

Herausgeber: Bundesamt für Strahlenschutz
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Postfach 10 01 49
D-38201 Salzgitter
Tel.: 0 30/18333-0
Fax: 0 30/18333-1885
E-Mail: info@bfs.de
Internet: <http://www.bfs.de>

Fotos/Abbildungen: BfS, VGB, COGEMA, Forschungszentrum Jülich,
Sven Simon, Greenpeace, BMU,
DBE, Gerhard Jentzsch, KKP, BZA, KWO, GNS,
EnBW Kernkraft GmbH Kernkraftwerk Neckarwestheim

Titelseite: Fotomontage

Grafik: BfS, Concept Art GmbH

Gestaltung/Druck: MAREIS DRUCK GmbH
Zeissstraße 8
89264 Weißenhorn

© 2008 Bundesamt für Strahlenschutz
Gedruckt auf Recyclingpapier

1 VORWORT

Auch nach jahrzehntelanger Nutzung der Atomenergie zur Erzeugung von Elektrizität verfügt die Bundesrepublik Deutschland noch nicht über ein Endlager für die sichere Aufbewahrung der dabei anfallenden abgebrannten Brennelemente und anderen hochradioaktiven Abfälle.

Mit der Novelle des Atomgesetzes vom 22. April 2002 auf der Grundlage der Vereinbarung vom Juni 2000 zwischen der Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen wurde die geordnete Beendigung der Nutzung der Atomenergie zur Stromerzeugung beschlossen und damit die Menge des noch entstehenden radioaktiven Abfalls begrenzt.

Um den Zeitraum bis zur Inbetriebnahme des von der Bundesregierung ab 2035 geplanten Endlagers für hochradioaktive Abfälle zu überbrücken, wurden standortnahe, dezentrale Zwischenlager an den Kernkraftwerken genehmigt und errichtet. Durch sie wurde die Möglichkeit geschaffen, auf Transporte der abgebrannten Brennelemente in ausländische Wiederaufarbeitungsanlagen und zu zentralen Zwischenlagern zu verzichten. Die Anzahl von Transporten mit radioaktiven Abfällen innerhalb Deutschlands wird und wurde deutlich reduziert.

Mit dieser Broschüre gibt das Bundesamt für Strahlenschutz einen Überblick über die historische Entwicklung der Entsorgungskonzepte und stellt die Bedeutung der dezentralen Zwischenlager als Bausteine eines Gesamtkonzepts zur Entsorgung radioaktiver Abfälle dar.

Für das BfS als atomrechtlich zuständige Behörde für die Genehmigung von Zwischenlagern und Kernbrennstoff-Transporten steht die Sicherheit und damit der Schutz von Mensch und Natur vor den Gefahren der Radioaktivität im Vordergrund.

Deshalb werden hier die Sicherheitsanforderungen für die Zwischenlager im bestimmungsgemäßen Betrieb und für mögliche Störfälle beschrieben.

Weitere Informationen finden Sie auf den Internet-Seiten des BfS unter www.bfs.de.

INHALTSVERZEICHNIS

1	VORWORT	3
2	DER AUSSTIEG AUS DER NUTZUNG DER ATOMENERGIE	5
3	DAS PROBLEM: RADIOAKTIVER ABFALL	7
3.1	WÄRME ENTWICKELNDE ABFÄLLE	7
3.2	ABFÄLLE MIT VERNACHLÄSSIGBARER WÄRMEENTWICKLUNG	9
4	DAS FRÜHERE ENTSORGUNGSKONZEPT	11
4.1	RÜCKBLICK	11
4.2	DAS „NUKLEARE ENTSORGUNGSZENTRUM“	12
4.3	„INTEGRIERTES ENTSORGUNGSKONZEPT“	13
4.4	SACKGASSE WIEDERAUFARBEITUNG	15
4.5	90ER JAHRE: ENTSORGUNGSKONZEPTE ÜBERHOLT	17
5	DAS AKTUELLE ENTSORGUNGSKONZEPT	18
6	BEDEUTUNG DER DEZENTRALEN ZWISCHENLAGER FÜR DIE ENDLAGERUNG	19
6.1	ZWISCHENLAGER: ENDE DER WIEDERAUFARBEITUNG	19
6.2	ZWISCHENLAGER: SCHRITT ZUR DIREKTEN ENDLAGERUNG	19
6.3	ZWISCHENLAGER: REDUZIERUNG DER TRANSPORTE	22
7	VOR DER LAGERUNG: ABKLINGEN DER BRENNELEMENTE	24
8	LAGERKAPAZITÄT: NICHT AUSREICHEND OHNE NEUE DEZENTRALE ZWISCHENLAGER	25
8.1	ZENTRALE ZWISCHENLAGER GORLEBEN UND AHAUS	25
8.2	KEIN AUSBAU ZENTRALER ZWISCHENLAGER	27
9	OBERSTES ZIEL DER DEZENTRALEN ZWISCHENLAGERUNG: SICHERHEIT DER AUFBEWAHRUNG	28
9.1	ÜBERBLICK: MERKMALE DER GENEHMIGTEN STANDORT-ZWISCHENLAGER UND INTERIMSLAGER	28
9.2	GRUNDKONZEPTE FÜR DEZENTRALE ZWISCHENLAGER	30
9.3	VORAUSSETZUNGEN FÜR GENEHMIGUNGEN NACH § 6 AtG	34
9.4	UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG	35
9.5	GRENZÜBERSCHREITENDE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG: BETEILIGUNG DER REPUBLIK ÖSTERREICH	35
9.6	TECHNISCHE ANFORDERUNGEN AN DEZENTRALE ZWISCHENLAGER	36
9.7	BEHÄLTERKONZEPT	38
9.8	ÜBERBLICK ÜBER BEANTRAGTE UND GENEHMIGTE KAPAZITÄTEN	41
9.9	BESTIMMUNGSGEMÄSSER BETRIEB, STÖRFÄLLE UND RESTRISIKOBETRACHTUNGEN	41
9.10	BEGUTACHTUNG EINES GEZIELTEN FLUGZEUGABSTURZES AUF ZWISCHENLAGER	42
10	GENEHMIGUNGSBEHÖRDE: BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ	44
11	BETEILIGUNG DER ÖFFENTLICHKEIT IM GENEHMIGUNGSVERFAHREN	45
12	SCHLUSSBEMERKUNG	47
13	GLOSSAR	48

2 DER AUSSTIEG AUS DER NUTZUNG DER ATOMENERGIE

Der Streit um die Nutzung der Atomenergie in Deutschland hat in der Vergangenheit zu heftigen Auseinandersetzungen in unserer Gesellschaft geführt. Die mit dieser Technik verbundenen Risiken sind weder heute noch in Zukunft zu verantworten. Atomenergie birgt die Gefahr katastrophaler Unfälle. Auch im Normalbetrieb geben Atomkraftwerke radioaktive Stoffe an die Umwelt ab. Eine langfristige Entsorgung der insbesondere hochradioaktiven Abfälle ist bis heute nicht gesichert. Frühere Entsorgungskonzepte entsprechen nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik.

VEREINBARUNG ZUM ATOMKONSENS UND DIE ATOMGESETZ-NOVELLE

Im Juni 2000 haben Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen eine Vereinbarung getroffen, die den Ausgangspunkt für die Novellierung des Atomgesetzes (AtG) vom 22. April 2002 bildete.

Zweck des Atomgesetzes ist nach § 1 AtG:

1. die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität geordnet zu beenden und bis zum Zeitpunkt der Beendigung den geordneten Betrieb sicherzustellen,
2. Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen und durch Kernenergie oder ionisierende Strahlen verursachte Schäden auszugleichen,
3. zu verhindern, dass durch Anwendung oder Freiwerden der Kernenergie die innere oder äußere Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland gefährdet wird,
4. die Erfüllung internationaler Verpflichtungen der Bundesrepublik Deutschland auf dem Gebiet der Kernenergie und des Strahlenschutzes zu gewährleisten.

Wesentliche Eckpunkte des Atomgesetzes und der Vereinbarung vom Juni 2000 sind:

- Auf der Basis durchschnittlicher Regellaufzeiten von 32 Jahren wurde für die bestehenden Atomkraftwerke die jeweilige Reststrommenge festgeschrieben, die maximal noch erzeugt werden darf. Danach erlischt die Genehmigung zum Leistungsbetrieb und die Atomkraftwerke müssen stillgelegt werden. Nach dieser Berechnung erfolgt die Abschaltung der deutschen Atomkraftwerke je nach dem Jahr ihres Betriebsbeginns bis spätestens zum Jahr 2021. Diese Daten können sich aber durch die Übertragung von Reststrommengen von älteren auf jüngere Anlagen oder Reparatur- und Revisionszeiten noch ändern. Im Sonderfall des Atomkraftwerks Obrigheim wurde im Dezember 2002 eine Strommengenübertragung vom Kernkraftwerk Philippsburg in einem öffentlich-rechtlichen Vertrag zwischen der Bundesregierung und dem Betreiber EnBW zugelassen und der Betrieb auf längstens 15.11.2005 befristet. Bereits am 11. Mai 2005 wurde das Kraftwerk Obrigheim abgeschaltet.
- Die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente wird beendet. Transporte in die Wiederaufarbeitungsanlagen in Frankreich und Großbritannien waren nur noch bis zum 30.06.2005 zulässig. Die Energieversorgungsunternehmen nutzen alle Möglichkeiten, um zu einer frühestmöglichen Beendigung der Wiederaufarbeitung zu kommen. Wie bisher müssen radioaktive Abfälle aus diesem Prozess auch nach dem 30.06.2005 nach Deutschland zurückgeführt werden.
- Zur Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente an den Standorten der Kernkraftwerke werden die Energieversorgungsunternehmen dezentrale Zwischenlager errichten, die nach dem Ende der Transporte zur Wiederaufarbeitung rechtzeitig betriebsbereit zur Verfügung stehen sollen.
- Die Erkundung des Salzstocks Gorleben als Endlager für alle Arten radioaktiver Abfälle wird für mindestens drei, längstens zehn Jahre unterbrochen, um sicherheitstechnische und konzeptionelle Fragen zu klären, zu denen die weitere Erkundung des Salzstocks Gorleben nichts beitragen kann.

Y"±y«{ay4Ytyj a"}±}aÄa@Eya{ya4kayaa≠4xy"4xy«a@w|ya4_y"aj"uz@a"y"iyj4/vy"au{«a{4-≠a44
d"≠x«i}j}≠a@ywl"ayp4«ax4Y"zu@«a{4xy"4fy@a@a"≠E E ya{ya

j≠E4EB4^ua«u"4FDD4v}@4GEB4Xy±y E vy"4FDDK4y"±y«{ay4ytyj a"}@w|y4byaa≠u"vy}a4«ax44
fy@a@a"≠E E ya{ya4o [k | q

_y"aj"uz@a"y" i	fy@a@a"≠E A4 E ya{ya4 uv4DEB4^uaB4 FDD4{y E B4U4K4 Uv@B4Eu4Ua [	g«E E y4 EB4^ua«u"4FDD4 v}@4GEB4Xy±y E A vy"4FDDK4>>>	v}@ |y"44 Övy"au{yay44 g"a"≠E E ya{ya	-y"vty}vyax4 fy@a@a"≠E E ya{ya
cv"}{|y}E>	L B K D D } D D	E H B E M M } L M	I B H M M } L M	D } D D
g^axy>>	F G B E L D } D D	E L B G M H } H K		H B K L I } I G
V}v}j}@4U	J F B D D D } D D	H L B G E M } D F		E G B J L D } M L
byw;u" @y@a |y}E4E	I K B G I D } D D	H K B E D F } D K		E D B F H K } M G
V}v}j}@4V	L E B H J D } D D	I L B I D I } G L		F F B M I H } J F
V"«a@vÖ^ayt>>>	H K B J K D } D D	G J B J K D } G G		E D B M M M } J K
]@u"4E	K L B G I D } D D	I H B E D D } M K		F H B F H M } D G
i a^y" @y@y"	E E K B M L D } D D	K H B G L H } H K		H G B I M I } I G
d |}j} | |@v«" {4E	L K B E H D } D D	I F B M L G } M J	A I B H M M } L M	F L B J I J } E I
["uzya" |y}azytx	E I D B D G D } D D	L D B H H F } G E		J M B I L K } J M
_ Ö E E y t >>>	E I L B F F D } D D	J M B J G M } M F		L L B I L D } D L
[«ax"y E E }a{ya4V	E J D B M F D } D D	L E B E K D } K H		K M B K H M } F J
d |}j} | |@v«" {4F	E M L B J E D } D D	L I B D M M } G L		E E G B I E D } J F
[ "≠ |axy	F D D B M D D } D D	L K B D I K } M D		E E G B L H F } E D
[«ax"y E E }a{ya4W	E J L B G I D } D D	K M B F G H } G D		L M B E E I } @ K D
V"≠;ix≠"z	F E K B L L D } D D	L M B I F D } H J		E F L B G I M } I H
]@u"4F	F G E B F E D } D D	M F B D J L } I I		E G M B E H E } H I
Y E @tuax	F G D B D K D } D D	L L B F H J } F K		E H E B L F G } K G
byw;u" @y@a |y}E4F	F G J B D H D } D D	L G B L F I } M K		E I F B F E H } D G
g i a a Y	F B I E J B D J D } D D	E B F H D B M J J } G J	I B H M M } L M	E B F K I B D M G } J H
aÖt |y}E A Ä"t}w|	E D K B F I D } D D			E D K B F I D } D D
[YgUahg i a a Y	F B J F G B G E D } D D			E B G L F B G H G } J H

>4Xu@4_y"aj"uz@a"y"i4cv"}{|y}E4@«"xy4u E 4EEB D I B F D D I 4u«Yy"4Vy^a"}yv4{ya≠E E yaB4
>>4Xu@4_y"aj"uz@a"y"i4g^axy4{a}{4u E 4EHBE E B F D D G 4u«Yy"4Vy^a"}yv4«ax4@«"xy4u E 4D K B D M B F D D I 4
@aj}j} | |@v«" {4E ay4/vy"4x}y4jy" @yax«a{4xy"4-y"v}jyvyay4 fy@a@a"≠E E ya{ya4vy}4__g4} @a4≠w |4a}w | a4
ya@a@w |jyxy4@≠"xyaB
>>>4X}y4Ua{uvya4}a4xy"4g;u^ay4eg«E E y4EB4^uaB4FDD4v}@4GEB4Xy±B4FDDK4ya^ |u^aya4x}y4-≠a4xya4
k}"a@w|uz@a"i"Özy" a4{y E AY4U4K4Uv@B4Eu4Ua [4{y;"Öz^ya4ky"ayB4ZÖ"4x}y4_y"aj"uz@a"y"iy4V"«a@vÖ^ay4
«ax4__Ö E E y4;≠aa^ay4ZÖ"4x}y4_u"4FDDK4u«z{"«ax4xy"4Ua{u{ya@a}j} @a^ax4@y}a4xy E 4
E L B D K B F D D K 4v±@B4xy E 4FLBD JB FDDK4x}y4vy@a} E «a{ @ {y E Ä Y ya4n«@a^ax4xy"4{yy}w |aya4ay@@"y"Äay4
a}w |a4x«"w |4y}ay4guw |y" @a^ax} {ya≠" {ua} @ua}≠a4Övy" ; "Öz^a4«ax4vy@w |y}a} {a4@y"xyaB4ZÖ"4x}y4y4
vy}xya4Ua{u{ya4@}"x4x}y4}a4y}ay E 4ny}a"u« E 4-≠a4H4k≠w |ya4auw |4y}ay"4k}xy"u«zau | E y4xy@4
y} @a«a{ @vy^a"}yv@4auw | {y |≠a^B4

Reststrommengen 2007 für Kernkraftwerke in Deutschland entsprechend der Vereinbarung zwischen Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen

3 DAS PROBLEM: RADIOAKTIVER ABFALL

Beim Betrieb der Kernkraftwerke entstehen radioaktive Abfälle. Von ihnen geht ionisierende Strahlung aus, die für Mensch, Tier und Umwelt gefährlich sein kann. Bei der Behandlung, Zwischen- und Endlagerung dieser Abfälle müssen also Personal, Bevölkerung und Umwelt vor den schädlichen Wirkungen der radioaktiven Stoffe geschützt werden – und dies nicht nur kurzzeitig, sondern langfristig für den Zeitraum von über einer Million Jahren.

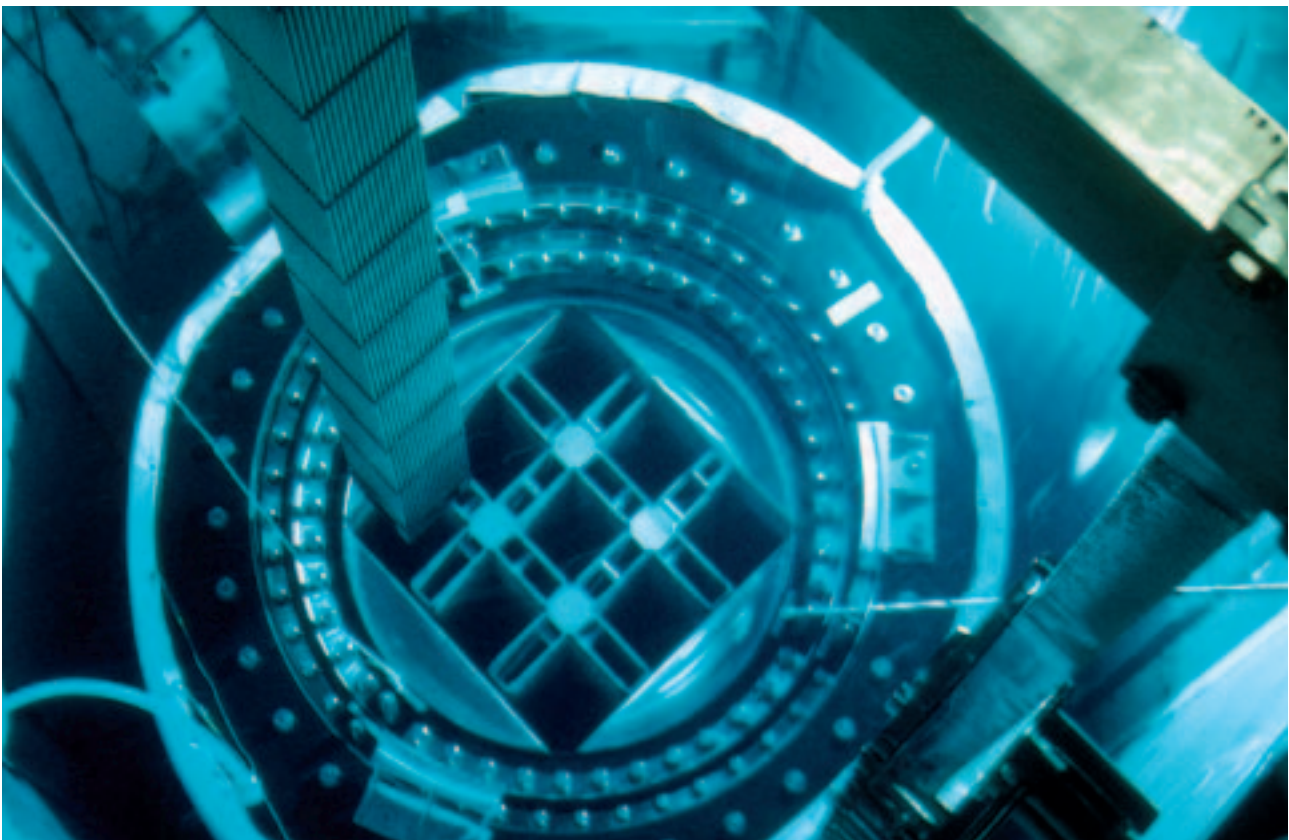
Die Strahlung geht von dem radioaktiven Material aus. Alpha-, Beta-, Gamma- und Neutronenstrahlung werden durch Abschirmmaterial geschwächt. Während die Direktstrahlung leicht abgeschirmt werden kann, ist ein wirksamer Schutz vor freigesetzten radioaktiven Stoffen nur durch geeignete Barrieren zu erreichen. Bei einem Störfall in einem Kernkraftwerk kann es zur Abgabe radioaktiver Stoffe durch das Entweichen von Radionukliden wie z. B. Cäsium, Iod oder Tritium kommen. Bei Menschen kann dies zur Strahlenbelastung über die Atemluft (Inhalation) oder die Nahrungsaufnahme (Ingestion) führen. Da einige radioaktive Materialien eine Halbwertszeit von deutlich über einer Million Jahren aufweisen, kann ein

langfristiges Risiko nicht ausgeschlossen werden. Eine wesentliche Risikoreduzierung wird durch Verzicht auf Atomenergie erreicht.

3.1 WÄRME ENTWICKELNDE ABFÄLLE

Abgebrannte Brennelemente zählen zu den Wärme entwickelnden Abfällen, ebenso wie verglaste Rückstände aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente. Ein großer Teil der beim radioaktiven Zerfall entstehenden Energie wird bei diesen Abfällen in Wärme umgesetzt. 2006 wurden aus den 17 deutschen Kernkraftwerken insgesamt ca. 320 t bestrahlter Brennelemente entladen.

320 t sind 320.000 kg; entsprechend dem gesetzlich gültigen SI-System: 320 Megagramm Schwermetall, angegeben in Mg SM; (1 Mg sind 10^6 Gramm, also 1.000 kg)



Unterwasser-Beladung eines Transportbehälters mit einem Brennelement nach der Lagerung im Abklingbecken: Ein Brennelement setzt sich zusammen aus mehreren kassettenartig zusammengefassten Brennstäben, die etwa 11 mm Durchmesser und eine Länge von 4,90 m aufweisen. Die Konstruktion der Brennelemente hängt vom jeweiligen Reaktortyp ab. Ein abgebranntes Brennelement kann noch Temperaturen von 400 °C erzeugen. Es produziert nach dem Herausnehmen aus dem Reaktorkern und einer Nasslagerung im Abklingbecken ohne weiteren Neutroneneinschuss allein durch den Zerfall radioaktiver Spaltprodukte nach drei Jahren Abklingzeit noch mehr als rund 1 Kilowatt Wärmeleistung.

h° |	__Ö°±yt	UatU{y}g ^a uax ^z ~ ^a	ayα{y}α@{y@u£ ^a	
			Uα±u|4VY	a{4ga4
g k f	__V	V°«α@vÖ ^{aa} y	F4D I J	G I L
g k f	___	__Ö££yt	F4MKG	I F J
X k f	_Vf	V°¥;x¥°z	MDL	HME
X k f	__i	i α ^a y°@y@y°	E4GJL	KGH
X k f	_k [	[°¥|αxy	E4DLD	I L H
X k f	__Y	Y £@tuαx	MKJ	I F I
X k f	_kVU	V}v}@U	E4GKI	KGI
X k f	_kVV	V}v}@V	E4HGI	KJL
g k f	__dE	d |} } | |@v«°{4E	F4KDL	HLH
X k f	__dF	d |} } | |@v«°{4F	E4DMJ	IMF
X k f	[_bE	byw;u°@y@°|y}£4E	E4IFM	IHK
X k f	[_bF	byw;u°@y@°|y}£4F	LHD	HIF
g k f	_fVV	[«αx°y££}α{yα4V	G4ILD	JFH
g k f	_fVW	[«αx°y££}α{yα4W	G4HIG	JDE
g k f	__]E	]@u°4E	G4DLH	I I D
X k f	__]F	]@u°4F	LLL	HKI
X k f	__[	[°uzpα° |y}pzytx	E4FHH	JJK
hy}t@«££y|l			GD4IMG	M4KEG
gh]` [Y`Y[hY4Ub`U[Ybl				
g k f	_k`	`}α{yα	I L J	J J
g k f	_fVAU	[«αx°y££}α{yα4U	E4DFL	EFH
g k f	_k k	kÖ°{u@yα	E4MLM	GHJ
X k f	_a_	aÖ°|y}£A_Ä°}w|	FDM	MJ
X k f	_k c	cV°{|y}£	E4FGI	G I J
X k f	__g	g ^a uxy	E4IEL	I FL
X k f	__f	f |y}α@vy°{	MEL	EDJ
X k f	_[f4EAH	[°y}z@°u°x4EAH	J4HJH	KHK
X k f	_[f4I	[°y}z@°u°x4I	GHM	HD
hy}t@«££y|l			E4FMJ	F4HDM
g«££y|l ^a ¥ ^a u°l			HH4LLM	EF4EFF
VY4V°yαpyt£yα ^a y444g ^a lH°pαyαlqW|@Y°£y ^a utt				

Bisheriger Brennelementanfall aus Leistungsreaktoren in Deutschland (Stand: 31.12.2006)

Seit Beginn der Nutzung der Atomenergie sind in deutschen Kernkraftwerken bis 31.12.2006 insgesamt rund 12.100 t abgebrannter und teilabgebrannter Brennelemente angefallen. 6.230 t dieser Brennelemente wurden in die Wiederaufarbeitungsanlagen nach Frankreich und Großbritannien transportiert.

In den am Jahresende 2006 in Betrieb befindlichen 17 Leistungsreaktoren werden bis zu deren geplanter Stilllegung noch etwa 5.100 tSM an bestrahlten Brennelementen anfallen.

Unter Berücksichtigung der bereits angefallenen Mengen wird bis zum Ende der Laufzeiten der Kernkraftwerke ein Gesamtanfall von 17.219 tSM abgeschätzt, davon 10.557 tSM für die direkte Endlagerung in Deutschland.

