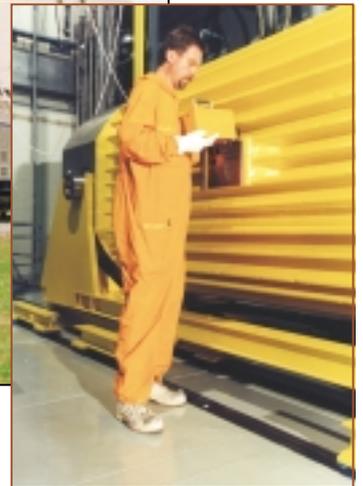
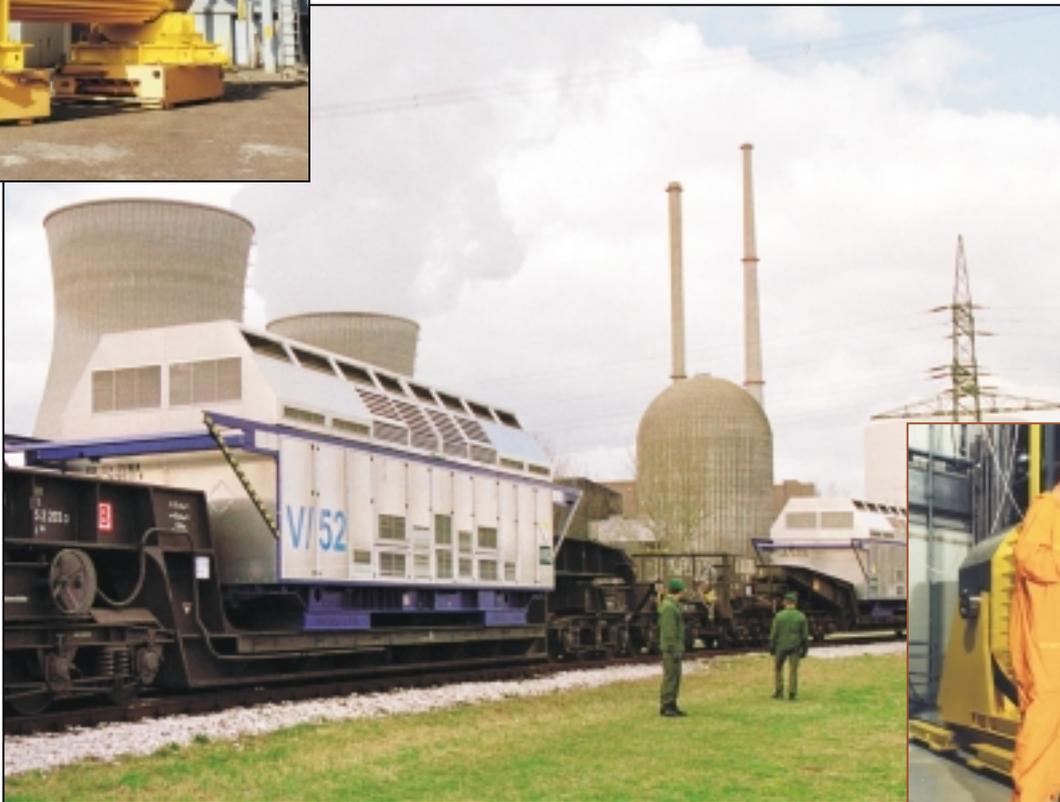


# Radioaktive Frachten unterwegs

## Atomtransporte und Sicherheit



Herausgeber: Bundesamt für Strahlenschutz  
Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Postfach 100149  
38201 Salzgitter  
Tel.: 0 53 41/8 85-1 30  
Fax: 0 53 41/8 85-1 50  
Internet: <http://www.bfs.de>

Redaktion: Susanne Commerell, Arthur Junkert

Fotos: Archiv Ridder  
Brennelement-Zwischenlager Ahaus GmbH  
Deutsche Presseagentur  
Kernkraftwerk Obrigheim GmbH  
Brennelementlager Gorleben GmbH  
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung  
Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar GmbH

Grafik: BfS – Uwe Schöppler

Satz u. Druck: braunschweig-druck GmbH  
Druck · Verlag · Medien  
Ernst-Böhme-Str. 20  
38112 Braunschweig

© 2000 Bundesamt für Strahlenschutz, 1. Auflage  
Gedruckt auf Recyclingpapier

# **RADIOAKTIVE FRACHTEN UNTERWEGS**

**Atomtransporte und Sicherheit**

# INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT .....	3
EINLEITUNG .....	4
TRANSPORTE ZUR VERSORGUNG VON ATOMKRAFTWERKEN .....	6
TRANSPORTE ZUR ENTSORGUNG VON ATOMKRAFTWERKEN .....	7
TRANSPORTAUFKOMMEN .....	10
GENEHMIGUNG UND ÜBERWACHUNG VON TRANSPORTEN .....	11
GEFAHREN DURCH ATOMTRANSPORTE .....	13
SICHERHEITSNACHWEIS FÜR ATOMTRANSPORTE .....	14
STRAHLENEXPOSITION DER BEVÖLKERUNG UND DES BEGLEITPERSONALS .....	16
OBERFLÄCHENKONTAMINATION AN TRANSPORTBEHÄLTERN .....	17
PROBLEME MIT TRANSPORTBEHÄLTERN .....	18
TRANSPORTMINIMIERUNG .....	19

## VORWORT



Seit den siebziger Jahren gehört die Auseinandersetzung um die Nutzung der Atomenergie zu den zentralen Konfliktfeldern in unserer Gesellschaft. Standen anfangs vor allem die Errichtung von Atomkraftwerken und die Planung von Wiederaufarbeitungsanlagen im Zentrum der Auseinandersetzungen, hat sich mit dem Ende des Neubaus von Reaktoren der Protest auf Transporte abgebrannter Brennelemente verlagert. Wem sind nicht die Bilder der Großeinsätze der Polizei bei CASTOR-Transporten in die Transportbehälterlager Gorleben und Ahaus in Erinnerung?

Die mit der Nutzung der Atomenergie verbundenen Risiken, die bisher ungelöste Endlagerung und die fehlende gesellschaftliche Akzeptanz waren der Anlass für die Bundesregierung, den Ausstieg aus der Atomenergie zu beschließen. Mit der Vereinbarung mit den Energieversorgungsunternehmen über die geordnete Beendigung der Kernenergienutzung hat sie im Juni 2000 die Weichen für das Ende der Atomkraft gestellt. Die zeitliche Befristung der Betriebsgenehmigungen, die Beschränkung der Entsorgung auf direkte Endlagerung spätestens ab Mitte 2005 und die geplante Errichtung von Zwischenlagern am Standort der Atomkraft-

werke führen zu einer Reduzierung der noch notwendigen Transporte abgebrannter Brennelemente bzw. hochradioaktiver Abfälle.

Für die Genehmigung dieser Transporte ist das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) zuständig. Genehmigungen werden nur erteilt, wenn die Vorschriften des Verkehrsrechts und des Atomrechts eingehalten werden. Mit der Genehmigung der von den Betreibern der Atomkraftwerke beantragten Transporte werden vom BfS Auflagen erteilt, die die gesetzlich festgeschriebene Garantie des Strahlenschutzes der Bevölkerung und des eingesetzten Personals gewährleisten.

Mit der Genehmigung oder der Nichtgenehmigung der Transportanträge endet die Zuständigkeit des BfS.

Ob und wann von erteilten Genehmigungen Gebrauch gemacht wird, liegt in den Händen der Verursacher des zu transportierenden Atommülls, den Betreibern der Atomkraftwerke. Das geschieht in enger Abstimmung mit den Polizeibehörden der Bundesländer und dem Bundesgrenzschutz, die die Sicherung der Transporte gewährleisten müssen.

