

Endlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Stoffen

Bei der Nutzung von Kerntechnik entstehen radioaktive Abfälle: beim Betrieb und bei der Stilllegung von Kernkraftwerken, in verschiedenen Industriezweigen, in der Forschung sowie z. B. in medizinischen Anwendungen. In Deutschland werden diese radioaktiven Abfälle einerseits in hochradioaktive wärmeentwickelnde Abfälle und andererseits in schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung eingeteilt.

Schwach-und mittelradioaktive Abfälle machen rund 90 Prozent¹ des Volumens radioaktiver Abfälle aus. Es handelt sich beispielsweise um kontaminierte Anlagenteile, Werkzeuge oder Laborgeräte, Schutzkleidung aus Kernkraftwerken, verbrauchte Filter, Strahlenquellen aus der Medizin und anderen technischen Anwendungen oder radioaktive Chemikalien.

Zu den hochradioaktiven Abfällen gehören vor allem verbrauchte Brennelemente, die bei der Stromerzeugung in Kernkraftwerken und in Forschungsreaktoren anfallen sowie Abfälle aus der Wiederaufarbeitung verbrauchter Brennelemente. Ihr Anteil am Gesamtvolumen beträgt rund 10 Prozent<sup>1</sup>, sie enthalten jedoch über 99 Prozent der Radioaktivität. Die schwachund mittelradioaktiven Abfälle in Deutschland werden im Endlager Konrad eingelagert. Für diese Abfälle wird von der Bundesregierung bis zum Jahr 2050 ein Volumen von etwa 300.000 m<sup>3</sup> prognostiziert. Danach wird nur noch ein geringer Anfall solcher Abfälle erwartet. Ein mögliches künftiges Abfallvolumen aus der Rückholung und Konditionierung von Abfällen aus Asse II ist darin nicht enthalten.

<sup>1)</sup> Bezogen auf die bislang in Deutschland entwickelten Endlager- und Behälterkonzepte für hochradioaktive Abfälle

Titelbild: Endlager Konrad

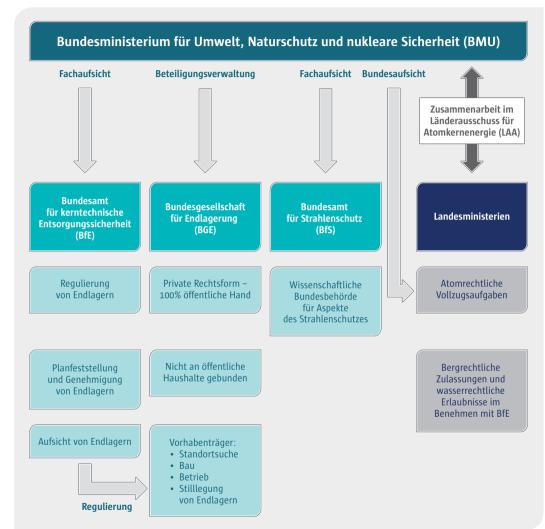
# Wer ist zuständig?

Nach § 9a Atomgesetz (AtG) ist die Endlagerung radioaktiver Stoffe Aufgabe des Staates. Im AtG heißt es "...der Bund hat Anlagen zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle einzurichten." Nach der gesetzlichen Neuordnung der Strukturen im Bereich der Entsorgung zum 30. Juli 2016 obliegen der Bundes-Gesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) die Aufgaben der Standortsuche, Erkundung, Planung, Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung von Endlagern. Seit April 2017 ist die BGE Betreiberin auch für die bestehenden Projekte der Endlager Konrad, Morsleben und Asse für schwach- und mittelradioaktive Abfälle sowie für das Bergwerk Gorleben. Planfeststellungs-, Genehmigungsund Aufsichtsbehörde ist das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE). Im Fall des Endlagers Konrad ist das BfE zunächst nur Aufsichtsbehörde. Die bisherige atomrechtliche Genehmigungsbehörde, das Niedersächsische Ministerium für Umwelt. Energie. Bauen und Klimaschutz, bleibt für Genehmigungen zuständig solange bis es seine Zustimmung zur Inbetriebnahme des Endlagers erteilt hat. Analog gilt für das Endlager Morsleben, bei

dem derzeit ein Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung läuft, dass das BfE Aufsichtsbehörde ist. Erst ab der Vollziehbarkeit des Planfeststellungsbeschlusses wird BfE auch Genehmigungsbehörde. Im Fall der Asse ist die Rolle des BfE als Genehmigungsbehörde auf unbestimmte Zeit ausgesetzt.