Auf dieser Grundlage wird die weitere Entsorgung abgebrannter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken konzipiert.

Neben der Reduzierung der Transporte tritt durch die Errichtung der dezentralen Zwischenlager an den Kraftwerksstandorten eine Entlastung der zentralen Zwischenlager Ahaus und Gorleben ein.

Die deutschen Energieversorgungsunternehmen haben Verträge für die Wiederaufarbeitung mit COGEMA/Frankreich (heute: AREVA NC) und mit BNFL/Großbritannien (heute: Sellafield Ltd.) abgeschlossen. Die bei der Wiederaufarbeitung entstehenden Abfälle müssen von ihnen nach Deutschland zurückgenommen werden. Die Rücknahme der Abfälle ist durch Notenaustausch der Regierungen geregelt. Die zurückgenommenen Wiederaufarbeitungsabfälle werden in den zentralen Zwischenlagern in Gorleben und Ahaus aufbewahrt.

Aus Frankreich sind folgende Abfallströme zurückzuführen: Verglastes Spaltproduktkonzentrat (die sogenannten Glaskokillen), kompaktierte Abfälle und mittelradioaktive Glasprodukte, aus Großbritannien verglastes Spaltproduktkonzentrat. Durch Substitution wird aus Großbritannien nur noch ein einziger Abfallstrom nach Deutschland zurückgeführt werden.

Neben dem hochradioaktiven Spaltproduktkonzentrat fallen Hülsen und Endstücke der Brennelemente als mittelradioaktiver Abfall an. In der französischen Anlage (AREVA NC) werden sie für die Endlagerung gemeinsam mit festen Betriebsabfällen in ähnlichen Kokillen wie die verglasten Abfälle unter hohem Druck zusammengepresst (kompaktiert). Insgesamt werden ca. 5300 derartige Abfallgebände aus der Wiederaufarbeitung bei AREVA NC zurückzunehmen sein. Für den Transport und die Zwischenlagerung dieses mittelradioaktiven, kompaktierten Abfalls wird ein Großbehälter für 36 Gebinde (TGC36) entwickelt. Nach heutiger Einschätzung soll die Rückführung von ca. 150 Behältern dieses Typs etwa ab dem Jahr 2011 beginnen. Sie sollen im Brennelementezwischenlager Ahaus (TBL-A) zwischengelagert werden. Die radioaktiven Abfälle aus der Betriebsabwasser-aufbereitung aus allen Anlagen der Wasseraufbereitung und der Abfallbehandlung in der französischen Wiederaufarbeitungsanlage sind ebenfalls zurückzuführen. Das bisherige Konzept der Abwasserbehandlung bestand in der chemischen Fällung und anschließender Einbettung der Schlämme in eine Bitumenmatrix. Zukünftig wird die Wasserreinigung bei AREVA NC ausschließlich über Verdampfung durchgeführt und die Konzentrate mit einem neu entwickelten Verfahren als mittelradioaktive Glasprodukte ebenfalls in Kokillen verfestigt. Derzeit lagern im zentralen Zwischenlager Gorleben 75 Transport- und Lagerbehälter mit jeweils 28 Glaskokillen, d. h. insgesamt 2100 Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich.



Kokillen-Lager bei der COGEMA in Frankreich. Die hochradioaktiven, zylinderförmigen Glaskokillen befinden sich in senkrechten Bohrungen unter den gekennzeichneten Flächen.

Der Volumenbestand an Wärme entwickelnden Abfällen (ohne abgebrannte Brennelemente aus Leichtwasser-Reaktoren) in den deutschen Zwischenlagern wird jedes Jahr vom Bundesamt für Strahlenschutz erfasst. 2007 waren es ca. 540 m³, 165 m³ aus stillgelegten kerntechnischen Anlagen und 378 m³ aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente.

Nur ein geringer Teil des Volumens aller zwischengelagerten radioaktiven Abfälle zählt zu den „Wärme entwickelnden Abfällen“ – über mehrere Jahrzehnte im Mittel etwa 7 bis 10 Prozent des Gesamtvolumens. Sie enthalten jedoch mehr als 99 Prozent der gesamten Radioaktivität der Abfälle.

3.2 ABFÄLLE MIT VERNACHLÄSSIGBARER WÄRME-ENTWICKLUNG

Alle anderen radioaktiven Abfälle zählen zu den Abfällen „mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ – insgesamt sind es zwischen 90 und 93 Volumenprozent der radioaktiven Abfälle in Deutschland. Darunter fallen z. B. Filter, Chemieabwässer, Lösungsmittel und Schlämme. Diese Abfälle weisen meist eine schwache Aktivität auf, einige aber auch mittlere Aktivität.

Bestand und Prognose

Durch die Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen und

deren rechtliche Verankerung im Atomgesetz wird der zukünftige Anfall radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung aus den Kernkraftwerken und der kerntechnischen Industrie begrenzt.



Behälter mit unterschiedlichen Arten von Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung

Nach der Abschaltung und dem Rückbau der Kernkraftwerke werden deutlich geringere Mengen an Abfällen aus Industrie, Forschung und Medizin anfallen.

Rund 88.500 m³ radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung lagerten im Dezember 2006 verarbeitet und verpackt in deutschen Abfalllagern. Zählt man noch die unbehandelten Reststoffe, Rohabfälle und Zwischenprodukte hinzu, so ergab sich zu diesem Zeitpunkt ein Gesamtvolumen von rund 115.000 m³.

Unter den Bedingungen des Atomkonsenses lässt sich folgende Prognose aufstellen:

Jahr	2005	2010	2020	2030	2040
Kumuliertes Abfallvolumen	95.000	123.000	181.000	247.000	277.000

Prognose des Volumens von konditionierten Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung bis zum Jahr 2040 (in m³, Angaben gerundet)

4 DAS FRÜHERE ENTSORGUNGSKONZEPT

Das Problem der Endlagerung der hochradioaktiven Abfälle ist heute – auch 42 Jahren nach der Inbetriebnahme des ersten Leistungsreaktors in Deutschland – noch nicht gelöst. Weder in Deutschland noch in anderen Staaten der Welt steht ein betriebsbereites Endlager für diese hochradioaktiven Abfälle zur Verfügung. In Deutschland sind im Gegenteil wesentliche Elemente bisheriger Entsorgungskonzepte aufgegeben worden:

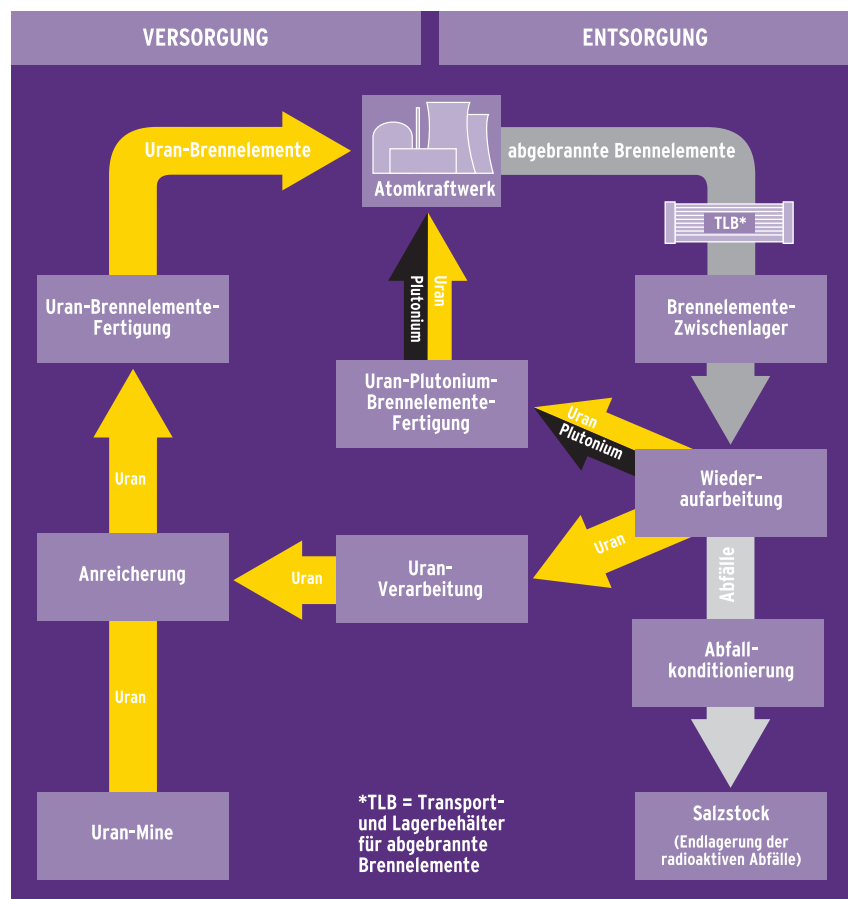
- Geschlossene Brennstoff-Kreisläufe blieben Fiktion.
- Ein „Integriertes nukleares Entsorgungszentrum“ in Gorleben wurde nicht verwirklicht.
- Der Bau des „Schnellen Brütlers“ wurde beendet.
- Die Pläne zum Bau einer deutschen Wiederaufarbeitungsanlage in Wackersdorf wurden aufgegeben.

ben, behielt sich der Bund vor und übertrug diese Aufgabe in der 4. Novelle des AtG 1976 der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) im Geschäftsbereich des Bundeswirtschaftsministeriums. Am 01.11.1989 übernahm das im Geschäftsbereich des inzwischen geschaffenen Bundesumweltministeriums (BMU) ebenfalls neu gegründete Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) die mit der Endlagerung verbundenen Aufgaben des Bundes.

4.1 RÜCKBLICK

Die 4. Novelle des Atomgesetzes 1976

Der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente wurde 1976 gesetzlich der Vorrang vor anderen Entsorgungswegen eingeräumt. Ausschlaggebend für diese Entscheidung war der Kreislaufgedanke. Man hoffte, Ressourcen für die Energiegewinnung langfristig schonen zu können. Unter dem Eindruck der Ölkrise unterstützten Anfang der siebziger Jahre alle im Bundestag vertretenen politischen Parteien den Ausbau der Atomenergie. Das machte Regelungen zum Umgang mit den dabei anfallenden radioaktiven Abfällen notwendig. Ihre Endlagerung in tiefen Gesteinsformationen der Erdkruste war das langfristige, bereits in den 60er Jahren formulierte Ziel der Entsorgung. Im April 1974 stellte die Bundesregierung ihr Entsorgungskonzept der Öffentlichkeit vor. Nach diesem Konzept sollte die Industrie Anlagen für die Wiederaufarbeitung, die Abfallbehandlung und die Zwischenlagerung radioaktiver Abfällen bauen und betreiben. Die Aufgabe, Endlager für radioaktive Abfälle zu erkunden, zu errichten und zu betrei-

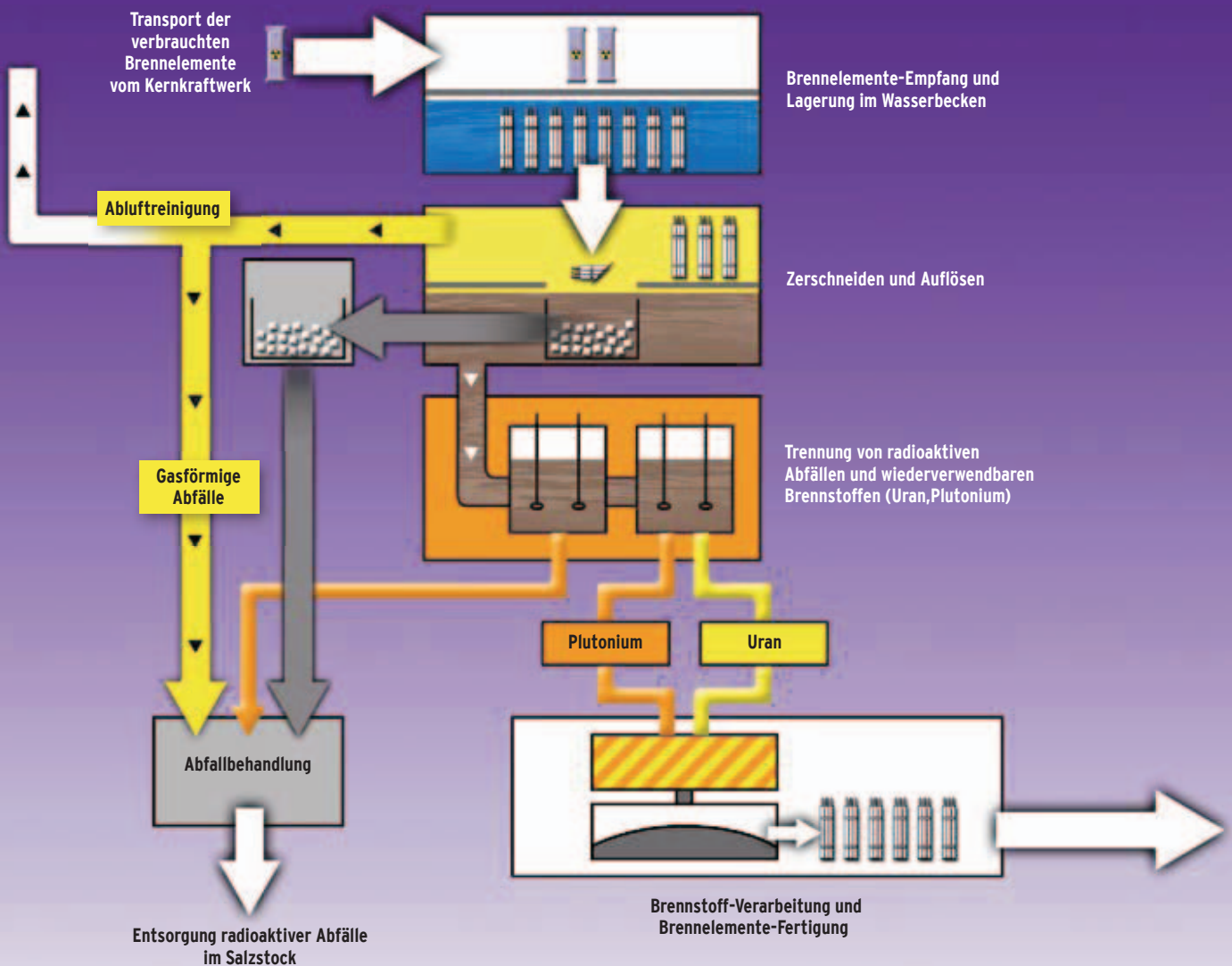


Nicht realisiertes Konzept des so genannten nuklearen „Brennstoff-Kreislaufs“, 1982. In der Grafik wird die damalige Vorstellung sichtbar, in einem fast geschlossenen Kernbrennstoff-Kreislauf könnte das im Bergbau gewonnene Uran nach seiner Anreicherung und der Produktion der Brennelemente im Kernkraftwerk eingesetzt und über die Wiederaufarbeitung wieder der Urananreicherung bzw. der Brennelemente-Herstellung zugeführt werden. Die nicht verwendbaren, festen, flüssigen und gasförmigen, hochradioaktiven Spaltprodukte müssten aus dem Kreislauf herausgenommen und endgelagert werden.

4.2 DAS „NUKLEARE ENTSORGUNGSZENTRUM“

In den 70er Jahren planten die deutschen Energieversorgungsunternehmen ein Zentrum, in dem alle mit dem Brennstoffkreislauf und der Abfallbehandlung verbundenen Aktivitäten an einem Standort konzentriert werden sollten, das Nukleare Entsorgungszentrum. Dieses Nukleare Entsorgungszentrum, bestehend aus einer Wiederaufarbeitungsanlage, Brennelementfabriken, Einrichtungen zur Behandlung radioaktiver Abfälle aller Art und einem Endlager für all diese Abfälle, sollte am Standort Gorleben im Bundesland Niedersachsen entstehen. Vorteile sah man vor allem in der Vermeidung von Transporten radioaktiver Abfälle durch die Konzentration der Anlagen an einem Standort sowie in einer gemeinsamen Infrastruktur.

Von diesem Plan verabschiedete man sich bereits 1979 wieder. „Technisch machbar, politisch nicht durchsetzbar“ lautete die Einschätzung der Niedersächsischen Landesregierung unter dem damaligen Ministerpräsidenten Ernst Albrecht. Zahlreiche Proteste – vor allem gegen die geplante Wiederaufarbeitungsanlage – hatten zu der Entscheidung geführt, das Vorhaben wieder aufzugeben. An der Erkundung des Salzstocks Gorleben zur Prüfung seiner Eignung als Endlager für radioaktive Abfälle wurde jedoch festgehalten. Das Land Niedersachsen bot zudem an, am Standort Gorleben ein Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente sowie schwach- und mittelaktive Abfälle zu akzeptieren. Dies wurde später von der Industrie errichtet.



Konzept des „Nuklearen Entsorgungszentrums“

4.3 „INTEGRIERTES ENTSORGUNGSKONZEPT“

Bund-Länder-Regierungschefs 1979: „Wir brauchen Zwischenlager.“

Am 28.09.1979 bekräftigten die Regierungschefs von Bund und Ländern in einem gemeinsamen Beschluss zum Umgang mit Atomabfällen, dass die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente weiter mit Priorität zu verfolgen und die Arbeit am „integrierten Entsorgungskonzept“ fortzusetzen sei. Danach sollten Wiederaufarbeitung, Brennelementfertigung, Abfallbehandlung und Zwischenlagerung sowie die Endlagerung radioaktiver Abfälle auch an getrennten Standorten möglich sein. Man verständigte sich, Endlagerstandorte zu erkunden und bis zu ihrer Inbetriebnahme Zwischenlagerkapazitäten zu errichten. Neu war, dass parallel auch andere Entsorgungstechniken sicherheitstechnisch bewertet werden sollten – zum Beispiel die direkte Endlagerung abgebrannter Brennelemente bei gleichzeitigem Verzicht auf deren Wiederaufarbeitung.

Parteiübergreifend waren sich die Regierungschefs damals einig, externe Zwischenlager zur Überbrückung der Zeit bis zur Nutzung eines zu schaffenden Endlagers einzurichten. Es sollten geeignete Standorte für die Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente bzw. für eine Wiederaufarbeitungsanlage ausgewählt und die Einrichtungen dort auch gebaut werden. Möglichkeiten einer externen Zwischenlagerung von Kernbrennstoffen sollten entwickelt und grundsätzlich sicherheitstechnisch bewertet werden. Außerdem sollten Fortschritte bei der Erkundung, Erschließung und Planfeststellung von Endlagern für radioaktive Abfälle nachgewiesen werden, ab 1985 auch die Fortschritte bei der Errichtung von Wiederaufarbeitungsanlagen oder bei Anlagen zur Behandlung bestrahlter Brennelemente für die direkte Endlagerung. Schon vor über 25 Jahren erkannten die Regierungschefs den über die Kapazität der zentralen Zwischenlager Gorleben und Ahaus hinausgehenden Bedarf an weiteren Lagermöglichkeiten für atomare Abfälle. So lautete ihr Beschluss vom 28.09.1979:



Bereits 1977 protestierten rund 15.000 Menschen in Gorleben gegen die Pläne, hier ein „Nukleares Entsorgungszentrum“ mit Wiederaufarbeitungsanlage, Zwischenlager und Endlager für hochradioaktive Abfälle zu errichten. Am 31. März 1979, drei Tage nach dem schweren Störfall im Kernkraftwerk Harrisburg (USA), demonstrierten etwa 100.000 Menschen in Hannover gegen diese Pläne auf ihrem „Gorleben- Treck“.

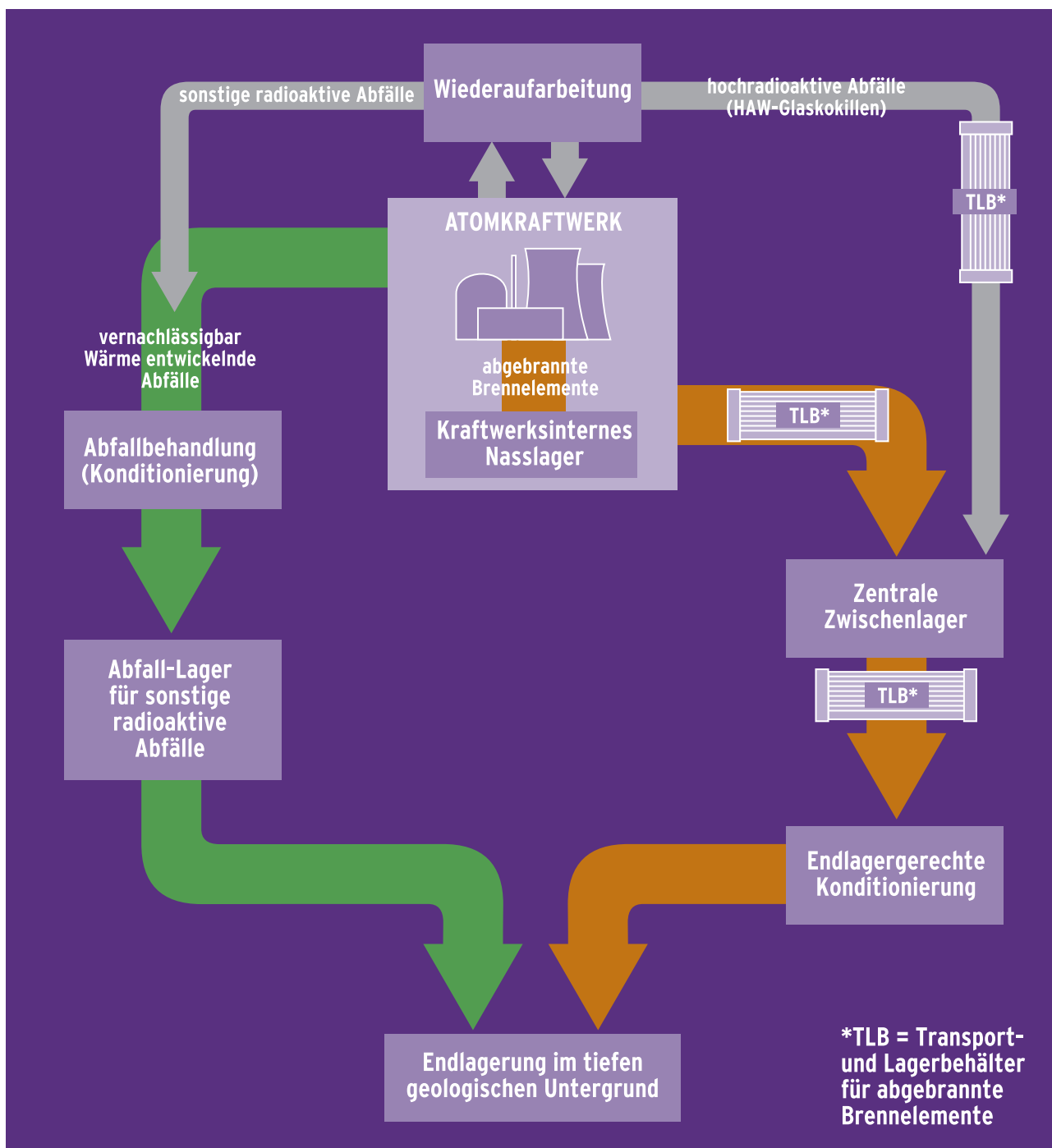
„Es besteht Einvernehmen, dass für eine Übergangszeit die Zwischenlagermöglichkeiten ausgebaut werden müssen.“

„Sie [die Regierungschefs von Bund und Ländern] stimmen überein, dass die Errichtung weiterer externer Zwischenlager im Laufe der 90er Jahre

notwendig werden kann; sie werden dann alles tun, um die Errichtung weiterer Zwischenlager zu gewährleisten.“

Aus dem „Beschluss der Regierungschefs von Bund und Ländern zur Entsorgung der Kernkraftwerke“ vom 28.09.1979

(Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Bonn, 11.10.1979, Bulletin Nr. 122, S. 1133)



Entsorgungskonzept mit Wiederaufarbeitung, bis 1998 favorisiert, aber durch die Atomgesetz-Änderung vom 22. April 2002 mit dem Stichtag 30. Juni 2005 endgültig beendet. Die Lieferungen abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung, um die Kernbrennstoffe danach wieder im AKW einzusetzen, waren hier noch genauso vorgesehen wie die Anlieferung abgebrannter Brennelemente in die zentralen Zwischenlager Ahaus und Gorleben.

Im Februar 1980 verständigten sie sich auf „Grundsätze zur Entsorgungsvorsorge für Kernkraftwerke“. Im Kern beinhalteten diese, dass der Betrieb kerntechnischer Anlagen eng an Fortschritte bei der Entsorgung gebunden wird. Die dazu erforderlichen Arbeiten sollten die Verursacher der radioaktiven Abfälle finanzieren – insbesondere die Betreiber der Kernkraftwerke. Darüber hinaus musste jedes Kernkraftwerk ab der ersten Teilgenehmigung für sechs Jahre im Voraus Anzahl und Verbleib der in diesem Zeitraum anfallenden abgebrannten Brennelemente nachweisen. Die Umsetzung dieser Festlegungen brachte in den achtziger Jahren Weiterentwicklungen bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle: Zur sicheren Trockenlagerung abgebrannter Brennelemente bzw. hochradioaktiver Wiederaufarbeitungsabfälle wurden im Auftrag der Energieversorgungsunternehmen spezielle Transport- und Lagerbehälter entwickelt und die beiden zentralen Zwischenlager in Ahaus und in Gorleben errichtet und in Betrieb genommen.

