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

Mai 2018

Zwischenlagerung bei der Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH

Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

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

vom Mai 2018

1 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN DER NUKLEAREN ENTSORGUNG..... 2

1.1 Abgebrannte Brennelemente sowie Kernbrennstoffe und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland 2
1.2 Sonstige radioaktive Abfälle 4

2 ERZEUGER ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVER ABFÄLLE IN BADEN-WÜRTTEMBERG 5

2.1 Kernkraftwerke 6
2.2 Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) 8
2.3 Forschungseinrichtungen 11
2.4 Stillgelegte kerntechnische Anlagen und Einrichtungen 12
2.5 Landessammelstelle Baden-Württemberg 14

3 SCHWACH- UND MITTELRADIOAKTIVE ABFÄLLE (NICHT WÄRMEENTWICKELNDE RADIOAKTIVE ABFÄLLE) 16

3.1 Anfall schwach- und mittelradioaktiver Abfälle in Baden-Württemberg 16
3.2 Konditionierung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle 16
3.3 Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle 20
3.4 Transporte schwach- und mittelradioaktiver Abfälle 25

4 ABGEBRANNTE BRENNELEMENTE UND RADIOAKTIVE ABFÄLLE AUS DER WIEDERAUFARBEITUNG (WÄRMEENTWICKELNDE RADIOAKTIVE ABFÄLLE) 27

4.1 Anfall abgebrannter Brennelemente in Baden-Württemberg und Anfall radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland 29
4.2 Verwertung bzw. Entsorgung des bei der Wiederaufarbeitung gewonnenen Plutoniums und Urans 35
4.3 Zwischenlagerkonzepte für die Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung 37
4.4 Lagermöglichkeiten für abgebrannte Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland 42
4.5 Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung 45
4.6 Transporte abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung 50

5 ENDLAGERUNG 52

5.1 Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle) 52
5.2 Endlager für abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle) 61
5.3 Ausblick 65

ANHÄNGE 67

1 Rechtliche Rahmenbedingungen der nuklearen Entsorgung

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

Rechtliche Grundlage für die Entsorgung der abgebrannten Brennelemente ist § 9a des Atomgesetzes (AtG). Die Vorgaben wurden im Jahr 1980 konkretisiert durch „Grundsätze zur Entsorgungsvorsorge für Kernkraftwerke“ (Bundesanzeiger Nr. 58 vom 22. März 1980). Die Entsorgung abgebrannter Brennelemente sollte demnach in erster Etappe durch Wiederaufarbeitung der Brennelemente erfolgen. Im Jahr 1994 wurde durch eine Gesetzesänderung die direkte Endlagerung abgebrannter Brennelemente der „schadlosen Verwertung“ durch Wiederaufarbeitung als Entsorgungsalternative gleichgestellt.

Mit dem „Gesetz zur geordneten Beendigung der Kernenergienutzung zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität“ vom 22. April 2002 wurde die Entsorgung von abgebrannten Brennelementen neu geordnet. Wesentliche Punkte 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. Er trat am 1. Januar 2014 in Kraft. Damit haben die betroffenen Energieversorgungsunternehmen dafür zu sorgen, dass die aus der Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe im Ausland stammenden verfestigten Spaltproduktlösungen (HAW[1]- und MAW[2]-Glaskokillen) zurückgenommen und in standortnahen Zwischenlagern aufbewahrt werden.

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

Am 27. Januar 2017 wurde 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.[3]

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.

[1] HAW: High Active Waste
[2] MAW: Medium Active Waste
[3] Die Rückstellungen und der Risikozuschlag wurden am 3. Juli 2017 vom Betreiber der Anlagen in Baden-Württemberg an den Fonds überwiesen.

Weiterhin wird 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 gehen auch die Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente an den Standorten Philippsburg und Neckarwestheim zum genannten Termin an die BGZ über.

1.2 Sonstige radioaktive Abfälle

Behandlung, Konditionierung, Lagerung und Transport der sonstigen radioaktiven Abfälle, die im Wesentlichen aus dem Betrieb und Rückbau von Kernkraftwerken herrühren, sind seit dem Jahr 2001 in der Strahlenschutzverordnung geregelt.

Das Entsorgungsübergangsgesetz hat den Übergang der endlagergerecht konditionierten radioaktiven Abfälle und der Lager für sonstige radioaktive Abfälle an den Kernkraftwerkstandorten an die BGZ geregelt. Diese werden zum 1. Januar 2020 an die BGZ übergehen[4].

[4] In Baden-Württemberg sind dies die Abfalllager an den Standorten Philippsburg, Neckarwestheim und Obrigheim.

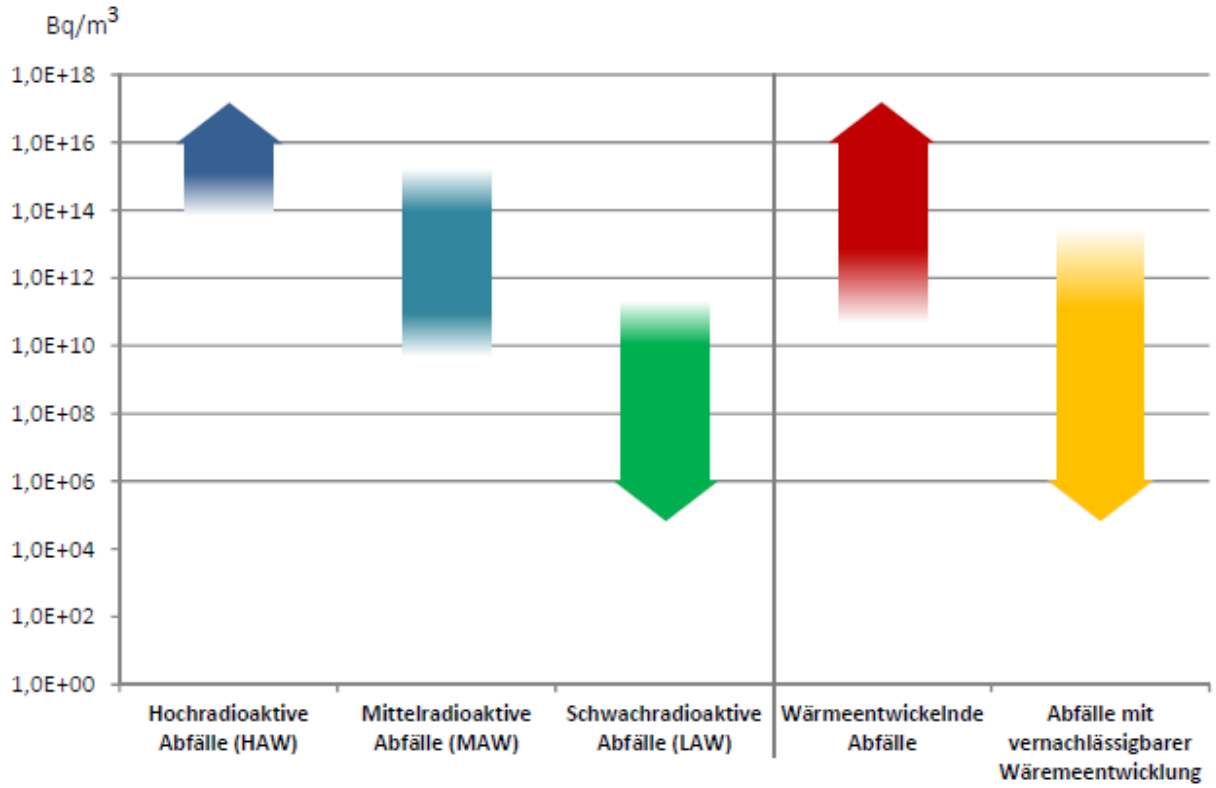
2 Erzeuger abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle in Baden-Württemberg

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 (LAW[5] und MAW) mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung,
- mittelradioaktive Abfälle mit Wärmeentwicklung (Hüllrohre, Strukturteile) und
- hochradioaktive, wärmeentwickelnde Abfälle (HAW).

Kategorien radioaktiver Abfälle



[5] LAW: Low Active Waste

Sowohl in Deutschland als auch international gibt es keine festen 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. Abfälle, die diese Anforderung erfüllen, gelten als Abfälle mit vernachlässgbarer Wärmeentwickung. Schwach- und mittelradioaktive Abfälle sind bis auf wenige Ausnahmen Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeeentwicklung.

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 alpha-haltige Abfälle).

2.1 Kernkraftwerke

Baden-Württemberg ist gemeinsam mit Niedersachsen und Bayern eines der Bundesländer, in denen sich noch zwei Kernkraftwerksblöcke im Betrieb befinden. In Schleswig-Holstein befindet sich noch ein Kernkraftwerk in Betrieb.

Im Jahr 2010 hatte Baden-Württemberg mit seinen zu diesem Zeitpunkt insgesamt vier betriebenen Kernkraftwerksblöcken 5 Prozent zur gesamten Stromerzeugung in Deutschland beigetragen. Damit hatte das Land den zweithöchsten Anteil am nuklear erzeugten Strom der Länder.[6]

[6] Quelle: Destatis

Der Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung in Baden-Württemberg betrug 2010 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.[7]

Radioaktive Abfälle fallen im Leistungsbetrieb, aber auch in der Nachbetriebsphase und dem anschließenden Stilllegungsbetrieb an, da bestimmte Systeme weiterhin betrieben werden müssen. Diese Betriebsabfälle entstehen beim normalen Betrieb, bei Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie bei wiederkehrenden Prüfungen. Sie sind überwiegend schwachradioaktiv und nur in seltenen Fällen und dann geringfügig mit Alphastrahlern kontaminiert.

Der durchschnittliche Anfall an endkonditionierten Betriebsabfällen bei den sich im Leistungsbetrieb befindenden Reaktorblöcken beträgt ca. 50 m^3 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 Kraftwerks. Dementsprechend fallen im Mittel bei einem Siedewasserreaktor (in Baden-Württemberg KKP 1) 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,

[7] Quelle: Statistik BW

- 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.

