

BfS

Bundesamt
für
Strahlenschutz

4° W 90.198 - 1991, 11

Fachbereich Nukleare Entsorgung und Transport

1902 101
(1990)

Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik
Deutschland
- Abfallerhebung für das Jahr 1990 -

Ernst Warnecke und Almut Hollmann

Salzgitter, Oktober 1991

ET-11/91



ET-Berichte

ISSN 0937-4434

Zusammenfassung

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ist mit seiner Gründung am 1.11.1989 als Nachfolger der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) für die Sicherstellung und Endlagerung radioaktiver Abfälle zuständig. Es führt jährlich im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Erhebung radioaktiver Abfälle bei allen Abfallverursachern durch. Die Erhebung erfolgte erstmalig für das Jahr 1984. Dieser Bericht schließt an den Bericht BfS-ET-1/90 über die Abfallerhebung für das Jahr 1989 an. Im Jahr 1990 wurden die neuen Bundesländer erstmals in die Erhebung radioaktiver Abfälle einbezogen. Die Abfallerhebung erfolgte zum Stichtag 31.12.1990.

Der Bestand an unkonditionierten radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung betrug ca. $14\,900\text{ m}^3$, von denen ca. $4\,000\text{ m}^3$ aus den neuen Bundesländern stammt. Hinzu kommt noch ein Bestand von ca. $1\,600\text{ m}^3$ Abklingabfall, wobei ca. 100 m^3 in den neuen Bundesländern lagern.

Der Bestand an konditionierten radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung betrug ca. $50\,000\text{ m}^3$. Hiervon entfielen auf die neuen Bundesländer nur ca. 150 m^3 . Im Jahr 1990 sind ca. $6\,900\text{ m}^3$ Abfall angefallen. Etwa 800 m^3 stammen aus den neuen Bundesländern, von denen ca. 700 m^3 im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) endgelagert wurden. In den neuen Bundesländern waren somit keine Zwischenlager notwendig. Die Zwischenlager werden zur Zeit zu etwa 43% ausgenutzt. Eine Hochrechnung der Abfallmengen bis zum Ende des Jahres 2000 hat eine Bandbreite von etwa $147\,600\text{ m}^3$ bis $174\,300\text{ m}^3$ ergeben. Der Schnittpunkt zwischen den anfallenden Abfallmengen (oberer Wert) und der Zwischenlagerkapazität liegt etwa im Jahr 1997 und damit sehr nahe an der geplanten Inbetriebnahme des Endlagers Konrad.

Wärmeentwickelnde Abfälle fallen mit einem weitaus geringeren Abfallvolumen an. Der Bestand an unkonditionierten Abfällen beträgt ca. 73 m^3 und stammt aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente in Karlsruhe. Der Bestand an konditionierten Abfällen beträgt ca. 570 m^3 . Im Jahr 1990 sind ca. 90 m^3 angefallen. Es wird erwartet, daß der Anfall konditionierter Abfälle in der bisherigen Bandbreite von jährlich etwa 20 bis 90 m^3 bleiben wird, bis Abfälle aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken aus dem Ausland zurückzunehmen sind. Hierfür sind ausreichende Zwischenlagerkapazitäten bereitzustellen, da eine Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle im Salzstock Gorleben nicht vor dem Jahr 2008 möglich sein wird. Aus den neuen Bundesländern wurden bisher keine wärmeentwickelnden Abfälle gemeldet.

Die zu erwartenden großen Mengen aus der Stilllegung der kerntechnischen Anlagen in Greifswald und Rheinsberg konnten noch nicht abgeschätzt werden. In jedem Falle sind Zwischenlager zu errichten.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	4
2. Einteilung radioaktiver Abfälle	4
3. Grundlagen der Abfallmengenermittlung	5
3.1 Angaben der Abfallverursacher	5
3.2 Auswertung der Abfallverursacher-Angaben	5
4. Mengen und Anfall radioaktiver Abfälle: Eine Übersicht	6
4.1 Volumina radioaktiver Abfälle	6
4.2 Anzahl vorhandener Abfallgebinde	7
5. Radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung	9
5.1 Unkonditionierte Abfälle	9
5.2 Konditionierte Abfälle	12
6. Wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle	14
6.1 Unkonditionierte Abfälle	14
6.2 Konditionierte Abfälle	14
7. Vergleich der Abfallerhebungen für die Jahre 1984 bis 1990	15
7.1 Radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung	15
7.2 Wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle	16
8. Entsorgung vorhandener und zukünftig erwarteter Abfallmengen	16
8.1 Abfallmengen-Prognose	17
8.1.1 Randbedingungen	17
8.1.2 Ergebnisse	18
8.1.2.1 Abfallgebinde mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung	19
8.1.2.2 Wärmeentwickelnde Abfallgebinde	20
8.2 Entsorgung radioaktiver Abfälle	21
8.2.1 Zwischenlagerung	21
8.2.1.1 Abfallgebinde mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung	21
8.2.1.2 Wärmeentwickelnde Abfallgebinde	22
8.2.2 Endlagerung	23
8.2.2.1 Konrad	23
8.2.2.2 Morsleben	23
8.2.2.3 Gorleben	24
9. Zusammenfassende Bewertung	24
10. Literatur	25
Abbildungen	26-31
Anlage: Formblatt zur Erfassung radioaktiver Abfälle	

1. Einleitung

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ist seit seiner Errichtung am 1.11.1989 für die Sicherstellung und Endlagerung radioaktiver Abfälle zuständig [1]. Es hat diese Aufgabe von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt übernommen.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) wurde von der PTB/dem BfS eine jährliche Erhebung der in der Bundesrepublik Deutschland angefallenen Mengen radioaktiver Abfälle durchgeführt [2-7]. Diese Erhebung wurde erstmals für das Jahr 1984 [2] durchgeführt. Im Rahmen dieser Abfrage wird insbesondere der Bestand an unkonditionierten und konditionierten radioaktiven Abfällen verursacher- und anlagenspezifisch ermittelt. Die Erhebung erfolgt nur für radioaktiven Abfall. Die Erhebung der abgebrannten Brennelemente wird vom BMU durchgeführt. Für das Jahr 1990 erfolgte die Abfallmengenenermittlung erstmals unter Einbeziehung der neuen Bundesländer.

Auf der Basis der Abfallmengenenerhebung führt das BfS eine Prognose für den Abfallmengenanfall bis zum Ende des Jahres 2000 durch und gibt eine Einschätzung der Zwischen- und Endlagersituation ab.

Für die Abfallerhebung wird ein Formblatt verwendet, das auf den Beratungen im Fachausschuß Brennstoffkreislauf des Länderausschusses für Atomkernenergie (LAFAB) beruht und im Anhang wiedergegeben wird. Im Einvernehmen mit dem LAFAB wurde vom BMU festgelegt, daß das BfS dieses Formblatt einmal jährlich parallel den zuständigen Aufsichts- und Genehmigungsbehörden der Länder und den Ablieferungspflichtigen für radioaktive Abfälle zuleitet. Die Ablieferungspflichtigen senden das ausgefüllte Formblatt über die zuständige Länderbehörde an das BfS zurück.