4.4 SACKASSE WIEDERAUFARBEITUNG

Bei der Wiederaufarbeitung werden abgebrannte Brennelemente in abgeschirmten Zellen mit Hilfe fernbedienter Technik zerschnitten und in heißer Salpetersäure aufgelöst. Bei diesem Prozess werden feste Hülsen und Strukturteile entfernt, die als radioaktiver Abfall anfallen. Aus der chemischen Lösung lassen sich durch spezielle Verfahren Uran und Plutonium als verwertbare Kernbrennstoffe abtrennen. Das abgetrennte Plutonium sollte ursprünglich in einem speziellen Reaktortyp, dem so genannten Schnellen Brüter, verwendet werden. Es wurde dann aber als Beimischung für so genannte MOX(Mischoxid)-Brennelemente, die in den deutschen Leichtwasser-Reaktoren eingesetzt werden können, verwertet. Auch das wiedergewonnene Uran wird in entsprechenden Anlagen angereichert und anschließend für die Fertigung frischer Brennelemente verwendet werden.

Abfälle aus der Wiederaufarbeitung

Im Verarbeitungsprozess fallen nicht nur Uran und Plutonium an, sondern zusätzlich radioaktive Abfälle (z. B. die bei der Kernspaltung des Urans entstehenden Spaltprodukte), die entsorgt werden müssen. Als Abfall werden vor allem konzentrierte Lösungen mit flüssigen, Wärme entwickelnden Spaltproduktlösungen produziert. Diese werden bei Temperaturen von über 1.100 Grad Celsius mit Borsilikat-Granulaten verschmolzen – also „verglast“. Die Schmelze erstarrt beim Abkühlen in zylinderförmigen Edelstahlbehältern (Kokillen) von je rund 150 Litern Inhalt, den so genannten HAW-Glaskokillen. Neben den hochradioaktiven Spaltproduktlösungen fallen Hülsen und Endstücke der Brennelemente als mittelradioaktiver Abfall an. Sie werden für die Endlagerung unter ho-

hem Druck zu so genannten Presslingen zusammengepresst. Diese Presslinge werden ebenso wie die verglasten Abfälle in Edelstahlkokillen verpackt. Die radioaktiven Abfälle aus der Betriebsabwasseraufbereitung und der Abfallbehandlung in der französischen Wiederaufarbeitungsanlage sind ebenfalls zurückzuführen. Die Konzentrate sollen mit einem neu entwickelten Verfahren als mittelradioaktive Glasprodukte in Edelstahlkokillen abgefüllt und verfestigt werden.

Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung in ausländischen Anlagen müssen vertragsgemäß nach Deutschland zurückgeführt und hier zwischengelagert werden. Als genehmigte zentrale Zwischenlager stehen dafür die Transportbehälterlager Gorleben und Ahaus zur Verfügung. Ähnliche hochaktive Glaskokillen wie in Frankreich und Großbritannien entstehen bei der Verglasung der in der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe vorhandenen hochradioaktiven Spaltproduktkonzentrate in der Verglasungsanlage Karlsruhe. Diese HAW-Glaskokillen sollen im Zentralen Zwischenlager Nord in Lubmin bei Greifswald zwischengelagert werden. Die vorhandenen Zwischenlager sind in der Lage, sämtliche Wiederaufarbeitungsabfälle aufzunehmen.



Verglaste Spaltproduktabfälle in einer unverschlossenen Kokille

Zunehmende Kritik an der Wiederaufarbeitung

Nicht nur das bei der Wiederaufarbeitung anfallende Plutonium, auch die Emissionen, und die Gefahrgut-Transporte der aus der Wiederaufarbeitung zurückzuführenden radioaktiven Abfälle führten zu steigender Kritik an der Wiederaufarbeitung. Unregelmäßigkeiten in den produktbegleitenden Unterlagen und Dokumentationen, insbesondere bei der



Anlagen in Gorleben (Luftbild): vorn das Transportbehälterlager und die Pilotkonditionierungsanlage, hinten die oberirdischen Anlagen des Erkundungsbergwerks.

Verarbeitung des aus der Wiederaufarbeitung zurückgewonnenen Plutoniums in der britischen MOX-Brennelementefabrik in Sellafield, ließen das Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Betreiber sinken.

Bereits damals: Direkte Endlagerung als Option

Um später einmal die Technologie der direkten Endlagerung zu erproben, wurde am Standort Gorleben zur Handhabung abgebrannter Brennelemente eine Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) errichtet, in der die Brennelemente in Endlagerbehälter eingebracht werden sollten (erste Teilgenehmigung 1990). Auf der Grundlage der Konsensvereinbarung wurde die Nutzung der PKA mit Genehmigung vom Dezember 2000 vom Land Niedersachsen auf die Reparatur schadhafter Behälter beschränkt. Bereits 1979 wurde begonnen, den Salzstock Gorleben – zunächst übertägig und später auch untertägig – als Endlager für alle Arten radioaktiver Abfälle zu erkunden, insbesondere für hochradioaktive Abfälle. 1995 hat das Bundesverwaltungsgericht nach einer Klage die Fortsetzung der Erkundung auf der Basis des Bundesberggesetzes zugelassen, aber gleichzeitig festgestellt, dass die Eignung des Salzstocks Gorleben als Endlager noch offen und einer späteren behördlichen Entscheidung unter-

worfen sei, die nur in einem atomrechtlichen Planfeststellungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung ergehen könne.

Inzwischen hatte der Reaktorunfall von Tschernobyl 1986 die Kontroverse um die Verantwortbarkeit der Atomenergienutzung neu entfacht. Alle Fraktionen im Bundestag kennzeichneten daraufhin die Atomenergie als „Übergangsenergie“. Richtete sich der Widerstand der Bürger anfangs vorrangig gegen den Bau der Kernkraftwerke, so verlagerte er sich zunehmend auf die Entsorgung radioaktiver Abfälle, die als unlösbares Problem angesehen wurde. Nach dem Scheitern der Pläne für ein „Nationales Entsorgungszentrum“ (NEZ) in Gorleben wurde von der Industrie der Bau einer deutschen Wiederaufbereitungsanlage vorangetrieben. In den Jahren 1967 bis 1970 wurde vom Forschungszentrum in Karlsruhe die Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe als Pilotanlage für die kommerzielle Wiederaufarbeitung errichtet und von 1971 bis 1990 betrieben. 1985 entschied die „Deutsche Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen“ (DWK), dieses Projekt nicht in Dragahn (Niedersachsen), sondern in Wackersdorf (Bayern) zu verfolgen. 1989 bedeutete der Baustopp in Wackers-

dorf dann das endgültige Aus für eine kommerzielle Wiederaufarbeitungsanlage in Deutschland. Stattdessen organisierte man die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente durch weitere Verträge mit Firmen in Frankreich (COGEMA) und Großbritannien (BNFL). Damit wurde das Konzept aufgegeben, alle Elemente der Entsorgung radioaktiver Abfälle ausschließlich in nationaler Verantwortung und auf deutschem Boden zu lösen. Dagegen verblieb die Endlagerung als langfristige nationale Aufgabe.

4.5 90ER JAHRE: ENTSORGUNGSKONZEPTE ÜBERHOLT

Mit der Novellierung des Atomgesetzes 1994 wurde der Vorrang der „schadlosen Verwertung“ radioaktiver Reststoffe aufgegeben. Der Entsorgungsweg der „direkten Endlagerung“ abgebrannter Brennelemente wurde der Wiederaufarbeitung rechtlich gleichgestellt. Die Wiederaufarbeitung, die als Kernstück bisheriger nationaler Entsorgungskonzepte bereits im Ausland erfolgte, verlor damit weiter an Bedeutung.

Seit dem 01. Juli 2005 ist die Abgabe bestrahlter Brennelemente an Wiederaufarbeitungsanlagen durch entsprechende Änderung des Atomgesetzes vom 22. April 2002 verboten. Die Entsorgung bestrahlter Brennelemente ist damit auf die direkte Endlagerung in Deutschland beschränkt worden. Allerdings sind die zwischen den Kernkraftwerksbetreibern und den Wiederaufarbeitungsunternehmen geschlossenen Verträge bis heute gültig. Sie wurden regierungsseitig mit internationalem Notenwechsel abgesichert. In der Konsequenz müssen die Abfälle aus diesem Prozess noch für voraussichtlich über zehn Jahre nach Deutschland zurücktransportiert werden.



An den Protesten gegen die geplante Wiederaufarbeitungsanlage in Wackersdorf beteiligten sich rund 100.000 Menschen - hier eine Aktion von Greenpeace.

5 DAS AKTUELLE ENTSORGUNGSKONZEPT

Um die Gefahren ionisierender Strahlung durch den Betrieb von Kernkraftwerken zu begrenzen, verfolgt die Bundesregierung durch die Befristung der Laufzeit der Kernkraftwerke ein Konzept, nach dem auch die anfallenden Mengen radioaktiver Abfälle reduziert und die abgebrannten Brennelemente als radioaktive Abfälle unter Verzicht auf die Wiederaufarbeitung direkt endgelagert werden sollen. Die vom Atomgesetz vorgegebene Rechtslage ist eindeutig: Nach § 9a Abs. 3 hat der Bund Anlagen „zur Endlagerung radioaktiver Abfälle einzurichten“. In Deutschland besteht Einigkeit darüber, dass die Endlagerung im eigenen Land in mehreren hundert Meter tief gelegenen geologischen Formationen erfolgen soll. In einem Nationalen Entsorgungsplan sollen Abfallströme und -mengen erhoben und die Möglichkeiten der Behandlung und Beseitigung ausgewiesen werden.

- Am 22. Mai 2002 wurde der Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb eines Endlagers für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung nach einem 20-jährigen Genehmigungsverfahren erteilt. Das einlagerbare Abfallgebinderolumen wurde im Planfeststellungsbeschluss auf 303.000 m³ ausschließlich für den nationalen Bedarf begrenzt. Gegen den Planfeststellungsbeschluss wurden von drei Kommunen und zwei Privatpersonen Klagen eingereicht. Das Oberverwaltungsgericht Lüneburg hat mit der Entscheidung vom 08. März 2006 die Klagen abgewiesen und eine Revision vor dem Bundesverwaltungsgericht nicht zugelassen. Das Bundesverwaltungsgericht hat am 03. April 2007 die Beschwerden gegen die Nichtzulassung der Revision zurückgewiesen. Damit ist der Planfeststellungsbeschluss bestandskräftig und unanfechtbar. Das BMU hat das BfS am 30. Mai 2007 beauftragt, die Umrüstung der Schachanlage Konrad zu einem Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung durchzuführen. Es ist geplant, das Endlager im Jahr 2013 in Betrieb zu nehmen und etwa 30 Jahre lang zu betreiben.
- Die Bereitstellung eines Endlagers für Wärme entwickelnde Abfälle wie abgebrannte Brennelemente und Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung, die zunächst abklingen sollen, ist für das Jahr 2035 geplant. Für die Endlagerung von Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen strebt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Durchführung eines Standortauswahlverfahrens unter Einbeziehung des Standortes Gorleben an.
- Die Erkundung des Salzstocks in Gorleben wurde im Jahr 2000 bis zur Klärung konzeptioneller und sicherheitstechnischer Fragen für die Dauer von bis zu zehn Jahren unterbrochen. Dieser Zeitraum soll zur Klärung konzeptioneller und sicherheitstechnischer Fragestellungen genutzt werden, zu denen eine weitere Erkundung nichts beitragen kann. Vor diesem Hintergrund hat das BMU u. a. zwölf Fragestellungen erarbeitet, die grundsätzlich für alle in Deutschland möglichen Wirtsgesteine gelten und geklärt werden müssen. Sie wurden im Zeitraum 2002 bis 2005 vom BfS bearbeitet. Der Abschlussbericht des BfS „Konzeptionelle und sicherheitstechnische Fragen der Endlagerung radioaktiver Abfälle – Wirtsgesteine im Vergleich“ (BfS 2005) wurde im November 2005 veröffentlicht. Als wesentliches Ergebnis der umfangreichen Untersuchungen ist festzuhalten, dass die Möglichkeiten und Grenzen eines generischen (d. h. abstrakten) Vergleichs von Wirtsgesteinen aufgezeigt und eine Beantwortung dieser Fragen erreicht wurde. Danach gibt es kein Wirtsgestein, das grundsätzlich immer eine größte Endlagersicherheit gewährleistet. Für alle in Deutschland relevanten Wirtsgesteine können angepasste Endlagerkonzepte entwickelt werden. Ein Vergleich verschiedener Optionen ist nur im Vergleich konkreter Standorte und Endlagerkonzepte möglich.

Grundlegende politische Entscheidungen zum weiteren Vorgehen bei der Endlagerung Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle stehen noch aus.

6 BEDEUTUNG DER DEZENTRALEN ZWISCHENLAGER FÜR DIE ENDLAGERUNG

Die gesetzliche Vorgabe einer geordneten Beendigung der Nutzung der Kernenergie und damit des Schutzes vor ihren Gefahren, insbesondere den schädlichen Wirkungen der ionisierenden Strahlung, erfordert neben einem Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung auch die Endlagerung hochaktiver, Wärme entwickelnder Abfälle. Dies sind insbesondere abgebrannte Brennelemente aus der Nutzung der Atomenergie zu deren Erzeugung von Strom.

Da ein Endlager für hochaktive, Wärme entwickelnde Abfälle nicht vor dem Jahr 2035 zur Verfügung stehen wird und die Wiederaufarbeitung – verbunden mit einem Abtransport der abgebrannten Brennelemente in die Anlagen zur Wiederaufarbeitung nach Frankreich und England – mit dem 30.06.2005 beendet worden ist, mussten neben den vorhandenen zentralen Zwischenlagern weitere Lagerkapazitäten geschaffen werden.

Die neu genehmigten dezentralen Zwischenlager an den Standorten der Kernkraftwerke übernehmen daher die Funktion, die im Laufe des Betriebes noch anfallenden abgebrannten Brennelemente bis zu deren Endlagerung sicher aufzubewahren.

Diese Zwischenlagerung ist zum Einen notwendig, weil abgebrannte Brennelemente über einen längeren Zeitraum (mehrere Jahre) zum Abklingen der Nachzerfallswärme vor der Endlagerung aufzubewahren sind. Zum anderen dient die Aufbewahrung an den Standorten der Kernkraftwerke der Minimierung von Transporten innerhalb der Bundesrepublik Deutschland, da zu einem späteren Zeitpunkt nur noch der Transport in das Endlager erforderlich werden wird. Transporte zu den Wiederaufarbeitungsanlagen in Frankreich und Großbritannien und zurück sowie ggf. Transporte zu den zentralen Zwischenlagern entfallen durch das Verbot der Wiederaufarbeitung.

6.1 ZWISCHENLAGER: ENDE DER WIEDERAUFARBEITUNG

Kernbrennstoff Plutonium: Statt Wertstoff nur noch problematischer Abfall

Bis 1994 war im Atomgesetz (AtG) ein Verwertungsgebot der in den abgebrannten Brennelementen enthaltenen Kernbrennstoffe vorgegeben. Dieses wurde im Jahr 1994 dahingehend geändert, dass es den Betreibern der Kernkraftwerke bei der Behandlung der ab-

gebrannten Brennelemente nunmehr freigestellt wurde, den Verwertungsweg über die Wiederaufarbeitung zu beschreiten oder die direkte Endlagerung zu wählen. Bei der Wiederaufarbeitung erfolgt eine chemische Behandlung von Kernbrennstoff nach seinem Einsatz im Reaktor zur Entfernung der Spaltprodukte und zur Rückgewinnung des unverbrauchten Urans und des bei der Spaltung entstandenen neuen Spaltstoffes Plutonium. Das zurückgewonnene Uran und Plutonium werden nach entsprechender Bearbeitung direkt als Kernbrennstoff in Kernkraftwerken in Uran-/ Plutonium-Mischoxid-Brennelementen (MOX) eingesetzt. Seit dem 1. Juli 2005 ist die Lieferung von abgebrannten Brennelementen aus Leistungsreaktoren in die Wiederaufarbeitung durch entsprechende Änderung des Atomgesetzes vom 22. April 2002 verboten. Die Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen aus Leistungsreaktoren wird aufgegeben und stattdessen durch eine direkte Endlagerung der abgebrannten Brennelemente ersetzt.

Die besondere Bedeutung des Plutoniums (Isotop Pu-239) ist auf seine Eigenschaft als spaltbares Material zurückzuführen. Plutonium ist – chemisch betrachtet – hoch radiotoxisch, strahlt über sehr lange Zeit (Halbwertszeit von Pu-239 24110 Jahre) und eignet sich grundsätzlich für die Herstellung von Atomwaffen. Deshalb unterliegt es entsprechend internationalen Vereinbarungen besonderen Sicherungsmaßnahmen, die seine unkontrollierte Weitergabe – die so genannte "Proliferation" – verhindern sollen. Da ein Endlager für die abgebrannten Brennelemente noch nicht verfügbar ist, werden sie bis zu dessen Inbetriebnahme zur Vermeidung von Transporten an den Standorten ihres Entstehens zwischengelagert. Alle standortnahen Zwischenlager bei den in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken sind seit Juni 2007 in Betrieb. Mit der Erteilung der Aufbewahrungsgenehmigungen über 40 Jahre ist für diesen Zeitraum eine sichere Lagerung gewährleistet.

6.2 ZWISCHENLAGER: SCHRITT ZUR DIREKTEN ENDLAGERUNG

Im so genannten Atomkonsens ist allein die direkte Endlagerung als Entsorgungsweg für abgebrannte Brennelemente vorgesehen, d. h. abgebrannte Brennelemente werden nach ihrer Konditionierung direkt als radioaktive Abfälle entsorgt. Ihre weitere Verwertung ist nicht mehr geplant.

Endlagerung braucht Zwischenlagerung

Der Begriff „Zwischenlagerung“ umfasst die Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle zwischen zwei anderen Entsorgungsschritten. Wesentliches Merkmal der Zwischenlagerung ist ihre zeitliche Befristung.

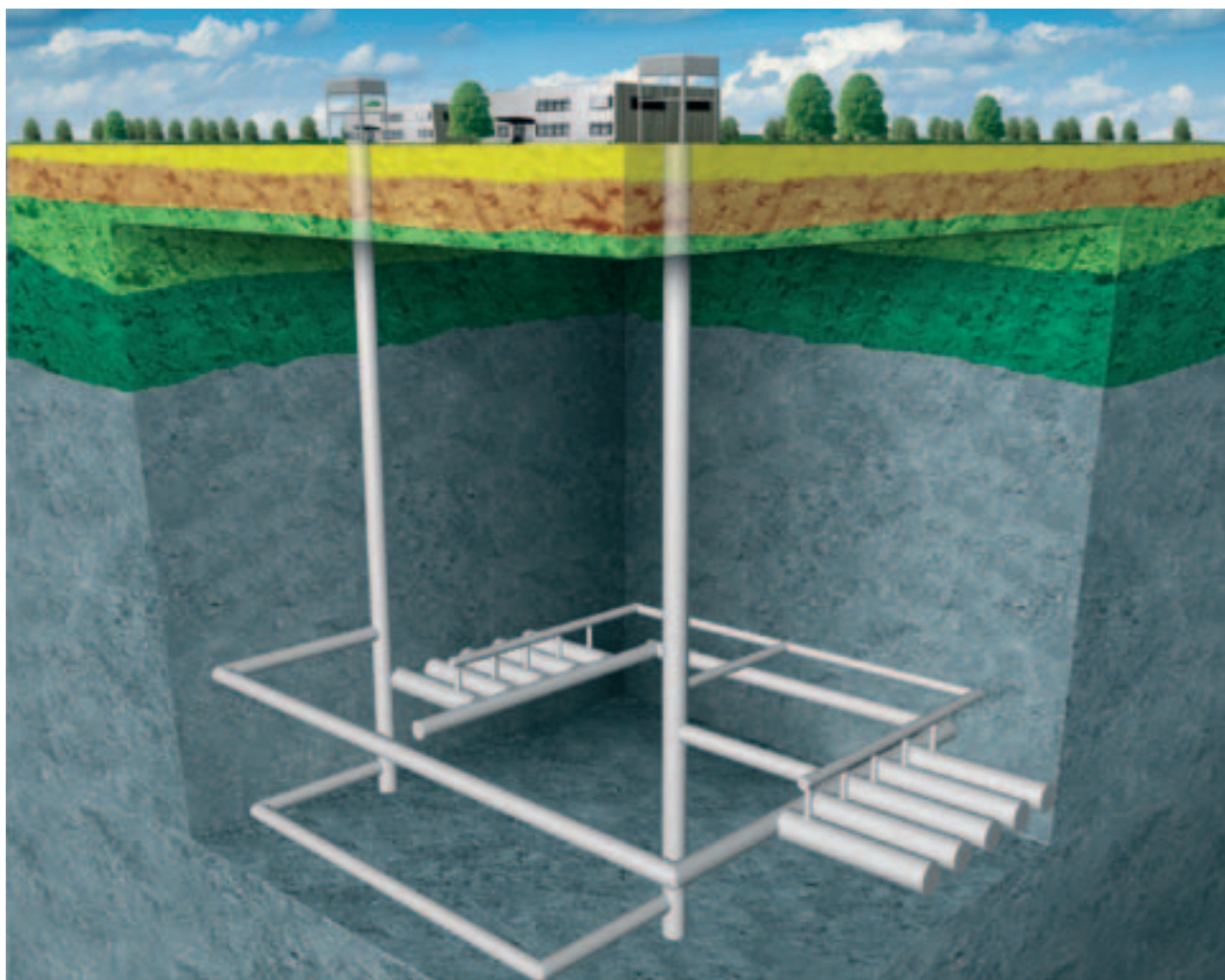
Bevor die abgebrannten Brennelemente in ein Endlager kommen, werden sie befristet auf einige Jahrzehnte in Zwischenlagern aufbewahrt. Für diesen Zwischenschritt gibt es technische Gründe: Je länger abgebrannte Brennelemente zwischengelagert werden, desto mehr klingt ihre Aktivität ab, schreitet ihre Abkühlung voran und verringert sich das dafür benötigte Endlagervolumen unter Tage. Aus dem Volumenbedarf für ein zukünftiges Endlager beispielsweise im Wirtsgestein Steinsalz errechnet sich für die Zwischenlagerung eine sinnvolle Dauer von rund 40 Jahren. Nach heutigem Kenntnisstand ist auch bei anderen geologischen Endlagerformationen von einer ähnlich langen Zwischenlagerdauer auszugehen. Ein Endlager für abgebrannte Brennelemente wird demnach erst in

einigen Jahrzehnten benötigt. Diese Anforderung stimmt mit dem Zeitplan überein, ein betriebsbereites Endlager etwa ab 2035 zur Verfügung zu stellen. Bis dahin kann der bisherige Ansatz an die aktuellen Rahmenbedingungen und den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst werden. Die Genehmigung der Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in Zwischenlagern wurde – mit einer zeitlichen Übergangsfrist zur Räumung und für den Transport in das Endlager – auf maximal 40 Jahre befristet.

Endlagerung der abgebrannten Brennelemente

Das Konzept der direkten Endlagerung sieht vor, abgebrannte Brennelemente nach einer Zwischenlagerung von vier Jahrzehnten in endlagerfähige Behälter zu packen, diese dicht zu verschließen und in einem Endlagerbergwerk in Strecken oder Bohrlöchern in tiefen geologischen Formationen einzulagern.

Zur Endlagerung bestrahlter Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren wurde ein Referenzkonzept entwickelt. Es sieht vor, die Brennelemente in Brenn-



Schema einer Einlagerung am Beispiel des Wirtsgesteins Salz: Für Salzformationen ist der Platzbedarf unter Tage wesentlich geringer, wenn die Wärmeleistungen endgelagerter Abfälle niedrig sind: In Planungsvarianten für Steinsalz wurde eine Grenztemperatur von 200 Grad Celsius an der Kontaktfläche zwischen Salz und Abfallgebilde im Wärmegleichgewicht festgelegt. Um diese Grenztemperatur zu gewährleisten, können Abfälle mit geringerer Wärmeleistung dichter gepackt werden als Abfälle mit höherer Wärmeleistung.

stäbe und Strukturteile zu zerlegen, die Brennstäbe in so genannte POLLUX-Behälter einzustellen und die POLLUX-Behälter im Endlager in Strecken einzulagern. Dazu sollen die Brennelemente in einer Konditionierungsanlage aus den Transport- und Lagerbehältern ausgeladen und zerlegt werden. Der Prototyp einer Anlage zur Verpackung der abgebrannten Brennelemente in endlagerfähige Behälter ist errichtet, verfügt aber nicht über die für die Konditionierung notwendige Genehmigung.

Alternativ wird geprüft, die Brennelemente nicht in einem POLLUX-Behälter, sondern in so genannten Brennstabkokillen endzulagern. Die Brennstabkokillen haben die gleichen Abmessungen wie die Kokillen, in denen die radioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung endgelagert werden sollen. Im Gegensatz zum POLLUX-Behälter sollen Brennstabkokillen im Endlager in Bohrlöchern eingelagert werden.

