteile) und
- hochradioaktive, wärmeentwickelnde Abfälle (HAW).

Kategorien radioaktiver Abfälle



³ LAW: Low Active Waste

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

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

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

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

2.1 KERNKRAFTWERKE

In Baden-Württemberg befinden sich noch zwei Kernkraftwerksblöcke im Betrieb.

Im Jahr 2010 hatten noch vier Kernkraftwerksblöcke in Baden-Württemberg rund 5 Prozent zur gesamten Stromerzeugung in Deutschland beigetragen. Der Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg betrug damals etwa 50 Prozent. Nach der Einstellung des Leistungsbetriebs der beiden Kernkraftwerksblöcke Neckarwestheim I (GKN I) und Philippsburg 1 (KKP 1) im März 2011 beträgt der Anteil der Kernenergie heute etwa ein Drittel an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg. Der Strom wird durch die Kernkraftwerksblöcke GKN II und KKP 2 erzeugt.

Radioaktive Betriebsabfälle fallen im Leistungsbetrieb an, aber auch in der Nachbetriebsphase und dem anschließenden Stilllegungs- bzw. Restbetrieb, 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 und dann geringfügig mit Alphastrahlern kontaminiert.

Der durchschnittliche Anfall an endkonditionierten Betriebsabfällen bei den sich im Leistungsbetrieb befindenden Reaktorblöcken beträgt ca. 50 m³ pro Block und Betriebsjahr, wobei diese Angabe erheblich von der Größe bzw. Leistung und dem Reaktortyp (Siedewasser- oder Druckwasserreaktor) abhängt. Da die Turbine eines Siedewasserreaktors mit Dampf aus dem Reaktordruckbehälter angetrieben wird, gehört das Maschinenhaus beim Siedewasserreaktor im Gegensatz zu einem Druckwasserreaktor ebenfalls zum Kontrollbereich des Kernkraftwerks. Dementsprechend fallen im Mittel bei einem Siedewasserreaktor mehr betriebliche radioaktive Abfälle an.

Bei den in Baden-Württemberg anfallenden radioaktiven Betriebsabfällen handelt es sich überwiegend um

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

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 Anteil (ca. 99,9 Prozent) der gesamten Radioaktivität. Bei der jährlichen Revision eines Kernkraftwerks werden abgebrannte Brennelemente aus dem Reaktorkern entla-

den und in das Abklingbecken verbracht. Dort nimmt 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 Instituts für Technologie Campus Nord (KIT Campus Nord, ehemals Forschungszentrum Karlsruhe) befindet, aufgearbeitet. Dabei fielen große Mengen schwach-, mittel- und hochradioaktive Abfälle an, die stark mit alphastrahlenden Nukliden belastet sind. Die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle wurden bei den Entsorgungsbetrieben der Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH, kurz KTE (zum damaligen Zeitpunkt noch WAK GmbH), die sich auf dem Gelände des KIT Campus Nord befinden, konditioniert und werden bis heute dort zwischengelagert.

Die bei der Wiederaufarbeitung angefallenen ca. 60 m³ hochradioaktive 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 der HAWC von September 2009 bis Juni 2010 verglast werden. Nach Beendigung der Verglasung des HAWC wurden die verfahrenstechnischen Komponenten gespült und die dabei angefallene radioaktive Spülflüssigkeit ebenfalls verglast. Die hochradioaktiven Spaltprodukte wurden durch die Verglasung in eine stabile Glasstruktur eingebunden und zusätzlich in aus Edelstahl hergestellten und dicht verschweißten Behältern (Kokillen) eingeschlossen. Die 140. und letzte hochradioaktive Glaskokille wurde durch Verglasen von radioaktiver Spülflüssigkeit am 25. November 2010 abgefüllt. Der Verglasungssofen wurde anschließend außer Betrieb genommen.



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

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

Der Rückbau des Prozessgebäudes, in dem die eigentliche Wiederaufarbeitung stattfand, hatte schon Mitte der 1990er Jahre mit der Demontage einzelner Komponenten begonnen. Nach der Verglasung der Spaltproduktlösung können die ehemaligen HAWC-Lagerbehälter und die Verglasungsanlage selbst abgebaut werden. Seit 2013 erfolgen bereits Außerbetriebnahmen in der VEK. Die WAK und die VEK sollen nach Auskunft des Betreibers bis Anfang der 2030er Jahre vollständig abgebaut werden.



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

Beim weiteren Rückbau der stillgelegten Wiederaufarbeitungsanlage mit der Verglasungsanlage ergibt sich noch eine erhebliche 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 Betrieb und dem Rückbau der WAK mehr als 21.000 m³ (Endlager-volumen) schwach- und mittelradioaktive Abfälle erwartet. Eine weit größere Menge an Rückbauabfällen ist nicht oder so gering kontaminiert, dass sie nach entsprechender Behandlung und Kontrolle herausgegeben oder gemäß den Regelungen der Freigabe der Strahlenschutzverordnung uneingeschränkt oder spezifisch, beispielsweise zur Beseitigung auf eine Deponie, freigegeben werden können.

2.3 FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN

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

Schwach- und mittelradioaktive Abfälle wurden in den Entsorgungsbetrieben der KTE (ehemals „Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe“, kurz: HDB), verarbeitet und konditioniert. Bei der Konditionierung wurden die Abfälle aus der Forschung zum Teil mit den stark alpha-strahlenden Betriebsabfällen aus der WAK vermischt. Diese konditionierten Abfälle lagern derzeit bei den Entsorgungsbetrieben der KTE auf dem Gelände des KIT Campus Nord. Die WAK und die Forschungs- und Versuchsreaktoren wurden 2009 für den weiteren Rückbau an die KTE übertragen.

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

2.4 STILLGELEGTE KERNTÉCHNISCHE ANLAGEN UND EINRICHTUNGEN

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

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

Auch stillgelegte Kernkraftwerke der Energieversorgungsunternehmen werden abgebaut. Am 11. Mai 2005 wurde der Leistungsbetrieb des Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) eingestellt. Der Rückbau des KWO hat 2008 auf Grundlage der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (SAG) begonnen und wurde auf Basis zweier weiterer Genehmigungen fortgesetzt. Die am 14. Mai 2018 erteilte 4. Abbaugenehmigung umfasst den Abbau der restlichen Anlagenteile, deren Abbau noch nicht mit der 1. oder 2. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung oder der 3. Abbaugenehmigung genehmigt wurde.



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

Der Betrieb der Kernkraftwerksblöcke GKN I und KKP 1 wurde wenige Tage nach dem Beginn der Nuklearkatastrophe in Japan aufgrund einer Anordnung am 16. bzw. 17. März 2011 vorläufig eingestellt. Wenige Monate später war es diesen Anlagen mit dem Inkrafttreten der 13. Atomgesetznovelle (vom Juli 2011) nicht mehr erlaubt, den Leistungsbetrieb aufzunehmen.

Die jeweiligen Anträge zur Stilllegung und zum Abbau wurden im Mai 2013 eingereicht. Im Februar 2017 wurde dann für GKN I und im April 2017 für KKP 1 jeweils die 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung zum Abbau von Anlagenteilen erteilt. Mit den ersten Abbauarbeiten wurde bei beiden Anlagen bereits wenige Tage später begonnen. Die Arbeiten schreiten seither voran. Nach Angaben des Betreibers dauert der Rückbau der Anlagen ca. 10 bis 15 Jahre.

Beim Rückbau fallen im Wesentlichen schwach- und mittelradioaktive Abfälle an, die dann zwischengelagert werden müssen. Derzeit geht man bei der nationalen Entsorgungsplanung von einem durchschnittlichen Abfallgebundevolumen von ca. 5.000 m³ schwach- und mittelradioaktiven Stilllegungs- und Rückbauabfällen pro Kernkraftwerksblock aus, die dem Endlager des Bundes für schwach- und mittelradioaktive Abfälle zugeführt werden müssen.⁴ Das tatsächliche

⁴ BMU 2015

Volumen der Stilllegungs- und Rückbauabfälle ist jedoch erheblich von der Größe bzw. Leistung und dem Typ eines Kernkraftwerks (Siedewasserreaktor oder Druckwasserreaktor) abhängig.



Abbau eines Dampferzeugers im Kernkraftwerk Obrigheim im Rahmen der 2. SAG

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

2.5 LANDESSAMMELSTELLE BADEN-WÜRTTEMBERG

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



Reststoffeingangslager der Entsorgungsbetriebe

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

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

Dem Umweltministerium Baden-Württemberg wird entsprechend § 1 AtEV regelmäßig über schwach- und mittelradioaktive, nicht wärmeentwickelnde Abfälle bei den Kernkraftwerken und den Entsorgungsbetrieben der KTE auf dem Gelände des Karlsruher Instituts für Technologie Campus Nord (KIT Campus Nord) berichtet. Die Tabellen in Anhang 3 und 4 enthalten in einer zusammenfassenden Darstellung Angaben zum Zugang an Reststoffen und Rohabfällen sowie zum Anfall und Bestand an radioaktiven Abfällen an den Kernkraftwerksstandorten und bei den Entsorgungsbetrieben der KTE. Damit sind alle wesentlichen radioaktiven Abfallströme in Baden-Württemberg erfasst.

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

Der Anfall an schwach- und mittelradioaktiven, nicht wärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen im vergangenen Jahr in Baden-Württemberg ist in Anhang 3 – getrennt nach den Anlagen und Einrichtungen – dargestellt (vgl. auch Kap. 2).

Bei den Angaben ist zu beachten, dass bestimmte Abfälle sowohl aus dem Betrieb als auch aus dem Rückbau einer Anlage chargenweise und nicht kontinuierlich anfallen, sodass sich bei der jährlichen Bilanzierung zum Teil große Unterschiede in und zwischen den verschiedenen Anlagen und Einrichtungen ergeben können. Zusätzlich zu den Rohabfällen fällt ein Teil der Abfälle verfahrensabhängig (z. B. Verdampferkonzentrate) auch unmittelbar, d.h. ohne die Vorstufe Rohabfall, als behandelte Abfall an.

3.2 KONDITIONIERUNG SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE

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

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



Beschickungsbox der Verbrennungsanlage bei den Entsorgungsbetrieben



Zementierung von Verdampferkonzentraten bei den Entsorgungsbetrieben

Über Baden-Württemberg hinaus sind bedeutende zentrale Abfallbehandlungsanlagen, in denen auch Abfälle aus Baden-Württemberg konditioniert werden, beispielsweise die GNS-Anlagen

in Jülich, die Einschmelzanlage von Siempelkamp in Krefeld oder die Verbrennungsanlage von Studsvik/Cyclife in Nyköping (Schweden).

Darüber hinaus gibt es dezentrale Abfallbehandlungsanlagen an den Kernkraftwerksstandorten. Dort werden radioaktive Abfälle aus dem Betrieb der Anlage oder ggf. aus dem Rückbau konditioniert. In Zusammenhang mit dem laufenden Rückbau der Kernkraftwerksblöcke an den Standorten Neckarwestheim und Philippsburg ist neben jeweils eines zusätzlichen Abfalllagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle auch jeweils ein Reststoffbearbeitungszentrum genehmigt und im Bau. Dort sollen die radioaktiven Reststoffe aus dem Rückbau behandelt und die sich ergebenden Stoffströme dem entsprechenden Verwertungs- oder Entsorgungspfad zugeführt werden. Abfälle, die weder der uneingeschränkten Freigabe noch der Freigabe zur 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 Vorgaben der Annahmebedingungen des jeweiligen Endlagers und der Strahlenschutzverordnung ergeben. Nach dem 1998 verfügten Einlagerungsstopp im Endlager Morsleben werden die Abfallgebinde entsprechend den Endlagerungsbedingungen für das genehmigte Endlager Konrad konditioniert.