Entsprechend dieser Festlegung hat das BfS die Abfallerhebung für das Jahr 1990 im November 1990 für die alten und im Januar 1991 für die neuen Bundesländer initiiert. Ende Mai 1991 gingen die letzten Angaben der Ablieferungspflichtigen im BfS ein.

2. Einteilung radioaktiver Abfälle

Bei der Nutzung der Kernenergie und beim Umgang mit radioaktiven Stoffen fallen Reststoffe an. Soweit diese nicht schadlos verwertet werden können, müssen sie als radioaktive Abfälle beseitigt werden. Die anfallenden Rohabfälle können mit einer Vorbehandlung in ein Zwischenprodukt überführt werden. Durch eine Konditionierung, d.h. Verarbeitung und/oder Verpackung, werden radioaktive Rohabfälle oder Zwischenprodukte zu Abfallgebinden verarbeitet. Diese sollen nach einer Zwischenlagerung der Endlagerung zugeführt werden. Für die Konditionierung radioaktiver Abfälle stehen verschiedene erprobte Verfahren zur Verfügung [8]. Die vorläufigen Endlagerungsbedingungen für die Schachanlage Konrad [9] geben die Randbedingungen für die Konditionierung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vor.

Grundsätzlich werden radioaktive Abfälle in wärmeentwickelnde Abfälle und Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung unterteilt [10]. Die Abfälle können aus dem Betrieb von Nuklearanlagen oder deren Stilllegung resultieren. Zu den wärmeentwickelnden Abfällen zählen das Spaltproduktkonzentrat, die Hüllen und Strukturteile und der Feedkärschlamm aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente sowie die Brennelemente selbst, falls diese nicht wiederaufgearbeitet sondern als Abfall direkt endgelagert werden sollen. Eine Übersicht über radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung wird im Abfallartenkatalog in [11] gegeben.

Radioaktive Abfälle werden nach ihrer Herkunft unterschieden. Die in der Bundesrepublik Deutschland anfallenden Abfälle entstammen

- der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente,
- dem Betrieb von Kernkraftwerken,
- den Landessammelstellen (Anmerkung: Abfälle von Kleinverursachern aus der Radioisotopenanwendung in Universitäten, Gewerbe und Industriebetrieben, Krankenhäusern oder Arztpraxen werden i.a. an Landessammelstellen abgegeben),
- den Forschungseinrichtungen,
- der kerntechnischen Industrie (z.B. Urananreicherung, Brennelementherstellung) und
- von sonstigen Ablieferungspflichtigen (z.B. Bundeswehr, pharmazeutische Industrie).

Zukünftig sind auch radioaktive Abfälle zu erwarten, die bei der Konditionierung abgebrannter Brennelemente für die direkte Endlagerung anfallen.

3. Grundlagen der Abfallmengenermittlung

3.1 Angaben der Abfallverursacher

Die Abfallverursacher haben zum Stichtag 31.12.1990 die im "Formblatt zur Erfassung radioaktiver Abfälle" (siehe Anlage) geforderten Angaben vorgelegt. Diese beziehen sich insbesondere auf

- den Bestand unkonditionierter Abfälle,
- den Bestand konditionierter Abfälle,
- den Anfall konditionierter Abfälle im Jahr 1990,
- die Prognose für den Anfall konditionierter Abfälle im Jahr 1991 und
- Zwischenlagerkapazitäten.

Wärmeentwickelnde Abfälle wurden separat ausgewiesen. In den neuen Bundesländern sind zusätzlich die an das Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) abgegebenen Abfallmengen angegeben worden. Für die Berechnung der Abfallmengen wurden primär die im "Formblatt zur Erfassung radioaktiver Abfälle" angegebenen Gebindevolumina verwendet. Bei den Zwischenlagerkapazitäten und Rohabfällen sowie bei Abfällen aus den neuen Bundesländern wurden teilweise hiervon abweichende Angaben übermittelt (z.B. Abfallmassen, Zwischenlagerflächen).

3.2 Auswertung der Abfallverursacher-Angaben

Für eine Darstellung der Abfallsituation ist eine einheitliche Basis notwendig. Aufgrund der Erfahrungen aus den bisherigen Abfallerhebungen hat sich hierfür der Bezug auf Abfallvolumina bewährt. Soweit Abfallmassenangaben, Zwischenlagerflächen usw. übermittelt wurden, wurden diese mit plausiblen Annahmen in Abfallvolumina umgerechnet und so in der Auswertung verwendet.

Rohabfälle, die sich in Zwischenlagern befinden, wurden im Hinblick auf die Belegung von Zwischenlagervolumina als konditionierte Abfälle berücksichtigt. Abklingabfälle, die nach einer entsprechenden Lagerzeit abgeklungen sind und als nicht radioaktive Abfälle konventionell entsorgt werden können, wurden nicht in die Betrachtung von Zwischenlagerkapazitäten mit einbezogen.

4. Mengen und Anfall radioaktiver Abfälle: Eine Übersicht

4.1 Volumina radioaktiver Abfälle

Auf der Basis von Abfallverursacherangaben sind im Rahmen der Abfallerhebung für das Jahr 1990 der Bestand an unkonditionierten radioaktiven Abfällen, der Bestand an konditionierten radioaktiven Abfällen, der Anfall radioaktiver Abfälle im Jahr 1990, der geschätzte Anfall für das Jahr 1991 ermittelt und die Prognose zum Ende des Jahres 2000 durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengefaßt, wobei nach radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und wärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen unterschieden wird. Zusätzlich zu den Gesamt-Abfallmengen wurden die Anteile für die alten Bundesländer und die neuen Bundesländer separat ausgewiesen.

	Abfallmengen [m ³]	
	mit vernachlässig- barer Wärmeentwicklung	wärme- entwickelnd
Abklingabfall	1 584	-
davon: ABL NBL	1 503 81	- -
unkonditionierter Abfall	14 875	73
davon: ABL NBL	10 851 4 024	73 -
konditionierter Abfall		
- Anfall 1990	6 878	93
davon: ABL NBL	6 070* 808*	93 -
- Bestand Ende 1990	49 997	573
davon: ABL NBL	49 845 152	573 -
- Schätzung 1991	6 679	45
davon: ABL NBL	6 369 310	45 -
- Prognose Ende 2000	174 294**	3 346**
davon: ABL NBL	171 194 3 100	3 346 -

* davon wurden 708 m³ im ERAM endgelagert

** oberer Wert

ABL = alte Bundesländer

NBL = neue Bundesländer

Tab. 1: Übersicht über die Mengen radioaktiver Abfälle

Im Ergebnis ist festzustellen, daß die Mengen radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung fast ausschließlich aus den alten Bundesländern stammen. Lediglich beim unkonditionierten Abfall ist der Anteil der neuen Bundesländer nicht vernachlässigbar.

Wärmeentwickelnde Abfälle wurden aus den neuen Bundesländern nicht gemeldet.

Der Bestand an konditionierten Abfällen in den neuen Bundesländern ist geringer als der Anfall, da bis zum Februar 1991 Abfälle nach Morsleben gebracht wurden.

4.2 Anzahl vorhandener Abfallgebinde

Aus den Abfallverursacherangaben ist im Rahmen der Abfallerhebung 1990 der Bestand an Abfallgebinden ermittelt worden. Dem Bestand am 31.12.1990 ist vergleichend der Bestand am 31.12.1989 gegenübergestellt worden. Die Ergebnisse sind in Tab. 2 und Abb. 1 zusammengestellt worden. Dabei ist zu beachten, daß in den Abfallgebinden auch wärmeentwickelnde Abfälle enthalten sind.