Die Länder sind noch in einer weiteren Weise beteiligt. Die Aufsichtsbehörde des Landes – meist das Umweltministerium – kontrolliert die Einhaltung der vom BfS formulierten Genehmigungen für Straßen Transporte. Für Schienentransporte übernimmt diese Aufgabe zentral das Eisenbahnbundesamt.

Mit der vorliegenden Broschüre möchte ich einen Beitrag zur Versachlichung der Debatte um die Beförderung der hochradioaktiven Abfälle aus der Nutzung der Atomenergie leisten.

Weitere Informationen erhalten Sie im Internet unter <http://www.bfs.de>

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters that appear to read 'W. König'.

*Wolfram König*  
Präsident des Bundesamtes für Strahlenschutz

## EINLEITUNG

Zur Ver- und Entsorgung der in Deutschland betriebenen 19 Atomkraftwerke sind eine Vielzahl von Transporten mit radioaktiven Stoffen notwendig. Insbesondere die Transporte mit abgebrannten Brennelementen und anderen hochradioaktiven Stoffen haben in den letzten Jahren immer wieder für Schlagzeilen und Verunsicherung in der Bevölkerung gesorgt.

Im Mai 1998 setzte das Bundesumweltministerium alle Transporte mit bestrahlten Brennelementen aus deutschen Atomkraftwerken und die Transporte zur Rückführung von hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich aus Sicherheitsgründen aus. Die Energieversorgungsunternehmen hatten jahrelang massive radioaktive Verunreinigungen an

den Außenflächen der Behälter und an den verwendeten Transportmitteln verschwiegen. Die Kontaminationen überschritten den international festgelegten Grenzwert teilweise um mehr als das Hundertfache. Die Ursachen, wie auch das Ausmaß der Gefährdung, wurden von Fachleuten auch nach gründlichen Untersuchungen unterschiedlich bewertet. Sicher ist, dass Atomtransporte nur dann durchgeführt werden dürfen, wenn die vorgeschriebenen Grenzwerte zuverlässig eingehalten werden.

Jährlich rollen Hunderte von Transporten mit Kernbrennstoffen durch Deutschland. Mit der Inbetriebnahme des Zwischenlagers in Gorleben, ersten Rücktransporten aus der Wiederaufarbeitung und der direk-

ten Beförderung von CASTOR-Behältern mit abgebrannten Brennelementen aus deutschen Atomkraftwerken in die bestehenden Zwischenlager in Gorleben und Ahaus haben Proteste gegen Atomtransporte bundesweites Aufsehen erregt. Tausende Menschen demonstrierten gegen diese Transporte.

Trotz der Neuorientierung der Energiepolitik durch die Bundesregierung, die mit den Energieversorgungsunternehmen im Juni 2000 den Ausstieg aus der Nutzung der Atomenergie vereinbart hat, bleibt das Thema Atomtransporte auf der Tagesordnung. Neben der notwendigen Einhaltung von Vorschriften und Schutzziele gilt es, künftig die Anzahl der Transporte zu minimieren.

# Standorte von Atomkraftwerken in Deutschland



## Legende:

 In Betrieb

 In Stilllegung, bzw. Stilllegung beschlossen

Zahlen: Bruttoleistung MWe

\*) Infolge Gerichtsbeschluss abgeschaltet

**SWR** - Siedewasserreaktor  
**DWR** - Druckwasserreaktor  
**HTR** - Hochtemperaturreaktor  
**SNR** - Schneller Brutreaktor

Stand: 31.08.2000

## TRANSPORTE ZUR VERSORGUNG VON ATOMKRAFTWERKEN

Die Zwischenlager sind nur eine Station auf der langen Reise radioaktiver Brennstoffe von ihrer Herstellung bis zu ihrer Entsorgung. Der Weg des Kernbrennstoffs beginnt in den Uranminen. Weltweit größte Produzenten von Uranerz sind Kanada, Australien, Südafrika, Niger und die USA. Aus den Minen wird das Uranerz in die Erzaufbereitung transportiert und dort zu Ammoniumdiuranat ( $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ ) verarbeitet, einem gelblichen Pulver, auch Yellow Cake genannt. Im nächsten Schritt erfolgt eine weitere Uranaufkonzentrierung und die Umwandlung in Uranoxid ( $\text{U}_3\text{O}_8$ ). Uranoxid wiederum wird erneut auf die Reise geschickt, um in einer der großen Konversionsanlagen in Kanada, den USA, Großbritannien oder Frankreich zu Uranhexafluorid ( $\text{UF}_6$ ) verarbeitet zu werden. Das weiße kristalline Pulver wird in Druckbehälter gefüllt, erneut verladen und zu den Anreicherungsanlagen befördert. Dort wird der Anteil an spaltbarem  $^{235}\text{U}$  von 0,7 auf 3 bis 5 Prozent gesteigert, um die für die atomare Kettenreaktion in Leichtwasserreaktoren erforderliche Konzentration zu erreichen. Eine deutsche Uran-Anreicherungsanlage steht auch im nordrhein-westfälischen Gronau. Der Betreiber Urenco Deutschland GmbH besitzt eine Genehmigung für jährlich 1800 t Urantrennarbeit.

In anderthalb Tonnen schwere Druckbehälter verladen setzt der Kernbrennstoff seinen Weg in die Brennelementefertigung fort. Hier wird das angereicherte Uranhexafluorid zu Urandioxid weiterverarbeitet.

Das graue Pulver wird in Tabletten gepresst, zu einem porzellanharten Material gesintert und in metallene, gasdicht verschlossene Hüllrohre gefüllt. Diese Brennstäbe werden gitterförmig angeordnet und bilden zusammen ein Brennelement. Die einzige deutsche Brennelementefabrik betreibt die zur Siemens AG gehörende Advanced Nuclear Fuels GmbH in Lingen im Emsland mit einer Produktion von 650 t im Jahr.

Zum Einsatz im Reaktor werden die frischen Brennelemente zu den jeweiligen Betriebsstandorten transportiert. Im Vergleich zu abgebrannten Brennelementen geben sie nur eine vergleichsweise geringe Strahlung ab. Das gilt auch für Uran-Plutonium-Mischoxid (MOX)-Brennelemente. Das darin enthaltene Plutonium aber darf keinesfalls in die Umwelt gelangen, da das Einatmen schon kleinster Mengen Lungenkrebs hervorrufen kann.



*Behälter für Uranhexafluorid*

*Quelle: Archiv Ridder*

## TRANSPORTE ZUR ENTSORGUNG VON ATOMKRAFTWERKEN

Von den Hunderten von Brennelementen, die im Reaktor eingesetzt sind, wird jedes Jahr ein Teil ausgetauscht. Die abgebrannten Brennelemente werden zunächst 6 bis 12 Monate in einem werksinternen wassergefüllten Becken zwischengelagert,

In den Wiederaufarbeitungsanlagen werden die bestrahlten Brennelemente zuerst zersägt. Durch physikalisch-chemische Verfahren werden das noch vorhandene Uran, das durch den Abbrandprozess entstandene Plutonium und die Spaltproduk-

te getrennt. Das Plutonium wird zu Fertigungsanlagen für Mischoxid-Brennelemente verbracht und dort zu sogenannten MOX-Pellets verarbeitet. In Hüllrohre gefüllt entstehen daraus wiederum neue Brennstäbe, die als MOX-Brennelemente in etwa der Hälfte der deutschen Atomkraftwerke eingesetzt werden. In den letzten Jahren wurden MOX-Brennelemente fast ausschließlich aus der belgischen Fertigungsanlage in Dessel nach Deutschland geliefert.

Die hochradioaktiven Spaltprodukte aus der Wiederaufarbeitung werden über eine längere Abklingzeit gekühlt und dann durch Verglasung<sup>1</sup> für die Endlagerung vorbereitet. Diese verglasten Abfälle (HAW-Kokillen) werden in Spezialbehälter verladen und nach Deutschland zurücktransportiert. Die Bundesrepublik Deutschland verpflichtete sich 1979, die Rücklieferung aller konditionierten radioaktiven Abfälle zuzulassen und im Rahmen der bestehenden Rechtsvorschriften zu erleichtern.