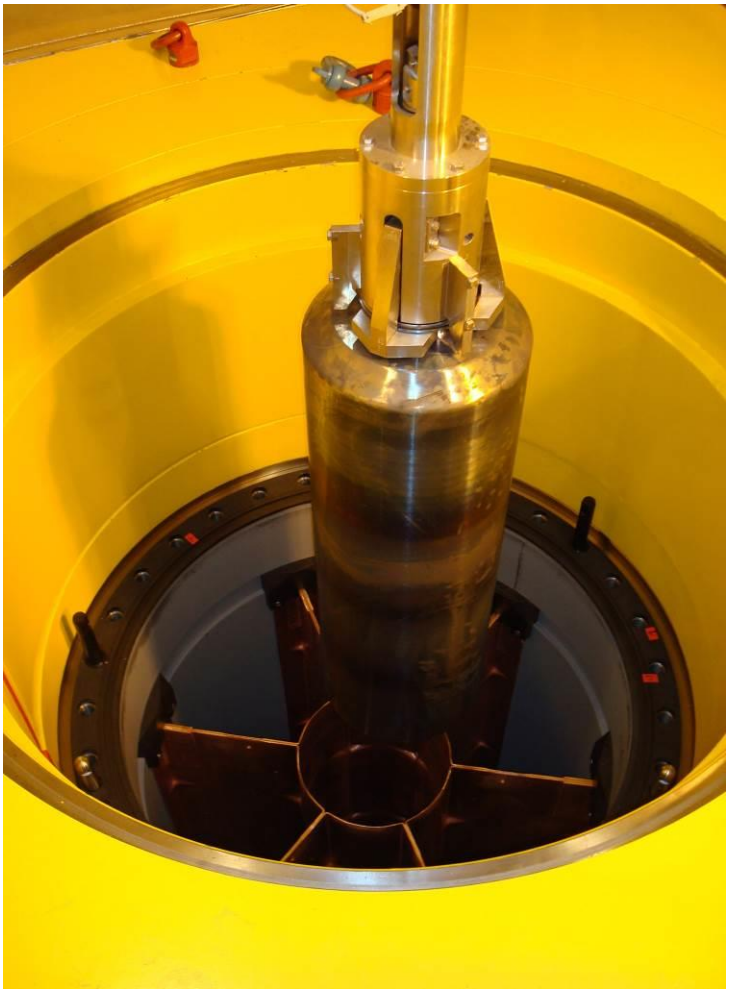
Neben radioaktiven Betriebsabfällen fallen abgebrannte Brennelemente an. Abgebrannte Brennelemente sind hochradioaktiv und wärmeentwickelnd. Hochradioaktive Abfälle haben einen relativ geringen Mengenanteil (ca. 10 Prozent des Abfallvolumens), enthalten aber den ganz überwiegenden Anteil (ca. 99,9 Prozent) der gesamten Radioaktivität. Bei der jährlichen Revision eines Kernkraftwerks werden abgebrannte Brennelemente aus dem Reaktorkern entladen 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 hochradioaktiver Abfälle an, die stark mit alphastrahlenden Nukliden belastet sind. Die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle wurden bei den Entsorgungsbetrieben der Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH, kurz KTE (zum damaligen Zeitpunkt noch WAK GmbH), die sich auf dem Gelände des KIT Campus Nord befinden, konditioniert und werden bis heute dort zwischengelagert.

Die bei der Wiederaufarbeitung angefallenen ca. 60 m^3 hochradioaktiver Spaltproduktlösung HAWC (High Active Waste Concentrate) wurden in zwei Lagerbehältern auf dem Betriebsgelände der stillgelegten Wiederaufarbeitungsanlage gelagert. Zur Konditionierung dieses Abfalls wurde zwischen 1999 und 2005 die Verglasungseinrichtung

Karlsruhe (VEK) errichtet. Nach umfangreichen Funktionsprüfungen und einem Probebetrieb mit nicht aktivem Simulat konnte 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 Verglasungsofen wurde anschließend außer Betrieb genommen.



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

Ein Rest von ca. 3 m³ Flüssigkeit war nach dem Spülprogramm noch vorhanden. Diese Restlösung wurde auf zwei Behälter in der VEK verteilt und trocknete dort bis zum Ende des Jahres 2012 vollständig ein.

Nach 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 Rubenow (in der Nähe von Greifswald) transportiert.

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

Der Rückbau des Prozessgebäudes, in dem die eigentliche Wiederaufarbeitung stattfand, hatte schon Mitte der 1990-er Jahre mit der Demontage einzelner Komponenten begonnen. Mit der Verglasung der Spaltproduktlösung können nun auch die ehemaligen HAWC-Lagerbehälter und die Verglasungsanlage abgebaut werden. Ab dem Jahr 2013 erfolgten bereits Außerbetriebnahmen in der VEK. Die WAK und die VEK sollen nach bisheriger Auskunft des Betreibers bis Anfang der 2030-er Jahre in mehreren Schritten vollständig abgebaut werden.

Beim weiteren Rückbau der stillgelegten Wiederaufarbeitungsanlage mit der Verglasungsanlage fällt 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 voraussichtlich mehr als 21.000 m^3 (Endlagervolumen) schwach- und mittelradioaktive Abfälle anfallen.

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

2.3 Forschungseinrichtungen

Im ehemaligen Forschungszentrum Karlsruhe (heute: KIT Campus Nord) fielen für mehr als fünf Jahrzehnte bei der nuklearen Forschung große Mengen an schwach-, mittel- und hochradioaktiven Abfällen an.

Die hochradioaktiven Abfälle fielen bei der WAK, die als Pilotanlage für die Wiederaufarbeitung diente, an. Sie 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 alphastrahlenden Betriebsabfällen aus der WAK vermischt. Diese konditionierten Abfälle lagern derzeit bei den Entsorgungsbetrieben der KTE auf dem Gelände des KIT Campus Nord. Die WAK und die 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 Untersuchungen an radioaktiven Materialien für den Einsatz im Bereich der Kernfusion durchführen, fallen auch heute noch radioaktive Abfälle auf dem Gelände des KIT Campus Nord an.

2.4 Stillgelegte kerntechnische Anlagen und Einrichtungen

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

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

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

Auch stillgelegte Kernkraftwerke der Energieversorgungsunternehmen werden abgebaut. Am 11. Mai 2005 wurde der Leistungsbetrieb des Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) eingestellt. Das KWO wird seit 2008 auf Grundlage der 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung (SAG) abgebaut.

Für das KWO wurde mit der 2. SAG vom 24. Oktober 2011 der Abbau von Systemen und Komponenten im Kontrollbereich gestattet.

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

Am 30. April 2013 wurde die 3. Abbaugenehmigung erteilt. Sie gestattet u. a. den Abbau des Reaktordruckbehälterunterteils mit Einbauten, des biologischen Schilds und des internen Brennelement-Lagerbeckens. Insbesondere bei den Maßnahmen der 3. Abbaugenehmigung fallen radioaktive Reststoffe bzw. Abfälle an. Unter den anfallenden radioaktiven Reststoffen sind insbesondere auch aktivierte Anlagenteile, die direkt als Abfälle verpackt werden.

Die mit dem Datum 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, mit Ausnahme des Zwischenlagers für sonstige radioaktive Stoffe.

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 April 2013 gestellt. Im Februar 2017 wurde dann für GKN I und im April 2017 für KKP 1 die 1. Stilllegungs- und Abbaugenehmigung zum Abbau von Anlagenteilen erteilt. Mit den ersten Abbauarbeiten wurde bei GKN I bereits im Februar und bei KKP 1 im April 2017 begonnen. Nach Angaben des Betreibers dauert der Rückbau einer Anlage 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 Volumen an schwach- und mittelradioaktiven Stilllegungs- und Rückbauabfällen pro Kernkraftwerksblock von ca. 5.000 m^3 aus, die dem Endlager des Bundes für schwach- und mittelradioaktive Abfälle zugeführt werden müssen, wobei das tatsächliche Volumen der Stilllegungs- und Rückbauabfälle von der Größe bzw. Leistung und dem Typ eines Kernkraftwerks (Siedewasserreaktor oder Druckwasserreaktor) abhängig ist.

Weiter fallen beim Rückbau – teilweise nach entsprechender Bearbeitung – auch große Mengen an nicht oder nur sehr gering kontaminierten oder aktivierten Reststoffen an (z. B. Bauschutt), die nach entsprechender Kontrolle herausgegeben oder nach § 29 StrlSchV zur Beseitigung (Deponie) oder uneingeschränkt 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 die Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH (diesbezüglich Rechtsnachfolger des Forschungszentrums Karlsruhe) mit ihren Entsorgungsbetrieben nahezu alle Aufgaben und Pflichten für das Land erfüllt.

Dementsprechend erfüllen die Entsorgungsbetriebe der KTE Aufgaben wie das Entgegennehmen der radioaktiven Abfälle, das Konditionieren, das Zwischenlagern sowie den späteren Abtransport zum Endlager.

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

Dem Umweltministerium Baden-Württemberg wird entsprechend § 72 StrlSchV 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 der Angaben zum Zugang an Reststoffen und Rohabfällen sowie dem 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 mittelradioaktiver Abfälle in Baden-Württemberg

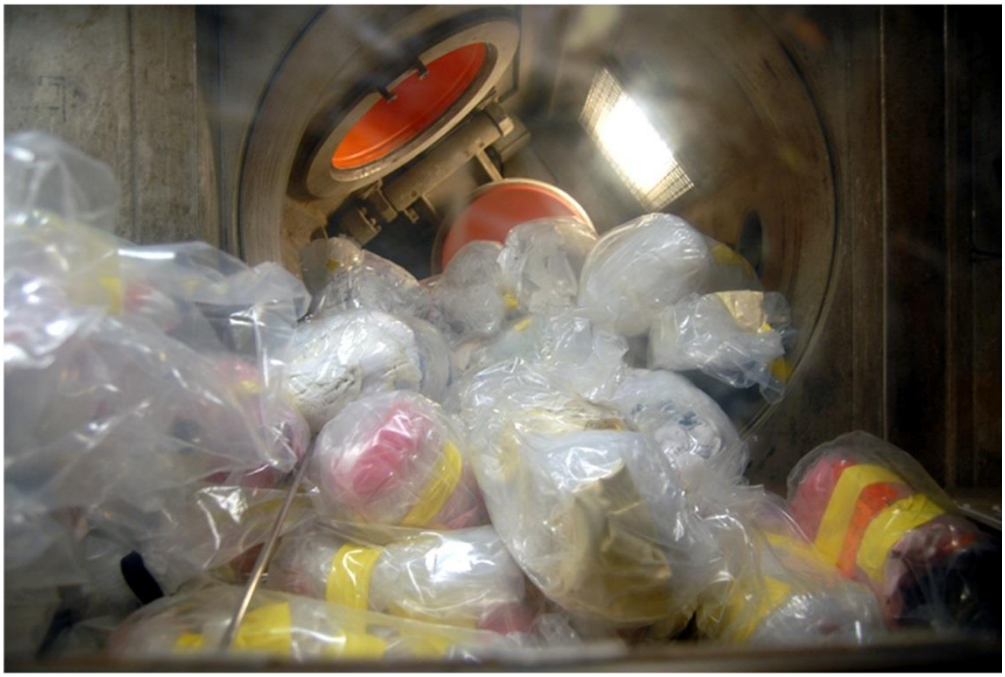
Der Anfall an schwach- und mittelradioaktiven, nicht wärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen im vergangenen Jahr in Baden-Württemberg ist in Anhang 3 – getrennt nach den Anlagen und Einrichtungen – dargestellt (vgl. auch Kap. 2).