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

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

Wegen des unsicheren Zeitpunkts der Abgabe an das Endlager Konrad müssen alle an den Standorten von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen vorhandenen schwach- und mittelradioaktiven Abfälle zukünftig so konditioniert und verpackt werden, dass sie einer Jahrzehnte langen oberirdischen Lagerung standhalten. Konditionierte Abfälle müssen auch 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 von Ablaufplänen, die von der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) geprüft und freigegeben wurden. Die Anforderungen aus den Endlagerungsbedingungen sind in diesen Ablaufplänen umgesetzt. Für das Endlager Konrad sind derzeit die Endlagerungsbedingungen vom Dezember 2014 gültig.

Die bestehenden Ablaufpläne der KTE für Standardkonditionierverfahren wurden auf Basis der vorläufigen Endlagerungsbedingungen Konrad aus dem Jahr 1995 von der KTE erstellt und vom damaligen Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) freigegeben. Neben der radiologischen Deklaration ist heute auch eine stoffliche Deklaration auf Basis der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis für die zu entsorgenden radioaktiven Abfälle erforderlich. Die oben genannten Ablaufpläne müssen daher alle hinsichtlich der stofflichen und teilweise auch hinsichtlich der radiologischen Produktkontrolle aktualisiert werden. Die stoffliche Deklaration wird in Analogie zu der radiologischen Deklaration (Nuklidvektoren) über Stoffvektoren erfolgen.

3.3 ZWISCHENLAGERUNG SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE

Bis zum Einlagerungsbeginn in das Endlager Konrad und auch darüber hinaus ist aus logistischen, betrieblichen und betriebswirtschaftlichen Gründen eine umfangreiche längerfristige Zwischenlagerung 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 die entsprechenden Kapazitäten sein. Auch müssen aufgrund der Unsicherheit über den Zeitpunkt der Abgabe erhöhte Anforderungen an die Verpackung und Konditionierung von Abfällen gestellt werden. Bereits konditionierte Abfälle müssen regelmäßig überprüft werden. Bereits im Jahr 2012 wurden in Baden-Württemberg an allen Standorten

mit Abfallagern Inspektionsprogramme eingeführt, um die Lagerbehälter sukzessive zu überprüfen.

Der Bestand an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen an den baden-württembergischen Kernkraftwerksstandorten und der baden-württembergischen Kernkraftwerke zugeordneten Abfälle in den Abfallagern Gorleben und Ahaus und sonstigen Einrichtungen und der Bestand bei den Entsorgungsbetrieben der KTE ist in Anhang 4 dargestellt.

ABFALLLAGER AN DEN STANDORTEN DER KERNKRAFTWERKE UND DER KTE

Größere Abfalllager („Zwischenlager“) für schwach- und mittelradioaktive Abfälle bestehen in Baden-Württemberg an den Kernkraftwerksstandorten sowie bei den Entsorgungsbetrieben der KTE auf dem Gelände des 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 zum Teil belegt, sodass 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 zusätzliche 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. 5.000 m³ aus. Das tatsächlich anfallende Volumen ist jedoch wesentlich von der Größe bzw. Leistung und dem Typ des Reaktors abhängig.

Beim Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) handelt es sich um eine Anlage, die mit einer früheren Leistung von 357 MW zu den kleineren Anlagen der Energieversorgungsunternehmen zählte. Die Lagerung radioaktiver Reststoffe im Abfalllager des KWO wurde mit der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung gestattet. In Folge des Entsorgungsübergangsgesetzes hat KWO am 10. August 2018 den Antrag auf eine eigenständige strahlenschutzrechtliche Genehmigung für das Abfalllager gestellt.

KWO rechnet für den vollständigen Abbau der Anlage mit einer Menge an radioaktiven Abfällen von ca. 3.700 m³ (Endlagervolumen). Das Abfalllager mit einer Kapazität von ca. 3.800 m³

ist daher ausreichend, um die bei der Stilllegung und dem Rückbau anfallenden Abfälle aufzunehmen. Die Lagerkapazität ist derzeit zu etwa 52 Prozent ausgeschöpft.

Dagegen reichen die derzeit vorhandenen Abfalllager an den Standorten Neckarwestheim und Philippsburg nicht aus, um auch die beim Rückbau aller Reaktorblöcke insgesamt anfallenden und endzulagernden radioaktiven Abfälle aufzunehmen.

Die Lagerkapazität am Standort Neckarwestheim beträgt 2.322 m³ und ist derzeit zu ca. 47 Prozent belegt. Die bis zum Ende des Rückbaus erwartete Menge an radioaktiven Abfällen am Standort Neckarwestheim beträgt ca. 12.900 m³ (Endlagervolumen). Daher errichtet der Betreiber ein weiteres Abfalllager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (Standortabfalllager) auf dem Anlagengelände, das die beim Rückbau sowohl von GKN I als auch von GKN II insgesamt anfallenden radioaktiven Abfälle aufnehmen kann.

Die Lagerkapazität am Standort Philippsburg beträgt 3.970 m³ und ist derzeit zu ca. 49 Prozent belegt. Die bis zum Ende des Rückbaus erwartete Menge an radioaktiven Abfällen beträgt ca. 15.300 m³ (Endlagervolumen). Der Betreiber errichtet daher, ebenso wie am Standort Neckarwestheim, ein Standortabfalllager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle auf dem Anlagengelände, das ebenfalls die beim Rückbau sowohl von KKP 1 als auch von KKP 2 insgesamt anfallenden radioaktiven Abfälle aufnehmen kann.

Um die radioaktiven Reststoffe aus dem Rückbau den entsprechenden Entsorgungspfaden zuzuordnen und die radioaktiven Abfälle endlagergerecht konditionieren zu können, errichtet der Betreiber neben einem Abfalllager auch jeweils ein Reststoffbearbeitungszentrum an beiden Standorten. Dort soll eine eigens dafür gegründete Gesellschaft die Bearbeitung der Reststoffe übernehmen.

Im Februar 2016 haben die zuständigen Landratsämter für die Vorhaben an beiden Standorten Baugenehmigungen erteilt, auf deren Grundlage mit den Bauarbeiten im 2. Quartal 2016 begonnen werden konnte. Im Dezember 2018 hat das Umweltministerium Baden-Württemberg jeweils auch die Genehmigungen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen nach § 7 StrlSchV (entspricht heute § 12 Abs. 1 Nr. 3 StrlSchG) erteilt. Die Reststoffbearbeitungszentren und die Standortabfalllager sollen im Jahr 2019 in Betrieb genommen werden.

Nach Maßgabe des § 3 Abs. 2 des Entsorgungsübergangsgesetzes werden die Standortabfalllager an den Standorten KKP, GKN und KWO zum Stichtag 1. Januar 2020 an die vom Bund dafür beauftragte Bundesgesellschaft für Zwischenlagerung (BGZ) übertragen.

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

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

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



Zwischenlager bei den Entsorgungsbetrieben der KTE

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

Die genehmigte Lagerkapazität für die schwachradioaktiven Abfälle (LAW) beträgt 77.400 m³ Zwischenlagervolumen. Zusätzlich existiert ein Pufferlager mit einer Kapazität von ca. 2.000 m³. Im LAW-Zwischenlager sind ca. 70.200 m³ (Stand 31.12.2018) ausgenutzt, d.h. das Lager ist zu ca. 91 Prozent belegt. Die Lagerkapazität für mittelradioaktive Abfälle (MAW) liegt unter Ausnutzung von Rangierflächen bei 1.050 m³ MAW-Lagervolumen. Derzeit ist das MAW-Lager einschl. Rangierflächen nahezu ausgelastet.

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

- MAW-Lager (Lagergebäude L566): Für den kontinuierlichen Rückbau der Anlagen der KTE ist geplant, die Erweiterung des MAW-Lagers bis spätestens 2020 zu realisieren. Mit der ge-

planten Verdoppelung der Lagerkapazitäten des MAW-Lagers steht der KTE für die Entsorgung ihrer MAW-Abfälle dann ausreichend Zwischenlagerkapazität zur Verfügung. Um die Annahmefähigkeit für MAW-Abfälle bei KTE bis zur Inbetriebnahme der zusätzlichen Lagerbereiche sicherzustellen, müssen ausgewählte Gebinde aus dem vollen MAW-Lager nach qualifizierten Verfahren in zugelassene Konrad-Behälter verpackt und in das LAW-Zwischenlager ausgelagert werden.

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

Am 28. November 2014 hat die KTE den entsprechenden atomrechtlichen Genehmigungsantrag nach § 9 AtG gestellt, um in den noch zu errichtenden Gebäuden „Lagergebäude L566“ und in der „Konrad Logistik-/Bereitstellungshalle L567“ mit schwach- und mittelradioaktiven Stoffen umgehen zu können. Die atomrechtlichen Änderungsgenehmigungen wurden für das „Lagergebäude L566“ am 7. April 2017 und für die „Konrad Logistik-/Bereitstellungshalle L567“ am 30. November 2017 erteilt.

Die Arbeiten zur Errichtung von Lagergebäude L566 wurden im Frühjahr 2017 begonnen und der Rohbau Ende 2017 fertiggestellt. Derzeit erfolgt der Ausbau der technischen Gebäudeausrüstung. Die Arbeiten zur Errichtung der Logistik-/Bereitstellungshalle L567 haben Anfang 2018 mit Bodenverbesserungsmaßnahmen begonnen. Inzwischen wurden die Bodenplatte sowie zum Teil auch die Wände hergestellt. Der Rohbau wird voraussichtlich bis Mitte 2019 fertiggestellt.

Die aktuellen Bestände, Lagerkapazitäten und Ausnutzungsgrade an den einzelnen Standorten kann Anhang 4 entnommen werden.

ABFALLLAGER GORLEBEN UND DAS ZWISCHENLAGER AHAUS

Für schwach- und mittelradioaktive Abfälle gibt es neben den Abfalllagern an den Standorten noch das Abfalllager in Gorleben (ALG) und das Zwischenlager Ahaus, in denen schwach- und mittelradioaktive Abfälle aus ganz Deutschland und dabei auch aus Baden-Württemberg zwischengelagert werden. Während für das Abfalllager in Gorleben bereits 1983 die erforderliche Genehmigung für die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Stoffen vorlag, wurde die Genehmigung für die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen 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 das damals zuständigen BfS (Zuständigkeit liegt heute beim neu gegründeten BfE) am 26. Mai 2010 erteilte. Das Zwischenlager Ahaus besteht aus zwei getrennten Lagerbereichen, für Castor-Behälter und für die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen.

VORÜBERGEHENDE ZWISCHENLAGERUNG BEI DEN KONDITIONIERERN

Zusätzlich erfolgt eine vorübergehende 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/Cyclife, der Gesellschaft für Nuklear-Service (GNS) in Jülich oder den Entsorgungsbetrieben der KTE bei Karlsruhe. Diese Abfälle müssen in der Regel nach einer gewissen Zeit an den Ablieferer zurückgeführt werden.

3.4 TRANSPORTE SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVER ABFÄLLE

Transporte von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen aus kerntechnischen Anlagen erfolgen

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

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

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

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

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

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

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 – Nutzung endete jeweils 2017) 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. In den 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. In den MOX-Brennelementen entstehen größere Mengen an Transuranen, sodass diese Brennelemente aufgrund ihrer hohen Wärmeleistung länger im Brennelementlagerbecken bleiben müssen, bevor sie trocken zwischengelagert werden können.

Nach der erforderlichen Abklingzeit sind die kurzlebigen Nuklide wie 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 ist die verbliebene Wärmeentwicklung dann allerdings immer noch zu hoch. Daher müssen vor einer Endlagerung die Brennelemente ebenso wie die hochradioaktiven verglasten Abfälle (Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung noch einmal 30 bis 40 Jahre zwischengelagert werden und ihre Nachzerfallswärme weiter abklingen. Dabei hat das für die Endlagerung vorgesehene Wirtsgestein einen bedeutenden Einfluss auf die Dauer der erforderlichen Abklingzeit.