<sup>1</sup> Bei der Verglasung werden die hochaktiven Spaltproduktlösungen auf hohe Temperaturen erhitzt. Die Flüssigkeit verdampft. Das entstandene Granulat wird unter Zugabe von Glasfritte geschmolzen und in Stahlbehälter abgefüllt. Diese Behälter werden als Glaskokillen bezeichnet.



Das Brennelement-Zwischenlager Ahaus

Quelle: BZA

ger, bis ihre durch den Spaltprozess bedingte Wärmeproduktion auf etwa ein Tausendstel des Anfangswertes abgeklungen ist.

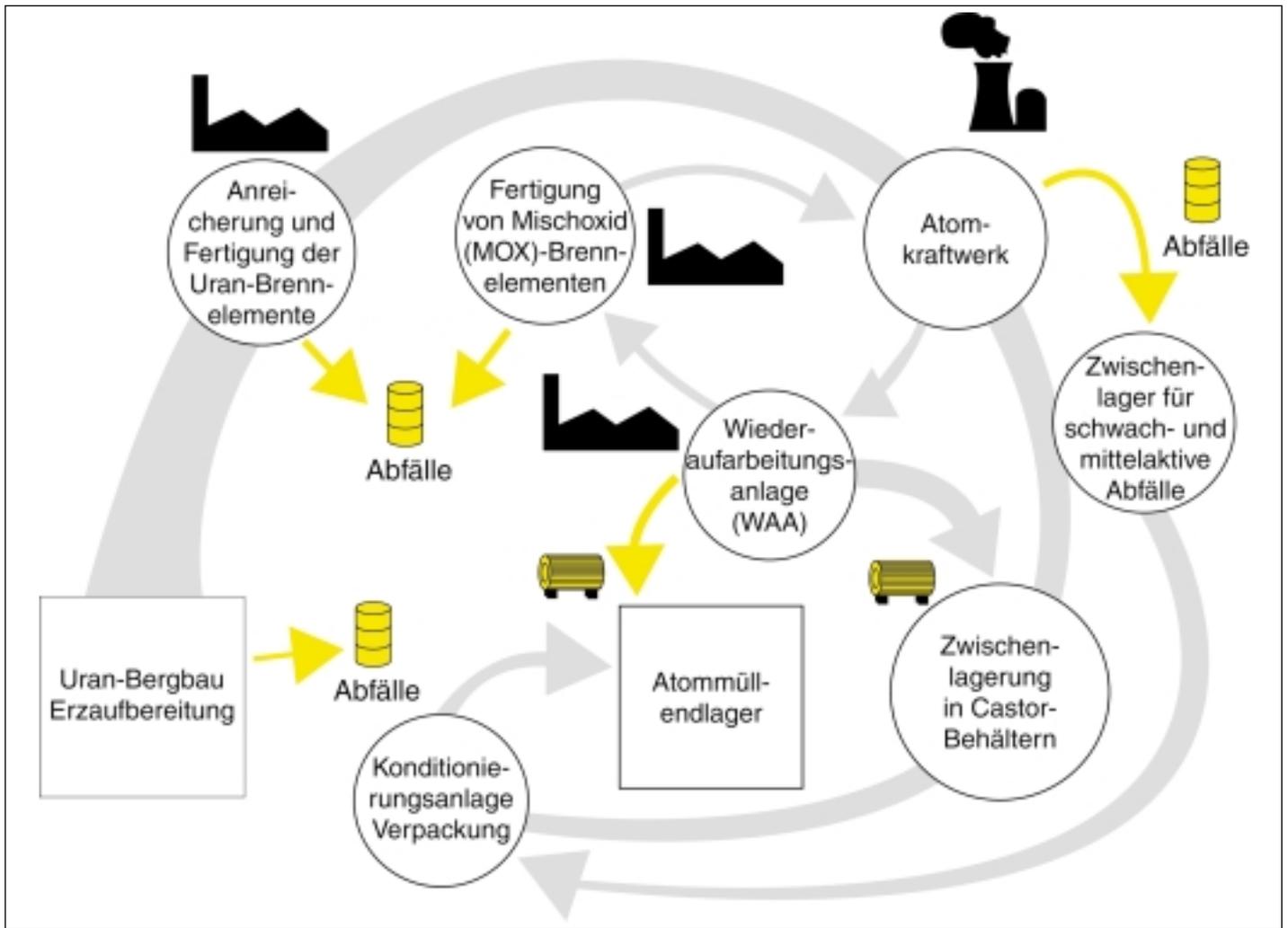
Bis 1994 wurden die abgebrannten Brennelemente in Transportbehälter verpackt und auf Straße, Schiene und dem Seeweg in die Wiederaufarbeitungsanlagen in Frankreich und Großbritannien geschickt. Mit der Änderung des Atomgesetzes ist seit 1994 die prinzipielle Möglichkeit der direkten Endlagerung abgebrannter Brennelemente ohne Wiederaufarbeitung eröffnet. Vor der direkten Endlagerung müssen die abgebrannten Brennelemente einige Jahrzehnte im Zwischenlager weiter abklingen.

Darüber hinaus müssen auch schwach- und mittlerradioaktive Abfälle befördert werden, die in der Brennelementeherstellung, beim Betrieb eines Atomkraftwerks, in Forschungseinrichtungen und im medizinischen Bereich entstehen.



Abtransport eines Behälters für abgebrannte Brennelemente aus dem Kernkraftwerk Philippsburg zur Wiederaufarbeitungsanlage in Frankreich. Der Behälter wird unter einer verschiebbaren Haube befördert

Quelle: Archiv Ridder



Transporte und Abfallentstehung bei der sog. Kernbrennstoffspirale

1995 erteilte das Bundesamt für Strahlenschutz eine Aufbewahrungsgenehmigung für das Transportbehälterlager in Gorleben, die sowohl die Lagerung der hochradioaktiven Abfälle aus der Wiederaufbereitung als auch bestrahlter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken umfasst.



Nur mit hohem Polizeieinsatz war es in der Vergangenheit möglich, Atomtransporte durchzuführen. Die fehlende Akzeptanz der Bevölkerung für diese Transporte war der Grund dafür. Hier der Transport vom Atomkraftwerk Neckarwestheim in das Zwischenlager Ahaus im März 1998

Quelle: dpa

# Zwischenlagerstandorte für abgebrannte Brennelemente in Deutschland



**Legende:**

- ZZ Zentrales Zwischenlager
- DZ Dezentrales Zwischenlager
- in Betrieb
- geplant