Aus Sicht des Bundesumweltministeriums ist zur Auswahl eines Standortes für ein Endlager von Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen, zu denen auch die abgebrannten Brennelemente zählen, die Durchführung eines Standortauswahlverfahrens notwendig.

Varianten der direkten Endlagerung

Die abgebrannten Brennelemente müssen zur Endlagerung vorbereitet werden. Die Art der geologischen Formation, in der ihre Endlagerung vorgesehen ist, bestimmt, wie die Brennelemente verarbeitet und verpackt werden. Über ein endgültiges Konzept muss nach der Festlegung der geeigneten Endlagerformation entschieden werden. Für eine Endlagerung im Steinsalz gibt es bereits unterschiedliche Konzepte. Eines sieht vor, die Brennelementekassetten, die jeweils aus mehreren Brennstäben bestehen, als Ganzes in geeignete Behälter zu packen. Ein anderes Konzept setzt voraus, sie wieder in die einzelnen Brennstäbe zu zerlegen, die dann einzeln verpackt werden können. Eine weitere Variante sieht vor, die Brennelemente in Behälter zu packen, die den für HAW-Glaskokillen verwendeten ähnlich sind. Die Brennelemente müssen dazu zerschnitten und zerkleinert werden. Diese Arbeitsgänge werden „Konditionierung“ genannt.

Sicherheitskriterien – Anpassung an den Stand von Wissenschaft und Technik

Das BMU strebt ab dem Jahr 2035 den Betrieb eines Endlagers in tiefen geologischen Schichten für eine Endlagerung von Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen (abgebrannte Brennelemente und hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente) an. Für die Endlagerung derartiger Abfälle ist die Durchführung eines Standortauswahlverfahrens notwendig, das internationalen Auswahl- und Sicherheitskriterien entspricht und Möglichkeiten zur Beteiligung der Öffentlichkeit bietet. Der

Standort Gorleben soll in den Auswahlprozess einbezogen werden.

Vor dem Hintergrund der Überarbeitung und Fortschreibung der internationalen Empfehlungen und Normen zum Strahlenschutz und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle hat sich das BMU das Ziel gesetzt, diese Kriterien an den heutigen Stand von Wissenschaft und Technik anzupassen und in eine Rechtsverordnung umzusetzen.

Die Überarbeitung beschränkt sich auf Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen. In ihrem Rahmen sollen insbesondere internationale Entwicklungen und Empfehlungen berücksichtigt werden, wie z. B. das schrittweise Vorgehen bei der Endlagerplanung und der Sicherheitsbewertung, die sicherheitstechnische Optimierung des Endlagers wie auch Kriterien hinsichtlich weiterer Schutzgüter (z. B. Schutz der Umwelt).

Standortplanung für ein Endlager

Die staatliche Aufgabe, Anlagen für die Endlagerung radioaktiver Abfälle einzurichten und zu betreiben, fällt in die Zuständigkeit des BfS. Nachdem der Planfeststellungsbeschluss für das Endlager Konrad bestandskräftig ist, konzentrieren sich die Arbeiten des BfS auf die Endlagerung Wärme entwickelnder Abfälle. In den letzten zwei Legislaturperioden war in den Koalitionsvereinbarungen der die Bundesregierung tragenden Parteien SPD und Bündnis 90/Die Grünen beschlossen worden, dass weitere Standorte in unterschiedlichen Gesteinsformationen auf ihre Eignung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle hin untersucht werden sollen.

Ende 2002 hatte der eingerichtete Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) Empfehlungen für Kriterien und Verfahren zur Standortauswahl im Auftrag des BMU entwickelt.

Die Umsetzung eines Auswahlverfahrens für Endlagerstandorte ist nach wie vor Teil eines politischen Entscheidungsprozesses.

Die Regierungskoalition von CDU/CSU und SPD hat in ihrem Koalitionsvertrag vom 11. November 2005 erklärt, die Frage der Endlagerung radioaktiver Abfälle in dieser Legislaturperiode zügig und ergebnisorientiert anzugehen und in dieser Legislaturperiode zu einer Lösung kommen zu wollen. Das Bundesumweltministerium strebt an, dass Gorleben als Endlagerstandort mit anderen Standorten verglichen wird, bevor eine Entscheidung über einen Endlagerstandort fällt.

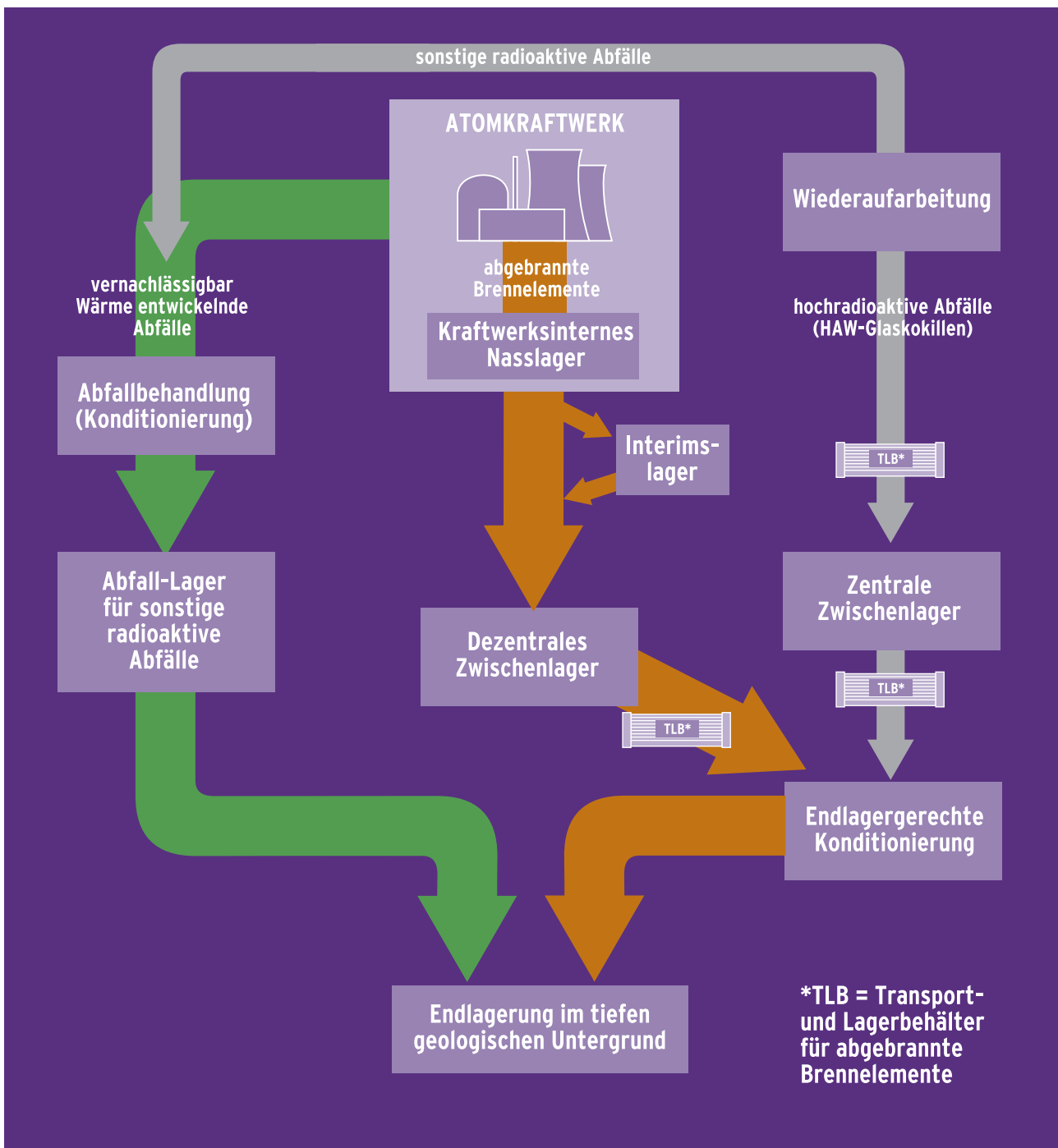
6.3 ZWISCHENLAGER: REDUZIERUNG DER TRANSPORTE

Sowohl Transporte abgebrannter Brennelemente in die Wiederaufarbeitungsanlagen als auch die Transporte zur Rückführung der HAW-Glaskokillen aus den

Wiederaufarbeitungsanlagen in das zentrale Zwischenlager Gorleben in Deutschland zählen zu den Gefahrguttransporten. Aus diesem Grund und vor dem Hintergrund der Kritik an der Atomenergie sind sie gesellschaftlich sehr umstritten und nur unter erheblichem Sicherungsaufwand durchzuführen. Sie erfolgen über Schiene oder Straße. Ziel der Bundesregierung ist es, diese Transporte auf ein möglichst geringes Maß zu reduzieren. Nur wenn die Wiederaufarbeitung endgültig beendet wird, können diese Transporte ganz entfallen. Früher mussten abgebrannte Brennelemente bis zu drei Mal transportiert werden: Vom Kernkraftwerk zur Wiederaufarbeitung

in Frankreich oder Großbritannien, später von dort in das zentrale deutsche Zwischenlager und schließlich in das zukünftig verfügbare Endlager. In Standort-Zwischenlagern aufbewahrte Brennelemente müssen nach Ablauf nur auf einen einzigen Weg vom Kraftwerksgelände direkt in ein Endlager geschickt werden. Dadurch kann die Zahl der Transporte um bis zu zwei Drittel und damit auch das Gefährdungspotenzial durch Unfälle auf Straße oder Schiene deutlich reduziert werden.

Auf der Homepage des BfS www.bfs.de werden alle Transportgenehmigungen veröffentlicht.



Das Entsorgungskonzept nach dem Ende der Transporte in die Wiederaufarbeitung. Von den Kernkraftwerken werden keine abgebrannten Brennelemente mehr zur Wiederaufarbeitung transportiert. Die Wärme entwickelnden Abfälle werden zum Abklingen in kraftwerksnahen Zwischenlagern aufbewahrt - an einigen Standorten über die Aufbewahrung in Interimslagern. (Im abgeschalteten Kraftwerk Obrigheim besteht noch der Sonderfall eines Nasslagers). Über Zwischenlager und Konditionierung wird der Entsorgungsweg zur direkten Endlagerung eingeschlagen. Aus der Wiederaufarbeitung müssen nur noch die zu Glaskokillen umgearbeiteten Reststoffe der bis dahin angefallenen radioaktiven Abfälle und Strukturteile zurückgenommen werden. Deren rücklaufende Menge ist mit dem Ende der Zulieferung definiert und begrenzt.

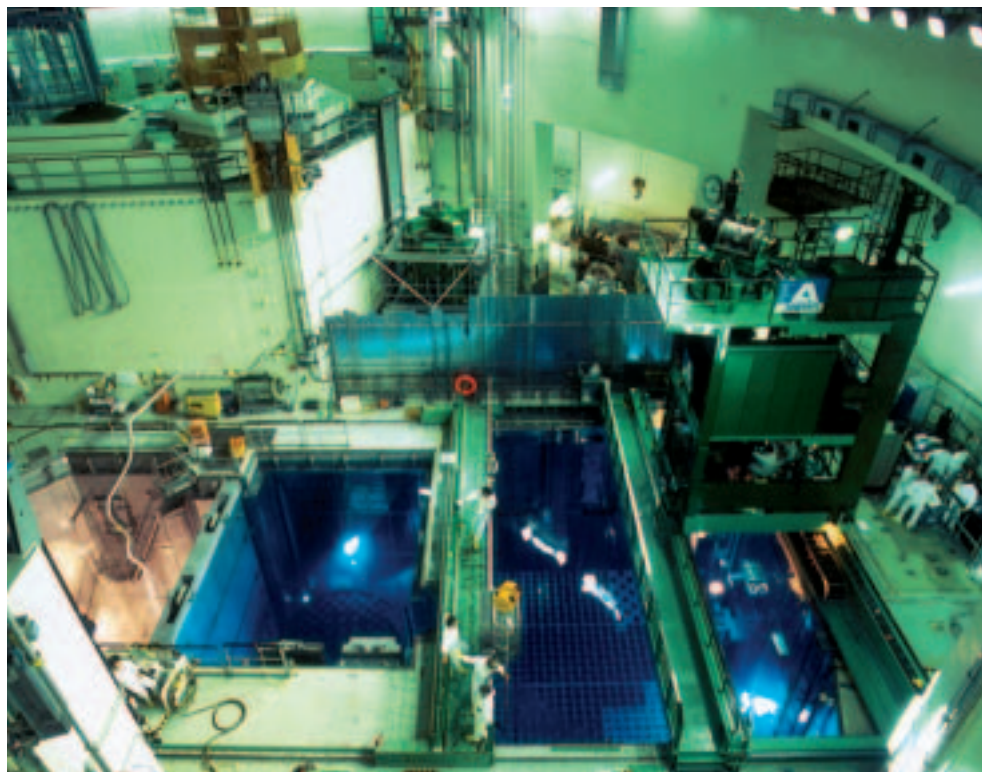
7 VOR DER LAGERUNG: ABKLINGEN DER Brennelemente

Frische Brennelemente bleiben in neueren Kernkraftwerken etwa drei bis vier Jahre im Reaktorkern. Danach werden sie ausgeladen, weil ihre Effizienz für eine kontrollierte Kernspaltung deutlich nachlässt. Bei den jährlichen Revisionen wird ein Teil der Brennelemente als „abgebrannt“ aus dem Reaktor entfernt und gegen frische ausgetauscht. Dies betrifft etwa ein Viertel bis ein Drittel der Brennelemente. Die hochradioaktiven abgebrannten Brennelemente müssen mit besonderer Vorsicht behandelt werden. Die Halbwertszeiten einiger Radionuklide in den Brennelementen betragen über eine Million Jahre.

Es gibt schnell und weniger schnell abklingende radioaktive Abfälle. Die Eigenschaften radioaktiver Stoffe finden sich in denen der Abfälle wieder. Ein wesentliches Merkmal ist das „Abklingverhalten“. So sinkt mit der Zeit die Aktivität der radioaktiven Abfälle. Charakteristische Größe dafür ist die so genannte Halbwertszeit der einzelnen Radionuklide, die im Abfall enthalten sind. Nach einer Halbwertszeit finden nur noch halb so viele Kern-Zerfälle wie vorher statt, nach einer weiteren Halbwertszeit ist die Aktivität wiederum auf die Hälfte „abgeklungen“. Nach 10 Halbwertszeiten ist das Niveau der Aktivität eines Radionuklids auf etwa ein Tausendstel des Ausgangswertes gesunken. Damit einher geht – insbesondere bei Wärme entwickelnden Abfällen – ein deutlicher Abfall der Temperatur.

Abgebrannte Brennelemente enthalten jedoch auch eine ganze Reihe Spaltprodukte mit kurzen Halbwertszeiten. Um deren Abklingverhalten für eine bessere Handhabung zu nutzen, werden abgebrannte Brennelemente üblicherweise rund fünf Jahre in einem wassergefüllten Abklingbecken im Kernkraftwerk aufbewahrt, mindestens jedoch ein Jahr lang. In dieser Zeit sinken Aktivität und Temperatur der abgebrannten Brennelemente. Danach sind diese Abfälle einfacher zu handhaben. Diese internen Nasslager befinden sich in unmittelbarer Nähe zum Reaktor und sind Teil des Kernkraftwerkes. Die Abklingbecken enthalten Einbauten aus Neutronen einfangenden Materialien. Die Nasslager sind heute meistens so ausgelegt, dass abgebrannte Brennelemente aus rund 10 Betriebsjahren aufgenommen werden können. Nach mehreren Jahren im Nasslager werden die Brennelemente in Transport- bzw. Lagerbehälter umgeladen. Danach wurden sie entweder in ein Zwischenlager – wo sie bis zur direkten Endlagerung verbleiben – oder (bis zum 30.06.2005) in die Wiederaufarbeitungsanlagen transportiert.

Abklingbecken im Kernkraftwerk Philippsburg (Mitte) – kraftwerksinternes Nasslager. Geregelt e Kühlwasserströme führen die Nachzerfallwärme ab. Nach einem Jahr ist die Aktivität durch das Abklingen kurzlebiger Spaltprodukte auf etwa ein Hundertstel des Ausgangswertes zurückgegangen.



8 LAGERKAPAZITÄT: NICHT AUSREICHEND OHNE NEUE DEZENTRALE ZWISCHENLAGER

Es wird die These vertreten, die Errichtung zusätzlicher dezentraler Zwischenlager an den Kraftwerkstandorten seien überflüssig gewesen, da in Deutschland hinreichende Lagerkapazität verfügbar gewesen sei. Dies trifft nicht zu. Trotz der Festlegung von Restlaufzeiten hätten sich für abgebrannte Brennelemente ohne eine Erweiterung der Lagerkapazität Entsorgungsengpässe ergeben. Die bestehenden zentralen Zwischenlagerkapazitäten reichen für die im verbleibenden Zeitraum der Nutzung der Atomenergie zu erwartende Gesamtmenge an abgebrannten Brennelementen nicht aus. Ein Zubau an Zwischenlagerplätzen wäre also in jedem Fall erforderlich geworden.

Nur für die in dieser Zeit erwarteten Abfallmengen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung werden die bisher vorhandenen Lagerkapazitäten in einem System von Landessammelstellen und Zwischenlagern der Industrie, der Kernkraftwerke und Forschungseinrichtungen als in der Summe rechnerisch ausreichend eingeschätzt – aufgrund unterschiedlicher Zugänge besteht aber punktueller regionaler Bedarf.

Engpass für die Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente

Das zentrale Zwischenlager in Gorleben muss auch zukünftig Kapazitäten für Wiederaufarbeitungsabfälle (HAW-Glaskokillen) bereithalten. Bei voller Erfüllung der Verträge würden mit den Transport- und Lagerbehältern für HAW-Glaskokillen etwa 129 der insgesamt 420 Stellplätze benötigt. Für das Zwischenlager Ahaus ist geplant, wegen hinreichender Kapazitäten in den dezentralen Zwischenlagern nicht weiter abgebrannte Brennelemente aus Leistungsreaktoren aufzubewahren, sondern Abfälle aus Forschungsreaktoren. Außerdem ist vorgesehen, hochdruckkompaktierte radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe in Frankreich nach Ahaus zu verbringen. Aus heutiger Sicht sollen bis zu 150 Behälter mit hochdruckkompaktiertem Abfall eingelagert werden. Außerdem sollen in einer Lagerhallenhälfte schwach- und mittlerradioaktive Abfälle nach § 7 StrlSchV befristet auf 10 Jahre gelagert werden. Zum Jahresende 2007 waren von den ursprünglich genehmigten 370 Stellplätzen für abgebrannte Brennelemente aus Leistungsreaktoren 6 belegt. Selbst wenn man diese Anforderungen an die zentralen Zwischenlager in Ahaus und Gorleben unberücksichtigt ließe und auch die bereits bestehenden

Auslastungen nicht in Betracht zöge, hätte die genehmigte Zwischenlagerkapazität in den zentralen Zwischenlagern Gorleben und Ahaus von 7.760 t Schwermetall nicht ausgereicht, um die anfallenden abgebrannten Brennelemente aufzunehmen. Angesichts der Prognose, dass in Deutschland über die Dauer der Restlaufzeiten der Kernkraftwerke noch 10.000 t SM aus abgebrannten Brennelementen anfallen, die für die direkte Endlagerung vorgesehen sind, wird der entstehende Engpass deutlich. Nur durch den Ausbau der Zwischenlagerkapazität konnte diesem Problem begegnet werden. Die Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in zentralen Zwischenlagern vor der direkten Endlagerung war Bestandteil des früheren Entsorgungskonzepts. Dies hätte eine Vielzahl vermeidbarer Transporte bedingt.

8.1 ZENTRALE ZWISCHENLAGER GORLEBEN UND AHAUS

In Deutschland gibt es für abgebrannte Brennelemente in Gorleben und Ahaus zwei genehmigte zentrale Zwischenlager.

Transportbehälterlager Gorleben

Als einziges deutsches Zwischenlager ist das Transportbehälterlager Gorleben (TBL-G) für Wiederaufarbeitungsabfälle (HAW-Glaskokillen) aus La Hague genehmigt, die vertragsgemäß nach Deutschland zurückgeführt werden müssen. Darüber hinaus ist auch die Aufbewahrung von Transport- und Lagerbehältern für abgebrannte Brennelemente aus Druck- und Siedewasserreaktoren bis zur Endlagerung genehmigt. Das TBL-G ist seit 1983 betriebsbereit; 1995 wurde der erste Behälter angeliefert. Die genehmigte Dauer der Aufbewahrung beträgt 40 Jahre. Das TBL-G ist derzeit für 3.800 t Schwermetall zugelassen. Die Behälter sind auf höchstens 420 Stellplätzen aufzustellen. Ende 2007 waren 80 Stellplätze belegt, davon 5 mit Transport- und Lagerbehältern für abgebrannte Brennelemente mit insgesamt 36 t Schwermetallmasse aus deutschen Kernkraftwerken, sowie 75 mit Behältern für HAW-Abfälle aus der Wiederaufarbeitung.

Transportbehälterlager Ahaus

Das Transportbehälterlager Ahaus (TBL-A) ist für die Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente aus Druck- und Siedewasserreaktoren sowie aus Anlagen der Forschung bis zur Endlagerung genehmigt. Insgesamt umfasst diese Genehmigung die Aufbewahrung von 3.960 t Schwermetall. Das TBL-A verfügt ebenfalls über 420 Stellplätze für eine Trockenlagerung.



CASTOR-Behälter im Transportbehälterlager Gorleben



Transportbehälterlager Ahaus

In Ahaus lagern bereits über 600.000 Brennelementkugeln aus der Entwicklung und dem Betrieb von Hochtemperaturreaktoren in 305 speziellen Behältern der Bauart 28 CASTOR-THTR/AVR auf 50 Stellplätzen. Die Entwicklung dieser Reaktortypen wurde 1988 eingestellt. Ende 2007 waren darüber hinaus 6 Stellplätze mit Behältern für abgebrannte Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken mit insgesamt 55 t Schwermetallmasse belegt. Außerdem lagern in Ahaus seit 2005 insgesamt 18 Behälter mit abgebrannten Brennelementen aus dem stillgelegten Forschungsreaktor in Rossendorf. Die Dauer der Aufbewahrung beträgt ebenfalls 40 Jahre.

8.2 KEIN AUSBAU ZENTRALER ZWISCHENLAGER

Die Zwischenlagerkapazität für abgebrannte Brennelemente lässt sich zwar theoretisch sowohl durch den Bau zentraler als auch dezentraler Zwischenlager erhöhen. Aber der Ausbau zentraler Zwischenlager wäre nicht sinnvoll. Aus heutiger Sicht kann nicht eingeschätzt werden, wo später ein Endlager für HAW errichtet wird. Da das radioaktive Material sonst möglicherweise noch ein weiteres Mal auf Straße und Schiene geschickt werden müsste, ist es sinnvoller, es bis zur Klärung dieser Frage am Standort seiner Entstehung aufzubewahren.

Verringert man die Transporte abgebrannter Brennelemente über öffentliche Verkehrswege, so sinkt dadurch nicht nur das Risiko von Unfällen und Handhabungsfehlern, sondern auch der Aufwand für die Sicherung der Transporte.

Alternative: Dezentrale Zwischenlager

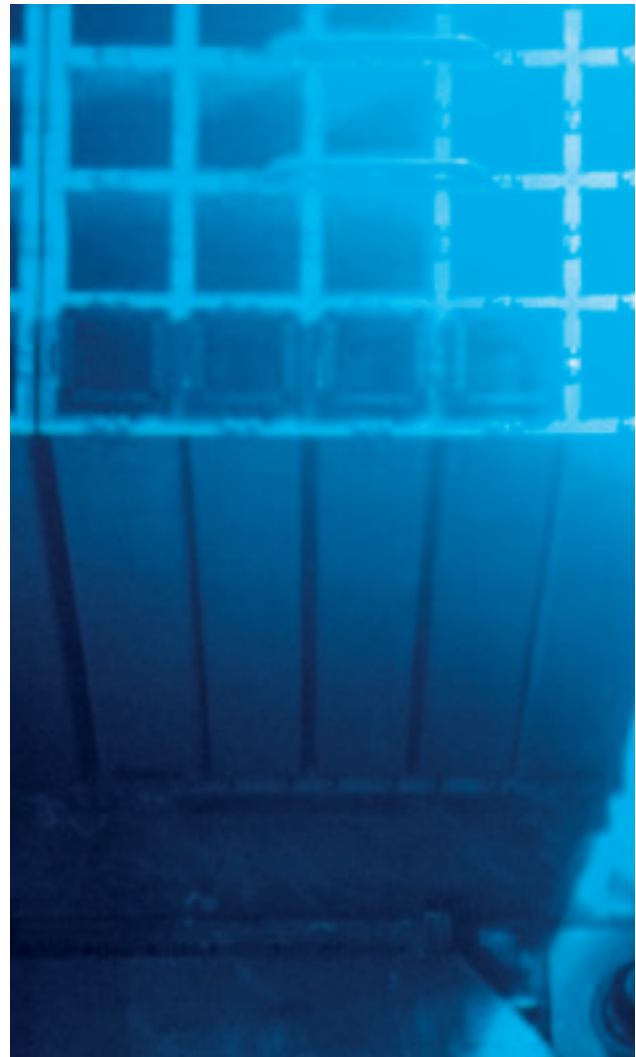
Das Errichten dezentraler Zwischenlager an den Standorten der Kernkraftwerke stellt eine vernünftige Alternative dar.