Bei Erfüllung dieser Aufgaben wird auch auf externen Sachverstand zugegriffen. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) bearbeitet im Rahmen der grundlagenorientierten Forschung bei der Endlagerung geowissenschaftliche und geotechnische Fragestellungen. Die Entsorgungskommission (ESK) berät das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) seit 2008 in allen Angelegenheiten der Entsorgung radioaktiver Abfälle, die Gesellschaft für Reaktorsicherheit gGmbH (GRS) ist Gutachter des Bundes für kerntechnische Fragen.

Darüber hinaus sind Forschungseinrichtungen und Hochschulen im Auftrag des BMU, beispielsweise im Rahmen von spezifischen Fragestellungen tätig.



### Abb. 1

Zuständigkeit für Endlager Quelle: DAtF in Anlehnung an Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe Das Atomgesetz schreibt für die Errichtung und den Betrieb eines Endlagers für radioaktive Abfälle ein Planfeststellungsverfahren vor, das unter anderem das Baurecht, das Wasserrecht und die Umweltverträglichkeitsprüfung umfasst. Zum Verfahrensablauf (Abb. 2) gehört auch eine förmliche Öffentlichkeitsbeteiligung. Dieses Verfahren wurde im Fall des Endlagers Konrad angewendet und mit einem Planfeststellungsbeschluss des Niedersächsichen Umweltministeriums im Jahr 2002 erfolgreich abgeschlossen. Für Endlager deren Standort durch Bundesgesetz festgelegt wird, wird ein Genehmigungsverfahren angewendet. Konkret betrifft dies das Endlager für hochradioaktive Abfälle sobald ein Standort ausgewählt ist.



Abb. 2
Ablauf eines Planfeststellungsverfahrens
Ouelle: GRS

# Wer trägt die Kosten?

Die Finanzierung der Endlagerung wird in erster Linie durch die bundeseigene Stiftung "Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung" gewährleistet, die die Mittel verwaltet und ihre Verwendung kontrolliert. Die Stiftung wurde durch das Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung geschaffen. Sie ist

Anfang Juli 2017 durch eine Einzahlung der Betreiber von Kernkraftwerken in Höhe von 24,1 Milliarden Euro mit Mitteln für diese Aufgabe einschließlich der Zwischenlagerung und des Transports der Abfälle zu einem Endlager ausgestattet worden. Mit dieser Einzahlung, die sich aus den vormaligen für die Zwischenund Endlagerung der radioaktiven Abfälle

aus dem Bereich der Betreiber von Kernkraftwerken gebildeten Rückstellungen sowie einem Risikozuschlag zusammensetzt, sind die atomrechtlichen Zahlungsverpflichtungen der Betreiber in diesen Bereichen abschließend abgegolten. Damit liegt die Verantwortung für Ausführung und Finanzierung der Entsorgungsaufgaben in einer Hand. Mit dieser Regelung werden die Empfehlungen der Kommission zur Überprüfung der Finanzierung des Kernenergieausstiegs (KFK) vom April 2016 umgesetzt.