Beim Anfall 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 behandelter Abfall an.

3.2 Konditionierung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle

Die in den Kernkraftwerken und bei sonstigen Einrichtungen anfallenden schwach- und mittelradioaktiven Abfälle können in der Regel nicht in der Form, in der sie angefallen sind, an ein Endlager abgegeben werden. Sie müssen vorher sorgfältig klassifiziert und endlagergerecht verarbeitet, d.h. konditioniert, werden. In der Regel wird dabei auch das Volumen deutlich reduziert. Die Konditionierung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen erfolgt 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 der Errichtung jeweils eines zusätzlichen Abfalllagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle auch die Errichtung jeweils eines Reststoffbearbeitungszentrums beantragt. 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, sodass sich die Errichtung und die geplante Inbetriebnahme weiter verzögerte. Bis heute ist die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen nicht möglich.

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.

Aufgrund der damit verbundenen Unsicherheiten über den Zeitpunkt der Abgabe an das Endlager Konrad müssen alle an den Standorten von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen vorhandenen schwach- und mittelradioaktiven Abfälle zukünftig so konditioniert und verpackt werden, dass sie zusätzlich einer langfristigen oberirdischen Lagerung, ggf. über Jahrzehnte, standhalten. Konditionierte Abfälle müssen daher zukünftig langfristig überwacht werden, um z. B. Korrosionserscheinungen an den Abfallbehältern rechtzeitig erkennen und die dann notwendigen Maßnahmen zur Nachkonditionierung und Umverpackung veranlassen zu können.

Die Konditionierung radioaktiver Abfälle erfolgt auf Grundlage 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 Standard-Ablaufpläne der KTE wurden auf Basis der vorläufigen Endlagerungsbedingungen Konrad (von 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 mittelradioaktiver 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 Abfalllagern 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 Abfalllagern 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 Stillle-

gungs- und Rückbauabfällen pro Kernkraftwerksblock von ca. 5.000 m^3 aus. Das tatsächlich anfallende Volumen ist jedoch von der Größe bzw. Leistung und dem Typ des Reaktors (Siedewasser- oder Druckwasserreaktor) abhängig.

Beim Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) handelt es sich um eine Anlage, die mit einer früheren Leistung von 357 MW zu den kleineren Anlagen der Energieversorgungsunternehmen zählte. KWO rechnet mit einer Menge an radioaktiven Abfällen von ca. 3.700 m^3 (Endlagervolumen) bis zum Ende der Stilllegung. Das dortige Abfalllager mit einer Kapazität von ca. 3.800 m^3 ist daher ausreichend, um die bei der Stilllegung und dem Rückbau anfallenden Abfälle aufzunehmen. Die Lagerkapazität ist derzeit zu etwa 40 Prozent ausgeschöpft.

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

Die Lagerkapazität am Standort Neckarwestheim beträgt 2.322 m^3 und ist derzeit zu ca. 46 Prozent belegt. Die bis zum Ende des Rückbaus erwartete Menge an radioaktiven Abfällen am Standort Neckarwestheim beträgt ca. 12.900 m^3 (Endlagervolumen). Daher errichtet der Betreiber ein weiteres Abfalllager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle („Standortabfalllager“) auf dem Anlagengelände. Für die Kapazitätsplanung wird GKN nach eigenen Angaben Reserven und Risikozuschläge sowie die voraussichtlich anfallenden Abfallmengen des Blocks II berücksichtigen.
Die Lagerkapazität am Standort Philippsburg beträgt 3.775 m^3 und ist derzeit zu ca. 46 Prozent belegt. Die bis zum Ende des Rückbaus erwartete Menge an radioaktiven Abfällen beträgt ca. 15.300 m^3 (Endlagervolumen). Der Betreiber errichtet daher, ebenso wie am Standort Neckarwestheim, ein Abfalllager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle („Standortabfalllager“) auf dem Anlagengelände.

Um die radioaktiven Reststoffe aus dem Rückbau den entsprechenden Entsorgungspfaden zuordnen und ggf. 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.

Die entsprechenden Bauanträge wurden im zweiten Quartal 2014 bei den jeweils zuständigen Landratsämtern eingereicht, die Anträge für die Umgangsgenehmigungen nach § 7 StrlSchV wurden ebenfalls im zweiten Quartal 2014 beim UM eingereicht und befinden sich in der Begutachtung. 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 bereits begonnen werden konnte.

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 mehr als die Hälfte der schwach- und mittelradioaktiven konditionierten Abfälle Deutschlands. Diese Abfälle sind überwiegend alphakontaminiert und konnten deshalb nur zu einem geringen Teil in dem seit 1998 geschlossenen Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) 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 m^3 Zwischenlagervolumen. Zusätzlich existiert ein Pufferlager mit einer Kapazität von ca. 2000 m^3. Im LAW-Zwischenlager sind ca. 70.300 m^3 (Stand 31.12.2017) ausgenutzt, d.h. das Lager ist zu ca. 90 Prozent belegt.
Die Lagerkapazität für mittelradioaktive Abfälle (MAW) liegt unter Ausnutzung von Rangierflächen bei 1050 m^3 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): Um einen kontinuierlichen Rückbau der Anlagen der KTE zu ermöglichen, ist geplant, die Erweiterung des MAW-Lagers bis spätestens 2019 zu realisieren. Mit der geplanten Verdoppelung der Lagerkapazitäten des MAW-Lagers steht der KTE für die Entsorgung ihrer MAW-Abfälle aus dem Rückbau der Anlagen dann ausreichend Zwischenlagerkapazität zur Verfügung. Um die Annahmebereitschaft 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 auch bis Ende der 2020-er Jahre kein Endlager verfügbar sein, so 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 für das „Lagergebäude L566“ wurden 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. Die Arbeiten zur Errichtung der Logistik-/Bereitstellungshalle L567 haben Anfang 2018 mit Bodenverbesserungsmaßnahmen ebenfalls begonnen.

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, Fasslager) und das Zwischenlager

Ahaus, in denen schwach- und mittelradioaktive Abfälle aus ganz Deutschland und damit auch aus Baden-Württemberg zwischengelagert werden. Während das Abfalllager in Gorleben schon seit 1984 für die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Stoffen zur Verfügung steht, wurde die Genehmigung für die Einlagerung 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 vom damals zuständigen BfS (Zuständigkeit liegt heute beim neu gegründeten BfE) am 26. Mai 2010 erteilt wurde. Das Zwischenlager Ahaus besteht aus zwei getrennten Lagerbereichen, für Castor-Behälter und für die Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen.[8]

Vorübergehende Zwischenlagerung bei den Konditionierern

Zusätzlich erfolgt de facto eine Zwischenlagerung von Abfällen im Rahmen der Konditionierung. Hierunter fallen Abfälle aus der Wiederaufarbeitung und Abfälle oder Zwischenprodukte in Ein- oder Ausgangslagern von Konditionierern wie der Verbrennungsanlage in Studsvik/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 mittelradioaktiver Abfälle

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

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

[8] Quellen: Internetauftritte BfE, BGZ

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

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

Bei sämtlichen Transporten sind die verkehrsrechtlichen Vorgaben der Gefahrgutverordnungen Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt (GGVSEB) 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 wird aufgrund von Auflagen und seit dem Inkrafttreten der Änderung des Atomgesetzes vom 22. April 2002 gemäß § 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 berichtet.

Physikalisch-technische Randbedingungen

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

Bei den Nasslagern unterscheidet man nach der Art der Lagergestelle zwischen „normalen Lagern“ (KWO, KKP 1 – 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. Bei den sogenannten Kompaktlager-Gestellen sind die Abstände zwischen den Brennelementen kleiner. Die Kritikalitätssicherheit bei der Lagerung muss deshalb durch zusätzliche Maßnahmen, z. B. neutronenabsorbierende Materialien in den Gestellen, gewährleistet werden.

Bereits innerhalb eines Jahres nach der Entladung aus dem Reaktor geht die Aktivität eines Brennelements auf etwa 1/100 des ursprünglichen Wertes zurück. Eine Trockenlagerung der Brennelemente, z. B. in CASTOR V/19- oder CASTOR V/52-Behältern, ist jedoch erst nach einer längeren Abklingzeit von etwa 3 bis 5 Jahren bei reinen Uran-Brennelementen und nach 6 bis 10 Jahren bei den Mischoxid (MOX)-Brennelementen möglich. Bei MOX-Brennelementen entstehen größere Mengen an Transura-

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

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

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

Für eine direkte untertägige Endlagerung wäre die verbliebene Wärmeentwicklung dann allerdings immer noch zu hoch.

Für den Fall einer Endlagerung in Endlagerbehältern müssten die Brennelemente ebenso wie die hochradioaktiven verglasten Abfälle (Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung noch einmal 30 bis 40 Jahre zwischengelagert werden und weiter abklingen. Auch das Wirtsgestein hat einen entscheidenden Einfluss auf die Dauer der erforderlichen Abklingzeit. Die erforderliche Abklingzeit muss letztendlich in den Annahmebedingungen des jeweiligen Endlagers umgesetzt werden.