Bei einem Vergleich der Gebindezahlen ist eine Zunahme der Container bei einer Abnahme der Fässer ersichtlich. Das bedeutet eine zunehmende endlagergerechte Verpackung der Abfälle nach den vorläufigen Endlagerungsbedingungen für die Schachanlage Konrad. Die Anzahl der Beton- und Gußbehälter hat etwa im gleichen Maße zugenommen.

In den neuen Bundesländern wurde von den Abfallverursachern eine Gebindezahl von 560 für 200 l-Fässer angegeben. Als weitere Gebinde wurden z.B. kleinere Fässer und Kanister aufgeführt. Wegen der Inkompatibilität derartiger Behälter mit den standardisierten Konrad-Behältern wurden diese Zahlen in Tab. 2 und Abb. 1 nicht berücksichtigt.

Verpackung der konditionierten radioaktiven Abfälle 1)	Bestand am 31.12.1989	Bestand am 31.12.1990
	Stück	Stück
200 l-Faß	51 819 2)	43 829 3)
400 l-Faß	4 569	2 799
Σ Fässer	56 388	46 628
Betonbehälter Typ I	7 748	7 509
Typ II	958	1 367
Σ Betonbehälter	8 706	8 876
Gußbehälter Typ I	65	65
Typ II	1 070	1 188
Typ III	517	548
Σ Gußbehälter	1 652	1 801
Container Typ II	-	2
Typ III	19	36
Typ IV	2 012	3 109
Typ V	31	69
Typ VI	9	23
Σ Container	2 071	3 239

- 1) der Abfallgebinde-Bestand (152 m³) in den neuen Bundesländern ist in dieser Auflistung nicht enthalten, da keine standardisierten Konrad-Behälter vorliegen
- 2) einschl. 1 777 Fässern mit wärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen
- 3) einschl. 2 123 Fässern mit wärmeentwickelnden radioaktiven Abfällen

Tab. 2: Behälterspezifische Aufteilung vorhandener Abfälle:
Bestand Ende 1989 und Ende 1990

5. Radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung

5.1 Unkonditionierte Abfälle

Der Bestand an unkonditionierten Abfällen am 31.12.1990 wird in Tab. 3 im Vergleich zum Bestand des Vorjahres dargestellt, wobei der Bestand an Abklingabfällen separat ausgewiesen wird. Die prozentuale Aufschlüsselung der unkonditionierten Abfälle nach Verursachergruppen ist für die alten und die neuen Bundesländer in Abb. 2 dargestellt.

Verursachergruppen- spezifische Herkunft	unkonditionierter Abfall [m ³]			
	mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung		Abklingabfall	
	Bestand am 31.12.1989	Bestand am 31.12.1990	Bestand am 31.12.1989	Bestand am 31.12.1990
Wiederaufarbeitung	77	72	-	-
Kernkraftwerke	8 081	7 017	59	86
Landessammel- stellen	1 324	1 431	1 060	1 202
Forschungsein- richtungen	1 245	1 325	-	35
kerntechnische Industrie	878	917	-	-
sonstige Abliefe- rungspflichtige	66	89	170	180
Σ alte Bundesländer	11 671	10 851	1 289	1 503
Kernkraftwerke	*	3 980	*	2,1
Forschungsein- richtungen	*	36	*	77,7
Übrige	*	8	*	1,3
Σ neue Bundesländer	*	4 024	*	81,1
insgesamt	*	14 875	*	1 584

* keine Angaben, da die Abfallerhebung erstmals für 1990 durchgeführt wurde

Tab. 3: Unkonditionierte radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung: Verursachergruppenspezifische Aufschlüsselung des Bestandes am 31.12.1989 und am 31.12.1990

Der Bestand an unkonditionierten Abfällen in der Bundesrepublik Deutschland beträgt insgesamt $14\,875\text{ m}^3$ von denen fast 75% aus den alten Bundesländern stammen. In den alten und in den neuen Bundesländern befindet sich der überwiegende Anteil unkonditionierter Abfälle bei den Kernkraftwerken. Es ist noch darauf hinzuweisen, daß im Kernforschungszentrum Karlsruhe Reststoffe lagern, die einen nicht quantifizierbaren Anteil radioaktiver Abfälle enthalten. In die Angaben über unkonditionierte Abfälle sind Rückstandsmengen aus der Urananlage Ellweiler sowie thoriumhaltiges Material aus den neuen Bundesländern nicht mit einbezogen worden.

Der Bestand unkonditionierter Abfälle hat im Jahr 1990 in den alten Bundesländern abgenommen. Maßgeblich hierfür war die Konditionierung von Abfällen bei den Kernkraftwerken, die ihre Mengen unkonditionierter Abfälle um über 1000 m^3 verringert haben. Aus den neuen Bundesländern liegen hierzu noch keine Vergleichszahlen vor.

Bei Abklingabfällen handelt es sich um Abfälle mit kurzlebigen Radionukliden, die nach einer entsprechenden Abklingzeit soweit zerfallen sind, daß sie konventionell entsorgt werden können. Eine Endlagerung dieser Abfälle ist nicht vorgesehen.

Der Bestand in der Bundesrepublik Deutschland beträgt insgesamt $1\,584\text{ m}^3$, von denen der weit größere Anteil mit $1\,503\text{ m}^3$ aus den alten Bundesländern stammt. Hier lagern bei den Landessammelstellen mit $1\,202\text{ m}^3$ die größten Mengen an Abklingabfällen. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Mengen an Abklingabfällen in den alten Bundesländern um 214 m^3 vor allem bei den Landessammelstellen angestiegen. Geringe Mengen an Abklingabfällen (81 m^3) sind in den neuen Bundesländern vorhanden. Für 1989 liegen keine Vergleichszahlen vor.

Die Verteilung des Bestandes an unkonditionierten Abfällen auf die verschiedenen Bundesländer ist in Tab. 4 vergleichend für den 31.12.1989 und den 31.12.1990 dargestellt. Abklingabfälle wurden separat ausgewiesen.

Länderspezifische Herkunft	unkonditionierter Abfall [m ³]			
	mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung		Abklingabfall	
	Bestand am 31.12.1989	Bestand am 31.12.1990	Bestand am 31.12.1989	Bestand am 31.12.1990
Baden-Württemberg	1 351	1 578	44	10
Bayern	3 600	3 967	5	-
Berlin	106	156	60	5
Hessen	1 286	1 512	220	264
Niedersachsen	1 266	745	23	30
Nordrhein-Westfalen	1 609	1 749	52	118
Rheinland-Pfalz	253	235	885	1 076
Saarland	1	1	-	-
Schleswig-Holstein	2 200	909	-	-
Σ alte Bundesländer	11 672	10 852	1 289	1 503
Berlin	*	-	*	75
Brandenburg	*	1 781	*	2,1
Mecklenburg-Vorp.	*	2 199	*	-
Sachsen-Anhalt	*	8	*	0,4
Sachsen	*	35	*	2,4
Thüringen	*	1	*	1,2
Σ neue Bundesländer	*	4 024	*	81,1
insgesamt	*	14 876	*	1 584

* keine Angaben, da die Abfallerhebung erstmals für 1990 durchgeführt wurde

Tab. 4: Unkonditionierter radioaktiver Abfall mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung: Länderspezifische Aufschlüsselung des Bestandes am 31.12.1989 und am 31.12.1990

Aus der bundeslandspezifischen Aufstellung des Bestandes unkonditionierter Abfälle ist zu ersehen, daß die größten Abfallmengen in Bayern und Mecklenburg-Vorpommern zu finden sind. Insbesondere in Schleswig-Holstein, aber auch in Niedersachsen sind im Jahr 1990 die Mengen unkonditionierter Abfälle stark reduziert worden.