Dezentrale Zwischenlager: Sie sind ausschließlich zur befristeten Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente aus den benachbarten Kernkraftwerken vorgesehen. Eine Lagerung von Brennelementen aus anderen Anlagen ist nicht genehmigt. Zur Aufbewahrung hochradioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung sind dezentrale Zwischenlager nicht vorgesehen.

In Deutschland gingen bereits vor dem Atomkonsens (11.06.2001) zwei beantragte dezentrale Zwischenlager für Leistungsreaktoren in Betrieb:

Zwischenlager Nord (ZLN) am Standort Rubenow/Greifswald

Es ist für die Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente der ostdeutschen Reaktoren in Greifswald und Rheinsberg genehmigt und verfügt über 80 Stellplätze.



Nasslager am abgeschalteten Kernkraftwerk Obrigheim. Die technischen Einbauten aus neutronenbindenden Materialien für die Einlagerung der Brennelemente sind deutlich zu erkennen.

Die maximal aufzubewahrende Kernbrennstoffmasse beträgt 585 t Schwermetall, die maximal einzulagernde Aktivität $7,5 \times 10^{18}$ Bq. Diese Abfälle werden aus den weiteren Betrachtungen herausgenommen. Weitere Hallen an diesem Standort sind für die Aufbewahrung der bei der Stilllegung anfallenden Materialien vorgesehen.

Nasslager am Standort Obrigheim

Am Standort Obrigheim existiert durch das Konzept einer behälterlosen Nasslagerung eine Ausnahme. Dort wurden die abgebrannten Brennelemente nach Entladung aus dem Abklingbecken in ein zweites Nasslager außerhalb des Reaktorgebäudes gebracht. Die Genehmigung umfasst die Einlagerung von 980 Brennelementen aus dem Kernkraftwerk Obrigheim, so dass die bis zur Abschaltung angefallenen abgebrannten Brennelemente vollständig aufgenommen werden können. Für diesen Standort ist ein Trockenlager geplant und beantragt, das nach Abschalten des Reaktors die im Nasslager lagernden Brennelemente aufnehmen kann.

9 OBERSTES ZIEL DER DEZENTRALEN ZWISCHENLAGERUNG: SICHERHEIT DER AUFBEWAHRUNG

Die dezentrale Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente an den Standorten der Kernkraftwerke ist Bestandteil des Atomkonsenses für den Entsorgungsweg der direkten Endlagerung ohne Wiederaufarbeitung. Die Energieversorger haben sich verpflichtet, entsprechende Lagermöglichkeiten so zügig wie möglich zu schaffen.

Standort-Zwischenlager

Darin sollen Transport- und Lagerbehälter mit abgebrannten Brennelementen aus dem benachbarten Kernkraftwerk am Standort vor ihrem Transport in ein Endlager aufbewahrt werden, maximal für einen Zeitraum von 40 Jahren.

Interimslager

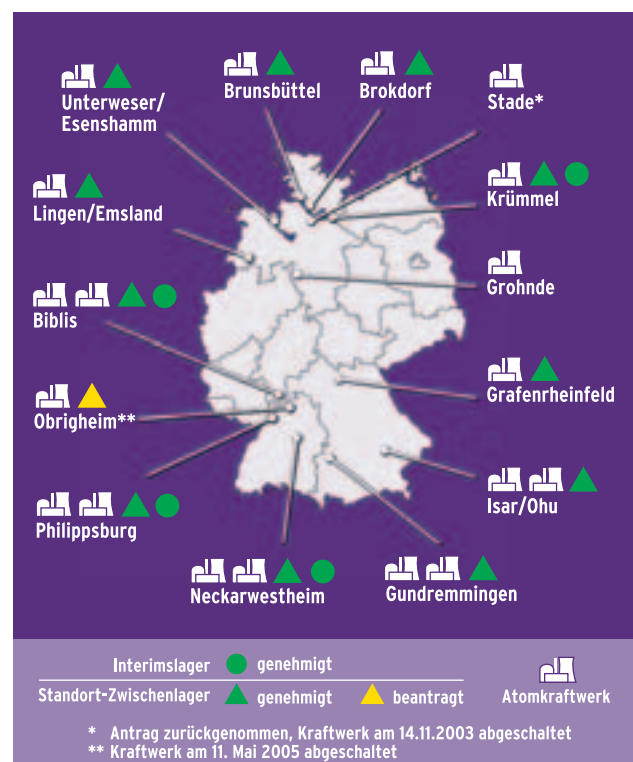
Sie dienen dazu, kurzfristig den Zeitraum bis zur Fertigstellung von Standort-Zwischenlagern zu überbrücken. Interimslager können für Betreiber notwendig werden, wenn nicht genügend freie Lagerkapazität im kraftwerksinternen Abklingbecken zur Verfügung steht und anstehende Transporte zur zentralen Zwischenlagerung oder in die Wiederaufarbeitung vermieden werden sollen. Mit der Fertigstellung der Standort-Zwischenlager wurden die Interimslager bis Anfang 2007 aufgelöst.

Anzahl der Transporte wird durch dezentrale Zwischenlager verringert – die Zwischenlagerung wird als Abklingzeit genutzt

Durch Standort-Zwischenlager konnten in Kombination mit Interimslagern überflüssige Transporte über öffentliche Verkehrswege in zentrale Zwischenlager oder in die Wiederaufarbeitungsanlagen bereits vor dem 30.06.2005 entfallen. Entsprechend geringer wird auch die Anzahl der Rücktransporte hochradioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung. Notwendige Transporte abgebrannter Brennelemente erfolgen später nur noch gezielt zu den Standorten der Konditionierung und Endlagerung. Statt bisher bis zu drei notwendigen Transporten muss dann nur noch einer durchgeführt werden. In den letzten Jahren ist die Zahl der Transporte zu den Wiederaufarbeitungsanlagen in Frankreich und Großbritannien von 43 im Jahr 2002 auf 11 im Jahr 2004 zurückgegangen. Da die Behälter zum Zeitpunkt der Auslagerung noch über eine erhebliche Wärmeleistung verfügen, die einer sofortigen Endlagerung entgegensteht, kann die Zeit bis zur Ausweisung des Endlagers genutzt werden, um die Wärme der Behälter abklingen zu lassen.

9.1 ÜBERBLICK: MERKMALE DER GENEHMIGTEN STANDORT-ZWISCHENLAGER UND INTERIMSLAGER

Die Energieversorgungsunternehmen hatten beim BfS von Ende 1998 bis Februar 2000 13 Anträge auf Genehmigung der vorübergehenden Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in dezentralen Zwischenlagern eingereicht: an den Standorten Lingen, Brunsbüttel, Krümmel, Brokdorf, Grohnde, Philippsburg, Neckarwestheim, Unterweser/Esenshamm, Biblis, Grafenrheinfeld, Isar/Ohu und Gundremmingen. Sie wurden alle – die letzten drei am 19.12.2003 – genehmigt. Der für das Standort-Zwischenlager Stade gestellte Antrag wurde im August 2001 zurückgezogen, da abzusehen war, dass das Kraftwerk im Jahr 2003 endgültig vom Netz genommen werden sollte. Im November 2003 wurde das Atomkraftwerk Stade als erstes nach der Unterzeichnung der Vereinbarung zwischen Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen abgeschaltet, im Mai 2005 folgte das Atomkraftwerk Obrigheim. Da das externe Nasslager des Kernkraftwerks Obrigheim die geplanten Rückbauarbeiten behindert, hat die Antragstellerin im April 2004 beantragt, auf dem Gelände des Kernkraftwerkes Obrigheim ebenfalls ein separates Standort-Zwischenlager mit trockener Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in Behältern zu errichten und zu betreiben.



Genehmigte dezentrale Zwischenlager und Interimslager



Zwischenlager am Standort Lingen in unmittelbarer Nähe zum Kraftwerk

Das Standort-Zwischenlager Lingen ist bereits seit Dezember 2002 in Betrieb. Die anderen Zwischenlager konnten nach einer Errichtungszeit von ca. 2 Jahren zwischen Februar 2006 und Juni 2007 ihren Betrieb aufnehmen. Der notwendige Überbrückungszeitraum durch Interimslager konnte dadurch auf maximal sechs Jahre beschränkt werden.

Gegen die Genehmigungen einer Reihe von Zwischenlagern wurden Klagen eingereicht, die allerdings keine aufschiebende Wirkung hatten.

Für die Standorte Neckarwestheim, Philippsburg, Krümmel und Biblis wurden neben den Standort-Zwischenlagern zusätzlich Interimslager genehmigt, um die Zeit bis zur Inbetriebnahme der Zwischenlager zu überbrücken. Diese Interimslager wurden im Zeitraum von April 2001 bis März 2007 betrieben und nach Fertigstellung der Standort-Zwischenlager jeweils wieder außer Betrieb genommen. Ihre Kapazität hat gleichwohl bereits deutlich vor dem Jahr 2005 zum Ausstieg aus der Wiederaufarbeitung und zur Reduzierung der Anzahl der Transporte radioaktiver Abfälle beigetragen.

Die benötigte Zwischenlagerkapazität vor der direkten Endlagerung wird damit dezentral ausrei-

chend erhöht. Für die Standort-Zwischenlager an den 12 Standorten von Kernkraftwerken wurde zunächst die Aufbewahrung von insgesamt 18.650 t Schwermetall beantragt. Diese Gesamtsumme ist deutlich überdimensioniert. Für 11 der 12 Standort-Zwischenlager wurden bei einem errechneten Gesamtbedarf von 10.770 t Schwermetall Genehmigungen unterhalb der ursprünglichen Antragswerte ausgesprochen. Die jetzt genehmigte Gesamtmenge liegt ca. 34 % über dem prognostizierten Bedarf, was möglichen Strommengenübertragungen (z. B. von den abgeschalteten Kraftwerken Stade und Mülheim-Kärlich) Rechnung trägt.

Für jeden einzelnen Standort wurde berechnet, ob im Genehmigungszeitraum tatsächlich so viele abgebrannte Brennelemente zur Aufbewahrung anfallen werden, wie beantragt wurde. Das Atomgesetz sieht für die dezentralen Lager aber keine Bedürfnisprüfung vor. Nach § 7 Abs. 1b AtG können Reststrommengen von älteren auf jüngere Kraftwerke übertragen werden. Deshalb kann die tatsächlich benötigte Zwischenlagerkapazität nicht mit Bestimmtheit festgesetzt werden. Die Dimensionierung jedes Lagers sollte jedoch auch bei eingerechneten Reserven plausibel sein. Hinsichtlich der Anzahl der vorgesehenen Behälterstellplätze ist zu beachten, dass Genehmi-

gungsgegenstand nach § 6 AtG nicht die Aufbewahrung von einzelnen Behältern, sondern die Menge an Kernbrennstoffen ist. Die Genehmigungen nach § 6 AtG legen deshalb in erster Linie eine maximale Schwermetallmasse fest. Zwar sind die Anzahl der Behälterstellplätze und die Umstände ihrer Aufstellung von sicherheitstechnischer Bedeutung (z. B. Wärmebelastung, Abschirmung) – für den Genehmigungsumfang ist dies allerdings nur bedingt relevant. Die Antragsteller können grundsätzlich selbst bestimmen, in wie vielen Behältern die beantragte und genehmigte Menge abgebrannter Brennelemente aufbewahrt werden soll.

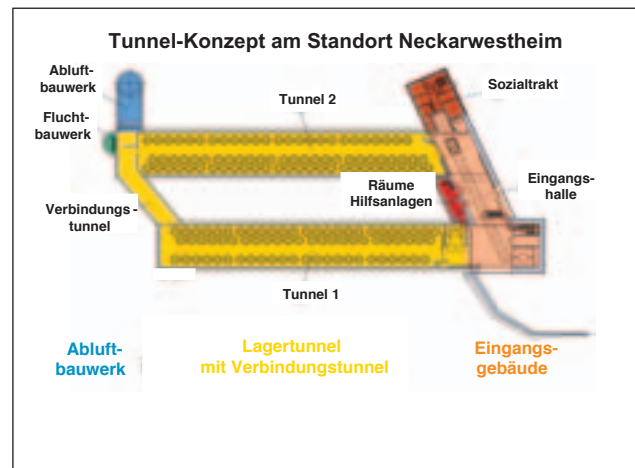
9.2 GRUNDKONZEPTE FÜR DEZENTRALE ZWISCHENLAGER

Die befristete Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente wurde an 12 Kernkraftwerksstandorten in 11 Lagerhallen, einem Tunnelsystem und in 4 Interimslagern genehmigt. Im Unterschied zur Nasslagerung werden die Brennelemente in Transport- und Lagerbehältern trocken aufbewahrt. Den Anträgen liegen drei Grundkonzepte zugrunde.

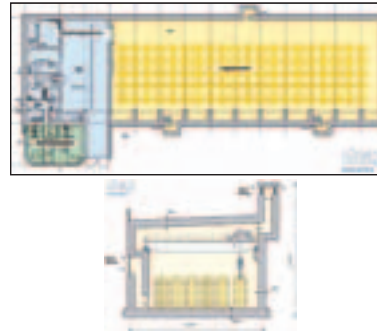
Hallenbauweise für Standort-Zwischenlager

Die Transport- und Lagerbehälter werden auf Stellplätzen in einem Lagergebäude stehend positioniert. Es gibt zwei Grundvarianten:

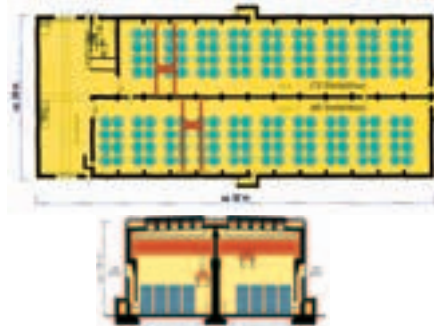
- Hallen nach dem „STEAG“-Konzept
Merkmal: dicke Betonstruktur, Wandstärke ca. 1,20 m, Deckenstärke ca. 1,30 m. Dadurch wird zusätzlich zur bestehenden Schutzfunktion der Behälter die Strahlung verringert, die an die Umgebung abgegeben wird. Es ist auch mechanisch stabil gegenüber sehr unwahrscheinlichen, auslegungsüberschreitenden Ereignissen wie z. B. einem Flugzeugabsturz. Das STEAG-Konzept ist neben Lingen für die fünf norddeutschen Standorte Brokdorf, Krümmel, Brunsbüttel, Grohnde und Unterweser/Esenshamm genehmigt. Das STEAG-Konzept haben die Antragsteller ursprünglich im Hinblick auf den zukünftigen Einsatz kostengünstigerer Behältergenerationen entwickelt. Während heute die Transport- und Lagerbehälter schon allein die Sicherheit bei Flugzeugabsturz gewährleisten, ist von den EVUs beabsichtigt, beim Einsatz zukünftiger Behälterbauarten gegebenenfalls von der dicken Betonstruktur beim STEAG-Konzept Kredit zu nehmen.
- Hallen nach dem „WTI“-Konzept
Wandstärke ca. 70 cm bzw. ca. 85 cm, Deckenstärke ca. 55 cm, angelehnt an die Konstruktion der Zwischenlager in Gorleben, Ahaus und Lubmin/Greifswald. Auch dieses Hallenkonzept bietet einen Schutz



Standort-Zwischenlager (STEAG-Konzept)



Standort-Zwischenlager (WTI-Konzept)



Varianten der Zwischenlager-Konzepte ; Tunnelkonzept am Standort Neckarwestheim; STEAG-Konzept an den Standorten Brokdorf, Brunsbüttel, Krümmel, Lingen, Grohnde, Unterweser/Esenshamm; WTI-Konzept an den Standorten Biblis, Grafenrheinfeld, Gundremmingen, Isar/Ohu, Philippsburg

vor Strahlung und erfüllt die Genehmigungsvoraussetzungen. Durch die Bauart der Behälter mit ihrer doppelten Dichtung sind sie in der Lage, den Strahlenschutz allein zu gewährleisten. Das WTI-Konzept ist für die fünf süddeutschen Standorte Biblis, Philippsburg, Grafenrheinfeld, Isar/Ohu und Gundremmingen genehmigt. Befürworter des WTI-Konzepts argumentieren, es habe sich bereits seit 13 Jahren bewährt, so dass auf der Basis langjähriger Betriebs-

erfahrungen auch technische und wirtschaftliche Optimierungen vorgenommen werden konnten.

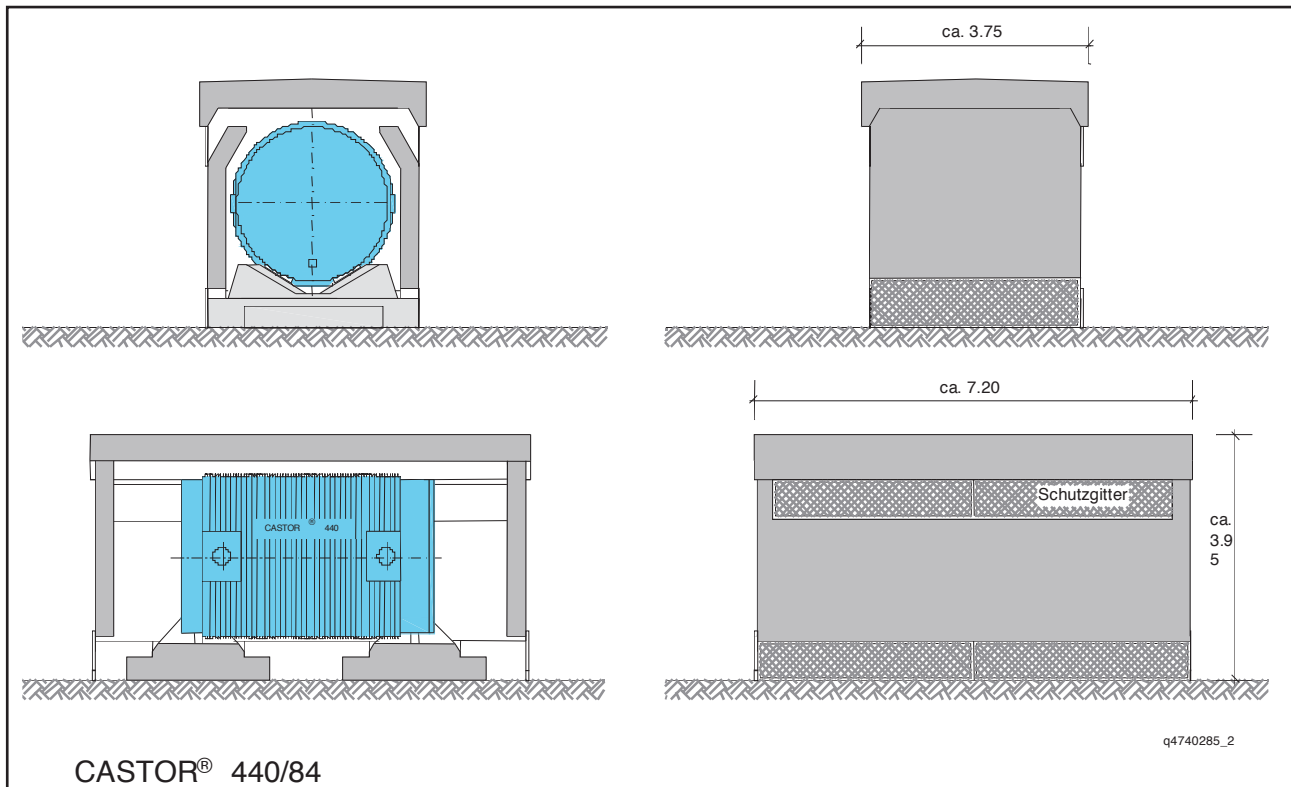
Der Sonderfall für das dezentrale Zwischenlager in Neckarwestheim ist in seiner Lage und den Höhenunterschieden des Geländes begründet. Das Zwischenlager wurde nach einem Tunnelkonzept entworfen. Zwei Tunnelröhren in dem am Standort befindlichen Berg aus Kalkgestein dienen als Lagerräume für die Behälter. Die Röhrenwände bestehen aus Spritzbeton, die Bodenplatte aus Stahlbeton.

Interimslager

Interimslager sind gekennzeichnet durch horizontal positionierte Transport- und Lagerbehälter in Einzel-Umhausungen aus Stahlbeton. Die Umhausungen dienen der zusätzlichen Abschirmung und dem Witterungsschutz. Sie haben keine mechanische Schutzfunktion im Sinne einer zusätzlichen Barriere. Da nur der Zeitraum bis zur Inbetriebnahme des Standort-Zwischenlagers überbrückt werden sollte, war eine beantragte Zahl von 12 bis 28 Stellplätzen charakteristisch.

Interimslager (IL)	Erteilung der Genehmigung nach § 6 AtG	Masse SM [Mg]	Stellplätze	Inbetriebnahme	Außerbetriebnahme
IL Biblis	20.12.2001	300	28	07.03.2002	12.09.2006
IL Krümmel	20.06.2003	120	12	05.08.2004	23.11.2006
IL Neckarwestheim	10.04.2001	250	24	10.04.2001	19.12.2006
IL Philippsburg	31.07.2001	250	24	31.07.2001	30.03.2007