4.1 ANFALL ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE IN BADEN-WÜRTTEMBERG UND ANFALL RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND

ABGEBRANNTE BRENNELEMENTE

Im Mittel fiel in den vergangenen Jahren in den Kernkraftwerken in Baden-Württemberg folgende Anzahl an abgebrannten Brennelementen pro Jahr an:

- bei KWO etwa 34 abgebrannte Brennelemente (bis 2005),
- bei KKP 1 etwa 78 abgebrannte Brennelemente (bis 2011),
- bei GKN I etwa 43 abgebrannte Brennelemente (bis 2011),
- bei KKP 2 etwa 38 abgebrannte Brennelemente und
- bei GKN II etwa 43 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 bis 80 Tonnen an.

Seit der Abschaltung von KKP 1 und GKN I fallen nur noch etwa 80 bis 90 Brennelemente mit circa 45 Tonnen Schwermetall pro Jahr in Baden-Württemberg an, da nur noch KKP 2 und GKN II betrieben werden. Der Bestand abgebrannter Brennelemente zum Ende letzten Jahres (Stichtag 31.12.) kann Anhang 6, 7 und 8 entnommen werden. Eine Abschätzung über den voraussichtlichen Anfall bis zur Stilllegung sowie die dann vorhandenen Bestände an den Standorten sind in Anhang 8 aufgeführt.

RADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG

Zwischen 1995 und 2005 lieferten die Energieversorgungsunternehmen abgebrannte Brennelemente zur Wiederaufarbeitung ins Ausland. Neben den radioaktiven Spaltprodukten und Transuranen ist in den abgebrannten Brennelementen noch nutzbarer Kernbrennstoff in Form von nicht vollständig abgebranntem Uran und durch Kernreaktionen entstandenem, sog. „erbrühtem“ 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, sodass sie erneut als Kernbrennstoff in den Kernkraftwerken eingesetzt werden können. Pro Tonne Schwermetall (Uran-BE) kann je nach Abbrand mit ca. 10 bis 12 Kilogramm wiedergewonnenem Kernbrennstoff gerechnet werden. Davon entfallen ca. 5 bis 6 Kilogramm auf Uran-235 und ca. 5 bis 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.

Verträge zur Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente bestehen heute nur noch mit den Firmen Orano (ehemals AREVA NC) in Frankreich (Wiederaufarbeitung in La Hague) und NDA/Sellafield Ltd. in Großbritannien (Wiederaufarbeitung in Sellafield). Transporte von abgebrannten Brennelementen zum Zwecke der Wiederaufarbeitung sind gemäß Atomgesetz seit 1. Juli 2005 untersagt. Die vor diesem Stichtag abgelieferten Brennelemente wurden mittlerweile in den Anlagen in Sellafield und La Hague vollständig wiederaufgearbeitet; vgl. dazu Anhang 5 und 6.

Das Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) hatte Wiederaufbereitungsverträge mit der Firma Orano. In der Vergangenheit wurde teilweise auch bei der WAK aufgearbeitet. Hierbei handelte es sich um insgesamt 151 Brennelemente. Mit der Orano 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) hatte mit der Orano und der NDA/Sellafield Ltd. Wiederaufbereitungsverträge abgeschlossen. Mit der Orano existieren Alt- und Neuverträge. Die Altverträge sahen eine Wiederaufarbeitung von 446,7 Tonnen Schwermetall in La Hague vor, der Neuvertrag eine Wiederaufarbeitungsmenge von 151,8 Tonnen Schwermetall. Alle Mengen wurden vollständig aufgearbeitet. Mit NDA/Sellafield Ltd. existierte ein Vertrag über die Wiederaufarbeitung von 60,0 Tonnen Schwermetall (114 KKP 2-Brennelemente). Der Vertrag wurde gekündigt, bevor Brennelemente angeliefert wurden.

Das Kernkraftwerk Neckarwestheim (GKN) hatte mit der Orano und der NDA/Sellafield Ltd. Wiederaufbereitungsverträge 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 Orano existieren Alt- und Neuverträge. Die Altverträge sahen eine Wiederaufarbeitung von 64,8 Tonnen und 204,6 Tonnen Schwermetall vor. Diese Mengen wurden angeliefert und aufgearbeitet. Der Neuvertrag sah eine Wiederaufarbeitungsmenge von 108 Tonnen Schwermetall (304 Brennelemente) vor, davon 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. 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, sodass ein Abfallprodukt entsteht, das die Radionuklide sicher einschließt. Glaskokillen sind zylindrische Edelstahlbehälter mit einem Volumen von ca. 180 l („Standardkokille“), die etwa 400 Kilogramm Glasprodukt enthalten.

Die deutschen Energieversorgungsunternehmen hatten 5.393 Tonnen Schwermetall abgebrannter Brennelemente in die Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague (Frankreich) und 854 Tonnen Schwermetall abgebrannter Brennelemente in die Wiederaufarbeitungsanlage in Sellafield (Großbritannien) geliefert.⁵ Die bei der Wiederaufarbeitung im Ausland angefallenen radioaktiven Abfälle müssen auf Grund bilateraler 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.

⁵ GRS 2018

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 ursprünglich 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, sodass 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 Potenzials 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 Brennstoffs⁶ fallen bei der Wiederaufarbeitung im Ausland im Durchschnitt folgende Abfallmengen an:

- bei Wiederaufarbeitung durch die AREVA NC in La Hague
 - 0,10 m³ hochradioaktives Glas, das sind etwa 0,57 Glaskokillen
 - 0,005 m³ mittelradioaktives Glas, das sind etwa 0,03 Glaskokillen
 - 0,13 m³ kompaktierte Abfälle (verpresste Hüllrohre und Strukturteile), das sind etwa 0,77 Kokillen

⁶ Das entspricht Kernbrennstoff aus ca. 2 Brennelementen eines Druckwasserreaktors (DWR-BE KKP 2/GKN II: ca. 540 kg).

- bei Wiederaufarbeitung durch NDA/Sellafield Ltd.
 - 0,13 m³ hochradioaktives Glas, das sind etwa 0,74 Glaskokillen⁷

Die insgesamt zurückzuführenden Abfälle sowie der aktuelle Stand der Rückführung und Zwischenlagerung bis zur Abgabe an ein Endlager kann Abschnitt 4.5 sowie Anhang 5 entnommen werden.

4.2 VERWERTUNG BZW. ENTSORGUNG DES BEI DER WIEDERAUFARBEITUNG GEWONNENEN PLUTONIUMS UND URANS

Das Atomgesetz fordert in § 9a Abs. 1 die direkte Endlagerung oder bis 2005 die schadlose Verwertung der radioaktiven Reststoffe. Hierzu ist der Entsorgungsvorsorgenachweis zu führen (§ 9a Abs. 1a AtG). Bei der Verwertung durch Wiederaufarbeitung ist nachzuweisen, dass der Wiedereinsatz des abgetrennten Plutoniums in Kernkraftwerken gewährleistet ist (§ 9a Abs. 1c AtG). Der Nachweis ist einmal jährlich zu erbringen.

KKP und GKN hatten mit der damaligen AREVA NC (heute: Orano) einen Vertrag abgeschlossen, aus dem den Anlagen eine feste Plutoniummenge entsprechend der angelieferten Schwermetallmenge zugeordnet wurde. Aus den bei AREVA NC den Kernkraftwerken Philippsburg und Neckarwestheim zugeordneten Plutoniumrestmengen ergaben sich 52 Mischoxid (MOX)-Brennelemente, die in KKP 2 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), entsprechende Verträge sowohl für das Plutonium als auch zur Fertigung der Brennelemente abzuschließen. Der EnKK wurde durch die NDA/Sellafield Ltd. 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. Ein MOX-Fertigungsvertrag

⁷ 0,74 mit Substitutionszuschlag von 4,8 %; ohne Substitution 0,12 m³ hochrad. Glas und 0,65 Glaskokillen pro Tonne Schwermetalle.

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

Bei der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente im Ausland wurde auch der Kernbrennstoff Uran abgetrennt. Dieses wurde bei KWO, KKP und GKN durch Einsatz entsprechender Uranoxid-Brennelemente verbraucht. Die baden-württembergischen Anlagen haben damit den Entsorgungsnachweis für das Uran erbracht.

4.3 ZWISCHENLAGERKONZEPTE FÜR DIE ZWISCHENLAGERUNG VON ABGEBRANNTEN BRENNELEMENTEN UND RADIOAKTIVEN ABFÄLLEN 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.

Abgebrannte Brennelemente können nach ihrer Entladung aus dem Reaktor auch nicht sofort in einen Castor-Behälter verladen werden, sondern müssen zunächst zur Abklinglagerung in einem Lagerbecken in der Regel für mehrere Jahre aufbewahrt werden. Auch deshalb sind Zwischenlager- und Transportbereitstellungskapazitäten notwendig.

Zur Lagerung abgebrannter Brennelemente und hochradioaktiver Glaskokillen in einem Zwischenlager an einem Standort wird in Deutschland eine Genehmigung nach § 6 AtG bzw. nach § 7 AtG (wenn es sich um eine Zwischenlagerung im Rahmen des Betriebs der Anlage handelt)

benötigt. 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 hochradioaktiver Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung im Ausland erfolgt zurzeit in folgenden zentralen Zwischenlagern:

- in Deutschland in den Zwischenlagern Gorleben (Brennelemente und Glaskokillen) und Ahaus (Brennelemente) in dafür vorgesehenen Transport- und Lagerbehältern,
- in Frankreich bei der 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 zentrales Zwischenlager betrachtet werden. Mit den Änderungsgenehmigungen vom 24. Februar 2009 und vom 20. April 2010 wurde gestattet, Castor-Behälter mit HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe sowie Kernbrennstoffe aus dem Forschungsreaktor KNK und dem Forschungsschiff „Otto Hahn“ aufzunehmen.

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

Mit § 9a Abs. 2 AtG wurden die Energieversorgungsunternehmen 2002 verpflichtet, Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente an den Kernkraftwerksstandorten zu errichten. Hierdurch sollten Brennelementtransporte in die zentralen Zwischenlager vermieden werden. In Baden-Württemberg hatten die Betreiber für die Standorte Neckarwestheim und Philippsburg daher Standort-Zwischenlager für ihre abgebrannten Brennelemente beantragt und nach Genehmigung und Errichtung in Betrieb genommen.

Abgebrannte Brennelemente werden nach Erreichen der erforderlichen Abklingzeit in sogenannten Transport- und Lagerbehältern bis zur Abgabe an ein Endlager zwischengelagert. Die verwendeten Transport- und Lagerbehälter erfüllen alle Sicherheitsanforderungen. Sie sind insbesondere gegen alle relevanten äußeren Einwirkungen wie Erdbeben und Flugzeugabsturz ausgelegt. Sie lagern in eigens für deren Lagerung errichteten Zwischenlagern.

Bei den in Deutschland genehmigten Zwischenlagern handelt es sich überwiegend um bauliche Anlagen gemäß **STEAG-Konzept** (STEAG Energy Services GmbH mit Sitz in Essen) oder **WTI-Konzept** (Wissenschaftlich-technische Ingenieurberatung GmbH mit Sitz in Jülich). Die baulichen Anlagen gemäß STEAG-Konzept besitzen eine Wandstärke von ca. 1,2 Metern und sind einschiffig aufgebaut. Die baulichen Anlagen gemäß WTI-Konzept besitzen eine Wandstärke von ca. 0,85 Metern und sind zweischiffig aufgebaut. Beim STEAG-Konzept bestünde die (theoretische) Möglichkeit des Einsatzes kostengünstigerer Behälterkonzepte. Bei den Zwischenlagern an den süddeutschen Standorten, so auch in Philippsburg, wurde das WTI-Konzept verwirklicht.



Zwischenlager Neckarwestheim vor der Einlagerung von Castor-Behältern im Jahr 2006 – Tunnelröhre (mit Stellplatzmarkierungen)

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

Die Genehmigungen zur Aufbewahrung der abgebrannten Brennelemente und HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung in den Standortzwischenlagern und den zentralen Zwischenlagern sind auf 40 Jahre begrenzt.