5.2 Konditionierte Abfälle

Die vorhandenen, angefallenen, endgelagerten und erwarteten Mengen konditionierter Abfälle sind verursachergruppenspezifisch in Tab. 5 zusammengestellt. Die prozentuale Aufschlüsselung des Bestandes am 31.12.1990 ist in Abb. 3 für die alten und die neuen Bundesländer dargestellt. Abb. 4 enthält die entsprechende Darstellung für den Abfallanfall im Jahr 1990.

Verursachergruppen-spezifische Herkunft	konditionierter Abfall [m ³]				
	Bestand am 31.12.1989	Anfall 01.01. - 31.12.1990	nach Mors-leben abge-liefert 1990	Bestand am 31.12.1990	geschätzter Anfall in 1991
Wiederaufarbeitung	8 623	873	-	9 465	524
Kernkraftwerke	13 821	1 973	-	15 684	3 315
Landessammelstellen	1 679	307	-	1 976	97
Forschungseinrichtungen	17 987	2 440	-	20 379	2 099
kerntechnische Industrie	1 739	476	-	2 249	326
sonstige Ablieferungspflichtige	91	1	-	92	8
Σ alte Bundesländer	43 940	6 070	-	49 845	6 369
Kernkraftwerke	*	709	631	97	209
Forschungseinrichtungen	*	91	77	46	93
Übrige	*	8	-	9	8
Σ neue Bundesländer	*	808	708	152	310
insgesamt	*	6 878	708	49 997	6 679

* keine Angaben, da die Abfallerhebung erstmals für 1990 durchgeführt wurde

Tab. 5 : Konditionierte radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung: Verursachergruppenspezifische Aufschlüsselung

Der Anfall konditionierter Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland lag im Jahr 1990 bei 6878 m³, von dem fast 90% (6070 m³) aus den alten Bundesländern stammt. Dieser Anfall konditionierter Abfälle entspricht in etwa dem Schätzwert aus dem Vorjahr für 1990 (6890 m³ gemäß [7]).

Die größten Mengen konditionierter Abfälle resultieren in den alten Bundesländern aus den Forschungseinrichtungen und Kernkraftwerken und in den neuen Bundesländern aus den Kernkraftwerken.

Wie in den vergangenen Jahren wurden die anfallenden radioaktiven Abfälle der neuen Bundesländer an das ERAM zur Endlagerung abgegeben, so daß hier ein sehr geringer Bestand konditionierter Abfälle existiert (152 m³). Der Gesamtbestand konditionierter Abfälle von ca. 50 000 m³ lagert wegen bisher fehlender Endlager in den alten Bundesländern.

Die Schätzung des Abfallanfalls für das Jahr 1991 liegt in derselben Größe wie der Anfall im Jahr 1990. Der erwarteten Zunahme des Abfallanfalls bei den Kernkraftwerken steht eine entsprechende Abnahme bei den anderen Abfallverursachern gegenüber.

Die bundeslandspezifische Aufteilung der konditionierten Abfälle wird in Tab. 6 gezeigt.

Länder- spezifische Herkunft	konditionierter Abfall [m ³]				
	Bestand am 31.12.1989	Anfall 01.01.- 31.12.1990	nach Mors- leben ab- gel. 1990	Bestand am 31.12.1990	geschätzter Anfall in 1991
Baden- Württemberg	29 431	4 350	-	33 688	2 908
Bayern	2 250	241	-	2 479	1 559
Berlin	437	19	-	449	8
Hessen	4 017	654	-	4 660	503
Niedersachsen	1 588	191	-	1 764	388
Nordrhein- Westfalen	4 137	392	-	4 524	598
Rheinland- Pfalz	61	54	-	108	62
Saarland	-	-	-	-	-
Schleswig- Holstein	2 017	168	-	2 172	341
Σ alte Bundesländer	43 938	6 069	-	49 844	6 367
Berlin	*	1	-	1	1
Brandenburg	*	215	156	60	54
Mecklenburg- Vorpommern	*	494	475	38	155
Sachsen- Anhalt	*	-	-	1	-
Sachsen	*	93	77	47	96
Thüringen	*	5	-	5	4
Σ neue Bundesländer	*	808	708	152	310
insgesamt	43 938	6 878	708	49 996	6 677

* keine Angaben, da die Abfallerhebung erstmals für 1990 durchgeführt wurde

Tab. 6: Konditionierte radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung:
Bundeslandspezifische Übersicht

Im Land Baden-Württemberg lagert etwa 2/3 des gesamten konditionierten Abfalls mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung. Dieses gilt auch für den Abfallanfall im Jahr 1990. Beim erwarteten Abfallanfall für das Jahr 1991 werden die größten Abfallmengen wiederum im Land Baden-Württemberg erwartet. Auffallend ist

im Bezug zum Anfall im Jahr 1990 die starke Zunahme des für 1991 geschätzten Abfallanfalls in Bayern und die starke Abnahme in den neuen Bundesländern.

6. Wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle

6.1 Unkonditionierte Abfälle

Der Bestand an unkonditioniertem wärmeentwickelnden Abfall betrug am 31.12.1990 ca. 73 m³. Diese Abfälle stammen ausschließlich aus der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen in der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK).

In den neuen Bundesländern wurden zum Stichtag 31.12.1990 keine wärmeentwickelnden unkonditionierten radioaktiven Abfälle gemeldet.

6.2 Konditionierte Abfälle

Die vorhandenen, angefallenen und für das Jahr 1991 erwarteten Mengen konditionierter Abfälle sind in Tab. 7 zusammengestellt. Die prozentuale Aufschlüsselung des Bestandes ist in Abb. 5 zu finden.

Verursachergruppen- spezifische Herkunft	konditionierter Abfall [m ³]			
	Bestand am 31.12.1989	Anfall 01.01. - 31.12.1990	Bestand am 31.12.1990	geschätzter Anfall in 1991
Wiederaufarbeitung	332	34,8	367	21
Kernkraftwerke	6	1,6	8	-
Landessammel- stellen	20	0,3	20	-
Forschungsein- richtungen	118	44	162	24
kerntechnische Industrie	4	12	16	-
sonstige Abliefe- rungspflichtige	-	-	-	-
Σ alte Bundesländer	480	92,7	573	45

Tab. 7: Konditionierte wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle:
Verursachergruppenspezifische Aufschlüsselung vorhandener,
angefallenener und erwarteter Mengen

Der Anfall konditionierter Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland lag im Jahr 1990 bei ca. 93 m³. Die Abfälle fielen vor allem in den Forschungseinrichtungen (44 m³) und bei der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente (ca. 35 m³) an. Im Vorjahr war der Schätzwert für den 1990 erwarteten Abfallanfall deutlich geringer als der tatsächliche Abfallanfall (Faktor 3,6).