Genehmigte Interimslager



Querschnitt durch CASTOR-Lagerung mit Umhausung

aYf_aU`Y4XYf4[YbY\ a][hYb4XYnYbh fU`Yb4ghUbXc f hA

g ^a uox ⁴ ~ ^{a4} 4 4	Vjv ⁴ 04 \y ⁰ @y ^{a4} 4	["uzya" |y]azyt ^{x4} Vu ^o y ^{"a4} 4	[«ox"y E E]a{ya4 Vu ^o y ^{"a4} 4	]0u"0c |«4 Vu ^o y ^{"a4} 4	d |}0 |!|0v«" {4 Vuxya ^{a4} k0 ^o ~ ^{a4} y E vy ["] {4	byw;u ["] @y ^{0a} |y}E4 Vuxya ^{a4} k0 ^o ~ ^{a4} y E vy ["] {4
	_y ⁰ 04 Vy ["] {0 ^a ~uYy4	`uox; "y ⁰ 04 gw |@y}oz«"~ ^{a4}	`uox; "y ⁰ 04 [0±v«" {4	b|yxy"u|w |vuw |04 `uox; "y ⁰ 04 `uox0 |«^a	`uox; "y ⁰ 04 _u"0c"« |y4	`uox; "y ⁰ 04 `«x0}{0v«" {4
[y ^a | E] {«a {	FF8DM8FDDG	EF8DF8FDDG	EM8EF8FDDG	FF8DM8FDDG	EM8EF8FDDG	FF8DM8FDDG
Xu ^a « E 4xy ⁰⁴ Y ["] @u ^a u ["] {0	FG8EF8EMMM4	FG8DF8FDD4	F 18DF8FDD4	FG8DF8FDD4	FD8EF8EMMM4	FD8EF8EMMM4
U ^a ~u{0 ^a y ⁰ ty ["] 4 4 4 4 4	f kY4d ⁴ 0y ["] 4U [04 f kY4f |y}0v"u« ^{a4} U [4 4 4 4	Y8cb4_y ["] 0; "uz ^{a4} [E v \ 4 4 4 4	f kY4d ⁴ 0y ["] 4U [04 Y8cb4_y ["] 0; "uz ^{a4} [E v \ 04 _y ["] 0; "uz ^{a4} y ["] i4 [«ox"y E E]a{ya4 [E v \ 4	Y8cb4_y ["] 0; "uz ^{a4} [E v \ 04 Y8cb4Vu ^o y ["] 04U [4 4 4 4	Y0vK4 _"uz ^{a4} y ["] i y4 U [4 4 4 4	[y E y}00w |uz ^{a4} 04 i y ["] 0; "uz ^{a4} y ["] i4 byw;u ["] 4 [E v \ 4 4 4 4
hyw |a}0w |y4 du"u E y ^a y ["] 4xy ["] 4 Y ["] @a{y ^a | E] {«a {4 4 4 4 4	EHD4h ⁴ 00y ^{a4} gw |@y" E y ^a ut ^{t4} ««"0 | "0a {0}w |4 vyu ^a ~u {0 ^a WEDD4 ^a =04 L 0 | ED ^{EM} 4VS4 U; 0}~}0 ^a 04 I 0G4a k4kA ["] E yA4 z"y}0y ^a ±«a {	LDD4h ⁴ 00y ^{a4} gw |@y" E y ^a ut ^{t4} ««"0 | "0a {0}w |4 vyu ^a ~u {0 ^a WED 1 D4 ^a =04 I ED ^{EM} 4VS4 U; 0}~}0 ^a 04 G 0I4a k4kA ["] E yA4 z"y}0y ^a ±«a {	EL 1 D4h ⁴ 00y ^{a4} gw |@y" E y ^a ut ^{t4} ««"0 | "0a {0}w |4 vyu ^a ~u {0 ^a WED 1 DD4 ^a =04 F 0H ED ^{FD} 4VS4 U; 0}~}0 ^a 04 J4a k4kA ["] E yA4 z"y}0y ^a ±«a {	E 1 DD4h ⁴ 00y ^{a4} gw |@y" E y ^a ut ^{t4} ««"0 | "0a {0}w |4 vyu ^a ~u {0 ^a WELDD4 ^a =04 E 0 | ED ^{FD} 4VS4 U; 0}~}0 ^a 04 J4a k4kA ["] E yA4 z"y}0y ^a ±«a {	EJDD4h ⁴ 00y ^{a4} gw |@y" E y ^a ut ^{t4} ««"0 | "0a {0}w |4 vyu ^a ~u {0 ^a WELDD4 ^a =04 E 0 | ED ^{FD} 4VS4 U; 0}~}0 ^a 04 J4a k4kA ["] E yA4 z"y}0y ^a ±«a {	EJDD4h ⁴ 00y ^{a4} gw |@y" E y ^a ut ^{t4} L 0G ED ^{EM} 4VS4 U; 0}~}0 ^a 04 G 0I4a k4kA ["] E yA4 z"y}0y ^a ±«a {4 4
U ["] a4xy ⁰⁴ u{y ["] 04 4 4 4 4 4 4 4	[yvA«xy4wuB4 <`CVC \=04 MF E CGL E CEL E4 kuox|0L 1wE4 Xyw; y|0 1wE4 <k h|A_ 00±y |^a =4 4 4 4 4	[yvA«xy4wuB4 <`CVC \=04 JF E CGL E CEL E4 kuox|0L 1wE4 Xyw; y|0 1wE4 <k h|A_ 00±y |^a =4 4 4 4 4	[yvA«xy4wuB4 <`CVC \=04 EDH E CGL E CEL E4 kuox|0L 1wE4 Xyw; y|0 1wE4 <k h|A_ 00±y |^a =4 4 4 4 4	[yvA«xy4wuB4 <`CVC \=04 MF E CGL E CEL E4 kuox|0L 1wE4 Xyw; y|0 1wE4 <k h|A_ 00±y |^a =4 4 4 4 4	[yvA«xy4wuB4 <`CVC \=04 MF E CGL E CEL E4 kuox|0K Dw E4 Xyw; y|0 1wE4 <k h|A_ 00±y |^a =4 4 4 4 4	n0y}4du"utty4 ~y"tu«zyoxy4 h«00y; "0 | "y004 wuB4MD E CLF E 4tu0a {4 EH E 4v" y}00EK E4 | 0w |4 E 04 | y" v}00x«a {0A 0«00y4 4 4 4 4
Vy |A ^t a y ["] A4 U0±u |04 «ox4h ⁰ |4 4 4 4 4 4	EG 1 4Vy |A ^t a y ["] 04 ±«aAw |0 ^{a4} WUghc f4jCEM4 4 4 4 4 4	LL4Vy |A ^t a y ["] 04 ±«aAw |0 ^{a4} WUghc f4jCEM4 4 4 4 4 4	EMF4Vy |A ^t a y ["] 04 ±«aAw |0 ^{a4} WUghc f4jC1F4 4 4 4 4 4	E 1 F4Vy |A ^t a y ["] 04 ±«aAw |0 ^{a4} WUghc f4jCEM4 WUghc f4jC1F4 4 4 4 4 4	E 1 F4Vy |A ^t a y ["] 04 ±«aAw |0 ^{a4} WUghc f4jCEM4 WUghc f4jC1F4 4 4 4 4 4	E 1 E4Vy |A ^t a y ["] 04 ±«aAw |0 ^{a4} WUghc f4jCEM4 4 4 4 4 4
`u{y" xu«y ["] 4 4	HD4^u | "y4uv4 Y}0tu {y" «a {4xy04 y ["] @y ^a 4Vy |A ^t a y ["] 0	HD4^u | "y4uv4 Y}0tu {y" «a {4xy04 y ["] @y ^a 4Vy |A ^t a y ["] 0	HD4^u | "y4uv4 Y}0tu {y" «a {4xy04 y ["] @y ^a 4Vy |A ^t a y ["] 0	HD4^u | "y4uv4 Y}0tu {y" «a {4xy04 y ["] @y ^a 4Vy |A ^t a y ["] 0	HD4^u | "y4uv4 Y}0tu {y" «a {4xy04 y ["] @y ^a 4Vy |A ^t a y ["] 0	HD4^u | "y4uv4 Y}0tu {y" «a {4xy04 y ["] @y ^a 4Vy |A ^t a y ["] 0
Y"0 ^a y ["] «a {0}04 Xy«a0w |tu0x	F 1 8AFJ8D 1 8FDDE4 FL8AFM8D 1 8FDDE	FD8AF8D 1 8FDDE4	DL8AF8ED8FDDE4 E 1 8ED8FDDE	EE8AEH8DM8FDDE4	FE8AFH8EE8FDDE4 FJ8EE8FDDE	DJ8ADL8EE8FDDE4
z"}0 ^a {y"yw |^a y4 Y}00y0x«a {y0	wuB4 1 LDD4	wuB4HH8 1 DD4	wuB4KJ8DD4	wuB4H 1 8DD4	wuB4GLDD4	wuB4G8 1 DD4
U«0ty {«a {4 }04»@0y ["] y}w |4 <Vya y}0} {«a {4 u04 i j d=4 4 4 4	FK8EF8FDDE4A4 FJ8DF8FDDF4 4 4 4 4	FK8EF8FDDE4A4 FJ8DF8FDDF4 4 4 4 4	FJ8EE8FDDE4A4 FL8DE8FDDF4 4 4 4 4	ED8DM8FDDE4A4 EF8EE8FDDE4 4 4 4 4	FK8EF8FDDE4A4 FJ8DF8FDDF4 4 4 4 4	FK8EF8FDDE4A4 FJ8DF8FDDF4 4 4 4 4
Y"0 ^a y ["] «a {0}04 a00w |y0	DM8DH8FDDF4	DM8DH8FDDF4	DM8DH8FDDF4	DM8DH8FDDF4	DM8DH8FDDF4	DM8DH8FDDF4
Y}00y0x«a {y0	wuB4F8LDD	wuB4G8DDD	wuB8FF8DDD	wuB8FJ8 1 DD	wuB4F8LDD	wuB4F8LDD
Vu«vy {0}00	DE8DG8FDDH	FF8DM8FDDG	FG8DL8FDDH	EH8DJ8FDDH	EK8D 1 8FDDH	EK8EE8FDDG
]0vya ["]]yv0u | E y	EL8D 1 8FDDJ	FK8DF8FDDJ	F 1 8DL8FDDJ	EF8DG8FDDK	EM8DG8FDDK	DJ8EF8FDDJ

>lg^auox⁴~^{a4}h⁰0w |y0tu {y"4u04tu«zyoxy^{a4} y["]0; "uz^{a4}y["] i y004xy4~0E4Vzg4{y0y | E} {0^a0«"xy000y |0y4 ["y}00utx0ox4cv"} { |y}E=

4n k]gW\Yb`U[Yf>

V`¥;x¥"z4 gw|ty@}{A4 ¥@y}a4	V`«@v0 ^a y4 gw|ty@}{A4 ¥@y}a4	__0E Ey4 gw|ty@}{A4 ¥@y}a4	`}a{ya4 b|yxy"uw|@ya4 4	[`¥|oxy4 b|yxy"uw|@ya4 4	i a ^a y"@y"y"C4 Y@ya@|uE E4 b|yxy"uw|@ya4	g ^a uax¥"a4 4 4
__y}@4 g ^a y}av«"f4	__y}@4 X|a|E u"uw|ya4	`uax i"y}@4 [yy@ ^a|uw|a4	g ^a ux ^a 4 `}a{ya<Y E@=4	`uax i"y}@4 \uE ytaAd°"E ¥a ^a 4	`uax i"y}@4 ky@y" E u@w|4	
FLBEBFDDG	FLBEBFDDG	EMBFBFDDG	DJBEBFDDF	FDBFBFDDF	FFBDMBDDG	[yay|E]{«a{
FDBFBEMMM4	GD ^B E ^B EMMM4	GD ^B E ^B EMMM4	FFBFBEMML4	FD ^B E ^B EMMM4	FD ^B E ^B EMMM4	Xu ^a «E4xy@4 Y"« ^a u ^a a"u{©
Y8cb4_y"i"uz ^a 4 [E v\4_y"i"uz ^a A4 @y"iA¥"i x¥"z4 [E v\4:4WcB¥\ [4 4 4	__y"i"uz ^a @y"i4 V`«@v0 ^a y4 [E v\4:4WcB¥\ [4 4 4	__y"i"uz ^a @y"i4 __0E Ey4 [E v\4:4WcB¥\ [4 4 4	__y"i"uz ^a @y"i y4 `}}i|yAYE@4[E v\4 4 4 4 4	Y8cb4_y"i"uz ^a 4 [E v\4[yE y]aA4 @w|uz ^a @i"uz ^a @y"i4 [`¥|oxy4[E v\4 :4WcB¥\ [4[yE y]aA4 @w|uz ^a @i"uz ^a @y"i4 ky@y"4[E v\4	Y8cb4_y"i"uz ^a 4 [E v\4 4 4 4 4	Ua ^a "u{© ^a yty"4 4 4 4 4 4
EDDD4h¥aaya4 gw|@y" E y ^a utt4 «"0|"0a{t}w|4 vyu ^a "u{ ^a WEFDD4 ^a =4 I|I`ED ^{EM} 4VVS4 U i a)-j ^a A ^a 4 GkI4a k4kA" E yA4 z"y}@y ^a ±«a{	HI D4h¥aaya4 gw|@y" E y ^a utt4 «"0|"0a{t}w|4 vyu ^a "u{ ^a WEI DD4 ^a =4 J`ED ^{EM} 4VVS4 U i a)-j ^a A ^a 4 F4a k4kA" E yA4 z"y}@y ^a ±«a{	KKI4h¥aaya4 gw|@y" E y ^a utt4 «"0|"0a{t}w|4 vyu ^a "u{ ^a WEI DD4 ^a =4 D|M J`ED ^{ED} 4VVS4 U i a)-j ^a A ^a 4 G4a k4kA" E yA4 z"y}@y ^a ±«a{	EF I D4h¥aaya4 gw|@y" E y ^a utt4 «"0|"0a{t}w|4 vyu ^a "u{ ^a WEI DD4 ^a =4 J|M`ED ^{EM} 4VVS4 U i a)-j ^a A ^a 4 HkI4a k4kA" E yA4 z"y}@y ^a ±«a{	E DDD4h¥aaya4 gw|@y" E y ^a utt4 «"0|"0a{t}w|4 vyu ^a "u{ ^a WEFDD4 ^a =4 I|I`ED ^{EM} 4VVS4 U i a)-j ^a A ^a 4 GkI4a k4kA" E yA4 z"y}@y ^a ±«a{	LDD4h¥aaya4 gw|@y" E y ^a utt4 «"0|"0a{t}w|4 vyu ^a "u{ ^a WEI DD4 ^a =4 H|H`ED ^{EM} 4VVS4 U i a)-j ^a A ^a 4 G4a k4kA" E yA4 z"y}@y ^a ±«a{	hyw|a}w|y4 du"uE y ^a y"4xy"4 Y"« ^a {yay|E]{«a{4 4 4 4 4
[yvA«xy4wuB4 <`CVC\=H MG E CFK E CFH E4 kuax|W ^E FDw E4 Xyw j y|W ^E GDw E4 <ghYU [A_¥a±y|^a =4 4 4 4 4	[yvA«xy4wuB4 <`CVC\=H LG E CFK E CFG E4 kuax|W ^E FDw E4 Xyw j y|W ^E GDw E4 <ghYU [A_¥a±y|^a =4 4 4 4 4	[yvA«xy4wuB4 <`CVC\=H LL E CFK E CFG E4 kuax|W ^E FDw E4 Xyw j y|W ^E GDw E4 <ghYU [A_¥a±y|^a =4 4 4 4 4	[yvA«xy4wuB4 <`CVC\=H EED E CFK E CFD E4 kuax|W ^E FDw E4 Xyw j y|W ^E GDw E4 <ghYU [A_¥a±y|^a =4 4 4 4 4	[yvA«xy4wuB4 <`CVC\=H MG E CFK E CFH E4 kuax|W ^E FDw E4 Xyw j y|W ^E GDw E4 <ghYU [A_¥a±y|^a =4 4 4 4 4	[yvA«xy4wuB4 <`CVC\=H LD E CFK E CFH E4 kuax|W ^E FDw E4 Xyw j y|W ^E GDw E4 <ghYU [A_¥a±y|^a =4 4 4 4 4	U"4xy@4`u"y"04 4 4 4 4 4
EDD4Vy|A ^a y"4 ±«aAw|@^a 4 WUghc f4jCEM4 4 4 4 4 4	LD4Vy|A ^a y"4 ±«aAw|@^a 4 WUghc f4jC I F4 4 4 4 4 4	LD4Vy|A ^a y"4 ±«aAw|@^a 4 WUghc f4jC I F4 4 4 4 4 4	EF I4Vy|A ^a y"4 ±«aAw|@^a 4 WUghc f4jCEM4 4 4 4 4 4	EDD4Vy|A ^a y"4 ±«aAw|@^a 4 WUghc f4jCEM4 4 4 4 4 4	LD4Vy|A ^a y"4 ±«aAw|@^a 4 WUghc f4jCEM4 4 4 4 4 4	Vy|A ^a y"4 Ua±u|@4 ««4h"4 4 4 4 4 4
HD4^u|"y4uv4 Y}a tu{y"«a{4xy@4 y"« ^a ya4Vy|A ^a y"0	HD4^u|"y4uv4 Y}a tu{y"«a{4xy@4 y"« ^a ya4Vy|A ^a y"0	HD4^u|"y4uv4 Y}a tu{y"«a{4xy@4 y"« ^a ya4Vy|A ^a y"0	HD4^u|"y4uv4 Y}a tu{y"«a{4xy@4 y"« ^a ya4Vy|A ^a y"0	HD4^u|"y4uv4 Y}a tu{y"«a{4xy@4 y"« ^a ya4Vy|A ^a y"0	HD4^u|"y4uv4 Y}a tu{y"«a{4xy@4 y"« ^a ya4Vy|A ^a y"0	`u{y"xu«y"4 4
DG8ADH8D I8FDDE4	EH8AE I8D I8FDDE4	F I8AFL8D J8FDDE4	E I8AEL8EF8EMMM4 FD8EF8EMMM	DK8ADM8D J8FDDE4	EH8AE J8D J8FDDE4 EL8AF8D8D J8FDDE	Y" D"ay"«a{4}a4 Xy« ^a @w|tuax
wu8AE8KDD4	wu8AF8GDD4	wu8A I8KDD4	wu8AG8FDD4	wu8AM8JDD4	wu8AE8KHDD4	z"}@ ^a {y"yw|ay4 Y}a}yax«a{ya
4A4 4 4 4 4 4	4A4 4 4 4 4 4	4A4 4 4 4 4 4	4A4 4 4 4 4 4	4A4 4 4 4 4 4	4A4 4 4 4 4 4	U«@ty{«a{4 }a4»@ay"y}w|4 <Vya}4}{«a{4 u«4 i j d=4 4 4
4A4	4A4	4A4	4A4	4A4	4A4	Y" D"ay"«a{4 }a4a0aw|ya
4A	4A	4A	4A	4A	4A	Y}a}yax«a{ya
D I8DH8FDDH	DK8ED8FDDG	FG8DH8FDDH	EL8ED8FDDD	ED8EB8FDDG	EM8DE8FDDH	Vu«y}{aa
D I8DG8FDDK	D I8DF8FDDJ	EH8EB8FDDJ	ED8EF8FDDF	FK8DH8FDDJ	EL8DJ8FDDK	]avy"jyvau|Ey



Jeder einzelne Transport- und Lagerbehälter erhält im Interimslager (hier in Neckarwestheim) eine mobile Umhausung. Zur Abschirmung der Gamma- und Neutronenstrahlung sowie als Witterungsschutz dienen Stahlbeton-Fertigteile, die mit Lüftungsschlitzen zur Wärmeabfuhr versehen sind.

Aus sicherheitstechnischer Sicht besteht kein Unterschied hinsichtlich der Anforderungen an dezentrale und zentrale Zwischenlager. Bei dezentralen Lagern müssen jedoch zusätzlich eventuelle Wechselwirkungen mit dem benachbarten Kernkraftwerk geprüft werden.

9.3 VORAUSSETZUNGEN FÜR GENEHMIGUNGEN NACH § 6 ATG

Nach § 6 Abs. 3 Atomgesetz (AtG) in Verbindung mit § 6 Abs. 2 ist die Genehmigung zur Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in einem Zwischenlager an die Erfüllung folgender Voraussetzungen gebunden:

1. Zuverlässigkeit des Antragstellers und der für die Leitung und Beaufsichtigung der Aufbewahrung verantwortlichen Personen und die erforderliche Fachkunde der für die Leitung und Beaufsichtigung der Aufbewahrung verantwortlichen Personen.
2. Erforderliche Vorsorge gegen Schäden nach dem Stand von Wissenschaft und Technik.
3. Erforderliche Vorsorge für die Erfüllung gesetzlicher Schadensersatzverpflichtungen.
4. Erforderlicher Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter.

Mit Inkrafttreten der Novellierung des AtG am 27.04.2002 besteht für die Betreiber von Kernkraftwerken die Pflicht, standortnahe Zwischenlager einzurichten (§ 9a Abs. 2 AtG), so dass hier der Nachweis eines Bedürfnisses als Genehmigungsvoraussetzung entfällt.

Die Zwischenlagerung ist erforderlich, solange ein Endlager für radioaktive Abfälle nicht existiert. Die Pflicht zur Zwischenlagerung obliegt nach § 78 Strahlenschutzverordnung denjenigen, die nach Errichtung eines Endlagers Ablieferungspflichtige sind. Es liegt daher in der Verantwortung und Entscheidung der Kernkraftwerksbetreiber, wie sie die Zwischenlagerung organisieren. In der Vergangenheit wurden zentrale Zwischenlager errichtet. Nach Gesprächen mit der Bundesregierung verständigten sich die Kraftwerksbetreiber auf eine neue Entsorgungskonzeption. Seit Ende 1998 wurde für nahezu jeden Atomkraftwerksstandort ein Antrag auf Genehmigung eines standortnahen Zwischenlagers gestellt. Damit haben die Betreiber den vereinbarten und mit der AtG-Novelle vorgeschriebenen Übergang von der zentralen auf eine dezentrale Zwischenlagerung auf den Weg gebracht. Die eingegangenen Anträge waren zu prüfen und zu bescheiden – ohne Berücksichtigung andernorts eventuell bestehender zentraler Zwischenlagermöglichkeiten.

Die gegen die Genehmigungen erhobenen Klagen von Anwohnern sind größtenteils mit Entscheidungen des Bundesverwaltungsgerichtes beendet. Die Genehmigungen sind daher mit wenigen Ausnahmen abschließend gerichtlich überprüft. Die baulichen Konzepte müssen für den geplanten Zweck angemessen sein. Sie haben mehrere Funktionen zu erfüllen. Insbesondere tragen sie zur Abschirmung der Strahlung bei, stellen einen Witterungsschutz dar und sind eine zusätzliche Sicherungsmaßnahme für die Aufbewahrung der Kernbrennstoffe.

Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Öffentlichkeitsbeteiligung prüfte das BfS auch mit Hilfe externer Sachverständiger die Erfüllung der Genehmigungsvoraussetzungen nach § 6 AtG. Damit wird der Sicherheit der Bevölkerung und der Minimierung von Risiken Rechnung getragen. Der zeitliche Verlauf der Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen hing wesentlich davon ab, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Qualität der Antragsteller seine Antrags- und Prüfunterlagen vorlegte. Für den umfangreichsten Prüfkomplex, die Prüfung der „Vorsorge gegen Schäden nach dem Stand von Wissenschaft und Technik“ waren folgende Nachweise zu erbringen:

- Sicherer Einschluss des radioaktiven Inventars,
- ausreichende Abschirmung gegen Strahlung,
- Kritikalitätssicherheit,
- ausreichende Abfuhr der Zerfallswärme.

Der Schutz gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD) erfolgt durch staatliche und technische Maßnahmen sowie durch das Sicherungspersonal. Die Anlagensicherung und die Prüfergebnisse werden wegen der Natur der Sache vertraulich behandelt. Deshalb sind Aussagen des Sicherheitsberichts sowie die Gutachten zur Anlagensicherung der Öffentlichkeit nur begrenzt zugänglich. Die Genehmigungsbescheide wurden erst nach dem Vorliegen der wesentlichen Prüfergebnisse erarbeitet. Die Genehmigungen waren zu erteilen – juristisch eine so genannte „gebundene Entscheidung“, da die Voraussetzungen erfüllt waren. Hier hat die Genehmigungsbehörde keinen Ermessensspielraum im Hinblick auf die Genehmigungserteilung.

9.4 UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG

Neben der atomrechtlichen Genehmigung nach § 6 AtG ist für Zwischenlager als bauliche Anlage auch eine Baugenehmigung entsprechend der jeweiligen Landesbauordnung erforderlich. Beide Verfahren erfordern bei einer Antragstellung nach dem 15.03. 1999 auch eine einheitliche Umweltverträglichkeits-

prüfung (UVP) auf der Grundlage des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) und die UVP-Änderungsrichtlinie 97/11/EG vom 03. März 1997. Bei diesen neueren Genehmigungsverfahren wurde erstmals im Zusammenhang mit der Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente nach § 6 AtG eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt. Sie prüft Auswirkungen des Vorhabens auf Menschen, Tiere und Pflanzen und deren Lebensraum sowie auf Boden, Wasser, Luft und Klima. Auch mögliche Auswirkungen auf Landschaft und Kulturgüter sowie Wechselwirkungen sind zu berücksichtigen. Da die UVP-Pflichtigkeit aus der Aufbewahrung von Kernbrennstoffen und nicht aus einem baulichen Eingriff durch die Errichtung einer Halle resultiert, nimmt das BfS die Funktion einer federführenden Behörde nach der Vorgabe des § 14 Abs. 1 UVPG wahr. Dadurch werden baulich bedingte und strahlenbedingte Umweltauswirkungen einheitlich berücksichtigt. In den bisherigen Zwischenlagerverfahren hatten die Antragsteller bereits vorsorglich eine Umweltverträglichkeitsuntersuchung vorgenommen. Deshalb wurde von einem Scoping-Termin im Sinne eines Ausnahme-Tatbestandes abgesehen – auch weil ein Scoping-Termin mit der verfahrensleitenden Behörde, dem Antragsteller und Sachverständigen ausschließlich der frühzeitigen Klärung des Untersuchungsrahmens dient und nicht der Behandlung von Einwendungen gegen ein Vorhaben. Gleichwohl hat das BfS im Hinblick auf die Festlegung von Gegenstand, Methoden und Umfang der Umweltverträglichkeitsprüfung neben den zuständigen Bau- und Umweltaufwachtsbehörden der Länder auch die nach § 29 Bundesnaturschutzgesetz anerkannten Naturschutzverbände beteiligt.

9.5 GRENZÜBERSCHREITENDE UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG: BETEILIGUNG DER REPUBLIK ÖSTERREICH

Im Rahmen der Genehmigungsverfahren hat die Bundesrepublik Deutschland erstmals eine grenzüberschreitende Umweltverträglichkeitsprüfung für eine kerntechnische Anlage durchgeführt und damit Neuland im europäischen Umweltrecht betreten. Die Republik Österreich wurde auf ihren Antrag hin im Rahmen der grenzüberschreitenden Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) an den Genehmigungsverfahren für die Standort-Zwischenlager Biblis, Grafenrheinfeld, Gundremmingen, Isar/Ohu, Neckarwestheim und Philippsburg beteiligt, da sie die Position vertrat, dass gravierende Auswirkungen der Vorhaben auf das Gebiet Österreichs nicht völlig auszuschließen seien.

Zwischen dem BfS und der österreichischen Bundesregierung fanden auf der Grundlage von § 8 Abs. 2 des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung



Anhörung der Einwender aus Österreich im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung. Im Vordergrund: Vertreter der Republik Österreich und österreichischer Bundesländer

und § 7a Abs. 3 der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung Konsultationen statt. Sie dienten im Wesentlichen dem Informationsaustausch und der Abstimmung des weiteren Vorgehens bei der grenzüberschreitenden UVP.

In der Republik Österreich lagen die Antragsunterlagen separat öffentlich aus. Im April 2002 wurde in München eine gemeinsame Anhörung für die sechs Verfahren zur Erörterung der 22 000 eingereichten Einwendungen durchgeführt. Auch konnte die Republik Österreich zu den jeweils vorab überreichten Bescheidsentwürfen Stellungnahmen abgeben. Die erteilten atomrechtlichen Genehmigungen wurden auch in Österreich bekannt gemacht und in mehreren Bundesländern ausgelegt.

9.6 TECHNISCHE ANFORDERUNGEN AN DEZENTRALE ZWISCHENLAGER

Leitlinien der Reaktor-Sicherheitskommission als technische Bewertungsgrundlage

Die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) hat als beratendes Gremium des Bundesumweltministeriums im Sommer 2000 Anforderungen an dezentrale Zwischenlager analysiert und im März 2001 „Sicherheits-technische Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in Behältern“ beschlossen. Die darin enthaltenen Anforderungen bilden eine wesentliche Beurteilungsgrundlage in den Genehmigungsverfahren für die dezentrale Zwischenlagerung.

Einhaltung der Schutzziele

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens muss vom Antragsteller der Nachweis erbracht werden, dass die im Atomgesetz festgelegten Genehmigungsvoraussetzungen erfüllt sind. Für den umfangreichen Komplex der Prüfung der „Vorsorge gegen Schäden nach dem Stand von Wissenschaft und Technik“ muss die Einhaltung der bereits im Kapitel 9.3 erwähnten Schutzziele nachgewiesen werden.

• Sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe

Beim Konzept der trockenen Zwischenlagerung muss grundsätzlich der Behälter den sicheren Einschluss des radioaktiven Inventars gewährleisten. Daraus lassen sich Anforderungen an die Dichtfunktion der Behälter ableiten. Diese darf über die gesamte Lagerdauer nicht beeinträchtigt werden, damit radioaktive Freisetzungen ausgeschlossen bleiben. In den bisherigen Zwischenlagern stellen die verwendeten Behältertypen im Bereich ihres Doppel-Deckelsystems eine Doppelbarriere dar. Die Dichtheit dieser Behälter wird im Lager regelmäßig überprüft. Für den als sehr unwahrscheinlich berechneten Fall des gleichzeitigen Undichtwerdens beider Dichtungen besteht gleichwohl aufgrund der technischen Auslegung nicht die Gefahr wesentlicher Emissionen. Für den Fall des Undichtwerdens der Primär- oder der Sekundärdeckeldichtung besteht die Möglichkeit der Reparatur in der Wartungsstation des Zwischenlagers, wo ein weiterer Deckel (Fügedeckel) aufgeschweißt und damit die Funktion des Doppeldeckeldichtsystems wieder hergestellt werden kann. Eine Reparatur der Sekundärdeckeldichtung ist ebenfalls in der Behälterwartungsstation möglich. Alternativ kann die direkte

Reparatur der Primärdeckeldichtung auch im Reaktorgebäude vorgenommen werden. Für diese Reparaturfälle sind somit keine Transporte erforderlich, die aus dem Kraftwerksgelände herausführen.

- **Sichere Einhaltung der Unterkritikalität (Kritikalitätssicherheit)**

Bei der trockenen Aufbewahrung von Kernbrennstoffen darf es nicht zur Kritikalität, d. h. nicht zu einer sich selbst erhaltenden Kettenreaktion der Kernbrennstoffe kommen. Wie auch bei den anderen Schutzzielen hatten die Antragsteller im Genehmigungsverfahren den Nachweis zu erbringen, dass diese Anforderung erfüllt wird. Eine Kritikalität wird durch die Konstruktion der verwendeten Behälter ausgeschlossen. Die Anordnung der Brennelemente im Brennelementkorb mit Neutronen absorbierendem Material erfolgt in einer hierfür geeigneten Geometrie.

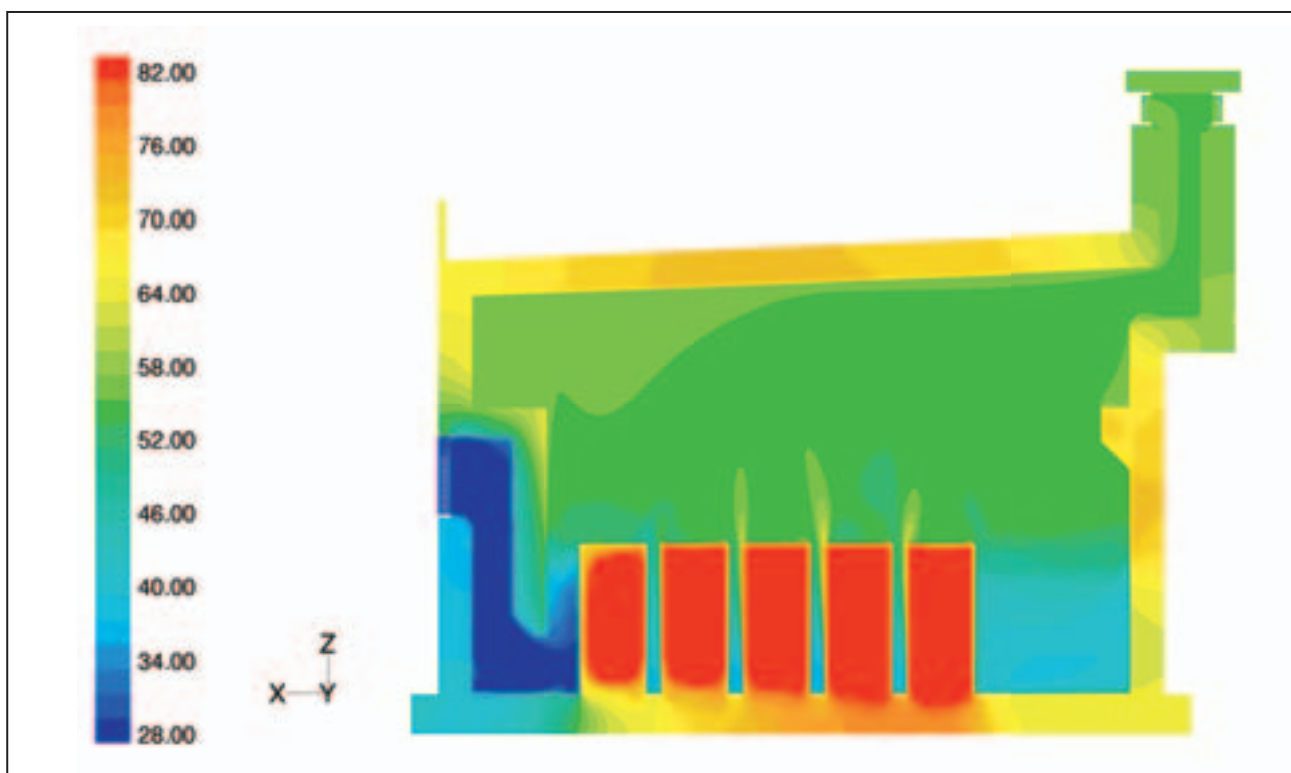
- **Sichere Abfuhr der Zerfallswärme**

Auch nach der Abschaltung des Reaktors oder nach der Entladung der Brennelemente aus dem Reaktor entwickeln die abgebrannten Brennelemente durch den weiter andauernden radioaktiven Zerfall noch Wärme. Diese vom radioaktiven Inventar ausgehende Wärme muss sicher abgeführt werden. Sonst besteht die Gefahr, dass das zur Abschirmung eingesetzte Moderator material Schaden erleidet oder die Dichtigkeit des Behälters nicht zu gewährleisten ist. Der Wärmetransport findet vom Inventar über den Behälter an die Umgebung bzw. die den Behälter umge-

bende Luft statt. Die erwärmte Luft wird durch die Öffnungen im Bereich des Daches der Lagerhalle nach außen abgeführt. Dabei strömt Luft von außen über Lüftungsöffnungen in den Lagerbereich nach. Insgesamt erfolgt die Wärmeabfuhr passiv nach dem Prinzip der Naturzuglüftung. Die Anzahl der in der jeweiligen Lagerhalle gelagerten Behälter ist begrenzt. Die Anordnung der Behälter in der Lagerhalle erfolgt nach einem festgelegten Schema. Dies gewährleistet die sichere Wärmeabfuhr unter allen am Standort zu unterstellenden klimatischen Bedingungen.

- **Begrenzung der Strahlenexposition, Abschirmung**

Vom radioaktiven Inventar geht ionisierende Strahlung aus, die für Mensch und Umwelt eine Gefährdung darstellen kann. Die einzuhaltenden Grenzwerte der Strahlenexposition für die Bevölkerung und die Umwelt sind in der Strahlenschutzverordnung festgelegt. Die gesamte Strahlenexposition, die im Betrieb von einer kerntechnischen Anlage ausgeht, darf gemäß § 46 Abs. 1 der Strahlenschutzverordnung eine effektive Dosis von 1 Millisievert pro Jahr (1 mSv/a) für Einzelpersonen der Bevölkerung nicht überschreiten. Hierbei müssen der Beitrag des benachbarten Kernkraftwerks sowie die radiologische Vorbelastung durch andere Anlagen und Einrichtungen mit eingerechnet werden. Darüber hinaus gilt das Minimierungsgebot des § 6 Abs. 2 der Strahlenschutzverordnung, das entsprechende Maßnahmen verlangt, um die Strahlenexposition auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.



Naturzug-Lüftung über Lüftungsschlitze

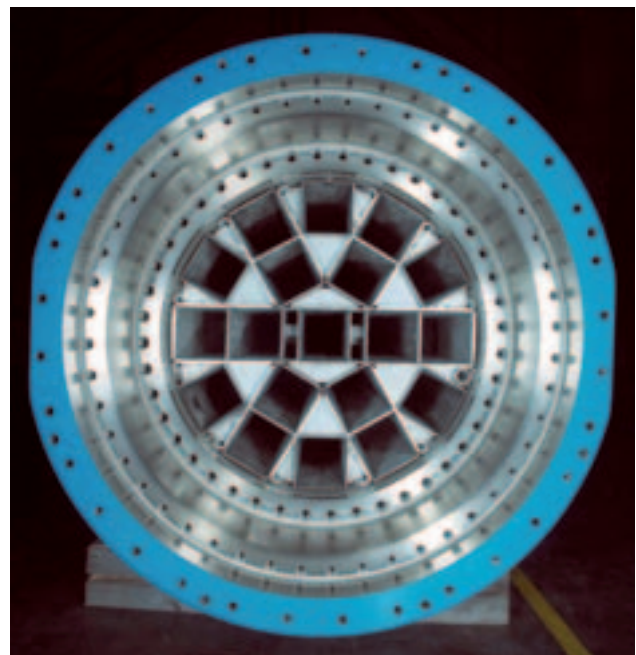
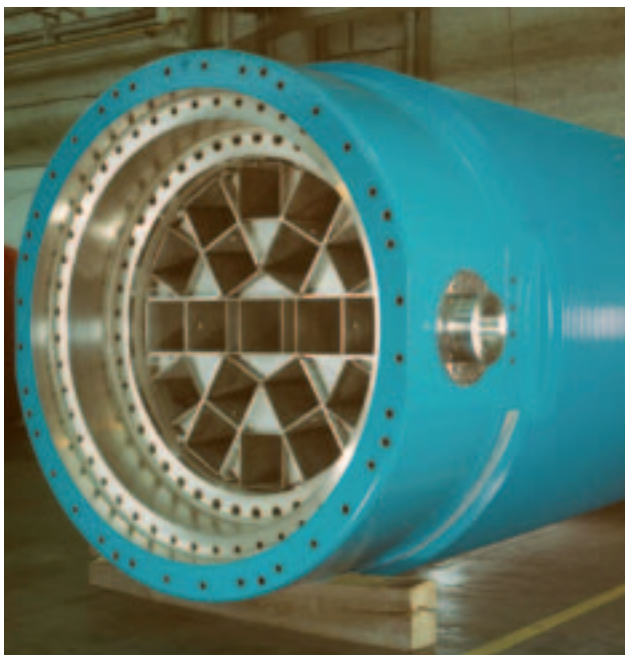
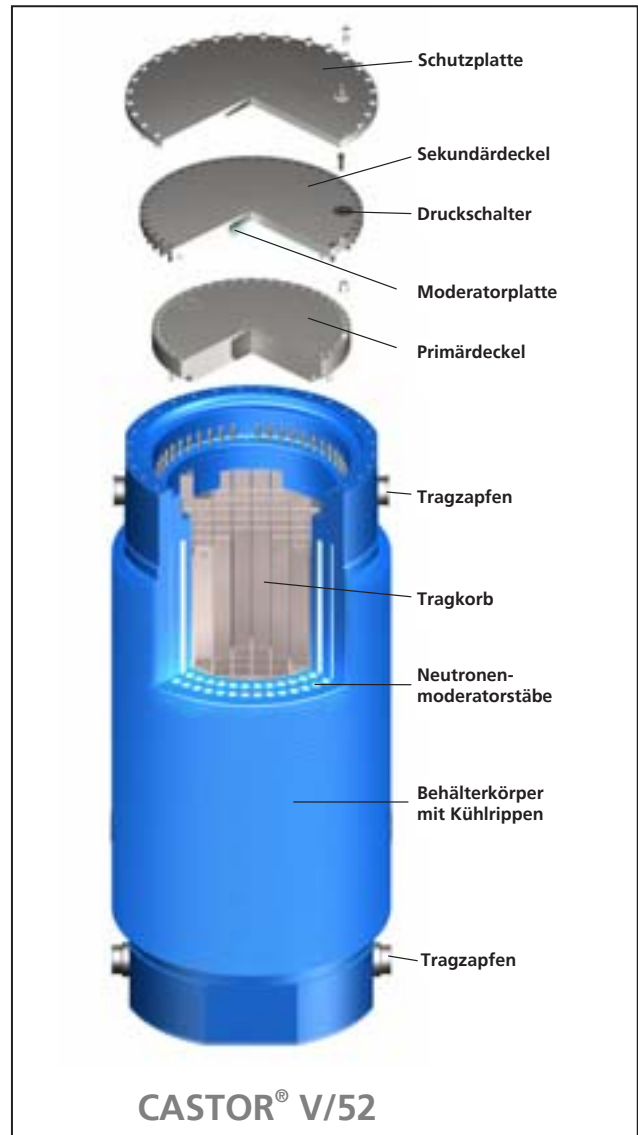
Der überwiegende Anteil der Strahlung wird vom Behälter selbst durch dicke Wänden mit eingebauten Moderatorenstäben abgeschirmt. Darüber hinaus wird durch die abschirmende Wirkung der Betonstrukturen des Zwischenlagergebäudes eine Verringerung der Strahlenexposition für die Bevölkerung bewirkt mit dem Ergebnis, dass die Grenzwerte des § 46 der Strahlenschutzverordnung durch die von den dezentralen Zwischenlagern verursachten effektiven Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung deutlich unterschritten werden.

• **Weitere Anforderungen**

Die Anlage muss auch gegen Störfälle ausgelegt sein. Selbst für unwahrscheinliche, auslegungsüberschreitende Ereignisse (wie z. B. einen Flugzeugabsturz auf ein Zwischenlager) sind verhältnismäßige Maßnahmen vorzusehen, um die möglichen Auswirkungen so gering wie möglich zu halten (Kap. 9.9). Die Einhaltung der Schutzziele muss für die gesamte Dauer der Aufbewahrungsgenehmigung nachgewiesen werden. Der sichere Betrieb des Zwischenlagers muss auch dann gewährleistet sein, wenn das benachbarte Kernkraftwerk bereits stillgelegt ist.

9.7 BEHÄLTERKONZEPT

Transport- und Lagerbehälter für abgebrannte Brennelemente oder Glaskokillen mit Abfällen aus der Wiederaufarbeitung enthalten hochradioaktives Inventar, das Alpha-, Beta-, Gamma- und Neutronenstrahlung aussendet. Um die mit der Aufbewahrung verbundenen Gefahren und schädlichen Wirkungen ionisie-



CASTOR® V/19 geöffnet: Die Einhaltung der Schutzziele - Unterkritikalität, sicherer Einschluss, Abschirmung und Wärmeabfuhr - muss durch die Konstruktion der verwendeten Behälter gewährleistet sein.

Hallenkran nimmt Behälter zum Transport
in den Lagerbereich auf.

CASTOR HAW 20/28 CG wird mit Hallenkran im Empfangsbereich des
zentralen Zwischenlagers Gorleben vom Straßentransporter gehoben.



Die Auslegung des Zwischenlagers umfasst den bestimmungsgemäßen Betrieb sowie Störfälle. Hier sind Handlungsabläufe im Transportbehälterlager Gorleben abgebildet.

render Strahlung für Leben, Gesundheit und Sachgüter bestmöglich zu begrenzen, sind umfangreiche Schutzvorkehrungen zu treffen. Die für Transport und Lagerung genutzten Behälter müssen den in Kapitel 9.3 genannten internationalen Schutzziele genügen:

- Keine unzulässige Freisetzung des radioaktiven Inventars (weder im Normalbetrieb, noch bei Störfällen).
- Begrenzung der von den radioaktiven Stoffen ausgehenden ionisierenden Strahlung.
- Ausschluss des Entstehens einer kritischen Anordnung.
- Abfuhr der beim radioaktiven Zerfall entstehenden Wärme.

Transport- und Lagerbehälter, in denen die abgebrannten Brennelemente in Zwischenlagern aufbewahrt werden, müssen verkehrsrechtlich zugelassen sein.

Die Eignung als Transportbehälter wird in einer „Typ B (U)“-Prüfung festgestellt. Dazu müssen sie im verkehrsrechtlichen Zulassungsverfahren verschiedene Anforderungen erfüllen. Die für die Untersuchung thermischer und mechanischer Belastungen zuständige Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) prüft 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 °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 Transportbehältern mit abgebrannten Brennelementen.

Angesichts der Gefährdungen bei nicht völlig auszuschließenden Transportunfällen ist kritisiert worden, dass Nachweise zur Behältersicherheit statt experimentell auf einem Prüfstand auch durch Berechnungen, Ähnlichkeitsbetrachtungen oder Versuche an verkleinerten Modellen erbracht werden können. So haben mit den nach 1982 entwickelten und vorrangig eingesetzten CASTOR-Typen in Deutschland keine praktischen Versuche zum direkten Nachweis der Einhaltung der Belastungsanforderungen mehr stattgefunden, sondern lediglich solche mit Behältern anderer Bauarten. Allein schon aus Akzeptanzgründen ist es sinnvoll, die Praxis zu überprüfen und gegebenenfalls nachträgliche Fallversuche, Erhitzungsprüfungen und Eintauchversuche an Originalbehältern vorzunehmen.

CASTOR

Der Behälterkörper besteht aus ca. 40 cm dickem Gusseisen, vermischt mit Kugelgraphit. An den Außenwänden befinden sich Kühlrippen zur Wärmeabfuhr. In die Wand der Behälter sind axiale Bohrungen eingebracht, die mit Kunststoff – so genannten Moderatoren – aufgefüllt werden. Dadurch wird die Abschirmung der Neutronenstrahlung erhöht. Die Oberfläche des Behälters ist mit einem mehrschichtigen Farbanstrich versehen, der gut zu reinigen (zu „dekontaminieren“) ist.

Behälter der Bauart CASTOR V verfügen über ein Doppeldeckelsystem aus einem massiven Primärdeckel (255 mm dick) und aus einem ebenfalls massiven Sekundärdeckel (95 mm dick). Beide sind aus Edelstahl gefertigt. Mit dem Behälterkörper werden sie fest verschraubt. Zwei metallische Dichtungen sollen gewährleisten, dass der CASTOR technisch dicht verschlossen ist.

Ob die Behälter auch für eine jahrzehntelange Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in Zwischenlagern geeignet sind, muss zusätzlich jeweils in den

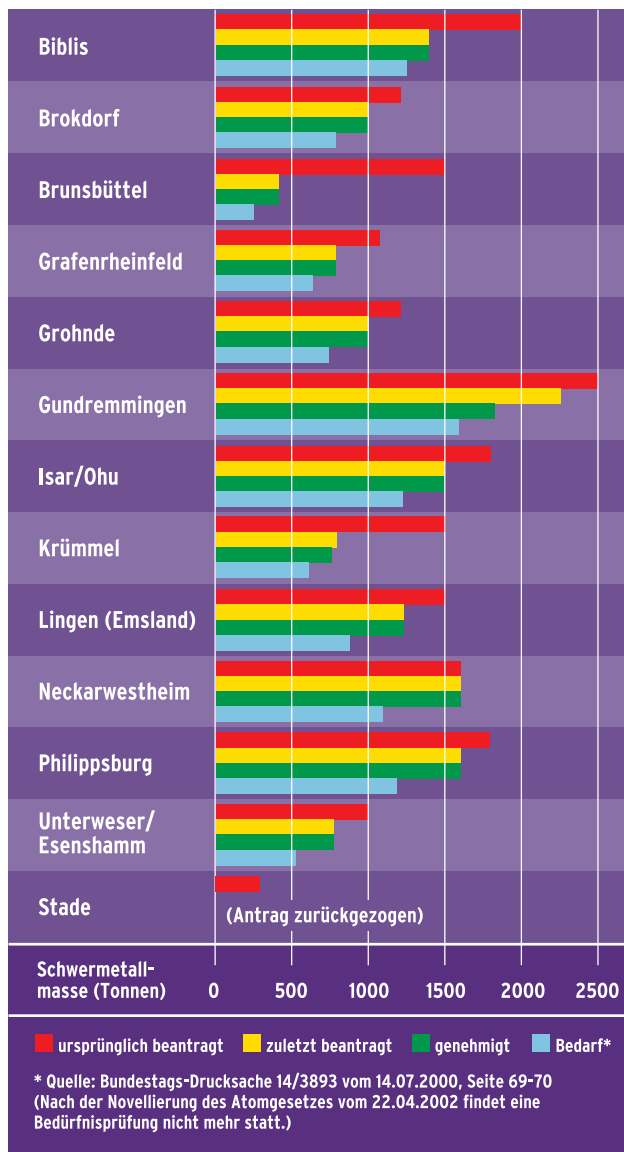


CASTOR-Behälter nach dem Ausschleusen aus dem Reaktorgebäude beim Umladen auf einen Transportwagen mit Hilfe eines Portalkrans. CASTOR steht für „CAsk for Storage and Transport Of Radioactive Material“.

Genehmigungsverfahren nach § 6 AtG dargestellt und geprüft werden. Das Deckelsystem ist hierbei von entscheidender Bedeutung. Beim Doppeldeckelsystem wird die Dichtheit im Lager regelmäßig überprüft.

9.8 ÜBERBLICK ÜBER BEANTRAGTE UND GENEHMIGTE KAPAZITÄTEN

Im Rahmen der Genehmigungsverfahren reduzierten die Antragsteller die ursprünglich beantragten Schwermetallmassen teilweise erheblich. Die genehmigten Werte decken sich nicht mit dem rechnerischen Bedarf, da das Atomgesetz die Übertragung von Reststrommengen auf andere Kraftwerke ermöglicht und keine Bedarfsprüfung als Genehmigungskriterium vorsieht. Der ursprünglich auch für das Atomkraftwerk Stade gestellte Antrag auf ein Zwischenlager wurde bereits vor dem beabsichtigten Produktionsende zurückgezogen.



Antragswerte für die Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente (in Tonnen Schwermetall), prognostizierter Bedarf und genehmigte Werte

9.9 BESTIMMUNGSGEMÄSSER BETRIEB, STÖRFÄLLE UND RESTRISIKOBETRACHTUNGEN

Bestimmungsgemäßer Betrieb

Das BfS prüfte, ob die Anforderungen, die sich aus der Einhaltung der Schutzziele ableiten lassen, im „bestimmungsgemäßen Betrieb“ über den gesamten Genehmigungszeitraum erfüllt werden können.

In die Prüfung einbezogen wurden die Bauanlagen, die im Zwischenlager vorhandenen technischen Einrichtungen sowie die zur Lagerung vorgesehenen Behälter. Darüber hinaus wurden auch die Maßnahmen zur Qualitätssicherung sowie mögliche Langzeit- und Alterungseffekte untersucht. Einen weiteren Schwerpunkt der Prüfung bildete das Konzept der Wärmeabfuhr einschließlich der Wärmebelastung der Lagerbauten und der Behälter sowie die vorgesehenen Maßnahmen des Strahlenschutzes. Geprüft wurden auch die Festlegungen, die den sicheren Betrieb der Anlage betreffen sowie die möglichen Wechselwirkungen mit benachbarten Anlagen und Einrichtungen.

Störfälle

Neben den Sicherheitsanforderungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb muss die Anlage gegen Störfälle technisch ausgelegt werden. Hierzu muss eine Störfallanalyse erstellt werden, die auch das Eintreten sehr seltener Ereignisse berücksichtigt.

Ein Störfall ist ein Ereignis, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann.

§ 49 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) verlangt, dass gegen Störfälle vorsorglich Schutzvorkehrungen zu treffen sind, damit die durch das Eintreten eines Störfalls bedingte effektive Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung von maximal 50 Millisievert (mSv) nicht überschritten wird. Bei den dezentralen Zwischenlagern wird dieser Wert für alle zu unterstellenden Störfälle weit unterschritten.

Die Zwischenlager müssen auch gegen mögliche Einwirkungen von Außen nach dem Stand der Technik ausgelegt sein. Die betrachteten Einwirkungen von Außen umfassen Blitzschlag, Hochwasser, Erdbeben, Brände und Einwirkungen, die durch benachbarte Anlagen verursacht werden. Als Einwirkungen von Innen werden das Abstürzen oder Umfallen belasteter Behälter, herabstürzende Lasten auf Behälter, Brände oder auch menschliches Versagen bei der Handhabung betrachtet.

Auslegungsüberschreitende Ereignisse

Gegen welche Ereignisse eine kerntechnische Anlage

ausgelegt werden muss, wird durch die Genehmigungsbehörde auf der Grundlage des Standes von Wissenschaft und Technik entschieden. Für die hierfür erforderlichen Schutzmaßnahmen gelten strenge sicherheitstechnische Regeln und die Anforderung, dass der Störfallplanungswert nach § 49 StrlSchV nicht überschritten werden darf. Sehr seltene Ereignisse, gegen die keine Auslegung vorgesehen ist, werden von der Behörde daraufhin geprüft, ob auch hier Schutzmaßnahmen zur Strahlenminderung nach Maßgabe des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes zu treffen sind.

Als Unfall wird ein Ereignis bezeichnet, bei dem für eine oder mehrere Personen eine Strahlenbelastung auftreten kann, die in der Strahlenschutzverordnung festgelegte Grenzwerte übersteigt (z. B. für die effektive Dosis mehr als 50 mSv).