Stand: 31.08.2000

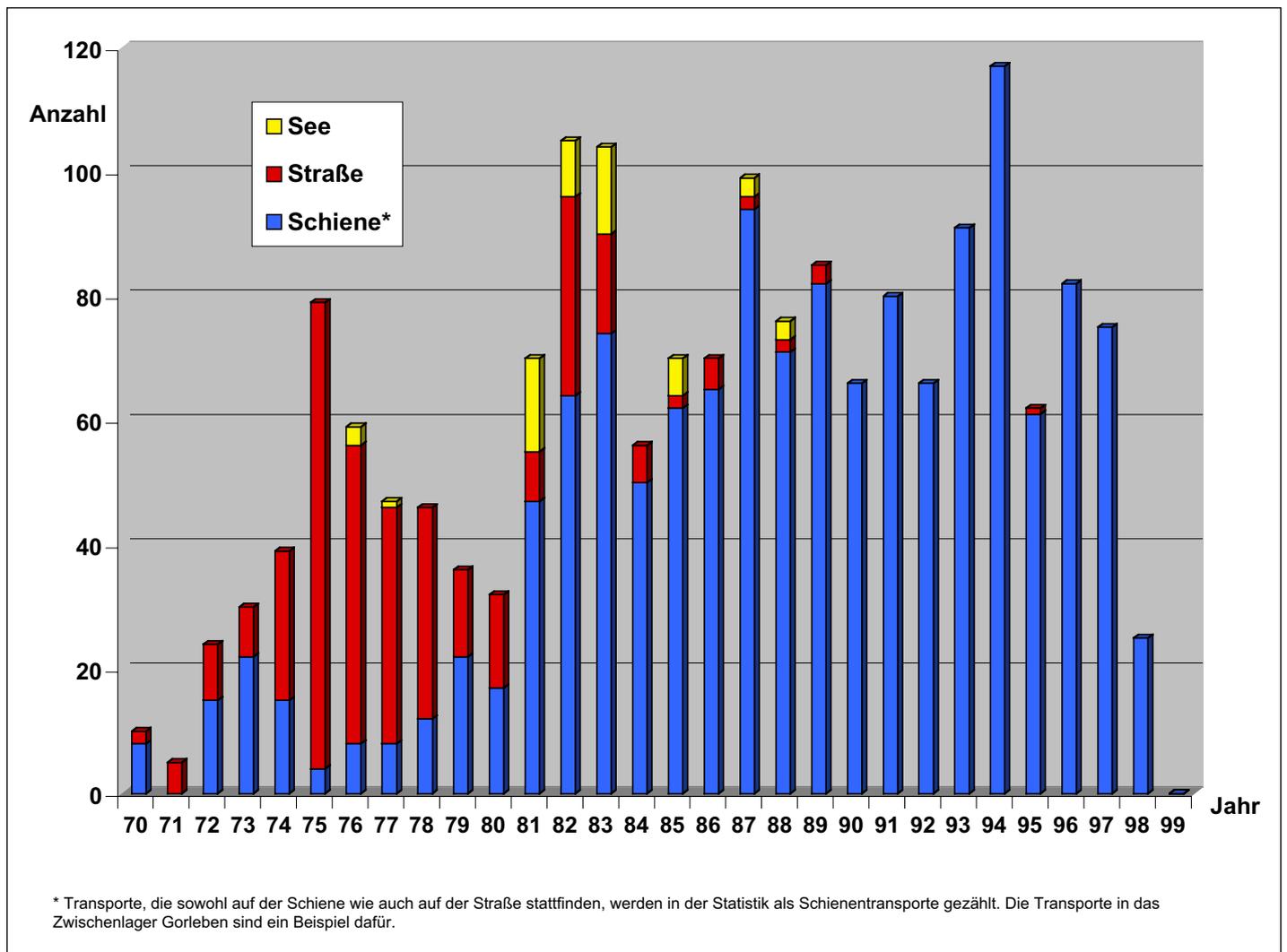
# TRANSPORTAUFKOMMEN

Beim Normalbetrieb eines 1300-Mega-watt-Atomkraftwerks beträgt das jährliche Transportaufkommen an radioaktiven Gütern im langjährigen Mittel etwa 1000 Tonnen. Diese Menge setzt sich zusammen aus dem Transportbedarf im Zusammenhang mit der Uranverarbeitung und -anreicherung, der Brennelement-Herstellung, dem Betrieb des Atomkraftwerks, der Wiederaufarbeitung und der direkten Endlagerung. Darin enthalten sind abgebrannte Brennelemente in einer Größen-

ordnung von durchschnittlich 32 Tonnen. Stoffströme aus der Uranerzgewinnung und der Stilllegung von Atomkraftwerken fallen in Deutschland nicht oder derzeit nicht ins Gewicht.

Für alle 19 in Betrieb befindlichen deutschen Atomkraftwerke ergibt sich daraus ein Netto-Transportbedarf von rund 20.000 Tonnen schwach-, mittel- und hochradioaktiver Materialien im Jahr, die auf Straße, Schiene, zur See und in der

Luft befördert werden müssen. Jährlich finden in Deutschland rund 445.000 Transporte radioaktiver Stoffe statt, davon 435.000 für Mess- und Forschungszwecke sowie für medizinische Anwendungen. Demgegenüber machen die etwa 100 Transporte abgebrannter Brennelemente nur 0,02 Prozent aller Transporte aus. Allerdings entfallen mehr als 99,5 Prozent der insgesamt beförderten Aktivität auf abgebrannte Brennelemente.



Transporte bestrahlter Brennelemente in Deutschland im Zeitraum von 1970 bis 1999

# GENEHMIGUNG UND ÜBERWACHUNG VON TRANSPORTEN

Für die Genehmigung und Zulassung von Transporten radioaktiver Stoffe sind in Deutschland die Vorschriften des Atomrechts und des Verkehrsrechts zu beachten. Im Rahmen des Verkehrsrechts ist das Bundesamt für Strahlenschutz zuständig für die Erteilung von Zulassungen für Transportbehälter (sogenannte Versandstückmuster) mit hochradioaktiven und mit spaltbaren Stoffen. Hierzu gehören alle CASTOR®-Behälter.

CASTOR ist die Abkürzung der englischen Bezeichnung *Cask for Storage and Transport of Radioactive Material*. Diese Behälter sind für den Transport und die Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen aus Atomkraftwerken konstruiert worden. Mit diesen Transportbehältern werden auch die hochradioaktiven Glas-kokillen aus der Wiederaufarbeitung transportiert und zwischengelagert.

Das BfS prüft die radiologischen Aspekte wie die Strahlenabschirmung und die Kritikalitätssicherheit (d.h. den Ausschluss der Entstehung einer nuklearen Kettenreaktion) der Behälter. Mechanische und thermische Eigenschaften, Dichtheit und Qualitätssicherung werden eigenständig von der Bundesanstalt für Materialprüfung und -forschung (BAM) in Berlin begutachtet und durch ein Prüfzeugnis bestätigt. Auf Basis dieser beiden Untersuchungen erteilt das BfS den Zulassungsschein.



*Das Bundesamt für Strahlenschutz genehmigt die Beförderung von radioaktiven Stoffen und ist darüber hinaus zuständig für die Erteilung von sog. Bauartzulassungen der Transportbehälter (Versandstückmuster)*

*Transport- und Lagerbehälter vom Typ CASTOR  
Quelle: BLG*

## Bundesamt für Strahlenschutz



### Zulassungsschein

D/4315/B(U)F-85 (Rev. 2)

für ein Versandstückmuster des Typs B(U) für spaltbare radioaktive Stoffe

Aufgrund des Antrages der Firmen Gesellschaft für Nuklear-Service mbH (GNS) und GNB Gesellschaft für Nuklear-Behälter mbH vom 28. September 1999 (AZ: TIG2/Pe-159) wird der Behälter mit der Herstellerbezeichnung Transport- und Lagerbehälter CASTOR MTR 2 als Versandstück des Typs B(U) für spaltbare radioaktive Stoffe nach den folgenden Vorschriften für die Verkehrsträger Straße, Eisenbahn, See und Binnengewässer zugelassen:

Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 1985 Edition (As Amended 1990) der International Atomic Energy Agency (IAEA), §§ 706 und 712,

Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (Gefahrgutverordnung Straße - GGVS) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Dezember 1998 (BGBl. I S. 3993); Anlagen A und B zum Europäischen Übereinkommen vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. Oktober 1998 (BGBl. 1998 II S. 2731), Anlage A, Randnummern 3752 und 3754,

Europäisches Übereinkommen vom 30. September 1957 über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) (BGBl. 1969 II S. 1489), Anlagen A und B zum ADR in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. Oktober 1998 (BGBl. 1998 II S. 2731), Anlage A, Randnummern 3752 und 3754,

Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter mit Eisenbahnen (Gefahrgutverordnung Eisenbahn - GGVE) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Dezember 1998 (BGBl. I S. 3909); Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID) - Anlage I zu Anhang B des Übereinkommens über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF-Übereinkommen) vom 09. Mai 1980 (BGBl. 1985 II S. 666), zuletzt geändert durch die 7. RID-Änderungsverordnung vom 26. November 1998 (BGBl. 1998 II S. 2955), Anlage, Randnummern 1752 und 1754,