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

Abgebrannte Brennelemente

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

Am 11. Mai 2005 endete der Leistungsbetrieb des Kernkraftwerks Obrigheim (KWO), da die gestattete Reststrommenge, die das Kernkraftwerk noch erzeugen durfte, erreicht war. Aufgrund der Nuklearkatastrophe von Fukushima beschloss die Bundesregierung eine dreimonatige Einstellung des Leistungsbetriebs der sieben ältesten Kernkraftwerke („Moratorium“). Aufgrund der daraufhin erfolgten Anordnung zum Abfahren der Anlagen stellten das Kernkraftwerk Neckarwestheim I (GKN I) am 16. März 2011 und das Kernkraftwerk Philippsburg 1 (KKP 1) am 17. März 2011 ihren Leistungsbetrieb ein. Mit der Atomgesetznovelle vom 31. Juli 2011 (13. Änderung des Atomgesetzes) wurde festgelegt, dass für die beiden Kernkraftwerksblöcke neben bundesweit sechs weiteren Kernkraftwerksblöcken die Berechtigung zum Leistungsbetrieb erlischt. Für diese fallen keine abgebrannten Brennelemente mehr an.

Außerdem ist für Kernkraftwerke eine Strommenge, die noch erzeugt werden darf, festgelegt worden. Wird diese erreicht, darf kein weiterer Strom erzeugt werden.

Das GKN II ist berechtigt, noch eine Strommenge von 47,4 Terrawattstunden netto zu erzeugen (Stand: 31. Dezember 2017).[9] Wird das langjährige Mittel der Stromerzeugung pro Jahr (etwa 10,4 Terawattstunden) zugrunde gelegt, kann damit abgeschätzt werden, dass die restliche Strommenge etwa Mitte 2022 (4 Jahre und 7 Monate nach dem 31. Dezember 2017) aufgebraucht sein wird, sodass das Kernkraftwerk zu diesem Zeitpunkt den Leistungsbetrieb einzustellen hat. Der Leistungsbetrieb ist jedoch gemäß § 7 AtG bis spätestens 31. Dezember 2022 einzustellen. Die Abschätzung des Endes des Leistungsbetriebs aufgrund des Aufbrauchens der Strommenge gilt jedoch nur, solange das Kernkraftwerk keinen größeren Einschränkungen des Leistungsbetriebs wie beispielsweise verlängerten Revisionszeiträumen, in denen kein Strom erzeugt wird, oder einem Leistungsbetrieb unterliegt.

Das KKP 2 ist ebenfalls berechtigt, noch eine Strommenge von 22,0 Terawattstunden netto zu erzeugen (Stand: 31. Dezember 2017, inkl. rechnerischer Berücksichtigung der verbliebenen Reststrommenge von KKP 1).[9] Seine Laufzeit ist gemäß § 7 AtG auf den 31. Dezember 2019 beschränkt. Wird das langjährige Mittel der Stromerzeugung pro Jahr (etwa 10,6 Terawattstunden) zugrunde gelegt, ist davon auszugehen, dass KKP 2 bis dahin betrieben wird, da die Strommenge nicht schon vor der maximalen Laufzeit aufgebraucht sein wird.

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

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

- beim KWO etwa 34 abgebrannte Brennelemente (bis 2005),
- beim KKP 1 etwa 78 abgebrannte Brennelemente (bis 2011),
- beim GKN I etwa 43 abgebrannte Brennelemente (bis 2011),

[9] Quelle: BfE 2017

- beim KKP 2 etwa 38 abgebrannte Brennelemente und
- beim 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.

Seitdem von der Bundesregierung verkündeten Moratorium vom 14. März 2011 fallen entsprechend den Erfahrungen aus den vergangenen Jahren nur noch um die 90 Brennelemente mit circa 50 Tonnen Schwermetall pro Jahr an, da in Baden-Württemberg nur noch KKP 2 und GKN II betrieben werden. Der Bestand abgebrannter Brennelemente zum Ende des 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.

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

Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung

Zwischen 1995 und 2005 lieferten die Energieversorgungsunternehmen abgebrannte Brennelemente zur Wiederaufarbeitung ins Ausland.

Neben den radioaktiven Spaltprodukten und Transuranen ist in den abgebrannten Brennelementen noch nutzbarer Kernbrennstoff in Form von nicht vollständig abgebranntem Uran und durch Kernreaktionen entstandenem, sog. „erbrütetem“ Plutonium enthalten. Das Transuran Plutonium und Uran werden bei der Wiederaufarbeitung von den Spaltprodukten (z. B. Cäsium, Technetium) und den anderen Transuranen (z. B.

Neptunium, Americium) abgetrennt, 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.

Transporte von abgebrannten Brennelementen nach La Hague (Frankreich) und Sellafield (Großbritannien) 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. Verträge zur Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente bestehen heute nur noch mit den Firmen AREVA NC in Frankreich (Wiederaufarbeitung in La Hague) und NDA/Sellafield Ltd. in Großbritannien (Wiederaufarbeitung in Sellafield); vgl. dazu Anhang 5 und 6.

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

Das Kernkraftwerk Philippsburg (KKP) hat mit der AREVA NC und der NDA/Sellafield Ltd. Wiederaufarbeitungsverträge abgeschlossen. Mit der AREVA NC existieren Alt- und Neuverträge. Die Altverträge sahen eine Wiederaufarbeitung von 446,7 Tonnen Schwermetall in La Hague vor, der Neuvertrag eine Wiederaufarbeitungsmenge von 151,8 Tonnen Schwermetall. Alle Mengen wurden vollständig aufgearbeitet. Mit NDA/Sellafield Ltd. existierte ein Vertrag über die Wiederaufarbeitung von 60,0 Tonnen Schwermetall (114 KKP 2-Brennelemente). Der Vertrag wurde gekündigt, bevor Brennelemente angeliefert wurden.

Das Kernkraftwerk Neckarwestheim (GKN) hat mit der AREVA NC und der NDA/Sellafield Ltd. Wiederaufarbeitungsverträge für GKN I-Brennelemente abgeschlossen. Von GKN II gingen keine Brennelemente in die Wiederaufarbeitung. Kleine Mengen an abgebrannten Brennelementen wurden auch bei der WAK aufgearbeitet. Hierbei handelte es sich um 15,7 Tonnen Schwermetall bzw. 44 GKN I-Brennelemente. Mit der AREVA NC (vormals COGEMA) existieren Alt- und Neuverträge. Die Altverträge sahen eine Wiederaufarbeitung von 64,8 Tonnen und 204,6 Tonnen Schwermetall vor. Diese Mengen wurden angeliefert und aufgearbeitet. Der Neuvertrag sah eine Wiederaufarbeitungsmenge von 108 Tonnen Schwermetall (304 Brennelemente) vor, davon sind 50,7 Tonnen (142 Brennelemente) angeliefert und aufgearbeitet worden. Die restlichen Brennelemente wurden nicht mehr angeliefert. Mit NDA/Sellafield Ltd. existiert ein Vertrag über die Wiederaufarbeitung von 128,3 Tonnen Schwermetall (359 Brennelemente), von denen ca. 110,5 Tonnen (308 Brennelemente) angeliefert wurden, zuletzt ca. 5 Tonnen (14 Brennelemente) im Jahr 2004[10]. 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.

[10] Transport am 23. Februar 2004 erfolgt.

Die deutschen Energieversorgungsunternehmen hatten 5.393 Tonnen Schwermetall abgebrannter Brennelemente in die Wiederaufarbeitungsanlage von AREVA NC in La Hague (Frankreich) und 854 Tonnen Schwermetall abgebrannter Brennelemente in die Wiederaufarbeitungsanlage von Sellafield Ltd. in Sellafield (England) geliefert.[11]

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.

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

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

[11] Quelle: GRS 2017

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

Pro Tonne abgebranntem Brennstoff[12] fielen bei der Wiederaufarbeitung im Ausland im Durchschnitt folgende Abfallmengen an:

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

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

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

KKP und GKN haben mit der AREVA NC einen abschließenden Vertrag abgeschlossen, aus dem den Anlagen eine feste Plutoniummenge entsprechend der angelieferten Schwermetallmenge zugeordnet wird. Aus den bei AREVA NC zugeordneten Plutoni-

[12] Das sind ca. 2 Brennelemente eines Druckwasserreaktors (DWR-BE: ca. 530 kg, SWR-BE: 170 kg).
[13] 0,74 mit Substitutionszuschlag von 4,8 %; ohne Substitiution 0,12 m^3 hochrad. Glas und 0,65 Glaskokillen pro Tonne Schwermetalle.

umrestmengen (KKP und GKN zusammen) ergaben sich 52 Mischoxid (MOX)-Brennelemente, die bei KKP in den Jahren 2004 (16 MOX-Brennelemente), 2005 (20 MOX-Brennelemente) und 2006 (16 MOX-Brennelemente) eingesetzt wurden.

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

Der EnKK wurde durch die NDA Anfang März 2013 abschließend eine Menge von 656,732 Kilogramm Plutonium aus der Wiederaufarbeitung zugeordnet. Diese Menge wurde Ende März 2013 von AREVA unwiderruflich übernommen und der EnKK dafür die gleiche Menge an AREVA-Plutonium aus La Hague übertragen.
Ein MOX-Fertigungsvertrag zwischen EnKK und AREVA zur Fertigung von 28 Brennelementen zur Verwendung des Plutoniums der EnKK wurde geschlossen.

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

Bereits im Jahr 2013 wurden von den gefertigten Brennelementen 16 MOX-Brennelemente in GKN II eingesetzt. Im Jahr 2014 wurden die verbliebenen 12 MOX-Brennelemente an GKN geliefert und eingesetzt. Mit deren Einsatz 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 entsprechenden Transport- und Lagerbehältern:

- in Deutschland in den Zwischenlagern Gorleben (Brennelemente und Glaskokillen) und Ahaus (Brennelemente),
- in Frankreich bei der Wiederaufarbeitungsanlage in La Hague (mittelradioaktive Glaskokillen),
- in England bei der Wiederaufarbeitungsanlage in Sellafield (hochradioaktive Glaskokillen).

Das Zwischenlager Nord am Standort Greifswald, das ursprünglich nur abgebrannte Brennelemente aus den Kernkraftwerken Greifswald und Rheinsberg aufnehmen sollte, kann als drittes 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 aus Greifswald und Rheinsberg 4 Castor-Behälter mit Kernbrennstoff aus dem Forschungsreaktor KNK und dem Forschungsschiff „Otto Hahn“ und 5 Castor-Behälter mit HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe.

Mit § 9a Abs. 2 AtG wurden die Energieversorgungsunternehmen 2002 verpflichtet, Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente an den Kernkraftwerksstandorten zu errichten.[14] Hierdurch sollten Brennelementtransporte in die zentralen Zwischenlager vermieden werden.