Die Schadensauswirkungen auch im Falle eines gezielten Flugzeugabsturzes sind bei allen dezentralen Zwischenlagern derart begrenzt, dass auch der für Störfälle einzuhaltende Grenzwert (§ 49 StrlSchV) von 50 Millisievert für die effektive Dosis sicher unterschritten wird. Die Integrität der Behälter bleibt erhalten. Für die zur Einlagerung vorgesehenen Behälter muss zum Nachweis der Dichtfunktion des Doppeldeckeldichtsystems ein sehr hohes Sicherheitsniveau nachgewiesen werden. Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe ist nach menschlichem Ermessen wegen der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit nicht mehr zu unterstellen. Danach wird das gleichzeitige Versagen der Primär- und der Sekundärdeckeldichtung dem Bereich des Restrisikos zugeordnet.

9.10 BEGUTACHTUNG EINES GEZIELTEN FLUGZEUGABSTURZES AUF ZWISCHENLAGER

Infolge der Ereignisse am 11. September 2001 in den USA prüfte das BfS auch die Auswirkungen eines gezielten Absturzes eines Großraumflugzeuges auf ein Zwischenlager. Dazu wurde ein Gutachterkonsortium beauftragt. (Vor dem 11.09.2001 wurde allein der zufällige Absturz von Militärflugzeugen mit wesentlich geringeren Treibstoffmengen betrachtet.) Die Prüfung erfolgte im Rahmen der Bearbeitung von Anträgen für standortnahe Zwischenlager und Interims-lager nach § 6 AtG. Für die bereits genehmigten zentralen Zwischenlager hat das BfS – gestützt auf § 17 AtG bzw. im Rahmen von laufenden Änderungsverfahren – die Auswirkungen eines gezielten Flugzeugabsturzes ebenfalls geprüft.

Für jedes Zwischenlager wurden die möglichen Anflug- und Aufprallszenarien ermittelt, die alle gängigen Verkehrsflugzeugtypen bis hin zur Boeing 747 und zum Airbus 340 berücksichtigten. Ausgangs-

punkte der Untersuchungen waren jeweilige Maximalgewichte und maximale Tankinhalte. Für alle Standort-Zwischenlager und alle Konzepte wurde für den Kerosinbrand eine Dauer von ca. 15 Minuten mit Spitzentemperaturen von bis zu 1.100 °C ermittelt. Die sonstigen Brandlasten (z. B. Sitze, Verkleidungen, Gepäck) führen zu einem nachfolgenden Mischbrand mit Temperaturen unter 700 °C, der innerhalb von 25 Minuten abklingt. Die thermischen Einwirkungen auf die Behälter können bei diesem Brand zu einer Erhöhung der Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 10^{-8}$ Pa m³/s auf maximal 10^{-4} Pa m³/s führen. Dies bedeutet keinen gravierenden Verlust der Dichtigkeit der Transport- und Lagerbehälter. Abhängig von der Wanddicke und Widerstandsfähigkeit der Zwischenlagerhalle bzw. des Eingangsgebäudes beim Tunnelkonzept werden die Wände bei einem Aufprall unterschiedlich stark beschädigt. Die abschließenden spezifischen Ergebnisse liegen für alle unterschiedlichen Zwischenlagerkonzepte vor:

- Bei den nach dem **STEAG-Konzept** erbauten Hallen an den Standorten Lingen, Grohnde, Brokdorf, Unterweser/Esenshamm, Krümmel und Brunsbüttel mit Wandstärken von 1,2 m bleibt bei einem Angriff mit einer großen Verkehrsmaschine die Gebäudestandsisicherheit erhalten. Es kommt lediglich zu einem lokalen Eindringen von Flugzeugteilen und zu einem geringen Kerosineintrag. Bei diesem Brand kann durch thermische Einwirkungen auf die Behälter die Standard-Helium-Leckagerate erhöht werden. Dies bedeutet aber keinen gravierenden Verlust der Dichtigkeit der Transport- und Lagerbehälter.
- Bei den nach dem **WTI-Konzept** erbauten Hallen an den Standorten Grafenrheinfeld, Biblis, Gundremmingen, Isar/Ohu und Philippsburg mit Wandstärken von 0,7 m bzw. 0,85 m kann ein gezielter Flugzeugangriff zu größeren Schäden mit einem Einsturz von Wänden und des Daches führen. Damit ist das Eindringen größerer Mengen von Kerosin in die Hallen möglich. Jedoch können bei diesen Zwischenlagerhallen Kerosin oder andere Flüssigkeiten über Abflussöffnungen ausfließen. Dadurch wird der Entwicklung eines lang anhaltenden Kerosinbrandes entgegengewirkt. Beim WTI-Konzept kann – bei einem ungünstigen Auftreffen schnell fliegender harter Trümmerteile oder eines beschleunigten Dachbinders – das Deckelsystem einzelner Behälter direkt getroffen werden. Dies kann zu einer Erhöhung der Leckagerate bei wenigen Behältern führen. Die Behälter- Integrität bleibt auch in diesen Fällen erhalten.
- Beim **Tunnelkonzept** in Neckarwestheim bleiben sowohl die Standsicherheit des oberirdisch angelegten Eingangsgebäudes als auch der unterirdischen Tunnelröhren erhalten. Das Eingangs-

gebäude verfügt über Wand- und Deckenstärken von 1,5 m und widersteht dem Anprall eines großen Verkehrsflugzeuges. Kerosin kann nur in begrenztem Umfang über bestehende Öffnungen (z. B. für die Lüftung) eindringen. Im Fall des Tunnelkonzepts entsteht in Folge des Flugzeuganpralls keine direkte mechanische Belastung für die Behälter. Die möglichen Einwirkungen durch umherfliegende Trümmerteile sind so gering, dass damit kein Nachlassen der spezifizierten Dichtheit (Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 10^{-8}$ Pa m³/s) verbunden ist. Die betrachteten Ereignisse führen nicht zu einer Gefährdung von Leben und Gesundheit infolge Direktstrahlung oder infolge der Freisetzung einer erheblichen Menge radioaktiver Stoffe (SEWD-Richt-

linie). Die Prüfungen des BfS haben ergeben, dass die Eingreifrichtwerte für den Katastrophenschutz von 100 Millisievert (mSv) effektiver Dosis für eine Evakuierung und die entsprechenden Werte für die Ausgabe von Iodtabletten von 250 mSv (Erwachsene) bzw. 50 mSv (Kinder bis zu 12 Jahren sowie Schwangere) für die Schilddrüsendosis nicht erreicht würden. Das Schutzziel der SEWD-Richtlinie wird damit erfüllt. Auch die Störfallplanungswerte nach § 49 der Strahlenschutzverordnung werden unterschritten. Damit ist die erforderliche Sicherheit für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen für die untersuchten Zwischenlager an den Kraftwerksstandorten auch bei einem terroristischen Angriff mit einem großen, vollgetankten Verkehrsflugzeug gegeben.

10 GENEHMIGUNGSBEHÖRDE: BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ

Im Unterschied zu Kernkraftwerken werden externe Zwischenlager nicht von den Behörden der Bundesländer nach § 7 Atomgesetz (AtG) genehmigt. Die Tatsache der Eigenständigkeit der Anlagen erfordert ein Verfahren nach § 6 AtG mit dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) als zuständiger Genehmigungsbehörde. Auch wenn sich dezentrale Zwischenlager auf dem Gelände der Kernkraftwerke befinden, werden sie als funktionell eigenständige Anlagen geplant. Die vergangenen Jahre des Kraftwerksbetriebs ohne Zwischenlager und der Betrieb des Zwischenlagers auch nach Abschaltung des Kernkraftwerks machen deutlich, dass es keinen zwingenden betrieblichen Zusammenhang zwischen beiden Anlagen gibt. Die abgebrannten Brennelemente werden bis zum späteren Verbringen in ein Endlager im Zwischenlager vorübergehend aufbewahrt. Eine Ausnahme bildete das kraftwerksinterne Nasslager am Standort des Kernkraftwerks in Obrigheim. Es war eng mit den tech-

nischen Einrichtungen des Kraftwerks verzahnt und wurde aus diesem Grund nach § 7 AtG von der zuständigen Genehmigungsbehörde des Landes Baden-Württemberg genehmigt. Unabhängig von dieser Unterscheidung ist festzuhalten, dass beide rechtlichen Genehmigungsgrundlagen dieselben Sicherheitsstandards verlangen.

Auf der Grundlage der seit 1999 eingereichten Anträge hat das BfS bis zum Ende 2003 in einem ersten Schritt die Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente an insgesamt 12 Standorten von Kernkraftwerken genehmigt. In den meisten Fällen sind weitere Teilanträge zu prüfen.

Für die Bearbeitung der Genehmigungsanträge hatte das BfS Anfang 2000 eine auf drei Jahre befristete Projektgruppe eingerichtet und der Aufgabe der Genehmigungsverfahren für die dezentralen Zwischenlager Priorität eingeräumt.



Bundesamt für Strahlenschutz, Hauptsitz Salzgitter

11 BETEILIGUNG DER ÖFFENTLICHKEIT IM GENEHMIGUNGSVERFAHREN

Bei der Durchführung von Genehmigungsverfahren für die Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente wurde die Öffentlichkeit nach § 6 Abs. 3 AtG beteiligt. Das Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren umfasst für jede einzelne Anlage

- die Bekanntmachung des Vorhabens im Bundesanzeiger und in örtlichen Tageszeitungen,
- die öffentliche Auslegung des Antrags, der Kurzbeschreibung, des Sicherheitsberichts und der Unterlagen zur Umweltverträglichkeitsprüfung vor Ort und beim BfS in Salzgitter mit der Möglichkeit, Einwendungen gegen das Vorhaben zu erheben,
- sowie die Erörterung der Einwendungen mit dem Antragsteller und den Einwendern. An den Erörterungsterminen konnten alle Einwenderinnen und Einwender ihre schriftlich eingereichten Argumente mündlich erläutern und vertiefen und der Genehmigungsbehörde Prüfaufträge mit auf den Weg geben, die im weiteren Verfahren mit den

Antragsunterlagen, Gutachten und Behördenstellungen berücksichtigt und bewertet wurden. Den Einwenderinnen und Einwendern wurde auf Antrag das schriftliche Wortprotokoll des Erörterungstermins zugesandt.

Die vor allem aus dem jeweiligen regionalen Umfeld der geplanten Anlagen geäußerte Kritik und die Befürchtungen, von ihnen könnten gesundheitliche Gefahren ausgehen, sind von den Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden ernst zu nehmen und durch ein Höchstmaß an Vorsorge und Sicherheitsbestimmungen zu beantworten.

Ergebnisse der Erörterungstermine

Die Erörterungstermine wurden bis Ende 2001 durchgeführt. Die Tabelle gibt einen Überblick über die Anzahl der Einwendungen und die Dauer der Erörterungstermine der Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren.

Verfahren nach § 6 AtG		Anzahl Einwendungen	Dauer EÖT in Tagen
■	Jülich (Genehmigung 1993)	900	1
■	Gorleben (Genehmigung 1995)	14.000	4
■	Ahaus (Genehmigung 1997)	2.300	4
■	Zwischenlager Nord (Genehmigung 1999)	15.000	3
■	IL Neckarwestheim (Genehmigung 2001)	4.100	3
■	IL Philippsburg (Genehmigung 2001)	5.200	4
■	IL Biblis (Genehmigung 2001)	4.100	3
■	SZL Lingen (Genehmigung 2002)	3.200	5
■	SZL Grohnde (Genehmigung 2002)	9.600	3
■	SZL Grafenheinfeld (Genehmigung 2003)	44.500	3
■	IL Krümmel (Genehmigung 2003)	5.900	3
■	SZL Biblis (Genehmigung 2003)	5.800	4
■	SZL Unterweser/Esensh. (Genehmigung 2003)	17.400	6
■	SZL Isar/Ohu (Genehmigung 2003)	45.000	4
■	SZL Neckarwestheim (Genehmigung 2003)	3.500	3
■	SZL Brokdorf (Genehmigung 2003)	1.700	2
■	SZL Brunsbüttel (Genehmigung 2003)	2.300	2
■	SZL Krümmel (Genehmigung 2003)	5.700	4
■	SZL Gundremmingen (Genehmigung 2003)	76.000	7
■	SZL Philippsburg (Genehmigung 2003)	7.800	5
■	IL Brunsbüttel (EÖT Mai 2001)	1.900	2

SZL = Standort-Zwischenlager IL = Interimslager EÖT = Erörterungstermin
 ■ Genehmigung erteilt ■ Antrag zurückgezogen

Zentrale Themen

Neben Verfahrensfragen waren die Hauptthemen der Erörterungen:

- Erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die beantragte Zwischenlagerung, insbesondere Fragen nach der Dichtheit der Behälter im Normalbetrieb und bei Störfällen.
- Konzepte für Reparaturarbeiten an defekten Behältern und die Forderung nach einer „heißen Zelle“.
- Umweltverträglichkeitsprüfung.
- Bedürfnis und beantragte Lagerkapazität.
- Zuverlässigkeit und Fachkunde des Antragstellers.
- Fragen nach erhöhten Krebsraten im Umkreis von Kernkraftwerken.

Seitens der Einwenderinnen und Einwender wurde moniert, der Ausgang des Verfahrens stehe bereits fest, da das BfS vor dem Hintergrund des Atomkonsenses nicht mehr zu einer neutralen Beurteilung kommen könne. In diesem Rahmen kritisierten sie auch das Entsorgungskonzept der Bundesregierung mit seinem zu langsamen Ausstiegsszenario. Immer wieder wurden in Zwischenlagern „verkappte Endlager“ vermutet. Diskutiert wurde, ob die geplanten Zwischenlager sicher gegen das Restrisiko-Ereignis Flugzeugabsturz und gegen eventuelle Hochwassergefahr und bestimmte andere Einwirkungen von außen ausgelegt sind.

Öffentlichkeitsbeteiligung in Genehmigungsverfahren für zentrale Zwischenlager, Interimslager und Standort-Zwischenlager.

Auch forderten die Einwenderinnen und Einwender eine zusätzliche Überwachung radioaktiver Freiset-



Erörterungstermin für das Zwischenlager Biblis; in der Erörterungshalle sind links die Verhandlungsführung, mit dem Rücken zum Betrachter die Bank der Gutachter und beteiligten Behörden, rechts die Einwenderseite und im Hintergrund links die Vertreter der Antragstellerin zu sehen.

zungen. Alle Einwendungen wurden im Rahmen der Erörterungstermine und im Genehmigungsbescheid geprüft und fachlich beantwortet. Oft hoben auch die Einwender die sachliche Erörterungsatmosphäre, die gute Organisation und ihre guten Arbeitsbedingungen hervor.

Neben der schriftlichen Äußerung und der Teilnahme am Erörterungstermin haben Einwenderinnen und Einwender das Recht, gegen den Genehmigungsbescheid Klage einzureichen. Von diesem Recht wurde an mehreren Zwischenlager-Standorten Gebrauch gemacht. Die meisten Genehmigungen sind mittlerweile bestandskräftig, einige Genehmigungen werden noch beklagt. Die Klagen haben keine aufschiebende Wirkung, da durch den Bau keine irreversiblen Fakten geschaffen werden. Für den Fall des Erfolges der Klagen können im Bau oder im Betrieb befindliche Zwischenlager wieder aufgegeben werden.



Erörterungstermin zum Zwischenlager am Kraftwerk Isar/Ohu: Mitarbeiter des Kraftwerks demonstrieren für das Zwischenlager, Einwender aus der Region und aus Oberösterreich dagegen.

12 SCHLUSSBEMERKUNG

Zum Jahresende 2003 hatte das Bundesamt für Strahlenschutz alle im Jahr 2000 begonnenen Genehmigungsverfahren für die Aufbewahrung abgebrannter Brennelemente in dezentralen Zwischenlagern an den Standorten von Kernkraftwerken in einem ersten Schritt abgeschlossen. Das im Jahr 2005 begonnene Genehmigungsverfahren für ein Zwischenlager am Standort Obrigheim ist noch nicht abgeschlossen. Bei der Prüfung der Anträge auf Errichtung der im Atomgesetz verlangten Zwischenlager verfolgte das BfS als oberstes Ziel den Schutz von Mensch und Natur vor den Schäden radioaktiver Strahlung. Die Aufbewahrung des radioaktiven Materials muss höchsten Sicherheitskriterien entsprechen. Diese Anforderungen gelten sowohl für den Normalbetrieb wie auch für Störfälle. Die Prüfung derzeit noch nicht beschiedener Antragsteile erfolgt mit der gleichen Zielsetzung.

Damit hat das BfS seine Aufgabe erfüllt, als atomrechtliche Genehmigungsbehörde in einem transparenten Verfahren und breiter Öffentlichkeitsbeteiligung mit

den dezentralen Zwischenlagern Bausteine zu einer sicheren Entsorgung zu ermöglichen, die nicht nur den Zeitraum bis zur Ausweisung eines Endlagers überbrücken, sondern durch den Verzicht auf Transporte zur Wiederaufarbeitung auch dazu beitragen, Risiken zu reduzieren. Dass dieses angestrebte Ziel bereits in relativ kurzer Zeit erreicht wurde und deutlich Wirkung zeigte, wird offensichtlich, wenn man die 43 Transporte abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung nach Frankreich und Großbritannien im Jahr 2002 mit den insgesamt 11 Transporten im Jahr 2004 vergleicht.

Sichere Zwischenlagerung und signifikante Transportreduzierungen sind gute Voraussetzungen für eine zügige, wissenschaftlich hervorragend abgesicherte und nach einem breiten Diskurs auch gesellschaftlich getragene Auswahl eines geeigneten Endlager-Standortes. Aber erst die Inbetriebnahme eines sicheren Endlagers setzt den Schlussstein einer Entsorgungsstrategie, die auch vor den nachfolgenden Generationen verantwortbar sein kann.

13 GLOSSAR

Abklingbecken

Mit Wasser gefülltes Becken, in dem Brennelemente nach dem Reaktoreinsatz so lange lagern, bis Aktivität und Wärmeentwicklung auf einen gewünschten Wert gesunken sind.

Aktivität

Anzahl der pro Zeiteinheit in einem radioaktiven Stoff auftretenden Kernumwandlungen. Die Maßeinheit der Aktivität ist das Becquerel (Bq). Damit wird die Anzahl der radioaktiven Kernumwandlungen pro Sekunde angegeben. Da die Radionuklide in Stoffmengen unterschiedlicher Konfiguration enthalten sein können, wird die Aktivitätsangabe auch häufig auf diese bezogen, z. B. Becquerel pro Gramm (Bq/g) in Feststoffen, Becquerel pro Liter (Bq/l) in Flüssigkeiten oder Becquerel pro Kubikmeter (Bq/m³) in Luft.

BNFL

British Nuclear Fuels, Unternehmensgruppe aus Großbritannien; betreibt unter anderem die Wiederaufarbeitungsanlage in Sellafield.

Brennelement

Aus einer Vielzahl von Brennstäben montierte Anordnung, in der der Kernbrennstoff in den Kernreaktor eingesetzt wird.

Cäsium-137

Instabiles Isotop des Cäsiums; physikalische Halbwertszeit 30,1 Jahre.

COGEMA

Compagnie Générale des Matières Nucléaires, französische Unternehmensgruppe; betreibt u. a. die Wiederaufarbeitungsanlage La Hague.

Halbwertszeit

Zeitintervall, in dem die Aktivität eines radioaktiven Stoffes um die Hälfte abnimmt.

Heiße Zelle

Stark abgeschirmtes, dichtes Gehäuse, in dem radioaktive Stoffe hoher Aktivität mit Hilfe von Manipulatoren fernbedient gehandhabt und Arbeitsvorgänge durch Bleiglasfenster beobachtet werden können, so dass für das Personal keine Gefahr besteht.

Ionisation

Abgabe oder Aufnahme von Elektronen durch Atome oder Moleküle, die dadurch in einen elektrisch geladenen Zustand versetzt werden.

Ionisierende Strahlung

Jede Strahlung, die in der Lage ist, Ionisationsvorgän-

ge an Atomen und Molekülen in der von ihr durchdrungenen Materie zu bewirken.

Alphastrahlung: Teilchenbestrahlung in Form von Kernen des Elements Helium (Alphateilchen)

Betastrahlung: Teilchenbestrahlung in Form von Elektronen (Betateilchen)

Gammastrahlung: Hochenergetische, kurzwellige elektromagnetische Strahlung, die beim radioaktiven Zerfall eines Nuklids vom Atomkern ausgesendet wird. Sie tritt häufig zusammen mit der Alpha- und Betastrahlung auf.

Neutronenstrahlung: Strahlung in Form elektrisch neutraler Elementarteilchen (Neutronen).

Isotope

Atome ein- und desselben chemischen Elements mit gleicher Anzahl von Protonen und Elektronen, jedoch unterschiedlicher Anzahl von Neutronen. Isotope weisen deshalb die gleichen chemischen Eigenschaften, jedoch unterschiedliche kernphysikalische Eigenschaften auf.

Kernspaltung

Spaltung schwerer Atomkerne durch Beschuss mit Neutronen, wobei große Energiemengen freigesetzt werden. Bei der Kernspaltung entstehen jeweils zwei mittelgroße Kerne, die radioaktiven Spaltprodukte. Außerdem werden neue Neutronen frei, die weitere Kernspaltungen auslösen können. Kernspaltung kann auch spontan, d.h. ohne Anregung von außen auftreten.

Kokille

In der Kerntechnik Bezeichnung für einen eingeschmolzenen, verglasten Block hochaktiven Abfalls einschließlich seiner gasdicht verschweißten Metallumhüllung aus korrosionsbeständigem Stahl.

Kritikalität

Der Zustand eines Kernreaktors, in dem eine sich selbst erhaltende Kettenreaktion abläuft. **Unterkritikalität** ist der Zustand, in dem keine Kettenreaktion aufrechterhalten werden kann.

MOX

Mixed Oxide Fuel: Kernbrennstoff aus einer Mischung von Uran- und Plutoniumoxid.

Nachwärme

Durch den Zerfall radioaktiver Spaltprodukte in einem Kernreaktor nach Abschalten des Reaktors weiterhin erzeugte Wärme. Die Nachwärme beträgt in den ersten Sekunden nach dem Abschalten noch etwa 5 % der Leistung vor dem Abschalten.

Plutonium

94. Element im Periodensystem; besondere Bedeutung hat wegen seiner Eigenschaft als spaltbares Material das Isotop Pu-239 (Halbwertszeit 24.110 Jahre) erhalten. Plutonium entsteht durch Neutroneneinfang aus Uran-238 und zwei darauf folgende Beta-Zerfälle. In der Natur kommt Plutonium nur in verschwindend kleinen Mengen vor.

Radioaktiv, Radioaktivität

Eigenschaft bestimmter Atomkerne, sich ohne äußere Einwirkung in andere Atomkerne umzuwandeln und dabei ionisierende Strahlung auszusenden. Die Messgröße dieser Eigenschaft ist die Aktivität. Es gibt sowohl in der Natur vorkommende natürliche Radionuklide als auch durch kernphysikalische Prozesse erzeugte künstliche Radionuklide.

Radionuklide

Kennzeichnend für jedes Radionuklid ist seine Halbwertszeit. Ein Radionuklid ist ein instabiler Atomkern, der spontan unter Aussendung energiereicher (ionisierender) Strahlung zerfällt und sich dabei durch Abgabe von Kernbestandteilen in andere Atomarten umwandelt.

Strahlenexposition

Als Strahlenexposition bezeichnet man die Einwirkung von Strahlung auf den menschlichen Körper. Bei der äußeren Strahlenexposition durch ionisierende Strahlung wirkt die Strahlung von außen auf

den Körper ein; als innere Strahlenexposition bezeichnet man die Einwirkung der Strahlung von Radionukliden, die in den Körper mit der Atemluft (Inhalation) und mit der Nahrung (Ingestion) aufgenommen werden. Das Maß für die Strahlenexposition durch ionisierende Strahlung ist die effektive Dosis.

Tritium

Instabiles, unter Bildung des Tochternuklids Helium-3 und Emission von Betastrahlung zerfallendes Isotop des Wasserstoffs; physikalische Halbwertszeit 12,26 Jahre; effektive Halbwertszeit bei einmaliger Aufnahme ca. 10 Tage. Tritium kann bei allen Stoffwechselprozessen Wasserstoff ersetzen; keine Anreicherung über die Nahrungskette.

Uran

Natürliches radioaktives Element. Die in der Natur vorkommenden Isotope sind das spaltbare Uran-235, das mit thermischen Neutronen nicht spaltbare Uran-238 und das Uran-234.

Wiederaufarbeitung

Bei der Wiederaufarbeitung werden verbrauchte Brennelemente aus Kernkraftwerken aufgearbeitet mit dem Ziel, das nicht verbrauchte Uran für eine Wiederverwendung zurückzugewinnen, das auch in thermischen Reaktoren neu gebildete Plutonium als Brennstoff zu gewinnen und die hochaktiven Spaltprodukte abzutrennen.

Kontakt:

Bundesamt für Strahlenschutz

Postfach 10 01 49

38201 Salzgitter

Telefon: + 49 30 18333-0

Telefax: + 49 30 18333-18 85

Internet: www.bfs.de

E-Mail: ePost@bfs.de

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.



Bundesamt für Strahlenschutz