Ordnung für internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID-Regeln) - Anlage I zu Anhang B des Übereinkommens über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF-Übereinkommen) vom 09. Mai 1980 (BGBl. 1985 II S. 666), zuletzt geändert durch die 7. RID-Änderungsverordnung vom 26. November 1998 (BGBl. 1998 II S. 2955), Anlage, Randnummern 1752 und 1754,

Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (Gefahrgutverordnung See - GGVSSee) vom 04. März 1998 (BGBl. I S. 419), IMDG-Code deutsch, Klasse 7, Punkt 8.3.1, Seite 7037, Amdt 29-98,

International Maritime Dangerous Goods Code (Class 7, 8.3.1, Page 7037, Amdt 29-98),

Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Binnenschiffahrt - GGVBinnSch) vom 21. Dezember 1994 (BGBl. I S. 3971), zuletzt geändert durch die 4. Binnenschiffahrts-Gefahrgutänderungsverordnung vom 22. Dezember 1998 (BGBl. I S. 4049) und Verordnung zur Inkraftsetzung der Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein und der Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Mosel („ADNR-Verordnung“) vom 21. Dezember 1994 (BGBl. II S. 3830), Anlage 1 und 2, Randnummer 6002 der Anlage A zur Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein (ADNR) (Anlageband vom 20. Dezember 1996, BGBl. II S. 1058) in Verbindung mit den Randnummern 3752 und 3754 des ADR

Bevor Kernbrennstoffe oder andere Großquellen auf öffentlichen oder der Öffentlichkeit zugänglichen Verkehrswegen befördert werden dürfen, muss eine Genehmigung durch das BfS erteilt werden. Sinn und Zweck der Genehmigung und Beaufsichtigung radioaktiver Transporte ist es, die Sicherheit, das heißt den Schutz vor Gefahren ionisierender Strahlung und einen etwaigen Schadensausgleich zu gewährleisten und gleichzeitig die in Deutschland befindlichen Kernbrennstoffe und ihre „Bewegungen“ zu kontrollieren. Auf die Erteilung der Beförderungsgenehmigung besteht ein Rechtsanspruch, wenn die im Atomgesetz genannten Voraussetzungen erfüllt sind (siehe Kasten: AtG § 4, Abs. 1, 2 u.4).

Ob und wann von der jeweiligen Genehmigung Gebrauch gemacht wird, liegt in der Verantwortung der Betreiber kerntechnischer Anlagen, die den radioaktiven Müll verursachen. In jedem Fall müssen die Genehmigungsinhaber vor Transportbeginn die betroffenen Innenbehörden der Länder und des Bundes benachrichtigen, in Einzelfällen auch den Transporttermin abstimmen.

Für die Aufsicht über die Einhaltung der in der Genehmigung festgelegten Anforderungen bei der Beförderung von Kernbrennstoffen, Großquellen und sonstigen radioaktiven Stoffen sind bei Schienentransporten das Eisenbahn-Bundesamt, bei Lufttransporten das Luftfahrtbundesamt und bei allen anderen Transportarten die jeweiligen Landesbehörden zuständig.

## **Atomgesetz § 4: Beförderung von Kernbrennstoffen**

**(1)** Die Beförderung von Kernbrennstoffen außerhalb eines abgeschlossenen Geländes, auf dem Kernbrennstoffe staatlich verwahrt werden oder eine nach den §§ 6, 7 und 9 genehmigte Tätigkeit ausgeübt wird, bedarf der Genehmigung. Diese wird dem Absender oder demjenigen erteilt, der es übernimmt, die Versendung oder Beförderung der Kernbrennstoffe zu besorgen.

**(2)** Die Genehmigung ist zu erteilen, wenn

**1.** keine Tatsachen vorliegen, aus denen sich Bedenken gegen die Zuverlässigkeit des Antragstellers, des Beförderers und der den Transport ausführenden Personen ergeben,

**2.** gewährleistet ist, dass die Beförderung durch Personen ausgeführt wird, die die notwendigen Kenntnisse über die mögliche Strahlengefährdung und die anzuwendenden Schutzmaßnahmen für die beabsichtigte Beförderung von Kernbrennstoffen besitzen,

**3.** gewährleistet ist, dass die Kernbrennstoffe unter Beachtung der für den jeweiligen Verkehrsträger geltenden Rechtsvorschriften über die Beförderung gefährlicher Güter befördert werden oder, soweit solche Vorschriften fehlen, auf andere Weise die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Beförderung der Kernbrennstoffe getroffen ist,

**4.** die erforderliche Vorsorge für die Erfüllung gesetzlicher Schadensersatzverpflichtungen getroffen ist,

**5.** der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter gewährleistet ist,

**6.** überwiegende öffentliche Interessen der Wahl der Art, der Zeit und des Weges der Beförderung nicht entgegenstehen.

...

**(4)** Die Genehmigung ist für den einzelnen Beförderungsvorgang zu erteilen; sie kann jedoch einem Antragsteller allgemein auf längstens drei Jahre erteilt werden ...



den Wert von 4 Becquerel pro Quadratmeter ( $\text{Bq}/\text{cm}^2$ ) für Beta-/Gamma-Strahler und von  $0,4 \text{ Bq}/\text{cm}^2$  für Alpha-Strahler nicht überschreiten. Der Grenzwert für die Dosisleistung ist auf 2 Millisievert pro Stunde ( $\text{mSv}/\text{h}$ ) an der Fahrzeugoberfläche und  $0,1 \text{ mSv}/\text{h}$  in 2 Metern Abstand von der Fahrzeugoberfläche festgelegt. Die Jahresdosis durch Transporte darf für beliebige Personen der Öffentlichkeit 1 Millisievert pro Jahr nicht überschreiten.