In Baden-Württemberg hatten die Betreiber für die Standorte Neckarwestheim und Philippsburg auf dieser Grundlage Standort-Zwischenlager für ihre abgebrannten Brennelemente beantragt und nach Genehmigung und Errichtung in Betrieb genommen.

Ausreichende Stellflächen an den Kraftwerksstandorten sind vorhanden. Die Behälter erfüllen alle Sicherheitsanforderungen. Sie sind insbesondere gegen alle relevanten äußeren Einwirkungen wie Erdbeben und Flugzeugabsturz ausgelegt.

Bei den in Deutschland genehmigten Zwischenlagern handelt es sich überwiegend um bauliche Anlagen gemäß **STEAG-Konzept** (STEAG Energy Services GmbH mit Sitz in Essen) oder **WTI-Konzept** (Wissenschaftlich-technische Ingenieurberatung GmbH mit Sitz in Jülich).

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

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. Während heute die Transport- und Lagerbehälter schon allein die Sicherheit bei Flugzeugabsturz gewährleisten, könnte beim Einsatz solcher Behälterarten von der dicken Betonstruktur des STEAG-Konzeptes Kredit genommen werden. Derartige Transport- und Lagerbehälter für abgebrannte Brennelemente wurden und werden jedoch von keinem Hersteller angeboten.

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

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

Eine Ausnahme von den üblichen Konzepten stellt das standortnahe Zwischenlager in Neckarwestheim dar. Dieses wurde in zwei unterirdischen Tunnelröhren in einem Hang errichtet.

Die zulässige Aufbewahrungsdauer der abgebrannten Brennelemente und HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung in den Standortzwischenlagern und den zentralen Zwischenlagern ist 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 Ausbauplanung und der Erstellung von entsprechenden Genehmigungsunterlagen für das Endlager, einer Prüfung durch die zuständigen Behörden sowie einer umfangreichen Beteiligung der Öffentlichkeit. Anschließend kann das Endlager unter der Voraussetzung, dass die Genehmigung vollzogen werden kann, d. h., dass die Rechtswege gegen den Vollzug der Genehmigung ausgeschöpft sind, errichtet werden. Bis zur tatsächlichen Einlagerung ist mit einem längeren Zeitraum zu rechnen, sodass heute schon absehbar ist, 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 Zwischenlager im Sinne des § 6 AtG.

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

notwendigen längeren Abklingzeiten im betrieblichen Nasslager zu knapp. In der Vergangenheit war dies kein Problem, da große Zwischenlagerkapazitäten an den Standorten für die Entsorgungsvariante „Wiederaufarbeitung“ nicht notwendig waren[15].

Um auch für Brennelemente der älteren Blöcke längere Abklingzeiten im Nasslager zu erreichen, wurden an den beiden Doppelblock-Standorten GKN und KKP durch Quertransporte regelmäßig Brennelemente aus dem Nasslager des älteren Blocks in das Nasslager des jüngeren Blocks gebracht. Da aktuell (April 2018) nun auch GKN I brennelementfrei ist, finden sowohl am Standort GKN als auch am Standort KKP keine Quertransporte mehr statt. Während die Lagerung von GKN I-Brennelementen im Nasslager von GKN II bereits mit der Betriebsgenehmigung gestattet wurde, wurde die Lagerung von KKP 1-Brennelementen in KKP 2 im Jahr 1999 genehmigt, sodass auch am Standort KKP eine höhere betriebliche Flexibilität und längere Abklingzeiten für KKP 1-Brennelemente möglich wurden.

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

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

KWO verfügte neben dem Brennelement-Lagerbecken im Reaktorgebäude über ein zusätzliches Brennelement-Lagerbecken im Notstandsgebäude (externes Nasslager),

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

das im Herbst 1999 in Betrieb genommen wurde. Dort lagerten bis ins Jahr 2017 324 abgebrannte Brennelemente. Nach dem Abtransport der abgebrannten Brennelemente zur Einlagerung in das Standortzwischenlager Neckarwestheim Ende 2017 wurde dieses außer Betrieb genommen (siehe auch Abschnitt 4.5).

4.4 Lagermöglichkeiten für abgebrannte Brennelemente und Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland

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

- Nasslager (Brennelementbecken) im Containment des jeweiligen Kraftwerkblocks (für abgebrannte Brennelemente),
- Trockenlager bei den Wiederaufarbeitungsanlagen in La Hague und Sellafield für Transport- und Lagerbehälter mit mittelradioaktiven bzw. hochradioaktiven Glaskokillen,
- Standortzwischenlager GKN (151 Stellplätze),
- Standortzwischenlager KKP (152 Stellplätze),
- Trockenlager „Zentrales Zwischenlager Gorleben“ für abgebrannte Brennelemente und Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung: Abgebrannte Brennelemente und Glaskokillen werden dort bereits zwischengelagert. 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 im Zwischenlager Ahaus (siehe dazu Abschnitte 1.1 und 4.5 sowie Anhang 5).

Lagerkapazität für die baden-württembergischen Kernkraftwerke am Standort

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

Im Nasslager von GKN I stehen insgesamt 310 Positionen für GKN I-Brennelemente zur Verfügung. Bei GKN stehen für abgebrannte Brennelemente aus Block I nicht nur Kapazitäten im Nasslager von GKN I zur Verfügung, sondern auch im Nasslager von GKN II. Maximal 256 GKN I-Brennelemente dürfen im Lagerbecken GKN II gelagert werden, wobei sich dann gleichzeitig die Lagerkapazität für GKN II-Brennelemente entsprechend verringert. Die tatsächlichen Kapazitäten ergeben sich allerdings aus der Zahl der im Nasslager GKN II eingebauten Adapter für GKN I-Brennelemente, die jedoch auch ausgebaut werden können. Aktuell (April 2018) wurden die letzten Brennelemente aus GKN I abtransportiert, sodass dort keine Lagerkapazitäten mehr erforderlich sind. Das Nasslager in GKN I wird nun im Zuge des fortschreitenden Rückbaus außer Betreib genommen werden.

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).

In KKP 1 befinden sich keine Brennelemente mehr. Das Lagerbecken von KKP 1 steht aufgrund des fortschreitenden Rückbaus für eine Lagerung von abgebrannten Brennelementen nicht mehr zur Verfügung.

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.

Der Standort KWO ist brennelementfrei. Das KWO verfügt aufgrund des fortschreitenden Rückbaus über keine Lagermöglichkeit für abgebrannte Brennelemente mehr.

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 für die baden-württembergischen Kernkraftwerke

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 (z. B. aus den modernen Anlagen GKN II und KKP 2) gelagert werden.

Das TBL Gorleben hat seine erste Genehmigung nach § 6 AtG zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen am 5. September 1983 erhalten. Mit der Änderungsgenehmigung vom 2. Juni 1995 wurde die Lagerung von Glaskokillen und abgebrannten Brennelementen in großen Behältern des Typs CASTOR V für 40 Jahre gestattet, längstens jedoch bis zum 31. Dezember 2034. Nach derzeitigem Stand sind von den 420 Stellplätzen 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 Leichtwasserreaktoren belegt. Daraus ergibt sich, dass im TBL Ahaus noch 364 Stellplätze nicht belegt sind. Da die Lagerkapazität nur gering ausgeschöpft ist, werden derzeit auch schwach- und mittelradioaktive Abfälle auf Grundlage einer Genehmigung nach § 7 Strahlenschutzverordnung im westlichen Teil der beiden Lagerbereiche aufbewahrt.

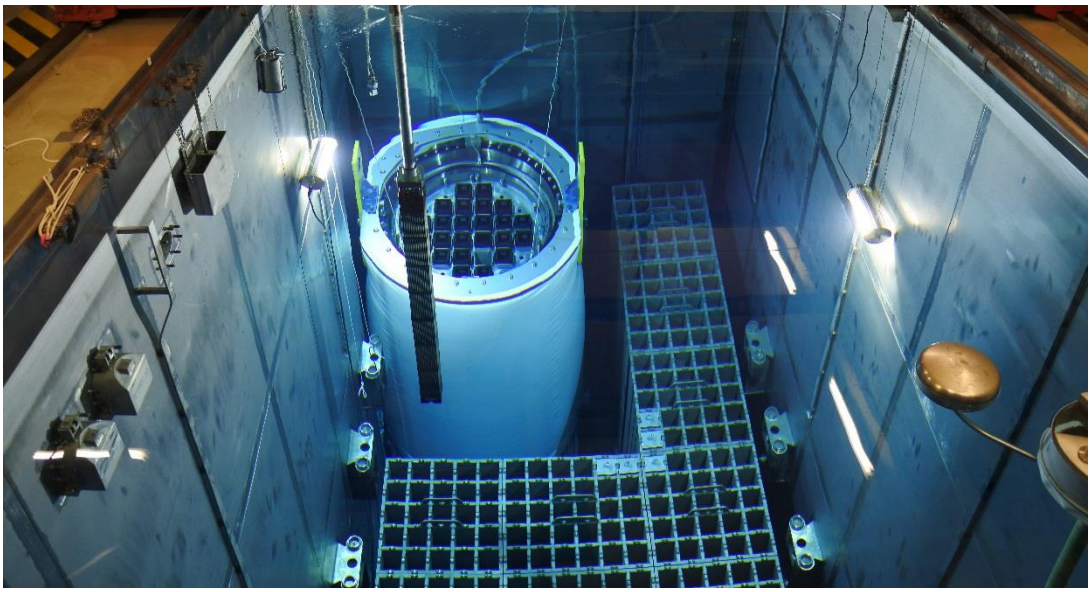
Transporte von abgebrannten Brennelementen in zentrale Zwischenlager dürfen nicht mehr durchgeführt werden, da standortnahe Zwischenlager zur Verfügung stehen und abgebrannte Brennelemente bis zur Abgabe an ein Endlager entsprechend dem Atomgesetz in den standortnahen Zwischenlagern aufzubewahren sind.

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 (siehe hierzu Abschnitt 4.5).

4.5 Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung

Abgebrannte Brennelemente

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 324 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 Kernkraftwerk Obrigheim in einen Castor-Behälter

Die fünf Transporte mit insgesamt 15 Castor-Behältern in das Zwischenlager am Standort Neckarwestheim wurden auf dem Wasserweg (Neckar) zwischen dem 28. Juni 2017 und dem 19. Dezember 2017 erfolgreich durchgeführt (jeweils 3 CASTOR® 440/84 mvK-Behälter pro Transport). 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 Verladung aller abgebrannten Brennelemente ermittelt werden.