Nach dem Standortauswahlgesetz soll der Standort für ein Endlager, das insbesondere für diese Abfälle (hochradioaktive Abfälle) vorgesehen ist, bis zum Jahr 2031 feststehen. Nach der Standortentscheidung bedarf es einer Genehmigung des Endlagers. Bis zur tatsächlichen Einlagerung ist mit einem weiteren längeren Zeitraum zu rechnen. Deshalb ist heute schon absehbar, dass die Frist der Aufbewahrungsgenehmigungen für die Standortzwischenlager und die zentralen Zwischenlager nicht ausreichen wird.

NASSE LAGERUNG AN DEN KERNKRAFTWERKSSTANDORTEN

In Deutschland gibt es an jedem Kernkraftwerksstandort ein aus betrieblichen Gründen notwendiges Nasslager, in dem abgebrannte Brennelemente zum Abklingen aufbewahrt werden. Dabei handelt es sich jedoch um betrieblich notwendige Lager in den Reaktorgebäuden, die nach § 7 AtG genehmigt sind und nicht um Standortzwischenlager im Sinne des § 6 AtG. In den Nasslagern werden die abgebrannten Brennelemente nach der Entladung aus dem Reaktorkern zunächst gelagert um sie soweit abklingen zu lassen, dass sie anschließend in einen Transport- und Lagerbehälter verladen werden und somit trocken zwischengelagert werden können. Die eigentliche Zwischenlagerung muss in den dafür vorgesehenen Standortzwischenlagern erfolgen.

4.4 LAGERMÖGLICHKEITEN UND KAPAZITÄTEN FÜR ABGEBRANNTE BRENN-ELEMENTE UND ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG IM AUSLAND

LAGERMÖGLICHKEITEN

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

- Nasslager (Brennelementbecken) im Containment der Kernkraftwerke GKN II und KKP 2 (für abgebrannte Brennelemente)
- Trockenlager bei den Wiederaufarbeitungsanlagen in La Hague und Sellafield für mittelradioaktive bzw. hochradioaktive 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. Eine weitere Anlieferung von abgebrannten Brennelementen und Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung ist nicht mehr möglich.
- Trockenlager „Zentrales Zwischenlager Ahaus“ für abgebrannte Brennelemente: Abgebrannte Brennelemente werden dort bereits zwischengelagert. Eine weitere Anlieferung von abgebrannten Brennelementen und Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung ist nicht mehr möglich. Die Energieversorgungsunternehmen planen die weiterhin zulässige Zwischenlagerung der aus der Wiederaufarbeitung angefallenen kompaktierten Abfälle aus La Hague.

Für nähere Informationen zu den „Zentralen Zwischenlagern“ vgl. Abschnitte 1.1 und 4.5 sowie Anhang 5.

LAGERKAPAZITÄT AN DEN STANDORTEN

Die Lagerkapazitäten in den Nasslagern im Containment ergeben sich in erster Linie aus der Anzahl der Brennelementpositionen abzüglich der für eine volle Kernentladung freizuhaltenden Positionen. Im Nasslager von GKN II stehen insgesamt 786 Positionen für GKN II-Brennelemente zur Verfügung, von denen für eine mögliche Kernentladung mindestens 193 Positionen

freigehalten werden müssen (vgl. Anhang 7a für Standort GKN). 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 (vgl. Anhang 7b für Standort KKP). Zu den Lagerkapazitäten in den Nasslagern im Containment kommen die Lagerkapazitäten in den Standortzwischenlagern hinzu.

In den Anlagen GKN I, KKP 1 und KWO befinden sich keine Brennelemente mehr. Die Nasslager stehen aufgrund des jeweils fortgeschrittenen Rückbaus der Anlagen nicht mehr zur Verfügung.

Die Kapazität der Nasslager sowie der Standortzwischenlager zum Stichtag 31. Dezember 2017 kann Anhang 6, 7 und 8 entnommen werden.

NUTZBARE KAPAZITÄT DER ZENTRALEN ZWISCHENLAGER

Das Transportbehälterlager (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 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 113 belegt (davon fünf mit abgebrannten Brennelementen und 108 mit HAW-Glaskokillen aus La Hague), sodass noch 307 Stellplätze nicht belegt sind.

Von den 420 Stellplätzen des TBL Ahaus sind 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 sind durch CASTOR-V-Behälter mit abgebrannten Brennelementen aus Leichtwasserre-

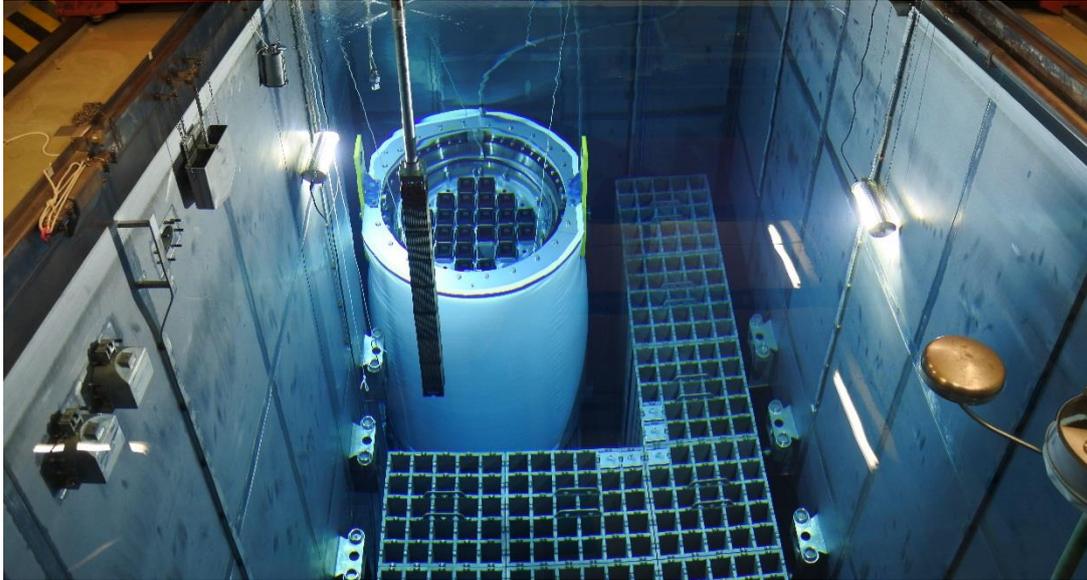
aktoren belegt. Daraus ergibt sich, dass im TBL Ahaus noch 364 Stellplätze frei sind. Die vorhandenen freien Plätze im TBL Ahaus können für die Aufbewahrung von noch aus dem Ausland zurückzuführenden kompaktierten radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung im Ausland genutzt werden (vgl. hierzu Abschnitt 4.5).

Transporte von abgebrannten Brennelementen in zentrale Zwischenlager dürfen nicht mehr durchgeführt werden, 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 AtG seit Anfang 2014 ebenfalls in standortnahen Zwischenlagern aufbewahrt werden, sodass das ursprünglich von den Betreibern vorgesehene TBL Gorleben für diese nicht mehr genutzt werden kann (vgl. hierzu Abschnitt 4.5).

4.5 ZWISCHENLAGERUNG ABGEBRANTER BRENNLEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG

ABGEBRANTE BRENNLEMENTE

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



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

Die 15 Castor-Behälter mit abgebrannten Brennelementen wurden zwischen dem 28. Juni 2017 und dem 19. Dezember 2017 in fünf Transporten mit jeweils drei Castor-Behältern auf dem Neckar zum Zwischenlager Neckarwestheim befördert. Damit ist der Standort KWO brennelementfrei. Mit der standortnahen Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente im Standortzwischenlager GKN ist der Entsorgungsvorsorgenachweis gemäß § 9a AtG erbracht.

Kernkraftwerke, die aufgrund des Moratoriums vom 14. März 2011 und der darauffolgenden Änderung des Atomgesetzes ihren Leistungsbetrieb einstellen mussten, sind die Anlagen KKP 1 und GKN I. Bei ihnen steht die Anzahl der angefallenen Brennelemente fest. KKP 2 wird längstens bis Ende 2019 und GKN II längstens bis Ende 2022 betrieben werden. Bei ihnen fallen weiterhin Brennelemente an. Über die voraussichtlich bis zur Stilllegung von KKP 2 und GKN II insgesamt am Standort vorhandenen abgebrannten Brennelemente kann die rechnerische Anzahl an voraussichtlich in den Standortzwischenlagern vorhandenen Castor-Behältern mit abgebrannten Brennelementen nach Stilllegung und Überführung aller abgebrannten Brennelemente in das Standortzwischenlager ermittelt werden.

Für die Zwischenlagerung nach der gesetzlich geregelten Restlaufzeit ergeben sich rechnerisch 101 Castor-Behälter am Standort Philippsburg und 112 Castor-Behälter am Standort Neckarwestheim zuzüglich der 15 bereits eingelagerten Castor-Behälter mit Brennelementen aus Obrigheim. Daraus ergibt sich, dass rechnerische 101 Castor-Behälter mit abgebrannten Brennele-

menten am Standort Philippsburg einer Kapazität von 152 Stellplätzen im Standortzwischenlager gegenüberstehen. Am Standort Neckarwestheim stehen rechnerische 127 Castor-Behälter mit abgebrannten Brennelementen einer Kapazität von 151 Stellplätzen im Standortzwischenlager gegenüber.

Bei dieser Abschätzung ist jedoch zu beachten, dass einige Randbedingungen nicht berücksichtigt sind und durch die sich die Anzahl der voraussichtlichen abgebrannten Brennelemente bzw. die Anzahl der Castor-Behälter am Standort bei Stilllegung von KKP 2 und GKN II verändern kann. Wichtige Randbedingungen, die einen Einfluss haben können, sind beispielsweise die Fahrweise der Anlage in den letzten Betriebszyklen, mögliche Teilbeladungen von Behältern, Stillstandszeiten der Anlage, die Art der eingesetzten Brennelemente und Höhe des Abbrandes. Ungeachtet dieser Variabilitäten reichen die Zwischenlagerkapazitäten an beiden Standorten bis zum Ende der Laufzeit von KKP 2 und GKN II aus (siehe Anhang 8).

Der Entsorgungsvorsorgenachweis gemäß § 9a AtG für abgebrannte Brennelemente wird durch das Vorweisen von verfügbaren Zwischenlagerplätzen den Standortzwischenlagern geführt. Für KKP und GKN ist mit den verfügbaren Kapazitäten in ihren Standortzwischenlagern der Entsorgungsvorsorgenachweis erbracht.

Über nähere Details zur derzeitigen Entsorgungssituation für abgebrannte Brennelemente geben Anhang 6, 7 und 8 Auskunft.

ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG

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

Vor der Überführung in ein noch zu errichtendes Endlager müssen die zurück-geführten mittel- und hochradioaktiven Abfälle längere Zeit zum Abklingen der Radioaktivität und zum weiteren Abkühlen zwischengelagert werden. Mit den zentralen Zwischenlagern Gorleben (TBL Gorleben) und Ahaus (TBL 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 mittlerradioaktiven 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 zwischengelagert werden. Durch die Aufnahme eines neuen Absatzes 2a in § 9a AtG ist dieses ursprüngliche Rückführungskonzept nicht mehr umsetzbar, da 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 Absatzes 2a in § 9a AtG geht auf die Vereinbarung eines gemeinsamen Vorschlags des Bundes mit dem Land Niedersachsen am 24. März 2013 zum geplanten Standort-suchgesetz zurück. Die Vereinbarung sah entgegen den ursprünglichen Planungen der Betreiber vor, dass mit der Verabschiedung des Standortauswahlgesetzes keine Castor-Transporte mehr mit verfestigten Spaltproduktlösungen (d. h. Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung 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 kam man dem Land Niedersachsen zur parteiübergreifenden Verabschiedung des Standortauswahlgesetzes entgegen. Mit der Verabschiedung des Standortauswahlgesetzes im Bundestag und Bundesrat am 28. Juni 2013 bzw. 5. Juli 2013 wurde das Atomgesetz in § 9a durch den 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 Aufbewahrungsgenehmigungen anzupassen. Das Bundesumweltministerium legte am 19. Juni 2015 ein Gesamtkonzept und ein Eckpunktepapier über die Rückführung der HAW- und MAW-Kokillen vor. Dem Gesamtkonzept nach sollen die 26 Castor-Behälter auf insgesamt vier Zwischenlager verteilt werden. Der Bund und die betroffenen Länder haben sich darauf verständigt, die 5 Behälter mit MAW-Glaskokillen im Zwischenlager Philippsburg einzulagern und die 21 Behälter mit HAW-Glaskokillen auf die Zwischenlager Biblis, Brokdorf und Isar zu verteilen. Inzwischen wurde die Anzahl der aus Sellafield zurückzuführenden Castor-Behälter vertraglich auf 20 Behälter reduziert.