Während die strahlenbiologische Wirksamkeit der Gammastrahlung weitgehend

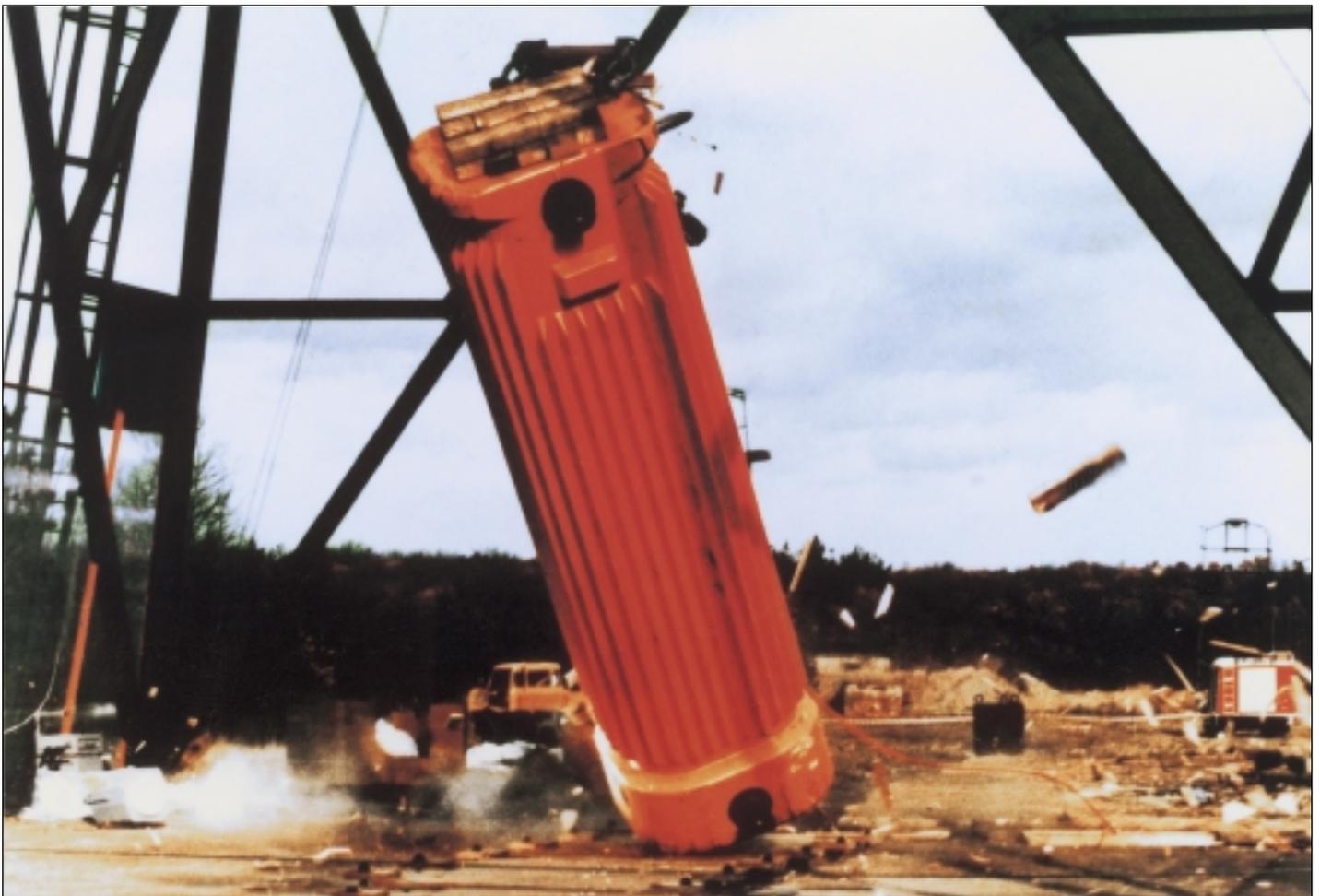
unstrittig ist, hat es in den vergangenen Jahren kontroverse wissenschaftliche Diskussionen gegeben, wie die Gefährlichkeit der Neutronenstrahlung zu bewerten ist. Bislang wurde der Gammastrahlung ein Wichtungsfaktor von 1, der Neutronenstrahlung ein Wichtungsfaktor von 10 zugeordnet. In der Debatte wurde eine Erhöhung des Neutronenwichtungsfaktors um das 30- bis 60-fache gefordert. Im Rahmen der Novellierung der Strahlenschutzverordnung wurde ein Wichtungsfaktor für Neutronenstrahlung festgelegt, der je nach Neutronenenergie zwischen 5 und 20 liegt.

Bereits jetzt wird auf dieser Grundlage bei den Behältern ein Faktor von 15 statt bislang 10 zu Grunde gelegt und auch in die Einsatzplanung der Polizei einbezogen. Das BfS und das BMU werden die fortwährenden wissenschaftlichen Untersuchungen über die Wirksamkeit der Neutronenstrahlung und das Ergebnis der internationalen wissenschaftlichen Bewertung der Untersuchungen verfolgen und gegebenenfalls zusätzliche Festlegungen treffen, um den Strahlenschutz weiter zu gewährleisten.

## SICHERHEITSNACHWEISE FÜR TRANSPORTBEHÄLTER

Um die Sicherheit eines sogenannten Typ B-Versandstücks unter Unfallbedingungen nachzuweisen, prüft die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in einem Zulassungsverfahren jeden Behältertyp unter folgenden Bedingungen:

- Freier Fall aus 9 Metern Höhe auf ein unnachgiebiges Aufprallfundament
- Freier Fall aus 1 Meter Höhe auf einen Stahldorn von 15 cm Durchmesser
- Feuertest in einer allseitigen Flammenumgebung mit einer Temperatur von mindestens  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  für die Dauer von 30 Minuten
- Eintauchprüfung in Wasser über 8 Stunden in 15 Metern Tiefe
- Eintauchprüfung in 200 Metern Wassertiefe über eine Stunde im Fall von Trans-



Falltest an einem älteren Behälter vom Typ CASTOR Ia, November 1978. Die Behälter müssen nach einem Fall aus 9 m Höhe auf ein unnachgiebiges Fundament immer noch dicht sein und die Abschirmung gewährleisten

Quelle: BAM

portbehältern mit abgebrannten Brennelementen.

Durch diese Testbedingungen sollen mehr als 95 Prozent aller möglichen Transportunfälle abgedeckt werden. Analog zu sogenannten auslegungüberschreitenden Unfällen in Atomkraftwerken sind aber auch „auslegungüberschreitende“ Transportunfälle nicht auszuschließen. In der Bundesrepublik Deutschland hat es bislang aber nur leichtere Unfälle und Zwischenfälle gegeben. Im französischen Grenzort Apach entgleiste am 4. Februar 1997 ein Zug mit abgebrannten Brennelementen aus dem Atomkraftwerk Lingen im Emsland. Zur Freisetzung radioaktiver Stoffe kam es dabei nicht. Auch Personenschäden waren bislang nicht zu verzeichnen.

Angesichts der Gefährdungen bei nicht gänzlich auszuschließenden Transportunfällen ist vielfach kritisiert worden, dass die Nachweise zur Behältersicherheit nicht notwendig durch praktische Versuche erbracht werden müssen. Der Nachweis zur Einhaltung der Prüfbedingungen erfolgt nämlich nicht zwangsläufig experimentell auf einem Prüfstand, sondern ist gegenwärtig auch durch Berechnungen, Ähnlichkeitsbetrachtungen oder Versuche an verkleinerten Modellen möglich. So haben mit den nach 1982 entwickelten und in Deutschland verwendeten CASTOR-Typen keine praktischen Versuche zum direkten Nachweis der Einhaltung der Belastungsanforderungen stattgefunden. Es ist sinnvoll, diese Praxis zu überprüfen und gegebenenfalls nachträglich Fallversuche, Erhitzungsprüfungen und Eintauchversuche an Originalbehältern vorzunehmen.



*Entgleister Zug an der deutsch-französischen Grenze bei Perl/Apach. Ein Güterzug, der mehrere Spezialwaggons zur Wiederaufbereitungsanlage nach Sellafield (Großbritannien) befördern sollte.*

*Quelle: Archiv Ridder*

# STRAHLENEXPOSITION DER BEVÖLKERUNG UND DES BEGLEITPERSONALS

Beim Transport abgebrannter Brennelemente darf nach den internationalen Vorschriften die Strahlenbelastung in zwei Meter Abstand zum Transportfahrzeug nicht mehr als 0,1 Millisievert pro Stunde (mSv/h) betragen. Die 1998 bei den CASTOR-Transporten gemessenen Maximalwerte der Gamma- und Neutronenstrahlung lagen zwischen 0,02 und 0,07 mSv/h.

Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH (GRS) führte im Jahr 2000 im Auftrag des Bundesumweltministeriums eine Sicherheitsanalyse zur unfallfreien Beförderung von radioaktiven Abfällen und bestrahlten Brennelementen in der Region Gorleben durch. Danach ist die aus der Beförderung und dem Umschlag radioaktiver Abfälle und bestrahlter Brennelemente zu erwartende Strahlenbelastung gering. Sie beträgt rund ein Hundertstel der nach Strahlenschutzverordnung zulässigen Strahlenexposition für die betroffenen Personen. Je nach unterstellten Abstand (5 bis 20 m) zwischen der Person und dem vorbei fahrenden Transportfahrzeug liegt sie in einem Bereich von rund 0,010 bis 0,055 Millisievert pro Jahr. Dies entspricht der Strahlenbelastung bei einer Flugreise von 8 bis 10 Stunden Flugdauer, z.B. dem Hin- und Rückflug Berlin – Teneriffa.