Es ergeben sich rechnerische 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 Brennelementen 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 152 Stellplätzen im Standortzwischenlager gegenüber.

Die Zwischenlagerkapazitäten an beiden Standorten reichen somit bis zum Ende der Laufzeit von KKP 2 und GKN II rechnerisch aus (siehe Anhang 8).[16]

Bei dieser Abschätzung ist jedoch eine Reihe von Randbedingungen nicht berücksichtigt, durch die sich die Anzahl der voraussichtlichen abgebrannten Brennelemente bzw. Castor-Behälter am Standort bei Stilllegung von KKP 2 und GKN II verändern kann. Wichtige Randbedingungen, die einen Einfluss haben können, sind beispielsweise die Fahrweise der Anlage in den letzten Betriebszyklen, mögliche Teilbeladungen von Behältern, Stillstandszeiten der Anlage, die Art der eingesetzten Brennelemente und Abbrandunsicherheiten.

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, alle radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung zurückzuführen.

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

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

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

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

Die Aufnahme des Absatzes 2a in § 9a AtG geht auf die Vereinbarung eines gemeinsamen Vorschlags des Bundes mit dem Land Niedersachsen am 24. März 2013 zum geplanten Endlagersuchgesetz zurück. Die Vereinbarung sah vor, dass mit der Verabschiedung des Standortsuchgesetzes keine Castor-Transporte mehr mit verfestigten Spaltproduktlösungen (d. h. Glaskokillen) aus der Wiederaufarbeitung – entgegen den ursprünglichen Planungen der Betreiber – nach Gorleben stattfinden sollen und stattdessen die 21 Castor-Behälter aus Sellafield (HAW-Glaskokillen) und die 5 Castor-Behälter aus La Hague (MAW-Glaskokillen) auf die standortnahen Zwischenlager verteilt werden. Diese Vereinbarung war auch allgemeiner politischer Konsens bei der Verabschiedung des Entwurfs eines Standortauswahlgesetzes im Bundeskabinett am 24. April 2012 und bei der Ministerpräsidentenkonferenz am 13. Juni 2013. Damit kam man dem Land Niedersachen zur parteiübergreifenden Verabschiedung des Standort-

auswahlgesetztes entgegen. Mit der parteiübergreifenden 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 Aufbewahrungsgenehmigung der entsprechenden standortnahen Zwischenlager anzupassen.

Das Bundesumweltministerium legte am 19. Juni 2015 ein Gesamtkonzept und ein mit den Energieversorgungsunternehmen abgestimmtes 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 inzwischen 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.

Auf Grundlage des 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 radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung von bestrahlten Kernbrennstoffen im Ausland in das zentrale Zwischenlager Ahaus (TBL-A) sind weiterhin zulässig. Die Energieversorgungsunternehmen verfolgen weiterhin die Rückführung der kompaktierten Wiederaufarbeitungsabfälle (CSD-C) aus La Hague in das TBL-A. Die bei der Wiederaufarbeitung in La Hague zurückbleibenden 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 Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE)[17] 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 Kapazität, 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 und dort die Brennelemente, zumindest bis zur Abgabe an ein Endlager, lagern. Transporte von abgebrannten Brennelementen in zentrale Zwischenlager werden daher nicht mehr durchgeführt.
- Transporte abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung in Frankreich (COGEMA/AREVA, La Hague) oder England (BNFL/NDA, Sellafield). Mit der

[17] Zum Zeitpunkt der Antragsstellung lag die Zuständigkeit beim BfS, Die Zuständigkeit ging zwischenzeitlich auf das BfE über.

Novellierung des Atomgesetztes 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 mittelradioaktive Abfälle (nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle)

Mehrere Staaten haben schwachradioaktive Abfälle in den 1970-er Jahren durch Versenkung oder Verklappung im Meer beseitigt. Die radioaktiven Abfälle z. B. aus der Schweiz wurden fast unkonditioniert in Fässern mit der Eisenbahn über die Rheinstrecke zur Nordsee verbracht und dort auf Schiffe verladen. Auf hoher See wurde der Inhalt der Fässer dann im Nordatlantik verklappt. Die Bundesrepublik Deutschland verklappte relativ geringe Mengen im Meer (im Jahr 1967: Verklappung von 480 Fässern im Nordatlantik mit einer Gesamtaktivität 203,5 GBq)[18] und entschied sich schon sehr früh 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 Sorelbeton in Abbaukammern zur Stabilisierung eingebracht.

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

[18] Quelle: IAEA 1999

sowie in der Medizin 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) (siehe Landtagsdrucksache DS 14-3191).

Die Einlagerung in der Asse II erfolgte im Rahmen einer befristeten Genehmigung nach § 3 StrlSchV, die am 31. Dezember 1978 auslief. Für die weitere Einlagerung in die Schachtanlage 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 Schachtanlage Konrad ein wesentlich geeigneterer Standort gefunden wurde.

Das Bundesumweltministerium und das niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz beschlossen am 4. September 2008, dass die Schachtanlage 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 Schachtanlage Asse II dem Atomrecht unterstellt. Mit dem im März 2009 novellierten Atomgesetz ist nach § 57b die Schachtanlage 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 Schachtanlage Asse II beim niedersächsischen Umweltministerium gestellt. Nachdem die vom Bund und Land Niedersachsen eingerichtete Arbeitsgruppe Optionenvergleich (AGO) im Februar 2009 den Bericht über die näher zu untersuchenden Stilllegungsoptionen vorlegte, wurden die Optionen Vollverfüllung, Rückholung und Umlagerung vom BfS näher untersucht und verglichen.

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

Optionenvergleich des BfS[19]

	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 Schachtanlage 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 bereits begonnen werden kann, wenn mit einer Entscheidung zugunsten des Antragstellers gerechnet werden kann.

[19] Quelle: BfS 2010

Die Erkundungsbohrungen im Umfeld von Einlagerungskammern werden fortgeführt. Die Bohrungen sind nötig, um weitere, genaue Planungsrandbedingungen für die Rückholung ermitteln zu können. So 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 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. [20]

Die Qualität der Abfälle aus der Asse II entspricht nicht den Endlagerbedingungen für das Endlager Konrad. Nach bisherigem Kenntnisstand lassen sich die Abfälle voraussichtlich nicht „konradgerecht“ konditionieren. Hinzu kommt, dass die genehmigte Einlagerungsmenge von 303.000 m^3 in Schacht Konrad zur Unterbringung der Abfälle aus der Schachtanlage Asse II nicht ausreichen würde.

Auf Empfehlung der Endlagerkommission wurden die Strukturen 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 Schachtanlage Asse II vom BfS auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) übergegangen. [20]

Endlager Morsleben

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

[20] Quellen: Internetauftritte BfE, BGE, BMU

des damaligen Atomgesetzes galt die 1986 von den zuständigen Behörden der DDR erteilte Dauergenehmigung auch nach der Wiedervereinigung bis zum 30. Juni 2005 weiter. Die Geltungsdauer der Einlagerungsgenehmigung war zunächst bis zum 30. Juni 2000 befristet. Sie wurde mit dem am 1. Juni 1998 in Kraft getretenen Gesetz um 5 Jahre verlängert.

Die weitere Einlagerung radioaktiver Abfälle wurde nach einer vorläufigen Entscheidung des 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 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 dann überarbeitet werden und wurden im Januar 2009 erneut vorgelegt. Die Auslegung der Unterlagen erfolgte vom 22. Oktober 2009 bis 21. Dezember 2009. In dieser Zeit gingen fristgemäß 13.590 Einwendungen ein. Die Erörterung der Einwendungen wurde vom 13. Oktober 2011 bis zum 25. Oktober 2011 abgehalten. Eine Vorhersage, wann der Planfeststellungsbeschluss zur Stilllegung vorliegen wird, ist derzeit schwierig, da die 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 mbH) übergegangen. [21]

[21] Quellen: Internetauftritte BfE, BGE, BMU

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 ohne sofortige Vollziehung[22] erteilt, sodass Klagen eine aufschiebende Wirkung hatten und von der Genehmigung nicht sofort Gebrauch gemacht werden konnte. Ursprünglich war eine Einlagerungskapazität von 650.000 m^3 Abfall beantragt worden, die Genehmigung wurde dann mit Datum vom 22. Mai 2002 jedoch für eine Kapazität von 303.000 m^3 Abfall erteilt; also nur für etwa die Hälfte des ursprünglich beantragten Volumens[23].

Bis zum Ende der Klagefrist waren Klagen von Städten, Kommunen und Privatleuten eingegangen. Klagen gegen den Planfeststellungsbeschluss hat das Oberverwaltungsgericht Lüneburg abgewiesen und eine Revision vor dem Bundesverwaltungsgericht nicht zugelassen. Die Beschwerden gegen die Nichtzulassung der Revision wurden am 26. März 2007 vom Bundesverwaltungsgericht zurückgewiesen, sodass die Rechtsmittel gegen den Planfeststellungsbeschluss erschöpft sind. Derzeit wird das ehemalige Eisenerzbergwerk zu einem Endlager umgebaut. Es ist vorgesehen, parallel zu überprüfen, 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 abgeschlossen 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. [24]

[22] Das BfS hatte seinen ursprünglichen Antrag auf sofortige Vollziehung zuvor zurückgezogen.
[23] Die Kapazität wurde aufgrund damaliger Abfallprognosen eingeschränkt.
[24] Quellen: Internetauftritte BfE, BGE, BMU

Die Inbetriebnahme des Endlagers Konrad hat eine besondere Bedeutung für Baden-Württemberg, da im Land, bezogen auf das Volumen, derzeit mehr als die Hälfte (ca. 55 Prozent) 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.

Endlagervorausleistungen

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

Verbesserungen bei der Konditionierung radioaktiver Abfälle führen insgesamt zu wesentlich geringeren Abfallmengen bei den Kernkraftwerken, als in der Vergangenheit angenommen wurde. Die Kernkraftwerksbetreiber haben deshalb eine Überarbeitung des Verteilungsschlüssels zu ihren Gunsten erreicht. Mit der Novellierung der Endlagervorausleistungsverordnung 2004[25] wurde der Finanzierungsanteil der Energieversorgungsunternehmen verringert und der der Forschungseinrichtungen erhöht.