Auf Grundlage eines öffentlich-rechtlichen Vertrags des Bundes mit den Energieversorgungsunternehmen vom 26. Juni 2017 haben die Betreiber die entsprechenden Genehmigungsanträge zur Aufbewahrung der Abfälle aus der Wiederaufarbeitung nach § 6 AtG beim BfE eingereicht.

Transporte von sonstigen radioaktiven Abfällen (d.h. ohne radioaktive Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung von bestrahlten Kernbrennstoffen im Ausland in das zentrale Zwischenlager Ahaus (TBL Ahaus) sind weiterhin zulässig. Die Energieversorgungsunternehmen bereiten weiterhin die Rückführung der kompaktierten Wiederaufarbeitungsabfälle (CSD-C) aus La Hague in das TBL Ahaus vor. Die bei der Wiederaufarbeitung in La Hague anfallenden mittelradioaktiven 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. Die Aufbewahrung dieser Behälter mit hochdruckkompaktierten radioaktiven Abfällen (CSD-C) nach § 6 AtG im östlichen Teil der beiden Lagerbereiche (Lagerbereich II) haben die Brennelement-Zwischenlager Ahaus GmbH und die Gesellschaft für nuklear Service mbH (GNS) mit Schreiben vom 20. Dezember 2006 beim damals zuständigen BfS beantragt. Für die Behälter ergibt sich ein Bedarf von 152 Stellplätzen im TBL Ahaus. Hierfür steht eine ausreichende Anzahl an Stellplätzen zur Verfügung.

Der Entsorgungsvorsorgenachweis gemäß § 9a AtG für die radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung wird durch realistische Planungen erbracht, aus denen sich ergibt, dass zum Zeitpunkt der Rücknahme ausreichende Zwischenlagermöglichkeiten zur Verfügung stehen. Die Entsorgungsvorsorge ist mit den vorliegenden Planungen erbracht.

Über nähere Details wie die verfügbare Kapazitäten, die noch bei den Konditionierern zwischengelagerten Abfälle, die bereits zurückgeführten Abfälle sowie dem voraussichtlichen Termin der Rückführung geben Anhang 5 und 6 Auskunft.

4.6 TRANSPORTE ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG

Bei Transporten von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung sind vier Arten von Transporten zu unterscheiden. Dabei ist zu beachten,

dass nur noch bestimmte Transporte durchgeführt werden dürfen. Folgende Transporte dürfen nicht mehr durchgeführt werden:

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

Folgende Transporte sind notwendig und dürfen weiterhin durchgeführt werden:

- Rücktransporte von verglasten hochradioaktiven Abfällen (Glaskokillen) aus 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.

5 Endlagerung

5.1 ENDLAGER FÜR SCHWACH- UND MITTEL-RADIOAKTIVE ABFÄLLE (NICHT WÄRMEENTWICKELNDE RADIOAKTIVE ABFÄLLE)

Mehrere Staaten haben schwachradioaktive Abfälle in den 1970er 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 Rheinstraße zur Nordsee verbracht und dort auf Schiffe verladen. Auf hoher See wurde der Inhalt der Fässer dann im Nordatlantik verklappt. Die Bundesrepublik Deutschland verklappte relativ geringe Mengen im Meer (im Jahr 1967: Verklappung von 480 Fässern im Nordatlantik mit einer Gesamtaktivität von 203,5 GBq)⁸ und entschied sich dann für eine Endlagerung in tiefen geologischen Formationen.

Für die Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle wird in Deutschland die ehemalige Eisenerzgrube Schacht Konrad bei Salzgitter vorbereitet. Der Einlagerungsbetrieb soll nach derzeitiger Planung ab 2027 beginnen.

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 beieinanderliegenden Abbauhohlräume, die zudem teilweise dicht an das Nebengebirge angrenzen, geben Flanken mit Nebengebirge nach. Das an einigen Stellen nur noch wenige Meter dicke Salzgestein und das Nebengebirge lockern dadurch auf. Seit einigen Jahren dringen täglich rund 12.000 Liter salziges Grundwasser in das Bergwerk ein. Das eingedrungene Wasser wird aufgefangen und abgefördert. Um die weitere Verformung zu minimieren, wurde bereits Steinsalz sowie Sorrelbeton 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 Medi-

⁸ IAEA 1999

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

Aus Baden-Württemberg hat die Gesellschaft für Kernforschung (GfK) und das spätere Kernforschungszentrum Karlsruhe 59.924 schwachradioaktive Abfallgebinde und 1.265 mittelradioaktive Abfallgebinde abgeliefert. Dies entspricht einem Anteil von 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 (alt), die am 31. Dezember 1978 auslief. Für die weitere Einlagerung in die Schachanlage Asse II wäre mit der Änderung des Atomgesetzes von 1976 nach § 9b AtG ein Planfeststellungsverfahren notwendig gewesen. Dies wurde zunächst auch eingeleitet, dann aber nicht weitergeführt, da zwischenzeitlich mit der Schachanlage Konrad ein wesentlich geeigneterer Standort gefunden wurde.

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

Im Februar 2009 hat das BfS den Antrag zur Einleitung eines Planfeststellungsverfahrens zur Stilllegung der Schachanlage Asse II beim niedersächsischen Umweltministerium gestellt. Nachdem die von Bund und Land Niedersachsen eingerichtete Arbeitsgruppe Optionenver-

gleich im Februar 2009 den Bericht über die näher zu untersuchenden Stilllegungsoptionen vorlegte, wurden die Optionen Vollverfüllung, Rückholung und Umlagerung vom BfS näher untersucht und verglichen.

Im Januar 2010 veröffentlichte das BfS das Ergebnis des Optionenvergleichs zur Stilllegung der Asse II. Das BfS kam darin zu dem Ergebnis, dass die Rückholung der radioaktiven Abfälle nach dem derzeitigen Kenntnisstand die beste Variante beim Umgang mit den radioaktiven Abfällen sei, da bei den beiden anderen Optionen (Vollverfüllung und Umlagerung) ein Langzeitsicherheitsnachweis für die radioaktiven Abfälle nicht machbar erschien.

Optionenvergleich des BfS⁹

	Rang 1	Rang 2	Rang 3
(1) Sicherheit in der Betriebsphase	V	U	R
(2) Umweltauswirkungen bei unbeherrschbarem Lösungszutritt	V	R	U
(3) Vorläufige Langzeitsicherheitseinschätzungen	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, sodass für die Rückholung kein Planfeststellungsverfahren erforderlich ist, die Zulässigkeit von Teilgenehmigungen besteht und auch schon vor der Erteilung einer Genehmigung mit Vorbereitungsmaßnahmen begonnen werden kann, wenn mit einer Entscheidung zugunsten des Antragstellers zu rechnen ist.

Um genaue Planungsrandbedingungen für die Rückholung zu ermitteln, werden Erkundungsbohrungen durchgeführt. Damit sollen Erkenntnisse über den Zustand des umliegenden Gebirges, der Kammeratmosphäre sowie über den Zustand der eingelagerten radioaktiven Abfälle gewonnen werden. Die Rückholung wird derzeit konkret geplant. Dabei fließen die Ergebnisse

⁹ BfS 2010

aus den Erkundungsbohrungen mit ein. Die radioaktiven Abfälle sollen nach der Rückholung so lange in einer geeigneten Einrichtung an der Tagesoberfläche zwischengelagert werden, bis sie an ein Endlager abgegeben werden können.

Auf Empfehlung der Endlagerkommission wurden die Zuständigkeiten im Bereich der kerntechnischen Entsorgung neu geordnet. Die Empfehlung wurde im „Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung“, das am 30. Juli 2016 in Kraft trat, umgesetzt. Dementsprechend sind am 25. April 2017 die Betreiberaufgaben für die Schachanlage Asse II vom BfS auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) übergegangen.

Derzeit wird prognostiziert, dass ca. 300.000 m³ radioaktive Abfälle im Endlager Konrad endgelagert werden müssen. Die Abfälle strammen überwiegend aus dem Betrieb und Rückbau von Kernkraftwerken, der Forschung und der Wiederaufarbeitung im Inland. Die genehmigte Endlagermenge wird allein dadurch weitgehend ausgeschöpft werden.¹⁰ Daher ist es nicht möglich zusätzlich noch die rückzuzuholenden Abfälle aus der Schachanlage Asse II im Endlager Konrad unterzubringen.

ENDLAGER MORSLEBEN

In der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) wurde seit Anfang der 1970er Jahre ein ehemaliges Salzbergwerk bei Morsleben als Endlager für schwach- und mittelradioaktive, nicht wärmeentwickelnde Abfälle genutzt. Das Lager erhielt von den zuständigen Behörden der DDR im Jahr 1981 eine befristete und 1986 eine unbefristete Genehmigung zum Betrieb als Endlager. Im Zuge der Wiedervereinigung Deutschlands erhielt das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) den Status eines staatlichen Endlagers im Sinne des damaligen § 9a Abs. 3 AtG. Aufgrund von § 57a des damaligen Atomgesetzes galt die 1986 von den zuständigen Behörden der DDR erteilte Dauergenehmigung auch nach der Wiedervereinigung 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.

¹⁰BMU 2015

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

Im September 2005 wurde der Plan zur Stilllegung des Endlager Morsleben zusammen mit für das Planfeststellungsverfahren notwendigen Unterlagen eingereicht. Die Unterlagen mussten überarbeitet werden und wurden im Januar 2009 erneut vorgelegt. 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 vorgelegte Langzeitsicherheitsbetrachtung an den aktuellen, seit 2009 weiterentwickelten Stand von Wissenschaft und Technik, angepasst werden muss und dies möglicherweise mehrere Jahre in Anspruch nimmt.

Am 25. April 2017 sind die Betreiberaufgaben für das Endlager Morsleben vom BfS auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) übergegangen.

ENDLAGER KONRAD

Im Jahr 1982 stellte die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) beim zuständigen niedersächsischen Ministerium den Antrag auf Planfeststellung für das Endlager Konrad, einer ehemaligen Eisenerzgrube bei Salzgitter. Die PTB wurde später durch das BfS als Antragsteller abgelöst. Das Planfeststellungsverfahren für das Endlager Konrad wurde entsprechend der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000/11. Juni 2001 abgeschlossen und die Genehmigung mit Datum vom 22. Mai 2002 ohne sofortige Vollziehung erteilt, sodass Klagen eine aufschiebende Wirkung hatten und von

der Genehmigung nicht sofort Gebrauch gemacht werden konnte. Ursprünglich war eine Einlagerungskapazität von 650.000 m³ Abfall beantragt worden, der Planfeststellungsbeschluss wurde jedoch entsprechend der damaligen Abfallprognosen nur für eine Kapazität von 303.000 m³ Abfall erteilt; also für etwa die Hälfte des ursprünglich beantragten Volumens.

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

Die Inbetriebnahme des Endlagers Konrad hat eine besondere Bedeutung für Baden-Württemberg, da im Land, bezogen auf das Volumen, derzeit nahezu die Hälfte der schwach- und mittelradioaktiven konditionierten Abfälle Deutschlands lagert. Das Endlager Konrad stellt auf absehbare Zeit die einzige Möglichkeit dar, schwach- und mittelradioaktive Abfälle in einem Endlager sicher entsorgen zu können.