Die größten Anteile am Bestand konditionierter Abfälle von 573 m³ liegen ebenfalls bei der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente (367 m³) und bei den Forschungseinrichtungen (162 m³).

Der geschätzte Abfallanfall für das Jahr 1991 halbiert sich gegenüber dem Anfall im Jahr 1990 und resultiert ausschließlich aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente und aus den Forschungseinrichtungen.

Aus den neuen Bundesländern wurde zum Stichtag 31.12.1990 kein konditionierter wärmeentwickelnder radioaktiver Abfall gemeldet.

7. Vergleich der Abfallerhebungen für die Jahre 1984 bis 1990

Die wichtigsten Ergebnisse der Abfallerhebungen für die Jahre 1984 bis 1990 sind in Tab. 8 für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und in Tab. 9 für wärmeentwickelnde Abfälle zusammengestellt. Hieraus lassen sich Trends und Tendenzen erkennen.

7.1 Radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung

Der Bestand radioaktiver Rohabfälle (Tab.8) war im Zusammenhang mit den Ereignissen um die Firma Transnuklear stark gestiegen und ist in den alten Bundesländern im Jahr 1990 um ca. 800 m³ gefallen, da nach den Umstrukturierungen im Bereich der Abfallbehandlung wieder Konditionierungskapazitäten verfügbar sind. Gleichwohl hat sich im Jahr 1990 insgesamt ein Anstieg der Rohabfallmengen durch das Hinzukommen der neuen Bundesländer ergeben.

Abfall- erhebung	Rohabfall [m ³]	konditionierter Abfall [m ³]		
	Bestand am Jahresende	Bestand am Jahresende	Anfall	geschätzter Anfall im Folgejahr
1984	6 350	24 930	4 146	6 621
1985	5 416	29 347	4 593	6 396
1986	5 039	33 606	4 596	6 844
1987	7 662	37 504	4 225	7 311
1988	10 694	40 248	3 449	6 923
1989	11 671	43 940	3 719	6 890
1990	14 875	49 997	6 878	6 679
davon: ABL	10 851	49 845	6 070	6 369
NBL	4 024	152	808 ²⁾	310

1) ohne Abklingabfälle
ABL = alte Bundesländer

2) 708 m³ wurden im ERAM endgelagert
NBL = neue Bundesländer

**Tab. 8 : Radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung:
Vergleich der Abfallmengen für die Jahre 1984 bis 1990**

Der Bestand an konditionierten Abfällen (Tab. 8) ist in den vergangenen Jahren mit einem mittleren Abfallanfall von etwa 4 200 m³/a (Bandbreite: 3 400 bis 4 600 m³/a) gestiegen. Der für das Folgejahr geschätzte Abfallanfall (Bandbreite: 6 400 bis 7 300 m³) lag im Mittel über 50% höher als der tatsächliche Abfallanfall. Im Jahr 1990 lag der Abfallanfall (6878 m³) außerhalb der o.g. Bandbreiten in der Höhe des Schätzwertes aus dem Vorjahr (6890 m³). Diese gute Übereinstimmung ist zufällig und resultiert letztlich aus dem in der

Vorjahresschätzung noch nicht mit einbezogenen Abfallanfall in den neuen Bundesländern (808 m^3). Die Ursache für einen erhöhten Abfallanfall ist primär in der Verpackung von Abfallfässern in Container zu finden. Ein weiterer Beitrag resultiert aus der Konditionierung von Rohabfällen und ihrem damit bedingten Abbau. Der Bestand konditionierter Abfälle ist praktisch nur durch den Abfallanfall in den alten Bundesländern gewachsen, da die Abfälle der neuen Bundesländer bis auf einen Restbestand von 152 m^3 im ERAM endgelagert worden sind.

7.2 Wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle

Der Bestand und Anfall wärmeentwickelnder Abfälle (Tab. 9) ist mengenmäßig klein gegenüber den radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung. Der Bestand hat sich bei den Rohabfällen seit Ende 1984 von 50 m^3 auf 73 m^3 und bei den konditionierten Abfällen von 184 m^3 auf 573 m^3 mit mehr oder weniger großen Schwankungen im jährlichen Anfall erhöht. Aus dem Bestand am Ende des Jahres 1987 ist erkennbar, daß Bestandskorrekturen vorgenommen worden sind, die auf die erstmalige Herausgabe der vorläufigen Konrad-Endlagerungsbedingungen zurückgeführt werden können.

Mit der Einstellung des Betriebes der WAK ist zukünftig mit einem geringeren jährlichen Mengenanfall zu rechnen. Größere Änderungen der Bestände sind erst zu erwarten, wenn der flüssige hochradioaktive Abfall der WAK verglast wird bzw. wenn wärmeentwickelnde Wiederaufarbeitungsabfälle aus dem Ausland zurückzunehmen sind. Hierfür sind Zwischenlagerkapazitäten einzurichten.

Abfall- erhebung	Rohabfall [m^3]	konditionierter Abfall [m^3]		
	Bestand am Jahresende	Bestand am Jahresende	Anfall	geschätzter Anfall im Folgejahr
1984	50	184	19	19
1985	53	213	29	29
1986	63	249	36	36
1987	74	416	46	50
1988	80	453	37	39
1989	71	480	28	26
1990	73	573	93	45

Tab. 9: Wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle: Vergleich der Abfallmengen für die Jahre 1984 bis 1990

8. Entsorgung vorhandener und zukünftig erwarteter Abfallmengen

Zur Beurteilung der Zwischenlagerkapazitäten für radioaktive Abfälle und des Endlagerbedarfs wird nachfolgend eine Prognose des bis zum Ende des Jahres 2000 erwarteten Abfallanfalls in der Bundesrepublik Deutschland gegeben. Hierin werden erstmals die neuen Bundesländer mit einbezogen.

8.1 Abfallmengen-Prognose

8.1.1 Randbedingungen

Der zukünftige Anfall radioaktiver Abfälle ist mit unterschiedlichen Basisdaten hochgerechnet worden:

1. Es wurden Angaben der Ablieferungspflichtigen über den erwarteten Abfall-Anfall zugrunde gelegt (Modelldaten)
2. Es wurden die Ergebnisse zum Abfallmengenanfall aus den Abfallerhebungen der Jahre 1984 bis 1990 zugrunde gelegt, indem über die angefallenen Abfallmengen gemittelt wurde (Mittelwerte).

Auf diese Weise wird eine Bandbreite in den prognostizierten Abfallmengen aufgezeigt, die der Tatsache Rechnung trägt, daß die Angaben der Ablieferungspflichtigen (Modelldaten) bisher stets über den tatsächlich angefallenen Abfallmengen (Mittelwerte) lagen.

Im einzelnen wurden folgende Randbedingungen für die Prognose der Abfallmengen aus den alten Bundesländern zugrunde gelegt:

a) Wiederaufarbeitungsabfälle

Aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente in ausländischen Anlagen werden zurückzunehmende Abfälle nach einem dem BfS vorgeschlagenen zeitabhängigen Rückführungsschema ab 1994 berücksichtigt.