Die errechnete jährliche Strahlenbelastung bezieht sich auf eine hypothetische Personengruppe von Anwohnern und Passanten. Dabei wird angenommen, dass sie bei

maximalem Transportaufkommen sowohl durch alle Transporte schwach- und mittelradioaktiver Abfälle als auch durch alle angelieferten Behälter mit hochradioaktiven verglasten Wiederaufarbeitungsabfällen oder bestrahlten Brennelementen belastet werden. Dabei wird ebenfalls angenommen, dass keine weiteren Abschirmungen, z.B. durch Gebäudestrukturen vorhanden sind. Bei den CASTOR-Transporten wurde dabei eine geringe Fahrgeschwindigkeit von 5 Kilometern pro Stunde zu Grunde gelegt und bei sonstigen Transporten von 30 Kilometern pro Stunde.

Die für die polizeilichen Sicherheitskräfte berechnete Strahlenexposition stimmt mit den Ergebnissen verschiedener Dosis-Messkampagnen mittels Personendosimetern überein, die von mehr als 1000 Polizei- und Sicherheitskräften während des Einsatzes bei früheren CASTOR-Transporten getragen wurden. Die registrierten Messwerte lagen ausschließlich unterhalb der Nachweisgrenze der Dosimeter, die mit etwa 0,1 mSv angegeben wird. Ein dosimetrischer Nachweis der Strahlenexposition wäre wegen der Nachweisempfindlichkeit dieser Dosimeter erst nach einer Einsatzzeit von mindestens 2 bis 3 Stunden im unmittelbaren Umfeld eines CASTOR-Transportfahrzeugs zu führen.

Die Strahlenexposition des Transport- und Handhabungspersonals liegt nach Angaben der GRS für 3 Transporte hochradioaktiver Glaskokillen und/oder abgebrann-

ter Brennelemente bei maximal 1,3 mSv pro Jahr. Damit liegt sie deutlich unter dem verkehrsrechtlich zulässigen Dosishöchstwert von 50 mSv pro Jahr (ab Juli 2001 voraussichtlich 20 mSv pro Jahr).

Zusammenfassend stellt die GRS in ihrer Sicherheitsanalyse fest, dass die Strahlenexposition, die mit dem unfallfreien Transport von radioaktiven Abfällen und bestrahlten Brennelemente verbunden ist, deutlich unter den jeweiligen Grenzwerten für die Bevölkerung beziehungsweise für das Transport- und Begleitpersonal liegt und somit keine nennenswerte radiologische Belastung darstellt.



*Die Strahlenexposition der Polizei- und Sicherheitskräfte beträgt für einen ein-stündigen Einsatz maximal etwa 40 Mikrosievert*

## OBERFLÄCHENKONTAMINATIONEN AN TRANSPORTBEHÄLTERN

Wandten sich Umweltschützer zunächst gegen den Ausbau der Atomenergie, so setzte mit dem Ende des Baus von Leistungsreaktoren verstärkt die Kritik an den Transporten zwischen den kerntechnischen Anlagen ein. Ihren Höhepunkt erreichte die Diskussion über den Transport vor allem abgebrannter Brennelemente im Frühjahr 1998. Ende April wurde öffentlich bekannt, dass es in den Vorjahren zum Teil massive Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte für Kontaminationen an Transportbehältern und Fahrzeugen gegeben hatte. Es handelte sich dabei in erster Linie um französische Behälter vom Typ TN und englische Behälter vom Typ Excellox. In den von der Bundesregierung veranlassten Untersuchungen wurden grenzwertüberschreitende Kontaminationen bereits in den 80er Jahren nachgewiesen. So wurden bei den zwischen 1988 und 1998 insgesamt 643 dokumentierten Volltransporten in die französische Wiederaufarbeitungsanlage La Hague in 8 Prozent der Fälle Kontaminationen an den Behältern und in 17 Prozent der Fälle Kontaminationen an den Waggons festgestellt. Die höchste punktförmige Radioaktivitätsmenge wurde im August 1997 mit 22.600 Bq bei einem im Atomkraftwerk Grohnde ankommenden leeren Waggon gemessen. Obwohl diese Verstöße gegen internationale Sicherheitsstandards den verantwortlichen Kraftwerksbetreibern bekannt waren, wurden sie den Behörden gegenüber verschwiegen.

Das Bundesumweltministerium stoppte im Mai 1998 die Beförderung von bestrahlten Brennelementen, leeren Brennelement-Behältern und verglasten hochradioaktiven Abfällen. Die Bedingungen für eine Wiederaufnahme wurden in einem 10-Punkte-Plan zusammengefasst.

Die Ursachen für die Kontaminationen an der Oberfläche von Transportbehältern für abgebrannte Brennelemente gelten heute im wesentlichen als geklärt. Sie stehen im Zusammenhang mit der unter Wasser erfolgenden Beladung der Behälter in den Brennelementelagerbecken der Atomkraftwerke oder der Entladung in der Wiederaufarbeitungsanlage. Als Ursache kommen in Frage:

- Kontaminiertes Beckenwasser in Poren, Spalten und Hohlräumen des Behälters



*Zur Überprüfung der Kontamination der Oberfläche des Behälters werden sogenannte Wischtests durchgeführt. Die Wischproben werden anschließend auf Radioaktivität ausgemessen. Nur wenn die vorgegebenen Werte eingehalten sind, darf der Behälter aus dem Reaktorgebäude abtransportiert werden*

*Quelle: KWO*

- oder Ablösung von dort eingekisteten radioaktiven Partikeln
- Übertragung von Kontamination beim Be- und Entladen durch kontaminierte Hebezeuge
- Umwandlung festhaftender in nicht festhaftende Kontamination.

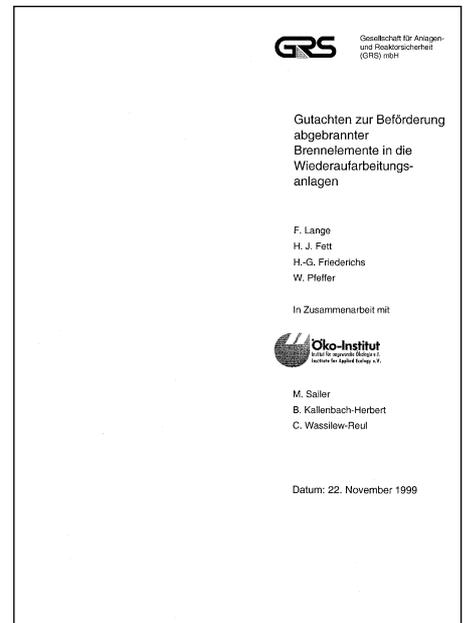
Die Einhaltung der Grenzwerte für die Oberflächenkontamination ist und bleibt Voraussetzung für die Genehmigung und Durchführung der Transporte.

Von zentraler Bedeutung ist der Nachweis, dass in Zukunft die Kontaminationsgrenz-

werte während des gesamten Transportvorgangs mit ausreichender Sicherheit eingehalten werden. Diese von den Kraftwerksbetreibern zu erbringenden Nachweise wurden 1999 von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) und dem Öko-Institut Darmstadt begutachtet. Zusätzlich hat das Bundesumweltministerium in Abstimmung mit den zuständigen Behörden von Bund und Ländern einen Kriterienkatalog erarbeitet, der die notwendigen Anforderungen für Transporte festlegt. Kontaminationen sollen künftig durch technische Maßnahmen wie den Einsatz eines zusätzlichen Kontaminationsschutzhemdes und verbesserte Handhabungsabläufe bei Beladung, Verladung und Umschlag der Behälter vermieden werden. Mit der Wiederaufnahme der Transporte werden die Messkontrollen verstärkt, eine verbesserte Transportdoku-

mentation und ein verpflichtendes Meldeverfahren bei Grenzwertüberschreitungen eingeführt. Durch einheitliche Messprotokolle und ein umfangreiches Meldesystem wird sichergestellt, dass eventuelle Grenzwertüberschreitungen unverzüglich den Behörden bekannt gemacht werden. Damit können Ursachen ermittelt und Abhilfemöglichkeiten umgehend eingeleitet werden.