Weitere finanzielle Mittel für die Aufgaben der Endlagerung werden durch die Einlagerungsgebühren von Landessammelstellen bzw. sonstiger Institutionen oder Unternehmen im Bereich der öffentlichen Hand aufgebracht, die radioaktive Abfälle an Endlager des Bundes abgeben müssen. Darüber hinaus gibt es noch Unternehmen und Organisationen, die Vorausleistungen bzw. Umlagen für die Endlagerung entrichten müssen. Private oder öffentliche Institutionen, die radioaktive Abfälle an Landessammelstellen abgeben, müssen dafür Gebühren entrichten, die abschließenden Charakter haben. Die Abfälle gehen damit in das Eigentum und die Verantwortung

der Landessammelstellen über, die dann für Zwischenlagerung und endlagergerechte Konditionierung sowie den Transport zu Endlagern des Bundes verantwortlich sind. Analog werden die Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung von Kernkraftwerken in den Standortzwischenlagern und Abfalllagern abgegeben, die ab dem 1. Januar 2019 bzw. dem 1. Januar 2020 an die Gesellschaft für Zwischenlagerung (BGZ) übergehen und damit dem Bund gehören. Die Abfälle gehen damit in Eigentum und Verantwortung des Bundes über. Die Aufgaben der Konditionierung und Verpackung radioaktiver Abfälle verbleiben bei den Betreibern der Kernkraftwerke, die diese ausführen und selbständig aus den dafür gebildeten Rückstellungen finanzieren.

Die Höhe der für Rückbau und Konditionierung benötigten Rückstellungen wird von den Betreibern auf Basis bestehender Verträge sowie externer Expertisen und Gutachten ermittelt, von unabhängigen Wirtschaftsprüfern testiert sowie von den Finanzbehörden geprüft. Die Rückstellungen werden jährlich überprüft und aktualisiert.

# Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen

Radioaktive Abfälle müssen derart entsorgt werden, dass sie dauerhaft von den Stoffströmen der Biosphäre isoliert sind. International besteht Konsens darüber, dass hochradioaktive Abfälle langfristig tief unter der Erdoberfläche endgelagert werden sollen. Deutschland hat sich darüber hinaus dafür entschieden, auch schwach- und mittelradioaktive Abfälle in geologischer Tiefenlagerung endzulagern.

## Konrad – Genehmigtes Endlager

Für die Aufnahme schwach- und mittelradioaktiver Abfälle wird nach seiner Errichtung das bereits genehmigte Endlager Konrad bei Salzgitter zur Verfügung stehen. Das ehemalige Eisenerzbergwerk ist als Endlager für Abfälle dieser Art bis zu einem Abfallvolumen von 303.000 m³ genehmigt. Zuvor hatte die Antragstellerin Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) das beantragte Einlagerungsvolumen von 650.000 m³ auf 303.000 m³ reduziert. Seit April 2007 liegt ein bestandskräftiger Planfeststellungsbeschluss vor.

### **Endlager Konrad - Kosten**

Bislang sind für das Endlager Konrad Kosten in Höhe von rund 2,2 Milliarden Euro angefallen. Diese Kosten wurden anteilig von den Abfallverursachern getragen. Die künftigen Kosten werden aus dem Entsorgungsfonds, in den die Betreiber der Kernkraftwerke in Deutschland ihren Anteil bereits gezahlt haben sowie weiterhin anteilig von den übrigen Abfallverursachern getragen.

Das Endlager Konrad soll laut Aussage der BGE bis 2027 baulich fertig gestellt werden. Bei Beginn der Umbauarbeiten war die Inbetriebnahme noch bis Ende 2013 vorgesehen. Gegenwärtig wird Konrad zum Endlager ausgebaut. Neben Arbeiten zur Errichtung der übertägigen Infrastruktur, wie dem Bau von Straßen und Gleisanbindung sowie der Anlagen zum Umschlag und zur Prüfung der einzulagernden Abfallgebinde, werden die beiden Schächte saniert und umgerüstet.

Unter Tage werden die Infrastruktur, Transportstrecken und ein spezielles Bewetterungssystem für den Einlagerungsbetrieb

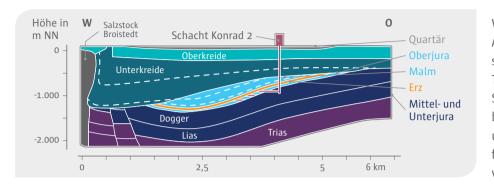


Abb. 3 Geologischer Schnitt im Bereich des Schachtes Konrad 2 Ouelle: BGR

angelegt, Einlagerungskammern aufgefahren und ausgebaut sowie Schachtanlagen umgebaut.