Die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) wurde stillgelegt. Die aus der stillgelegten Anlage resultierenden Abfälle wurden zeitabhängig mit berücksichtigt.

b) Kernkraftwerks-Betriebsabfälle

Es wurde der Betrieb von 14 Druckwasserreaktoren und 7 Siedewasserreaktoren unterstellt.

c) Stilllegungsabfälle

Die Stilllegungsabfälle aus folgenden Nuklearanlagen wurden modellmäßig berücksichtigt:

- Heißdampfreaktor Großwelzheim
- Versuchsreaktor Kahl
- Kernkraftwerk Gundremmingen, Block A
- Kernkraftwerk Lingen
- Kernkraftwerk Niederaichbach
- Mehrzweckforschungsreaktor Karlsruhe
- Thorium-Hochtemperaturreaktor
- Atomversuchskernkraftwerk Jülich
- Nuklearschiff "Otto Hahn"
- Forschungs- und Demonstrationsreaktoren

Es wird davon ausgegangen, daß Umrüst- und Stilllegungsabfälle sonstiger kerntechnischer Einrichtungen (z.B. Heiße Zellen in Universitätsinstituten) durch die jeweiligen Betriebsabfälle mengenmäßig abgedeckt sind.

d) Übrige Abfallverursacher

Die Abfallmengen der Forschungseinrichtungen, der Landessammelstellen, der kerntechnischen Industrie und der sonstigen Ablieferungspflichtigen werden mit einem zeitlich konstanten Anfall ("Modelldaten" bzw. "Mittelwerte") berücksichtigt.

Das Abfallaufkommen in den neuen Bundesländern wird mit dem Schätzwert für 1991 hochgerechnet. Für die Stilllegung der Kernkraftwerke werden zur Zeit die Konzepte erarbeitet. Stilllegungsabfälle wurden dem BfS bisher nicht gemeldet. Für die in der Wirtschaft, Industrie und Technik benutzten Strahlenquellen wurde eine Abschätzung des zu erwartenden Abfallgebinderolumens durchgeführt. Ihr Rohabfallvolumen ist vernachlässigbar klein.

8.1.2 Ergebnisse

Die unter den in Kap. 8.1.1 genannten Randbedingungen ermittelten Werte für das Abfallaufkommen bis zum Ende des Jahres 2000 sind in Tab. 10 zusammengestellt worden. Die prozentuale Aufteilung der prognostizierten Abfallmengen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung ist für den oberen Schätzwert in Abb. 6 verursacherspezifisch dargestellt.

Verursacher- gruppen- spezifische Herkunft	konditionierter Abfall [m ³]			
	Basis: Modelldaten		Basis: Mittelwerte aus bisheriger Abfallerhebung	
	wärmeent- wickelnd	nicht wärmeentw.	wärmeent- wickelnd	nicht wärmeentw.
Wiederaufarbeitung	2 981	61 502	2 972	61 502
Kernkraftwerke	365	47 979	365	31 959
Landessammel- stellen		3 693		3 324
Forschungsein- richtungen		44 349		37 302
kerntechnische Industrie		7 598		4 817
Stilllegung und Abbau		5 370		5 370
sonstige Abliefe- rungspflichtige		703		172
Σ alte Bundesländer	3 346	171 194	3 337	144 446
Σ neue Bundesländer	-	3 100	-	3 100
insgesamt	3 346	174 294	3 337	147 546

Tab. 10: Prognose konditionierter radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Ende des Jahres 2000

8.1.2.1 Abfallgebinde mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung

In der Bundesrepublik Deutschland wird bis zum Ende des Jahres 2000 mit einem Abfallgebindevolumen für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung in einer Bandbreite von 147 600 bis 174 300 m³ gerechnet.

In den alten Bundesländern ergibt sich für die radioaktiven Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung auf der Basis der Modelldaten ein Abfallgebindevolumen von etwa 171 200 m³. Damit wird der Prognosewert des Vorjahres (170 900 m³, [7]) praktisch exakt bestätigt. Die größten Anteile am Abfallmengenaufkommen dieser Abfälle werden für die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente, die Kernkraftwerke und die Forschungseinrichtungen prognostiziert. Der Anteil aller anderen Abfallverursachergruppen ist mit insgesamt ca. 10% dagegen gering (Abb.6).

Die bisherigen Erfahrungen bei der Abfallmengenermittlung haben gezeigt, daß die Modelldaten über dem tatsächlichen Abfallmengenanstieg liegen, so daß diese Angaben als obere Werte anzusehen sind. Wenn die Prognose auf der Basis der Ergebnisse bisheriger Abfallerhebungen [2-7] durchgeführt wird, errechnet sich bis zum Ende des Jahres 2000 ein Abfallgebindevolumen von etwa 144 500 m³. Dieser Wert entspricht annähernd dem Schätzwert von 150 000 m³, der auf der Basis der Abfallerhebung für das Jahr 1986 und der damaligen Erfahrungen abgegeben worden ist [12]. Gegenüber dem Prognose-Wert des Vorjahres ist eine Erhöhung um etwa 11 500 m³ festzustellen. Diese beruht insbesondere auf einer notwendigen Zusatzverpackung von Abfällen aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente im Ausland.

In den neuen Bundesländern wird bis zum Ende des Jahres 2000 mit einem Abfallgebindevolumen radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung von etwa 3 100 m³ gerechnet. Ein Zwischenlagerbestand ist praktisch nicht vorhanden. Die anfallenden Abfälle sind jeweils im ERAM endgelagert worden. Da die bisher betriebenen Kernkraftwerke abgeschaltet worden sind, kann der gegenüber den früher angefallenen Abfallmengen in der Schätzung für das Jahr 1991 deutlich reduzierte Abfallmengenanstieg als abdeckend angesehen werden. Hierfür spricht auch die Aussage der überwiegenden Anzahl der Abfallverursacher, daß gesicherte Aussagen zum zukünftigen Abfallanstieg wegen der fraglichen Weiterführung der Betriebe nicht möglich sind. Zur Stilllegung und zum Abbau der Kernkraftwerke werden zur Zeit die Konzepte erarbeitet. Dabei muß auch die Frage der Zeitpunkte für den Abbau der Kernkraftwerke bzw. des Zeitraumes für einen gesicherten Einschluß geklärt werden. Es konnten bisher noch keine Angaben zu Stilllegungsabfällen der beiden Kernkraftwerke abgeschätzt werden, diese werden jedoch bei der Abfallerhebung für das Jahr 1991 bereitgestellt.

In den neuen Bundesländern wurde in Industrie, Medizin und Forschung eine große Zahl von Strahlenquellen eingesetzt. Ein Teil dieser Strahlenquellen wurde als radioaktiver Abfall angemeldet und soll in den zu errichtenden Landessammelstellen zwischengelagert werden. Später werden auch diese Abfälle endlagergerecht konditioniert.