*Die von den Betreibern zu erbringenden Nachweise, dass zukünftig die Kontaminationsgrenzwerte während des gesamten Transportvorgangs mit ausreichender Sicherheit eingehalten werden, wurden 1999 von der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit und dem Öko-Institut Darmstadt begutachtet.*



## PROBLEME MIT TRANSPORTBEHÄLTERN

Von den Oberflächenkontaminationen waren CASTOR-Behälter in geringerem Ausmaß als andere Behältertypen, z.B. des Typs TN, betroffen. Ein Jahr später aber – im Mai/Juni 1999 – gerieten speziell die CASTOR-Behälter in die Diskussion, als festgestellt wurde, dass der Ausdehnungskoeffizient für die in die Behälterwandung eingelassenen Moderatorstäbe falsch gemessen worden war. Dadurch wurden Ausdehnungen höheren als den tatsächlichen Temperaturen zugeordnet.

Moderatorstäbe dienen der Neutronenabschirmung. Nach dem Beladen der Behälter mit bestrahlten Brennelementen kann die Temperatur im Bereich der Bohrungen bis auf circa 130 °C ansteigen. Deshalb muss in den Bohrungen ausreichend Freiraum vorhanden sein, damit sich die Moderatorstäbe ungehindert ausdehnen können. Betroffen sind Behälter für bestrahlte Brennelemente und Glaskokillen mit hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung mit Ausnahme der bereits eingelagerten, da bei ihnen die Wärmeleistung geringer ausfällt. In der Konsequenz wurde für bereits gefertigte Brennelement-Behälter die zulässige Wärmeleistung beschränkt. Bei neuen Brennelement-Behältern werden entweder die

Bohrungen größer oder die Moderatorstäbe dünner gemacht.

Meldungen zu Problemen bei ausländischen Behältertypen gaben der Diskussion um die Sicherheit der Transportbehälter ebenfalls neue Nahrung. So war bei einem Falltest im Februar 1998 mit einem britischen Behälter-Modell ein Abscheren der Schraubverbindung des Stoßdämpfers festgestellt worden. Der Behälterhersteller begann daraufhin ein umfangreicheres Falltestprogramm mit einem neu gestalteten Stoßdämpfer.

Anfang November 1998 gelangten Meldungen über Behälter mit einer Neutronenabschirmung aus einem Kunstharzgemisch, die für den Transport abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung in Frankreich eingesetzt worden waren, an die Öffentlichkeit. Bei den Behältern waren ein stellenweises Schmelzen und Abtropfen des Harzes sowie korrosionsbedingte Verfärbungen der Behälteroberfläche festgestellt worden. Während Kritiker Befürchtungen über einen teilweisen Verlust der Neutronenabschirmung äußerten, kam die französische Transportfirma Transnucleaire nach Untersuchungen zu dem Schluss, dass der Befund keine

sicherheitstechnischen Auswirkungen gehabt habe.

Ende November 1998 teilte die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) dem BfS mit, dass bei der Kalterprobung zur Trocknung und zum Restfeuchtenachweis an einem CASTOR-Behälter in Greifswald einzelne Wassertropfen im Dichtungsbereich festgestellt wurden. Für die Transportsicherheit der Behälter ist dieses Problem ohne Bedeutung, allerdings müssen mögliche Auswirkungen auf die Langzeitsicherheit der Behälter für die Zwischenlagerung über einen Zeitraum von 40 Jahren geprüft werden. Wassertropfen können hauptsächlich an der Metaldichtung des Primärdeckels auftreten, da nur dieser nach dem Beladen unter Wasser aufgesetzt und verpresst wird. Da aber auch der zweite Deckel eine Dichtbarriere darstellt, kann es selbst bei erhöhter Korrosionsgefahr nicht zur unmittelbaren Freisetzung der im Behälterinneren befindlichen radioaktiven Stoffe kommen. Um Feuchtigkeit in den Metaldichtungen künftig zu vermeiden, wurde das Beladeverfahren geändert. In einigen Kernkraftwerken funktioniert das neue Verfahren gut, andere haben damit noch Probleme.

# TRANSPORTMINIMIERUNG

Die potentielle Gefährdung durch das radioaktive Inventar der Transportbehälter und die beschriebenen sicherheitstechnischen Probleme zeigen die Notwendigkeit, das Transportaufkommen auf ein unabdingbar notwendiges Maß zu beschränken. Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe nach Transportunfällen soll durch geltende atom- und verkehrsrechtliche Vorschriften zwar verhindert werden, ist aber nicht mit letzter Sicherheit auszuschließen.

Ein Minimierungsgebot für Atomtransporte kann bereits aus der Strahlenschutzverordnung abgeleitet werden. Dort ist festgelegt, dass jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination zu vermeiden bzw. unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik so gering wie möglich zu halten ist.

Die Beachtung dieses Minimierungsgebots ist von Bedeutung für die am Transport beteiligten Beschäftigten, für das Begleitpersonal und für die Bevölkerung.

Zusätzlich ist in den letzten Jahren die fehlende gesellschaftliche Akzeptanz immer stärker in den Blickpunkt der Öffentlichkeit gerückt. Den deutlichsten Ausdruck lieferten die Proteste anlässlich der vier durchgeführten Transporte in den Jahren 1995 bis 1998 zu den Transportbehälterlagern

in Gorleben und Ahaus. Zur Sicherung der Transportstrecke war jeweils ein Polizeiaufgebot bislang nicht gekannter Größenordnung notwendig. Zu den Grenzen der politischen Durchsetzbarkeit hat die Bundesregierung in ihrer Regierungserklärung folgerichtig festgestellt: „Atommülltransporte quer durch die Republik, die nur durch massiven Polizeischutz zu sichern sind, passen nicht zu einer auf Konsens und Zukunftsfähigkeit ausgerichteten Demokratie“.

Die Risiken der Nutzung der Atomenergie und die fehlende gesellschaftliche Akzeptanz für diese Risiken sind auch der Hintergrund für den Ausstiegsbeschluss der Bundesregierung. Die Betriebsgenehmigungen der Atomkraftwerke werden zeitlich befristet, die Entsorgung auf die direkte Endlagerung beschränkt und Transporte durch die Errichtung von Zwischenlagern an den Standorten der Atomkraftwerke vermieden. Dies ist auch in der Vereinbarung vom 14. Juni 2000 zwischen Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen über die geordnete Beendigung der Atomenergienutzung festgelegt.

Durch den Verzicht auf die umweltbelastende Wiederaufarbeitung im Ausland lässt sich die Zahl der Transporte von abgebrannten Brennelementen drastisch

senken. Die Rücktransporte von Wiederaufarbeitungsabfällen können dadurch völlig vermieden werden.

Wenn die beim BfS beantragten standortnahen Zwischenlager nach § 6 Atomgesetz die Voraussetzungen für eine Genehmigung erfüllen, wird es in einigen Jahren ausreichende Zwischenlagerkapazitäten an allen Kraftwerksstandorten geben. Dort könnten bestrahlte Brennelemente für einen Zeitraum von bis zu 40 Jahren zwischengelagert werden, um anschließend in ein bis zum Jahr 2030 zu schaffendes Endlager befördert zu werden. Damit würden dann auch die Transporte aus den deutschen Atomkraftwerken in die zentralen Zwischenlager Gorleben und Ahaus vermieden. Die Beschränkung der Gesamtlaufzeiten der Atomkraftwerke wird darüber hinaus zur Folge haben, dass die Zahl der einzulagernden Brennelementbehälter reduziert wird und die Transporte auf ein unvermeidbares Maß beschränkt werden können.

Für die restlichen noch durchzuführenden Transporte wird das BfS in den Genehmigungsverfahren dafür sorgen, dass die geltenden nationalen und internationalen Vorschriften erfüllt werden. An der weiteren Verbesserung dieser Vorschriften arbeitet das BfS auch auf internationaler Ebene mit.







Eine Information des Bundesamtes für Strahlenschutz