ENDLAGERVORAUSSLEISTUNGEN

Nach § 9a Abs. 3 AtG obliegt die Endlagerung radioaktiver Abfälle dem Bund. Zur Deckung des damit verbundenen notwendigen finanziellen Aufwandes erhebt er entsprechend § 21b AtG Vorausleistungen nach Maßgabe der „Verordnung über Vorausleistungen für die Einrichtung von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle (Endlagervorausleistungsverordnung)“. Die Vorausleistungen werden von Ablieferungspflichtigen erhoben, denen eine Genehmigung nach den §§ 6, 7 oder 9 AtG oder nach § 12 Abs. 1 Nr. 3 StrlSchG erteilt worden ist. Keine Vorausleistungen werden lediglich von Landessammelstellen

und von Genehmigungsinhabern erhoben, bei denen nur kleine Mengen an radioaktiven Abfällen mit geringer spezifischer Aktivität anfallen. Die dem Bund entstandenen Kosten werden jährlich ermittelt und nach einem in § 6 der Endlagervorausleistungsverordnung enthaltenen Schlüssel auf die Zahlungspflichtigen umgelegt.

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 im Jahr 2004 wurde der Finanzierungsanteil der Energieversorgungsunternehmen verringert und der der Forschungseinrichtungen erhöht.

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

Für das Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung „Schacht Konrad“ werden 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)¹¹
- WAK-Anlage 6 Prozent (statt 4 Prozent)
- übrige Vorausleistungspflichtige (z. B. Forschungszentren) 29,6 Prozent (statt 3 Prozent)

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

Für das Endlager Konrad wurden bis 2012 vom Bund die Kosten für die Endlagerung von 1 m³ Abfallgebindevolumen auf 12.800 Euro beziffert. Die Endlagerkosten wurden aufgrund von Aktualisierungen der Kostenkalkulation sukzessive erhöht. Aktuell werden die Endlagerkosten

¹¹Prozentualer Anteil in Klammer stellt den Anteil entsprechend den Festlegungen vor Inkrafttreten der Endlagervorausleistungsverordnung vom 6. Juli 2004 dar.

für 1 m³ auf 27.400 Euro beziffert. Diese Kosten sind seit dem 1. Januar 2017 auch von den Landessammelstellen für „konradgängige“ radioaktive Abfälle zu erheben. Die Überprüfung der Kostenkalkulation findet alle zwei Jahre statt. Allgemein wird mit weiter steigenden Kosten gerechnet.

Aufgrund des neuen Verteilungsschlüssels werden die nukleare Forschung und insbesondere die KTE mit deutlich höheren Endlagervorausleistungen für das Endlager 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.

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

Die Energieversorgungsunternehmen, und dabei auch der Betreiber der baden-württembergischen Kernkraftwerke, haben am 3. Juli 2017 den Grundbetrag sowie den Risikozuschlag gemäß dem Entsorgungsfondsgesetz vollständig und fristgerecht an den Fonds überwiesen. Damit geht die Verantwortung für die Finanzierung der Endlagerung von radioaktiven Abfällen aus der gewerblichen Nutzung der Kernenergie auf den Fonds über. Darin inbegriffen sind auch die Kosten, die bei der Zwischenlagerung für bestrahlte Brennelemente und für sonstige radioaktive Stoffe entstehen. Durch die Zahlung des Risikozuschlags ist eine Nachforderung für den Fall, dass die Mittel des Fonds nicht ausreichen, ausgeschlossen. Der entsprechend jährlich zu ermittelnde Betrag wird für Abfälle aus der gewerblichen Nutzung der Kernenergie nunmehr direkt bei dem Fonds erhoben.

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

5.2 ENDLAGER FÜR ABGEBRANNTRE BRENNELEMENTE UND HOCHRADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG (WÄRMEENTWICKELNDE RADIOAKTIVE ABFÄLLE)

Weltweit existiert kein Endlager, in das bereits abgebrannte Brennelemente und hochradioaktive Abfälle abgeliefert werden können. Lediglich in Frankreich, Schweden und Finnland ist ein derartiges Endlager konkret geplant, in der Genehmigungsphase oder Errichtungs- und Ausbauphase.

SALZSTOCK GORLEBEN

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

Das Standortauswahlgesetz wurde 2013 verabschiedet und nach einer darin bereits vorgesehenen Überprüfungsphase im Jahr 2017 novelliert. Im Standortauswahlgesetz ist festgelegt, dass die Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle auf Basis einer „weißen Deutschlandkarte“ beginnt und insofern der Salzstock Gorleben wie jeder andere in Betracht kommende Standort gemäß den im Gesetz festgelegten Bestimmungen in das Standortauswahlverfahren einbezogen wird.

STANDORTAUSWAHLGESETZ

Unter Berücksichtigung der Arbeiten des Arbeitskreises Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) aus dem Jahr 2002 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. Das Standortauswahlgesetz wurde ausgehend von einem Entwurf des Bundesumweltministeriums mit Überarbeitung durch eine Bund-Länder-Arbeitsgruppe im Bundestag und Bundesrat am 28. Juni bzw. am 5. Juli 2013 parteiübergreifend verabschiedet.

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

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

Mit dem bereits Ende Juli 2016 beschlossenen „Gesetz zur Neuorganisation der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung“ wurden zudem die zentralen Akteure im bevorstehenden Auswahlverfahren festgelegt. Die neu eingerichtete Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) ist als Vorhabenträgerin zunächst für die Durchführung der Standortsuche und später für die Errichtung und den Betrieb bis hin zur Stilllegung des Endlagers verantwortlich. Das neu gegründete Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) nimmt u. a. in dem Bereich Endlagerung Genehmigungs- und Aufsichtsaufgaben wahr und ist während des Auswahlverfahrens für die Öffentlichkeitsbeteiligung verantwortlich.

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

- Das Standortauswahlverfahren hat zum Ziel, in einem vergleichenden Verfahren den Endlagerstandort mit der bestmöglichen Sicherheit zu finden.
- Das Verfahren soll wissenschaftsbasiert, transparent, selbsthinterfragend und lernend sein.
- Dem Prinzip der nationalen Verantwortung folgend, sollen die radioaktiven Abfälle in Deutschland endgelagert werden (Exportverbot).
- Die Endlagerung ist in tiefen geologischen Formationen vorgesehen.
- Der Betrachtungszeitraum (Nachweiszeitraum) beträgt eine Million Jahre.
- Das Verfahren sieht ein stufenweises Vorgehen in drei Phasen vor, um die Suche anhand der im Gesetz festgelegten Kriterien zunehmend einzuengen:
 - Phase 1: Ermittlung von Standortregionen für die übertägige Erkundung
 - Phase 2: Übertägige Erkundung und Ermittlung von Standorten für die untertägige Erkundung.
 - Phase 3: Untertägige Erkundung der Standorte sowie abschließender Standortvergleich und Standortentscheidung.
- Es gibt keine Vorfestlegungen; die Suche beginnt mit einer „weißen Landkarte“.
- Um Fehler korrigieren zu können, wird ein hohes Maß an Reversibilität angestrebt. Während des Betriebs des Endlagers bis zu seinem endgültigen Verschluss sollen die Abfälle rückholbar und danach für einen Zeitraum von 500 Jahren weiterhin bergbar sein.
- Die Öffentlichkeit wird umfassend informiert und von Anfang an am Verfahren beteiligt. Dazu werden neue Gremien eingerichtet:
 - Das Nationale Begleitgremium stellt die Beteiligung der Öffentlichkeit sicher und begleitet das Verfahren als unabhängiges Gremium über die gesamte Dauer.
 - Nach Veröffentlichung des ersten Zwischenberichts in Phase 1 wird die Fachkonferenz „Teilgebiete“ einberufen.
 - Nach der Vorlage des Vorschlages für die übertägig zu erkundenden Standortregionen richtet das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit in den betroffenen Regionen Regionalkonferenzen ein.

- Anschließend wird als überregionales Gremium die Fachkonferenz „Rat der Regionen“ gebildet.
- Über die Ergebnisse jeder Phase entscheiden der Deutsche Bundestag und der Bundesrat. Die in der darauffolgenden Phase näher zu untersuchenden Standortregionen bzw. Standorte sowie der endgültige Endlagerstandort werden jeweils durch Bundesgesetz festgelegt.
- Rechtsschutzmöglichkeiten bestehen am Ende der Phasen 2 und 3 sowie nach Abschluss des Auswahlverfahrens im daran anschließenden atomrechtlichen Genehmigungsverfahren.
- Das Standortauswahlverfahren soll bis zum Jahr 2031 abgeschlossen sein.

Das oben genannte Nationale Begleitgremium hat die Aufgabe, das Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle vermittelnd und unabhängig zu begleiten. Dabei soll es insbesondere die Umsetzung der Öffentlichkeitsbeteiligung begleiten mit dem Ziel, Transparenz und Vertrauen in das Standortauswahlverfahren zu schaffen. Es besteht nach § 8 StandAG aus 18 Mitgliedern, wovon 12 Mitglieder anerkannte Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens sein sollen, die vom Bundestag und Bundesrat gewählt werden. Daneben sind sechs Bürgerinnen und Bürger von der Bundesumweltministerin zu ernennen, davon zwei Vertreterinnen und Vertreter der jungen Generation. Die Mitglieder dürfen keine wirtschaftlichen Interessen in Bezug auf die Standortauswahl oder die Endlagerung im weitesten Sinne haben. Die Besetzung des Gremiums soll insgesamt pluralistisch sein.

Das Nationale Begleitgremium hat Ende 2016 seine Arbeit aufgenommen und besteht zurzeit aus sechs gewählten Personen des öffentlichen Lebens und fünf Bürgervertreterinnen beziehungsweise Bürgervertreter. Es hat aktuell (April 2019) 28 Sitzungen abgehalten und öffentliche Veranstaltungen u. a. in Karlsruhe durchgeführt.¹²

UMLAGEBETRAG FÜR WÄRMEENTWICKELNDE ABFÄLLE

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

¹²Weitere Informationen können unter <http://www.nationales-begleitgremium.de/> abgerufen werden

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

- 96,5 Prozent die Kernkraftwerke (93 Prozent)¹³
- 0,7 Prozent die WAK (4 Prozent)
- 2,8 Prozent die übrigen Vorausleistungspflichtigen (3 Prozent).

Der dementsprechend jährlich zu ermittelnde Umlagebetrag wird für Abfälle aus der gewerblichen Nutzung der Kernenergie direkt bei dem Fonds erhoben.

5.3 AUSBLICK

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

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 Endlagers Konrad ein. Die Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlager Konrad soll zügig vorschreiten. Dabei steht außer Frage, dass die heutigen hohen Sicherheitsanforderungen an ein Endlager erfüllt werden müssen.

Auch die Frage der Entsorgung abgebrannter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung muss gelöst werden, nachdem es über Jahrzehnte nicht gelungen ist, ein vollständiges und allgemein akzeptiertes Gesamtkonzept für die Endlagerung zu erarbeiten

¹³Prozentualer Anteil in Klammer stellt den Anteil entsprechend den Festlegungen vor Inkrafttreten der Endlagervorausleistungsverordnung vom 6. Juli 2004 dar.

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 hat sich an der Arbeit der Endlagerkommission und an der Entwicklung des Standortauswahlgesetzes intensiv beteiligt und wird sich auch im weiteren Verfahren engagiert und konstruktiv einbringen.

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.