Diese Umbaumaßnahmen erfolgten bis April 2017 unter Leitung des BfS durch die Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern (DBE) und werden seitdem von der BGE fortgesetzt unter deren Dach die DBE, die Asse GmbH und die für die Umsetzung der Endlagerprojekte zuständigen Mitarbeiter des BfS zusammengeführt sind.

Die eisenerzhaltige Formation am Standort ist vor etwa 135 bis 140 Millionen Jahren entstanden. In einer Tiefe zwischen 800 bis 1.300 Metern bilden eisenerzhaltige Gesteinsschichten mit einer Breite von 8 bis 15 km das Wirtsgestein für die künftig einzulagernden Abfälle. Oberhalb dieser Schichten befinden sich ca. 400 Meter dicke wasserundurchlässige Tonschichten, gefolgt von einer mächtigen Schicht Mergel- und Kalkstein. Diese Schichten bilden die entscheidende geologische Barriere und isolieren die radioaktiven Abfälle langfristig vom oberflächennahen Grundwasser und von der Biosphäre. Die geowissenschaftlichen Langzeitsicherheitsprognosen legen einen Zeitraum von mindestens 100.000 lahren zu Grunde. Die Ergebnisse der Langzeitsicherheitsanalyse zeigen, dass die maximal auftretende mögliche radiologische Belastung für Personen deutlich unterhalb des von der Planfeststellungsbehörde geforderten international anerkannten Maßstabs liegt. Es sind damit aus der Freisetzung von Radionukliden keine nachteiligen Auswirkungen für Mensch und Umwelt zu befürchten. Derzeit ist eine ..Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo)" in Arbeit. Mit ihr sollen vor Inbetriebnahme des Endlagers Konrad von externen Experten die Sicherheitsanalysen im Vergleich zum Stand des Planfeststellungsbeschlusses im Jahr 2002 überprüft werden.

Bis zur Inbetriebnahme von Konrad lagern die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung in Landessammelstellen der Bundesländer, in Forschungseinrichtungen, an den Standorten der Kernkraftwerke oder anderen kerntechnischen Standorten sowie in zentralen Zwischenlagern. Die Abfälle müssen dort ihrer Art und dem radioaktiven Inventar entsprechend konditioniert, also aufbereitet, in je geeignete Behälter verpackt und dokumentiert werden, damit sie die Annahmebedingungen des Endlagers Konrad erfüllen und entsprechend der Bestimmungen

für Gefahrguttransporte sicher dort angeliefert werden können.

Die Abfälle stammen mehrheitlich (ca. 60 Prozent) aus Kernkraftwerken und von Unternehmen der kerntechnischen Industrie, daneben von Unternehmen aus anderen Industriezweigen, der Medizin oder der Forschung, die überwiegend bei der öffentlichen Hand liegen (ca. 40 Prozent).

Die Betriebszeit des Endlagers Konrad soll 40 Jahre nicht überschreiten. In der Betriebszeit werden die Abfälle von den verschiedenen Zwischen- und Abfalllagern sowie den Landessammelstellen abgerufen. Die Einlagerung soll gemäß Planfeststellungsbeschluss unmittelbar nach Annahme der Gebinde erfolgen, da kein eigenes Zwischenlager sondern nur eine Pufferhalle zur Anlieferung und Kontrolle der Abfallgebinde vorgesehen ist. Um die betrieblichen Prozesse zu entzerren, ist im Entsorqunqsüberqanqsqesetz § 3, Abs. 3 von 2017 die Möglichkeit vorgesehen, für das Endlager Konrad ein zentrales Bereitstellungslager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle als Eingangslager zu errichten. Wegen der Verzögerung bei der Fertigstellung des Endlagers

Abb. 4

Konrad-Container in einem Zwischenlager

Ouelle: GNS

müssen an vielen Standorten die Zwischenlagerkapazitäten erweitert werden. Da der Abruf der konditionierten Abfälle durch das Endlager nur sukzessive erfolgen wird, ist davon auszugehen, dass auch nach Inbetriebnahme des Endlagers noch über längere Zeit Abfälle in den Abfalllagern verbleiben müssen.