Radionuklid	Anzahl Quellen	Aktivität [Bq]	Anzahl Behälter ABK ¹⁾ II
Co 60	388	2,24 E11	1
Cs 137	3035	6,94 E12	2
Kr 85	8538	5,95 E11	20
Sr 90	590	1,27 E11	1
Am 241	74	5,83 E11	3
Pu 238	9	4,00 E09	1
Pu 239	1114	2,30 E10	1
Am-Be	72	2,25 E11	1
Pu-Be	53	3,70 E12	42
Σ	13 873		72

1) ABK=Abfallbehälterklasse

Tab. 11: Übersicht über die im ERAM angemeldeten Strahlenquellen und ihre rechnerische Zuordnung zu Abfallbehältern

In Tab. 11 wird das Ergebnis einer Modellbetrachtung dargestellt, in der die Zahl der Behälter errechnet worden ist, die zur Verpackung der entsprechenden Radionuklidaktivitäten benötigt werden, wenn ein Behälter der Abfallklasse II gemäß Endlagerungsbedingungen Konrad [9] zugrunde gelegt wird. Rechnerisch werden 72 Behälter benötigt, die aber von den Strahlenquellen allein nicht voll befüllt werden. Die Anforderungen der Abfallbehälterklasse II können von Gußbehältern erfüllt werden. Die standardisierten zylindrischen Gußbehälter [9] besitzen ein Gebindevolumen von 0,7 - 1,3 m³. Das mit den beim ERAM angemeldeten Strahlenquellen verbundene Abfallgebindevolumen beträgt also maximal 94 m³. Eine theoretische Hochrechnung dieser Zahl auf alle eingesetzten Strahlenquellen ergibt rein rechnerisch ein Abfallgebindevolumen von etwa 160 m³, das unter dem insgesamt bis zum Ende des Jahres 2000 anfallenden Abfallvolumen abgedeckt ist. Dabei ist nicht berücksichtigt, daß ein Teil dieser Strahlenquellen rezyklierbar ist und wieder genutzt werden kann.

8.1.2.2 Wärmeentwickelnde Abfallgebinde

In der Bundesrepublik Deutschland wird bis zum Ende des Jahres 2000 mit einem Abfallgebindevolumen wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle von etwa 3 350 m³ gerechnet. Damit wird der Prognosewert des Vorjahres (3 200 m³) bestätigt. Die Prognose auf der Basis der "Modelldaten" ist nahezu identisch mit der Prognose auf der Basis von "Mittelwerten". Die größten Anteile am Mengenaufkommen dieser Abfälle werden für die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente vorhergesagt. Der Anteil aller anderen Abfallverursachergruppen ist mit ca. 10% dagegen gering.

Die wärmeentwickelnden Abfälle fallen ausschließlich in den alten Bundesländern an. Aus den neuen Bundesländern sind derartige Abfälle nicht gemeldet worden. Auf die in den neuen Bundesländern eingesetzten Brunnenbestrahlungsquellen soll an dieser Stelle kurz eingegangen werden. Es handelt sich um ca. 7000 Co 60-Quellen mit einer Gesamtaktivität von ca. $5,3 \cdot 10^{15}$ Bq, die in Trinkwasserbrunnen eingesetzt waren und jetzt ausgebaut werden müssen. 200 dieser Quellen sollen jeweils in einen Spezialcontainer mit 5 l Außenvolumen

verpackt werden. Insgesamt fallen somit 35 Spezialcontainer mit einem Gesamtvolumen von ca. $0,2 \text{ m}^3$ an.

8.2 Entsorgung radioaktiver Abfälle

Radioaktive Abfälle sollen durch Verbringung in ein Endlager geordnet beseitigt werden. Für die Endlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung ist die Schachtanlage Konrad vorgesehen. Der Salzstock Gorleben wird zur Zeit auf seine Eignung als Endlager für alle Arten fester und verfestigter radioaktiver Abfälle (insbesondere für wärmeentwickelnde Abfälle) untersucht. Das Endlager in Morsleben, das radioaktive Abfälle mit niedrigen Konzentrationen an alpha-Strahlern aufnehmen kann, kann aufgrund einer Entscheidung des Bezirksgerichtes Magdeburg zur Zeit keine Abfälle aufnehmen.

Bis zur Inbetriebnahme von Endlagern müssen radioaktive Abfälle in betriebsinternen bzw. externen Anlagen zwischengelagert werden.

8.2.1 Zwischenlagerung

Die Ablieferungspflichtigen benötigen hinreichende Kapazitäten zur längerfristigen Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle. Hierfür können auch externe Zwischenlager verwendet werden. In der Bundesrepublik Deutschland stehen das Faßlager Gorleben für Abfälle aus Kernkraftwerken, Medizin, Forschung und Gewerbe sowie die Sammelstelle Mitterteich für bayerische Abfälle aus Kernkraftwerken und Landessammelstellen zur Verfügung. Auch die externe Lagerhalle am Kernkraftwerk Unterweser fällt hierunter. Die Zwischenlagerkapazitäten wurden von den Ablieferungspflichtigen entsprechend der Genehmigung verschiedenartig angegeben. Die unterschiedlichen Angaben wurden in Lagervolumina für Abfallgebinde umgerechnet. Sie wurden auf diese Weise vereinheitlicht und somit vergleichbar.

8.2.1.1 Abfallgebinde mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung

In Tab. 12 wird eine Übersicht für die alten Bundesländer über die vorhandenen Zwischenlagerkapazitäten für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und deren Ausnutzungsgrad für die verschiedenen Verursachergruppen gegeben. Die vorhandene Zwischenlagerkapazität ist um etwa 500 m^3 gegenüber dem Vorjahr gestiegen [7] und beträgt ca. $123\,700 \text{ m}^3$. Einer geringfügigen Erhöhung der Zwischenlagerkapazität im Bereich der Kernkraftwerke steht eine geringe Abnahme im Bereich der Landessammelstellen gegenüber, die auf einer Änderung in der Nutzung vorhandener Zwischenlager beruht. Zum geplanten Zubau von Zwischenlagerkapazitäten in Höhe von ca. $3\,900 \text{ m}^3$ [7] liegen keine neueren wesentlichen Informationen vor.

Die größte Zwischenlagerkapazität existiert unter Einbeziehung der externen EVU- Zwischenlager bei den Kernkraftwerken. Ähnlich groß sind die Zwischenlager im Bereich der Forschungszentren, von denen etwa 90% beim Kernforschungszentrum Karlsruhe als dem größten Abfallverursacher vorhanden sind. Der Ausnutzungsgrad über alle Zwischenlager hat sich gegenüber dem Vorjahr um ca. 3,5 % erhöht und beträgt knapp 43%. Die höchste Belegung der Zwischenlager liegt bei der kerntechnischen Industrie des Brennstoffkreislaufs vor. Unter Einbeziehung der externen Zwischenlager besitzen die Kernkraftwerke mit unter 25% die geringste Zwischenlagerbelegung. Die Darlegung macht deutlich, daß derzeit integral gesehen keine Engpässe bei der Abfall-Zwischenlagerung zu erkennen sind. Für eine differenziertere Betrachtung ist eine Einzelbetrachtung der verschiedenen Abfallverursacher nötig.