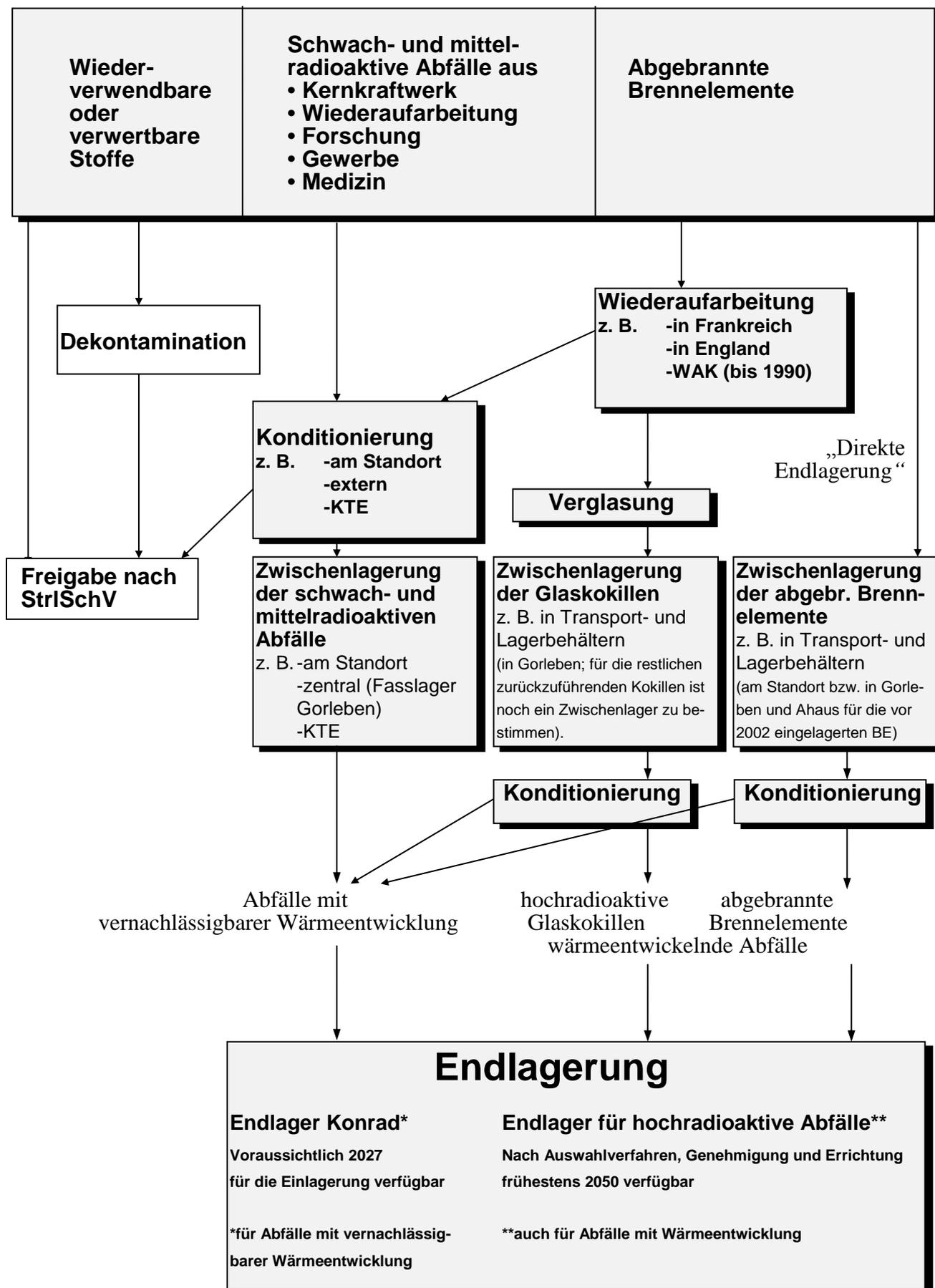
Anhänge

- Anhang 1: Abkürzungsverzeichnis
- Anhang 2: Materialströme bei der nuklearen Entsorgung
- Anhang 3: Anfall an schwach- und mittelradioaktiver Abfällen im vergangenen Jahr in Baden-Württemberg
- Anhang 4: Bestand an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen in Baden-Württemberg
- Anhang 5: Zurückzuführende radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland
- Anhang 6: Bestand an abgebrannten Brennelementen und hochradioaktiven Abfällen der baden-württembergischen Anlagen
- Anhang 7a: Brennelement-Lagersituation im GKN
- Anhang 7b: Brennelement-Lagersituation im KKP
- Anhang 8: Bestand an abgebrannten Brennelementen an den baden-württembergischen Anlagen mit abgeschätztem BE-Bestand bei Stilllegung

Abkürzungsverzeichnis

ADR	Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
AkEnd	Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte
AtEV	Atomrechtliche Entsorgungsverordnung
AtG	Atomgesetz
BE	Brennelement
BfE	Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGZ	Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung
CASTOR	Cask for storage and transport of radioactive material, z. B.: CASTOR V/19, CASTOR V/52
CSD-B	Colis Standard des Déchets Boues
CSD-C	Colis Standard des Déchets Compactés
CSD-V	Colis Standard des Déchets Vitriifiés
EnKK	EnBW Kernkraft GmbH
GGVSEB	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben
FR 2	Forschungsreaktor 2
GKN	Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar
GNS	Gesellschaft für Nuklear-Service mbH
HAW	High active waste (Hochradioaktiver Abfall)
HAWC	High Active Waste Concentrate
HTR	Hochtemperaturreaktor
HZ	Heiße Zellen
JRC	Joint Research Center
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KKP	Kernkraftwerk Philippsburg
KTE	Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH
KNK	Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim
LAW	Low active waste (Schwachradioaktiver Abfall)
MAW	Medium active waste (Mittelradioaktiver Abfall)
MOX-BE	Mischoxid-Brennelement
MZFR	Mehrweckforschungsreaktor (Karlsruhe)
RID	Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter
StandAG	Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz)
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TBL	Transportbehälterlager
VEK	Verglasungseinrichtung Karlsruhe
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe

Materialströme bei der nuklearen Entsorgung



Anfall von schwach- und mittelradioaktiven Abfälle im Jahr 2018 in Baden-Württemberg	
<u>Kernkraftwerke</u>	
Rohabfall (Summe aus fest brennbar, fest nicht brennbar, flüssig brennbar, flüssig nicht brennbar) [Nettovolumen]	Zugang
Neckarwestheim (GKN)	118 m ³
Philippsburg (KKP)	299 m ³
Obrigheim (KWO)	45 m ³
Summe	452 m ³
Behandelter Abfall (Summe aus direkt angefallenem Abfall, aus Verarbeitung intern und extern) [Bruttogebindevolumen]	Anfall
Neckarwestheim (GKN)	71 m ³
Philippsburg (KKP)	229 m ³
Obrigheim (KWO)	398 m ³
Summe	698 m ³
<u>Entsorgungsbetriebe der KTE</u>	
Reststoffe bei der KTE [Nettovolumen]	Zugang
Summe Entsorgungsbetriebe	1.788 m ³
Bestand rührt aus folgenden Anlagen und Einrichtungen her: KTE (Betrieb + Stilllegung), Landessammelstelle Ba.-Wü., JRC und Sonstige	
Behandelter Abfall bei der KTE [Zwischenlagervolumen] ([Bruttogebindevolumen])	Anfall
Summe Entsorgungsbetriebe	743 m ³ (672 m ³)
Bestand rührt aus folgenden Anlagen und Einrichtungen her: KTE (Betrieb + Stilllegung), Landessammelstelle Ba.-Wü., JRC und Sonstige	

Quellen: Berichterstattungen der EnKK und KTE

Bestand an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen in Baden-Württemberg

Kernkraftwerke

Bestand Rohabfall [Nettovolumen]	Am Standort
Neckarwestheim (GKN)	290 m ³
Philippsburg (KKP)	292 m ³
Obrigheim (KWO)	141 m ³
Summe	723 m ³

Bestand behandelte Abfälle am Standort und extern [Bruttogebindevolumen]	Am Standort	Lagerkapazität am Standort	Ausnutzungsgrad *	Extern (Abfalllager Gorleben, Ahaus und Sonstige)
Neckarwestheim (GKN)	688 m ³	2.322 m ³	47 %	1.080 m ³
Philippsburg (KKP)	1.600 m ³	3.970 m ³	49 %	559 m ³
Obrigheim (KWO)	1.989 m ³	3.800 m ³	56 %	0 m ³
Summe	4.277 m ³			

Entsorgungsbetriebe der KTE

Bestand Rohabfall und vorbehandelte Reststoffe** [Nettovolumen]	Bestand
Summe Entsorgungsbetriebe	3.153 m ³
Bestand rührt aus folgenden Anlagen und Einrichtungen her: KTE (Betrieb + Stilllegung)***, Landessammelstelle Ba.-Wü., JRC und Sonstige	

Bestand bei der KTE behandelte Abfälle [Zwischenlagervolumen] ([Bruttogebindevolumen])	Bestand	Lagerkapazität*****		Ausnutzungsgrad	
		LAW-Lager	MAW-Lager	LAW-Lager	MAW-Lager
Summe Entsorgungsbetriebe ****	71.252 m ³ (61.207 m ³)	77.400 m ³	1.050 m ³	91 %	90 %
Bestand rührt aus folgenden Anlagen und Einrichtungen her: KTE (Betrieb + Stilllegung)***, Landessammelstelle Ba.-Wü., JRC und Sonstige					

* Ausnutzungsgrad: Gesamtbestand (Summe aus behandeltem Abfall und Rohabfall; dabei mit Rohabfall brutto GKN 392 m³, KKP 344 m³ und KWO 178,38 m³) im Verhältnis zur Lagerkapazität.

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

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

**** Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und wärmeentwickelnde Abfälle. Bei den Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung handelt es sich um 71.017 m³ Zwischenlagervolumen bzw. 61.049 m³ Bruttogebindevolumen.

***** Außerdem steht ein Pufferlager mit ca. 2.000 m³ zur Verfügung.

Quellen: Berichterstattungen der EnKK und KTE

Zurückzuführende Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland

Bezeichnung des Abfalls	Gesamtzahl noch zurückzuführender Behälter	Stand der Rückführung und Zwischenlagerung	Voraussichtlicher Transportzeitpunkt
Abfall aus Anlage in La Hague			
HAW*-Glaskokillen	0	Alle 108 Behälter sind aus La Hague zurückgeführt und im TBL Gorleben eingelagert worden.	Rückführung im Nov. 2011 abgeschlossen.
MAW**-Glasprodukt	5	Die Behälter sollen gemäß dem vom BMU im Juni 2015 vorgelegte Rückführungskonzept im Zwischenlager Philippsburg aufbewahrt werden. Der entsprechende Genehmigungsantrag wurde am 29.09.2017 beim BfE eingereicht.	Transport nicht vor 2021.
Kompaktierte mittelradioaktive Abfälle (u. a. BE-Strukturteile)	152	Zwischenlagerung im TBL Ahaus vorgesehen.	Beginn nicht vor 2028.
Abfall aus Anlage in Sellafield			
HAW*-Glaskokillen	20***	Die Behälter sollen gemäß dem vom BMU im Juni 2015 vorgelegte Rückführungskonzept auf die Zwischenlager Biblis, Brokdorf und Isar verteilt werden. Die entsprechenden Genehmigungsanträge wurden am 29.09.2017 beim BfE eingereicht.	Nicht vor 2019.

* HAW: High 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, sodass keine weiteren radioaktiven Abfälle zurückzuführen sind.