## Abfälle für die Konrad nicht vorgesehen ist

Neben den Abfällen aus Betrieb und Rückhau von Kernkraftwerken. kerntechnischer Industrie. Forschung, Medizin und sonstiger Industrie, die im Endlager Konrad eingelagert werden, kann es noch Gruppen schwach- und mittelaktiver Abfälle geben, für die Konrad möglicherweise nicht zur Verfügung steht. Dazu werden im Nationalen Entsorgungsprogramm des Bundes (NaPro) von 2015 drei Gruppen von Abfällen benannt: zum ersten konditionierte Abfälle aus der Rückholung von Abfällen aus dem ehemaligen Salzbergwerk Schachtanlage Asse II mit einem geschätzten Volumen von 175.000 bis 220.000 m³; zum zweiten abgereichertes Uran aus der Urananreicherung; drittens Abfälle, die aufgrund ihrer Nuklidzusammensetzung oder chemischen Beschaffenheit nicht vom Endlager Konrad angenommen werden können. Bei allen drei Gruppen von Reststoffen bestehen aber Unsicherheiten ob sie anfallen, in welcher Menge und ggf. wann.

Im Fall der Rückholung von Abfällen aus der Asse ist zu berücksichtigen, dass sich unabhängig von der gesetzlichen Vorgabe eine Rückholung in der Praxis als undurchführbar erweisen könnte oder evtl. nur ein Teil der Abfälle zurückgeholt werden kann.

Bei den Reststoffen der Urananreicherung handelt es sich um Wertstoffe, die nicht für eine Entsorgung vorgesehen sind. Das abgereicherte Uran kann zum einen für eine erneute Anreicherung verwendet werden, da es immer noch spaltbares Uran-235 enthält, wenn auch weniger als Natururan. Zum anderen könnte der Hauptbestandteil Uran-238 in sogenannten schnellen Reaktoren zur Energieerzeugung verwendet werden, die international in unterschiedlichen Konzepten entwickelt werden.

Bei den nicht-konradgängigen Abfällen ist heute noch nicht genau einzuschätzen, ob diese tatsächlich anfallen werden oder ggf.



**Abb. 4**Standorte in Deutschland

- Kernkraftwerk
- A Kernbrennstoffversorgung
- **B** Wiederaufarbeitungsanlage
- Zwischenlager
- **D** Konditionierung
- **E** Endlager
- Landessammelstelle
- In Betrieb
- Abgeschaltet/Stilllegung
- Rückbau
- «Grüne Wiese»
- Errichtung
- Bergwerk in Erkundung (seit 2013 eingestellt)
- <sup>1)</sup> Pilot-Konditionierungsanlage
- <sup>2)</sup> Fertigstellung bis 2027
- 3) AVR-Behälterlager

Quellen: BfS; eigene Angaben

Stand: Februar 2018

durch entsprechende Konditionierung und Abklinglagerung vermieden werden können.

Im NaPro werden für den langfristigen Umgang mit diesen Abfällen zwei grundsätzliche Möglichkeiten benannt: zum einen soll geprüft werden, ob eine Erweiterung der Genehmigung des Endlagers Konrad nach Inbetriebnahme zur Aufnahme dieser Abfälle in Betracht kommt. Zum anderen könnte der zu bestimmende Standort für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle, auch für die Abfälle, für die Konrad nicht vorgesehen ist, genutzt

werden. Dieses zusätzliche Inventar ist aber gemäß Standortauswahlgesetz nur dann zulässig, wenn die Sicherheit des Endlagers für hochradioaktive Abfälle nicht beeinträchtigt wird. Die Endlagerkommission hat darüber hinaus gefordert, dass die Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle das Standortauswahlverfahren nicht beeinflusst, bei dem hochradioaktive Abfälle die Priorität haben sollen. Als dritte Möglichkeit wäre auch die Bestimmung eines weiteren Endlagerstandortes für schwach- und mittelaktive Abfälle denkbar.