Um möglichst eine Beitragsgerechtigkeit zu erzielen, erfolgt die Kostenverteilung getrennt nach den unterschiedlichen Endlagerarten. Dabei wird entsprechend § 6 der

[25] Endlagervorausleistungsverordnung vom 6. Juli 2004.

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)[26],
- WAK-Anlage 6 Prozent (statt 4 Prozent)[26] und
- übrige Vorausleistungspflichtige (z. B. Forschungszentren) 29,6 Prozent (statt 3 Prozent)[26].

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

Für das Endlager Konrad wurden bis 2012 vom Bund die Kosten für die Endlagerung von 1 m^3 Abfallgebindevolumen auf 12.800 Euro beziffert. Die Endlagerkosten wurden aufgrund von Aktualisierungen der Kostenkalkulation sukzessive erhöht. Aktuell werden die Endlagerkosten für 1 m^3 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.

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

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 bzw. für sonstige radioaktive Stoffe entstehen. Durch die Zahlung des Risikozuschlags ist auch 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 abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung (wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle)

Weltweit existiert kein Endlager, in das bereits abgebrannte Brennelemente und hochradioaktive Abfälle abgeliefert werden 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. Aufgrund 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 nicht mehr weitergeführt. Nach 10 Jahren wurde diese wiederaufgenommen und im November 2012 erneut gestoppt, um die parteiübergreifenden Konsensgespräche über ein Standortauswahlgesetz nicht zu gefährden.

Das Standortauswahlgesetz wurde im Bundestag und Bundesrat am 28. Juni bzw. am 5. Juli 2013 verabschiedet. Darin ist festgelegt, dass der Salzstock Gorleben wie jeder andere in Betracht kommende Standort gemäß den nach dem Standortauswahlgesetz festgelegten Bestimmungen in das Standortauswahlverfahren einbezogen wird. Das Prinzip der „weißen Deutschlandkarte“ wurde mit der Novellierung des Standortauswahlgesetzes (s. u.) aufrechterhalten, sodass Gorleben bis zu einem möglichen Ausscheiden im Verfahren verbleibt.

Standortauswahlgesetz

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

Auf Bund-Länder-Ebene lieferte das Eckpunktepapier einen entscheidenden Anstoß zur Aufnahme von Gesprächen zur Erarbeitung eines Standortauswahlgesetzes (StandAG). Das StandAG wurde ausgehend von einem Entwurf des Bundesumwelt-ministeriums mit Überarbeitung durch eine Bund-Länder-Arbeitsgruppe im Bundestag und Bundesrat am 28. Juni bzw. am 5. Juli 2013 parteiübergreifend verabschiedet.

Mit dem Standortauswahlgesetz (StandAG) von 2013 wurde die sogenannte Endlagerkommission eingerichtet. Die Endlagerkommission hatte die gesetzliche festgelegte Aufgabe, bis Mitte 2016 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 er-arbeitete 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 Ende Juli 2016 beschlossenen Gesetz zur Neuorganisation der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung sind die zentralen Akteure im bevorstehenden Suchverfahren festgelegt worden. 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) wird u. a. in dem Bereich Endlagerung Genehmigungs- und Aufsichtsaufgaben wahrnehmen und während des Suchverfahrens für die Öffentlichkeitsbeteiligung verantwortlich sein.

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. Mit dem Inkrafttreten des Standortauswahlgesetzes kann das Suchverfahren gestartet werden. 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 (s. u.) 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 (NBG) 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. Das NBG 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 des NBG dürfen keine wirtschaftlichen Interessen in Bezug auf die Standortauswahl oder die Endlagerung im weitesten Sinne haben. Die Besetzung des Nationalen Begleitgremiums soll insgesamt pluralistisch sein. Das Gremium hat Ende 2016 seine Arbeit aufgenommen und besteht zurzeit aus sechs gewählten Personen des öffentlichen Lebens und drei Bürgervertreterinnen beziehungsweise Bürgervertreter. Mitte 2018 wird das NBG auf seine vollständige Größe von 18 Mitgliedern anwachsen. Das NBG hat aktuell (April 2018) 16 Sitzungen abgehalten und öffentliche Veranstaltungen u. a. in Karlsruhe durchgeführt.[27]

[27] Quelle: Internetauftritt NBG; Weitere Informationen können unter http://www.nationales-begleitgremium.de/ abgerufen werden

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).

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)[28],
- 0,7 Prozent die WAK (4 Prozent)[28] und
- 2,8 Prozent die übrigen Vorausleistungspflichtigen (3 Prozent)[28].

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 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

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

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 voranschreiten. Dabei steht außer Frage, dass die heutigen hohen Sicherheitsanforderungen an ein Endlager erfüllt werden müssen.

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

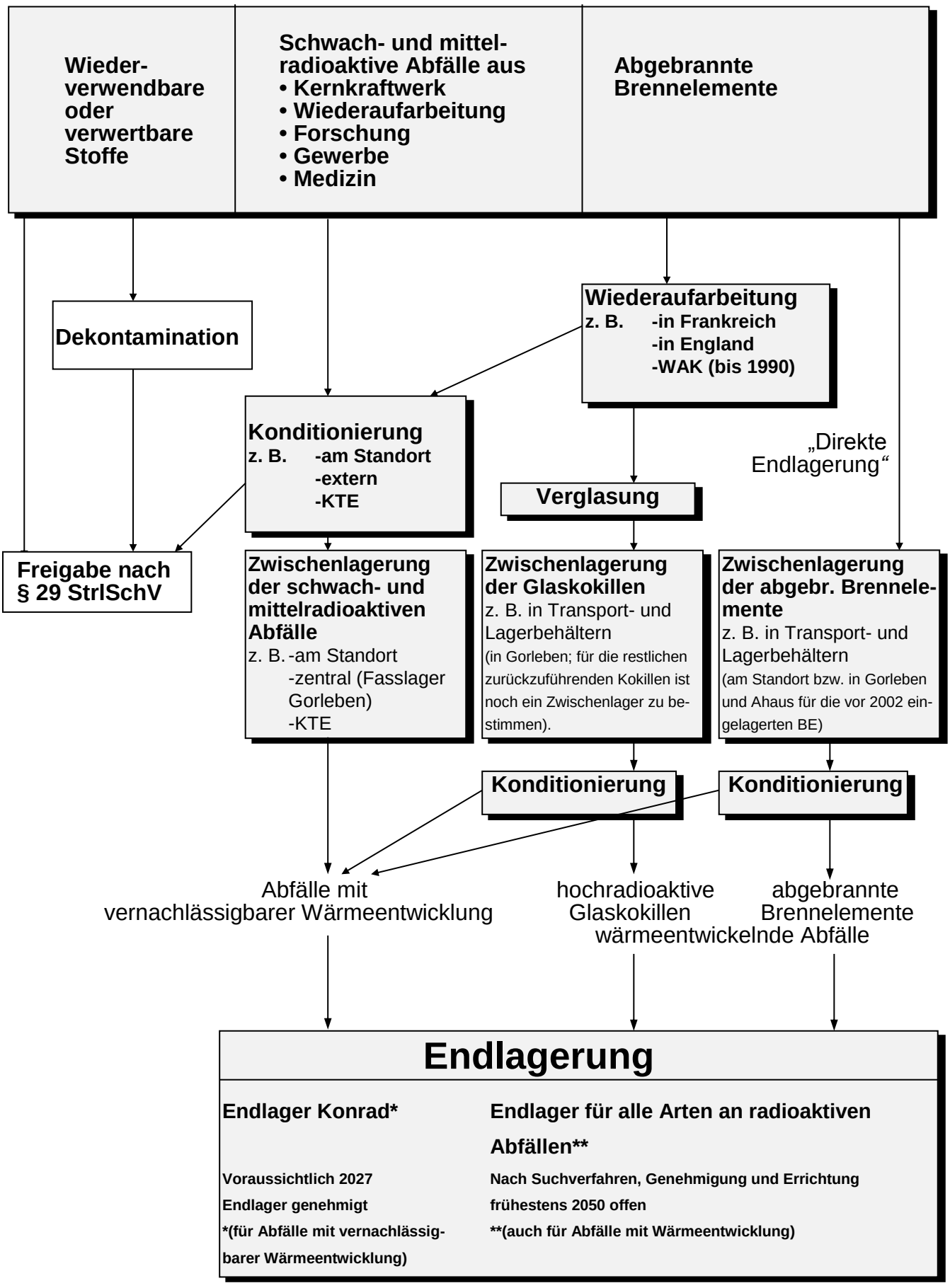
Anhang 8: Bestand an abgebrannten Brennelementen an den baden-württembergischen Anlagen mit abgeschätztem BE-Bestand bei Stilllegung

Abkürzungsverzeichnis

ADR	Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
AkEnd	Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte
AtG	Atomgesetz
BE	Brennelement
BfE	Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGZ	Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung
BNFL	British Nuclear Fuel Limited
CASTOR	Cask for storage and transport of radioactive material, z. B.: CASTOR V/19, CASTOR V/52
COGEMA	Compagnie Générale Des Matières Nucléaires
CSD-B	Colis Standard des Déchets Boues
CSD-C	Colis Standard des Déchets Compactés
CSD-V	Colis Standard des Déchets Vitrifiés
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	Hochtemperaturrektor
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	Mehrzweckforschungsreaktor (Karlsruhe)
RID	Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter
LAW	Schwachradioaktiver Abfall
StandAG	Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz)
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TBL	Transportbehälterlager
VEK	Verglasungseinrichtung Karlsruhe
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe

Anhang 2

Materialströme bei der nuklearen Entsorgung



Anhang 3

Stand 31.12.2017

Anfall von schwach- und mittelradioaktiven Abfälle im Jahr 2017 in Baden-Württemberg

Kernkraftwerke

Rohabfall (Summe aus fest brennbar, fest nicht brennbar, flüssig brennbar, flüssig nicht brennbar) [Nettovolumen]	**Zugang**
Neckarwestheim (GKN)	117 m^3
Philippsburg (KKP)	335 m^3
Obrigheim (KWO)	28 m^3
Summe	480 m^3

Behandelter Abfall (Summe aus direkt angefallenem Abfall, aus Verarbeitung intern und extern) [Bruttogebindevolumen]	**Anfall**
Neckarwestheim (GKN)	105 m^3
Philippsburg (KKP)	63 m^3
Obrigheim (KWO)	109 m^3
Summe	277 m^3