Quelle: Berichterstattung der EnKK

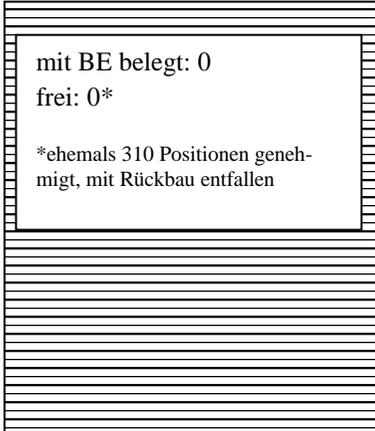
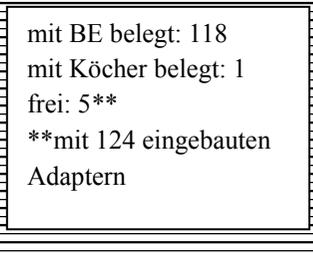
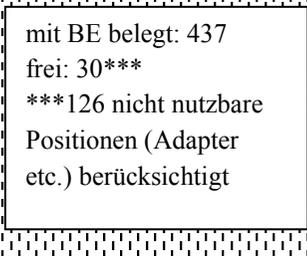
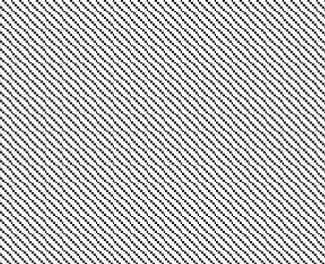
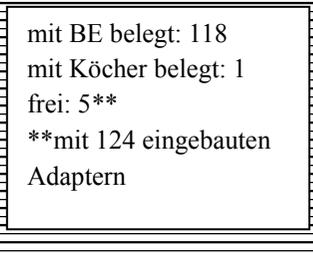
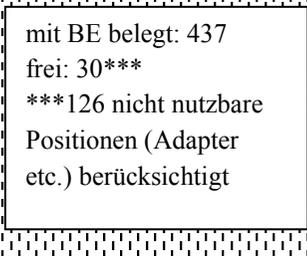
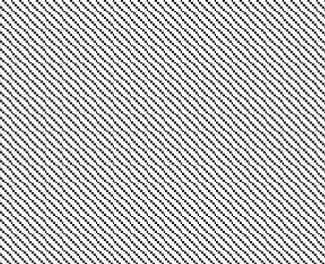
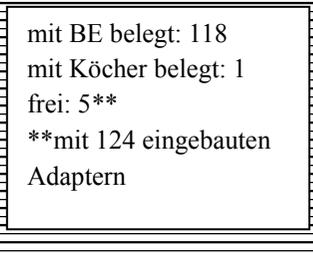
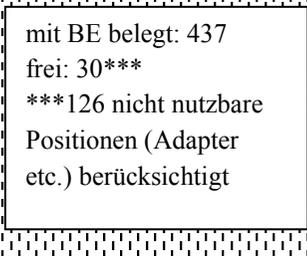
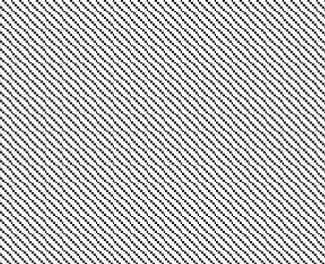
Bestand an abgebrannten Brennelementen und hochradioaktiven Abfällen der baden-württembergischen Anlagen

Kernkraftwerke	bestrahlte BE Anzahl BE	Glaskokillen Anzahl GK (Anzahl Beh.)	Behälter (CASTOR) Anzahl BE- Beh.	Lagerkapazität Anzahl BE bzw. Stellplätze
Neckarwestheim GKN				
Standort – Nasslager GKN I	0			Entfallen, Anlage im Rückbau
Standort – Nasslager GKN II (BE aus GKN I + GKN II)	118 + 437			83 + 510 + 193* BE
Standort–Zwischenlager (BE aus GKN I + GKN II)	463 + 783	-	66 (+ 15****)	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		Areva	NDA	WAK
(GKN I + GKN II)	aufgearbeitet	897	308	44
	Angeliefert	897	308	44
Philippsburg KKP				
Standort – Nasslager KKP 1	0			Entfallen, Anlage im Rückbau
Standort – Nasslager KKP 2 (BE aus KKP 1 + KKP 2)	0 + 541			575 + 193* + 12 weitere nicht nutzbare Positionen
Standort–Zwischenlager (BE aus KKP 1 + KKP 2)	1.458 + 627	-	62	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		Areva	NDA	WAK
(KKP1 + KKP2)	Aufgearbeitet	2561	-	-
	Angeliefert	2561	-	-
Obrigheim KWO				
Standort – Nasslager KWO	-			Entfallen, Anlage im Rückbau
Standort – Ext. BE-Becken	-			Entfallen, Anlage im Rückbau
Standortnahes Zwischenlager GKN	342		15	15 Stellplätze
TB-Lager Gorleben	-	105 (3,8)	-	10,90 Stellplätze
TB-Lager Ahaus	-	-	-	9,425 Stellplätze
WAA		Areva	NDA	WAK
(KWO)	Aufgearbeitet	709**	-	151
	Angeliefert	709**	-	151

* Kernvollentladung ** mit Abfallrückführung 595 ****Castor-Behälter mit BE aus dem KWO

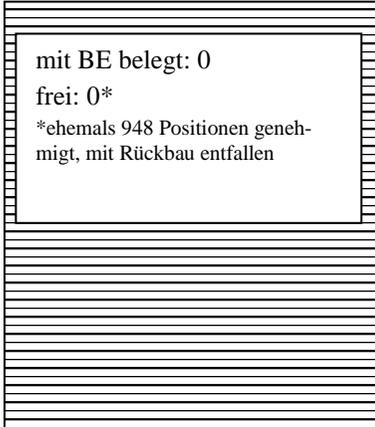
Quelle: Berichterstattung der EnKK

Brennelement-Lagersituation am Standort GKN

Nasslager GKN I	Standortzwischenlager	Nasslager GKN II									
<p>Gesamtzahl der genehmigten BE-Positionen GKN I: 0</p>  <p>mit BE belegt: 0 frei: 0*</p> <p>*ehemals 310 Positionen genehmigt, mit Rückbau entfallen</p>	<p>151 Stellplätze für CASTOR V/19-Behälter (jeweils bis zu 19 BE) und TN24E-Behälter (jeweils bis zu 21 BE) und für CASTOR 440/84 mvK für KWO (jeweils bis zu 24 BE) genehmigt.</p> <p>Belegt mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 66 Behälter GKN (463 GKN I-BE, 783 GKN II-BE) und - 15 Behälter KWO (342 KWO-BE) 	<p>Gesamtzahl der genehmigten BE-Positionen GKN II: 786 (+ 6 Positionen für z. B. Dummies und Köcher)</p> <table border="1" data-bbox="1025 520 2022 1042"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1025 520 1691 571">Genehmigte BE-Positionen: <u>786</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 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> </tr> <tr> <td data-bbox="1025 770 1361 1042">  <p>mit BE belegt: 118 mit Köcher belegt: 1 frei: 5** **mit 124 eingebauten Adaptern</p> </td> <td data-bbox="1361 770 1691 1042">  <p>mit BE belegt: 437 frei: 30*** ***126 nicht nutzbare Positionen (Adapter etc.) berücksichtigt</p> </td> <td data-bbox="1697 770 2022 1042">  </td> </tr> </table>		Genehmigte BE-Positionen: <u>786</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>	 <p>mit BE belegt: 118 mit Köcher belegt: 1 frei: 5** **mit 124 eingebauten Adaptern</p>	 <p>mit BE belegt: 437 frei: 30*** ***126 nicht nutzbare Positionen (Adapter etc.) berücksichtigt</p>	
Genehmigte BE-Positionen: <u>786</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>										
 <p>mit BE belegt: 118 mit Köcher belegt: 1 frei: 5** **mit 124 eingebauten Adaptern</p>	 <p>mit BE belegt: 437 frei: 30*** ***126 nicht nutzbare Positionen (Adapter etc.) berücksichtigt</p>										

Quelle: Berichterstattung der EnKK

Brennelement-Lagersituation am Standort KKP

Nasslager KKP 1	Standortzwischenlager	Nasslager KKP 2									
<p>Gesamtzahl der genehmigten BE-Positionen KKP 1: 0</p>  <p>mit BE belegt: 0 frei: 0*</p> <p>*ehemals 948 Positionen genehmigt, mit Rückbau entfallen</p>	<p>152 Stellplätze für CASTOR V/19-Behälter (jeweils bis zu 19 BE) oder CASTOR V/52 (jeweils 52 BE) genehmigt.</p> <p>Belegt mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 29 CASTOR V/52-Behälter (1.458 KKP 1-BE) und - 33 CASTOR V/19-Behälter (627 KKP 2-BE) 	<p>Gesamtzahl der genehmigten BE-Positionen KKP 2: 780</p> <table border="1" data-bbox="1023 520 2020 1038"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="1023 520 1688 571">Genehmigte BE-Positionen: <u>587</u></td> <td data-bbox="1688 520 2020 772" rowspan="2">BE-Positionen freizuhalten für Kernvollentladung: <u>193</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1023 571 1359 772">Genehmigte Lagerpositionen für KKP 1-BE: <u>128</u> (mit Adaptern)</td> <td data-bbox="1359 571 1688 772">Genehmigte Lagerpositionen für KKP 2-BE: mindestens <u>459</u> maximal <u>587</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="1023 772 1359 1038"> <p>mit BE belegt: 0 frei: 0**</p> <p>**da keine Adapter für KKP 1-Brennelemente eingesetzt</p> </td> <td data-bbox="1359 772 1688 1038"> <p>mit BE belegt: 541 frei: 46***</p> <p>***12 nicht nutzbare Positionen berücksichtigt</p> </td> <td data-bbox="1688 772 2020 1038">  </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 KKP 2-BE: mindestens <u>459</u> maximal <u>587</u>	<p>mit BE belegt: 0 frei: 0**</p> <p>**da keine Adapter für KKP 1-Brennelemente eingesetzt</p>	<p>mit BE belegt: 541 frei: 46***</p> <p>***12 nicht nutzbare Positionen berücksichtigt</p>	
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 KKP 2-BE: mindestens <u>459</u> maximal <u>587</u>										
<p>mit BE belegt: 0 frei: 0**</p> <p>**da keine Adapter für KKP 1-Brennelemente eingesetzt</p>	<p>mit BE belegt: 541 frei: 46***</p> <p>***12 nicht nutzbare Positionen berücksichtigt</p>										

Quelle: Berichterstattung der EnKK

Bestand an abgebrannten Brennelementen der baden-württembergischen Anlagen mit abgeschätztem BE-Bestand bei Stilllegung am Standort

1	Block	KKP 1	KKP 2	GKN I	GKN II	KWO
2	BE im Kern	0	193	0	193	0
3	BE im Nasslager	0	541	0 + 118*	437+(118**)	0
4	BE im Standortzwischenlager	1.458	627	463	783	342***
5	Geschätzter Anfall (Nachlademenge) bis Stilllegung	0	0	0	124	0
6	BE-Bestand bei Stilllegung am Standort (Abschätzung für KKP 2 und GKN II) Summe aus Werte Zeile 2, 3, 4 u. 5	1.458	1.361	581	1.537	342***
7	Beladene Behälter nach Verladung aller BE nach Stilllegung Ergibt sich mit Zeile 6 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 KWO: Anzahl Behälter steht fest	29****	72****	31****	81****	15****
8	Summe beladene Behälter nach Verladung aller BE nach Stilllegung im Standortzwischenlager	101****		112**** + 15****		0
9	Genehmigte Stellplätze	152		151		0

* Befinden sich im Nasslager von Block 2

** Aus Block 1

*** Abgebrannte Brennelemente/Castor-Behälter befinden sich im Standortzwischenlager GKN

**** Rein rechnerischer Wert, ohne Berücksichtigung einer möglichen Behälterteilbeladung

***** Behälter CASTOR 440/84 mvK mit abgebrannten Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Obrigheim

Quelle Zeile 2 bis 5: Berichterstattung der EnKK

Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Kernerplatz 9

70182 Stuttgart

Tel.: 0711 126-0

Fax: 0711 126-2881

Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de

E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Bildnachweis:

- Titelbild, Seiten 13, 27, 35, 40: EnBW Kernkraft GmbH
- Seiten 9, 10, 12, 14, 16, 22: Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH

Literaturverzeichnis:

- BfS – Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.) (2010): „Optionenvergleich Asse – Fachliche Bewertung der Stilllegungsoptionen der Schachtanlage Asse II“
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.) (2015): Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle
- GRS – Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2018): „Entsorgung abgebrannter Brennelemente aus den Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland“
- IAEA – International Atomic Energy Agency (Hrsg.) (1999): IAEA-TECDOC-1105: „Inventory of radioactive waste disposals at sea“

Mai 2019