# Endlager Konrad – Chronologie

- **1965 1976** ► Eisenerzabbau, 1976 Einstellung aus wirtschaftlichen Gründen
- **1976 1982** ► Untersuchung des Schachtes auf die Eignung als Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle
- 1982 Vorstellung eines Abschlussberichts mit bis dahin positiven Ergebnissen
  - ► Antrag auf Einleitung eines Planfeststellungsverfahrens nach § 9 Atomgesetz (AtG) durch die damals zuständige Physikalisch-Technisch Bundesanstalt (PTB) im Einvernehmen mit der Bundesregierung

**1982 – 1990** ► Ausarbeitung der gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheitsanalyse unter landesbehördlicher Begleitung durch die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH Einreichung der Planunterlagen bei der zuständigen Planfeststellungsbehörde. 1989 dem Niedersächsischen Umweltministerium ▶ Öffentliche Auslegung der Planunterlagen 1991 1992 - 1993 ► Erörterungstermine über insgesamt 75 Verhandlungstage 2000 ► Antrag auf Sofortvollzug des Planfeststellungsbeschlusses durch BfS zurückgezogen gemäß Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000 ► Reduktion des beantragten Einlagerungsvolumens von 650.000 m³ 2002 auf 303.000 m<sup>3</sup> durch BfS aufgrund geänderter Abfallprognosen ► Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses durch das Land Niedersachsen ▶ Bestätigung des Planfeststellungsbeschlusses und Zurückweisen aller 2006 Klagen von Kommunen und Privatpersonen durch das Oberverwaltungsgericht in Lüneburg ▶ Nichtzulassung einer Revision vor dem Bundesverwaltungsgericht in Leipzig ▶ Bestätigung der Revisionsentscheidung durch das Bundesverwaltungsgericht 2007 Start der Umrüstungsphase der Schachtanlage Ursprünglich geplante Fertigstellung 2013 Revidierte Planung für Fertigstellung 2022 Aktuell geplante Fertigstellung 2027

## Internationaler Vergleich

Eine Übersicht über die Endlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle in verschiedenen Ländern finden Sie unter:

https://www.kernenergie.de/kernenergie/ themen/Entsorgung/Endlagerung/



Im weltweiten Vergleich haben sich nur wenige Länder wie Deutschland entschieden, sämtliche schwach- und mittelradioaktive Abfälle in geologischen Tieflagern zu entsorgen, während andere Länder festgelegt haben, solche Abfälle oberflächennah zu lagern. Andere Länder kategorisieren die Abfälle teilweise anders und betreiben oder planen für schwach- und mittelradioaktive Abfälle Kavernenlager in mittlerer Tiefe oder oberflächennahe Endlager, die vorrangig nur kurzlebige Radionuklide mit Halbwertszeiten unter 30 Jahren enthalten. Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle sind in einigen Ländern bereits seit vielen Jahren in Betrieb.

## Quellen und weiterführende Informationen

#### Organisationen

- BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung | www.bgz.de
- Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) | www.bfe.bund.de
- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) | www.bfs.de
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) www.bgr.bund.de
- Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) | www.bge.de
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) www.bmu.bund.de
- DAtF

| www.kernenergie.de | www.kernfragen.de

- Entsorgungskommission (ESK) | www.entsorgungskommission.de
- Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) | www.grs.de

#### **Dokumente und Links**

- Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz AtG) | http://www.gesetze-im-internet.de/atg/
- Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG)
   www.qesetze-im-internet.de/standaq
- www.endlager-konrad.de



Herausgeber:

## **DAtF**

Deutsches Atomforum e.V. Robert-Koch-Platz 4 10115 Berlin info@ www. kernenergie.de

November 2018 Alle Rechte vorbehalten.