Entsorgungsbetriebe der KTE

Reststoffe bei der KTE [Nettovolumen]	**Zugang**
Gesamtsumme KTE aus folgenden Anlagen: -KTE (Betrieb + Stilllegung), -Landessammelstelle Ba.-Wü., -Joint Research Center JRC (EURATOM) und -Sonstige	2.389 m^3

Behandelter Abfall bei der KTE [Zwischenlagervolumen (Bruttogebindevolumen)]	**Anfall**
Gesamtsumme KTE aus folgenden Anlagen: -KTE (Betrieb + Stilllegung), -Landessammelstelle Ba.-Wü., -Joint Research Center JRC (EURATOM) und -Sonstige	432 m^3 (376 m^3)

Quellen: EnKK, KTE

Anhang 4

Stand 31.12.2017

Bestand an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen in Baden-Württemberg

Kernkraftwerke

Bestand an Rohabfall [Nettovolumen]	**Am Standort**
Neckarwestheim (GKN)	302 m^3
Philippsburg (KKP)	323 m^3
Obrigheim (KWO)	96 m^3
Summe	721 m^3

Bestand an behandelten Abfällen am Standort und extern [Bruttogebindevolumen]	**Am Standort**	**Ausnut-zungsgrad des Standortla-gers***	**Extern (Abfalllager Gorleben, Ahaus und Sonstige)**
Neckarwestheim (GKN)	618 m^3	46 %	1.069 m^3
Philippsburg (KKP)	1.373 m^3	46 %	559 m^3
Obrigheim (KWO)	1.535 m^3	40 %	0 m^3
Summe	3.526 m^3		

Entsorgungsbetriebe der KTE

Bestand Rohabfall und vorbehandelte Reststoffe** [Nettovolumen]	**Bestand**
Gesamtsumme KTE aus folgenden Anlagen: -KTE (Betrieb + Stilllegung), -Landessammelstelle Ba.-Wü., -Joint Research Center JRC (EURATOM) und -Sonstige	3.310 m^3

Bestand bei der KTE behandelter Abfälle [Zwischenlagervolumen] ([Bruttogebindevolumen])	**Bestand**
Gesamtsumme KTE nicht wärmeentw. Abfälle	70.265 m^3 (60.371 m^3)
Gesamtsumme KTE mit wärmeentw. Abfälle	70.509 m^3 (60.535 m^3)
aus folgenden Anlagen: -KTE (Betrieb + Stilllegung)***, -Landessammelstelle Ba.-Wü., -Joint Research Center JRC (EURATOM) und -Sonstige	

* Ausnutzungsgrad: Gesamtbestand (Rohabfall und behandelter Abfall) im Verhältnis zur Lagerkapazitä5t

** 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.

Quellen: EnKK, KTE

Zurückzuführende Abfälle aus der Wiederaufarbeitung im Ausland

Bezeichnung des Abfalls	Gesamtzahl noch zurück-zuführender Behälter	Stand der Rückführung und Zwischenlagerung	Voraussichtli-cher Transport-zeitpunkt
Abfall aus Anlage in La Hague			
HAW*-Glaskokillen	0	Alle 108 Behälter sind aus La Hague zurückgeführt und im TBL-G eingela-gert worden.	Rückführung im Nov. 2011 abge-schlossen.
MAW**-Glasprodukt	5	Die Behälter sollen gemäß dem vom BMUB im Juni 2015 vorgelegte Rückführungskonzept im Zwischenla-ger Philippsburg aufbewahrt werden. Der entsprechende Genehmigungs-antrag wurde am 29.09.2017 beim BfE eingereicht.	Transport nicht vor 2019.
Kompaktierte mittelra-dioaktive Abfälle (u. a. BE-Strukturteile)	152	Zwischenlagerung im TBL Ahaus vor-gesehen.	Beginn nicht vor 2030.
Abfall aus Anlage in Sellafield			
HAW*-Glaskokillen	21***	Die Behälter sollen gemäß dem vom BMUB im Juni 2015 vorgelegte Rückführungskonzept auf die Zwi-schenlager 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: 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	173			310 BE
Standort – Nasslager GKN II (BE aus GKN I + GKN II)	4 + 409			83 + 510 + 193* BE
Standort–Zwischenlager (BE aus GKN I + GKN II)	405 + 783	-	62 (+ 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

		Areva	NDA	WAK
WAA (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 + 527			575 + 193* + 12 weitere nicht nutzbare Positionen
Standort–Zwischenlager (BE aus KKP 1 + KKP 2)	1.458 + 589	-	60	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

		Areva	NDA	WAK
WAA (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

		Areva	NDA	WAK
WAA (KWO)	Aufgearbeitet	709**	-	151
	Angeliefert	709**	-	151

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

Quelle: EnKK

Anhang 7a

Stand: 31.12.2017

Brennelement-Lagersituation am Standort GKN

Nasslager GKN I

Gesamtzahl der genehmigten BE-Positionen GKN I:
310 BE

mit BE belegt: 173
frei: 137*

*Kern mit 177 BE entladen, d. h. diese Positionen müssen nicht mehr freigehalten werden

Standortzwischenlager

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.

Belegt mit:
- 62 Behälter GKN (405 GKN I-BE, 783 GKN II-BE) und
- 15 Behälter KWO (342 KWO-BE)

Nasslager GKN II

Gesamtzahl der genehmigten BE-Positionen GKN II: 786 BE (+ 6 Positionen für z. B. Dummies und Köcher)

Genehmigte BE-Positionen: 786

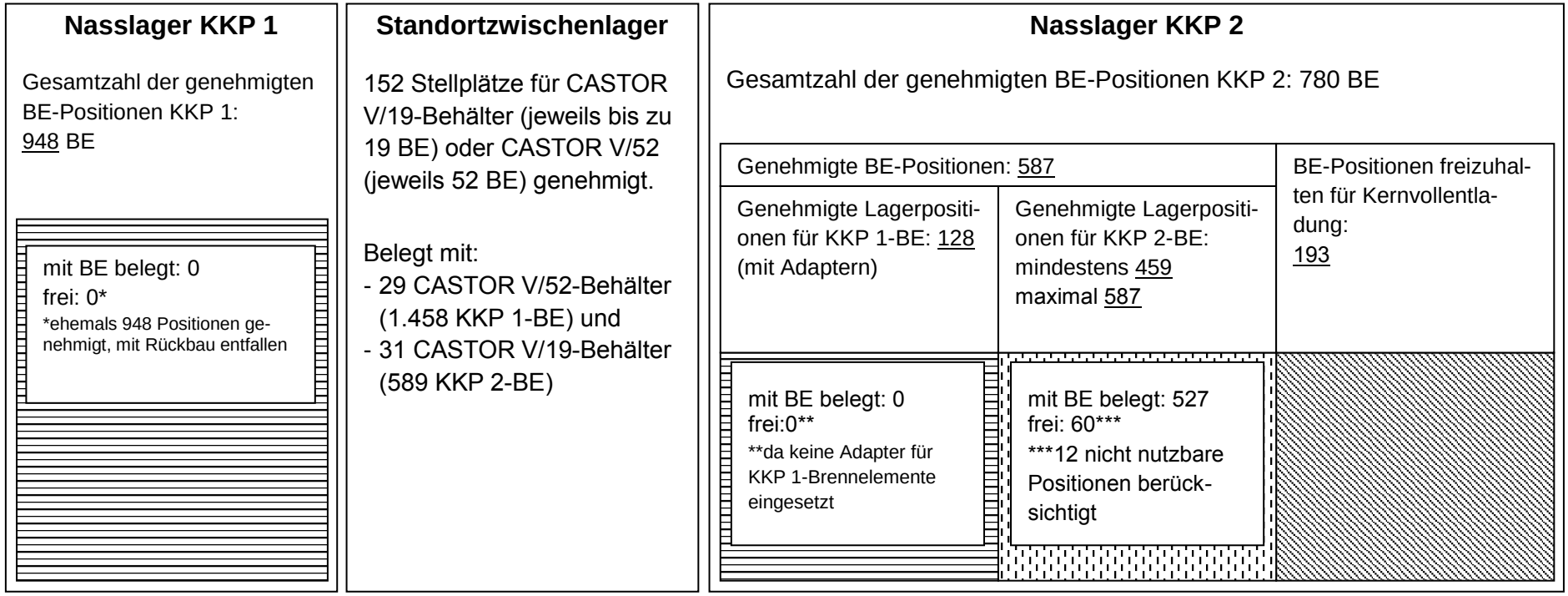
Genehmigte Lager-positionen für GKN I-BE:	Genehmigte Lager-positionen für GKN II-BE:	BE-Positionen freizuhalten für Kernvollentladung:
256 (mit Adaptern)	mindestens 337 maximal 593	193
mit BE belegt: 3 frei: 80** **mit 83 eingebauten Adaptern	mit BE belegt: 409 frei: 293*** ***83 nicht nutzbare Positionen (Adapter etc.) berücksichtigt	

Quelle: EnKK

Anhang 7b

Stand: 31.12.2017

Brennelement-Lagersituation am Standort KKP



Quelle: EnKK

Anhang 8

Stand: 31.12.2017

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 (+ 0*)	527	173 (+3*)	409 + 3**	0
4	**BE im Standortzwischen-lager**	1.458	589	405	783	342***
5	**Geschätzter Anfall (Nachlademenge) bis Stilllegung**	0	52	0	152	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 Stand-ortzwischenlager**	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: 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:
- Seiten 13, 28, 39, 46: EnBW Kernkraft GmbH
- Titelbild, Seiten 9, 10, 12, 15, 17, 23: Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH

Quellen:
- BfE – Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (www.bfe.bund.de)
- BfE (Hrsg.) (2017): „Jahresmeldung 2017 – Erzeugte, übertragene und verbleibende Elektrizitätsmengen“
- BfS – Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.) (2010): „Optionenvergleich Asse – Fachliche Bewertung der Stilllegungsoptionen der Schachtanlage Asse II“
- BGE – Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (www.bge.de)
- BGZ – Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (http://bgz.de)
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (https://www.bmu.de)
- Destatis – Statistisches Bundesamt (www.destatis.de)
- EnKK – EnBW Kernkraft GmbH
- GRS – Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2017): „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“
- KTE – Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH
- NBG – Nationales Begleitgremium (www.nationales-begleitgremium.de)
- Statistik BW – Statistisches Landesamt Baden Württemberg (www.statistik-bw.de)

Mai 2018