Verursacher- gruppenspezifische Herkunft	vorhandene Zwischenlager- kapazität [m ³]	Aus- nutzungs- grad [%]
Wiederaufarbeitung	Lagerung bei KfK	
Kernkraftwerke	24 891	41,2
Landessammelstellen	7 702	37,3
Forschungszentren	54 326	63,0
Kerntechnische Industrie	1 365	100,0
Sonstige	500	42,4
EVU-Zwischenlager	34 877	10,9
Σ	123 661	42,7

Tab. 12 : Radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung: Überblick über Zwischenlagerkapazitäten nach Verursachergruppen (alte Bundesländer)

Vergleicht man die vorhandenen Zwischenlagerkapazitäten mit dem prognostizierten Abfallmengenaufkommen, so läßt sich feststellen, daß die Zwischenlagerkapazitäten bei integraler Betrachtung bis 1997 (oberer Mengenanfall) bzw. bis 1999 (unterer Mengenanfall) reichen. Bei Einbeziehung des geplanten Zubaus an Zwischenlagern verlängert sich dieser Zeitraum um weniger als ein Jahr.

In den neuen Bundesländern liegt eine völlig andere Ausgangssituation vor. Zwischenlager für radioaktive Abfälle wurden nicht benötigt, da die anfallenden Abfälle im ERAM endgelagert wurden. Konditionierte Abfälle sind daher praktisch nicht vorhanden (s. Kap. 5.2). Lediglich ein Restbestand an Rohabfällen ist vorhanden (s. Kap. 5.1), der aufgrund der angewendeten Entsorgungsstrategie nicht zum ERAM gelangt ist. Zwischenlager für radioaktive Abfälle waren daher nicht notwendig. Auch kleine Abfallverursacher konnten ihre Abfälle direkt vom Endlagerbetreiber abholen lassen. Einrichtungen wie Landessammelstellen, die Abfälle der Kleinverursacher annehmen, zwischenlagern und zur Endlagerung abliefern, waren nicht erforderlich. Ihre Einrichtung ist jetzt aber dringend geboten und die betreffenden Länder wurden vom BMU aufgefordert, Landessammelstellen einzurichten.

8.2.1.2 Wärmeentwickelnde Abfallgebinde

Hauptverursacher für wärmeentwickelnde Abfälle sind die WAK und das Kernforschungszentrum Karlsruhe. Die WAK wurde Ende 1990 stillgelegt. Neben einem Lager für flüssige Rohabfälle in der WAK besteht im KfK eine Zwischenlagerkapazität von ca. 950 m³ [7], die zu etwa 60% mit Abfällen des KfK, der WAK etc. belegt ist.

Für Abfälle aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken im Ausland sind Zwischenlager bereitzustellen. Aus den neuen Bundesländern wurden keine wärmeentwickelnden Abfälle gemeldet.

8.2.2 Endlagerung

8.2.2.1 Konrad

In der Schachtanlage Konrad sollen radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung endgelagert werden. Auf der Basis der eingereichten, vollständigen Antragsunterlagen ist vom NMU die Öffentlichkeitsbeteiligung auf Weisung des BMU begonnen worden. Zur Zeit werden die aufgrund der Unterlagenlegung eingegangenen Einwendungen bearbeitet und Vorbereitungen zu deren Erörterung durchgeführt. In der Schachtanlage Konrad können bei einem Einschichtbetrieb größenordnungsmäßig etwa 20 000 m³ und bei einem Zweischichtbetrieb entsprechend etwa 40 000 m³ Abfallgebindevolumen endgelagert werden. Auch wenn mit einer Inbetriebnahme der Anlage in 1995 - wie in [7] unterstellt - heute nicht mehr zu rechnen ist, bleiben die Hauptaussagen zur Endlagerung in [7] erhalten, da die Prognosen zum Abfallaufkommen im wesentlichen unverändert sind. Bei einer Inbetriebnahme des Endlagers Konrad im Jahr 1996 können dort bis zum Ende des Jahres 2000 auch die prognostizierten oberen Abfallmengen mit einem Zweischichtbetrieb endgelagert werden.

8.2.2.2 Morsleben

Im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM) können radioaktive Abfälle mit geringen Konzentrationen an alpha-Strahlern endgelagert werden [13,14]. Die unbefristete Dauerbetriebsgenehmigung für das ERAM wurde am 22. April 1986 erteilt. Im Zuge der Wiedervereinigung Deutschlands erhielt das ERAM den Status eines staatlichen Endlagers im Sinne des § 9 a, Abs. 3 Atomgesetz. Die ursprünglich unbefristete Dauerbetriebsgenehmigung bekam eine Bestandsgarantie von 10 Jahren bis zum 30. Juni 2000. Die Zuständigkeit für das ERAM ging auf das BfS über. Die Einlagerung radioaktiver Abfälle aus den neuen Bundesländern wurde am 20. Februar 1991 mit einer Entscheidung des Bezirksgerichtes Magdeburg aufgrund einer anhängigen Klage ausgesetzt und ist bis zur Entscheidung des Gerichtes in der Hauptsache terminiert *).

Der Bestand an radioaktiven Abfällen im Endlager Morsleben betrug Ende 1990 ca. 14 330 m³ mit einer Aktivität von 650 TBq. Die in den letzten drei Jahren im ERAM eingelagerten Abfallmengen sind in Tab. 13 zusammengestellt. Die Einlagerungskapazität der Anlage wurde nur zu einem kleinen Teil mit den angefallenen Abfällen genutzt, da das ERAM mit seinen Ausrüstungen bei den angewendeten Konditionierungstechniken in der Lage ist, etwa 6000 bis 10 000 m³ Abfall pro Jahr (Einschicht- bzw. Zweischichtbetrieb) einzulagern.

*) Nachtrag:

Das Bezirksgericht Magdeburg hat am 27.11.1991 die am 20.02.1991 verfügte einstweilige Stillegung bestätigt und klargestellt, daß ohne weitere eindeutige und verfassungskonforme Vorschriften bzw. ohne einen neuen Planfeststellungsbeschluß das ERAM nicht weiter betrieben werden darf. Das Gericht begründet seine Entscheidung im wesentlichen damit, daß das BfS nicht die für den Betrieb des Endlagers erforderliche atomrechtliche Genehmigung besitzt. Die dem VE Kombinat Kernkraftwerke "Bruno Leuschner" Greifswald erteilte Betriebsgenehmigung sei unter keinen rechtlichen Gesichtspunkten auf das BfS übergegangen. Wegen der klärungsbedürftigen Rechtsfragen hat das Gericht die Revision gegen das Urteil zugelassen.

Abfallart	1988	1989	1990
feste Abfälle [m ³]	398	583	579
flüssige Abfälle [m ³]	294	258	220
Strahlenquellen [Stück]	2 654	702	1 068
Neutronenquellen [Stück] (nur zwischengelagert)	12	21	12

Tab. 13 : Jährliche Einlagerungsmenge im ERAM 1988/1989/1990

Da die anfallende Abfallmenge in den neuen Bundesländern für 1991 und auch für die Folgejahre vergleichsweise niedrig eingeschätzt wird, verbleibt eine große Kapazität für die Endlagerung radioaktiver Abfälle mit geringen Konzentrationen an alpha-Strahlern. Ob und ggf. inwieweit das ERAM einen Beitrag zur Entsorgung solcher Abfälle leisten kann, hängt von den anstehenden Entscheidungen ab. Erst danach kann beurteilt werden, welche Auswirkungen dieses auf den Abfallbestand und die Zwischenlagerauslastung haben wird.

8.2.2.3 Gorleben

Das Endlager im Salzstock Gorleben wird für die Endlagerung aller Arten radioaktiver Abfälle, insbesondere wärmeentwickelnder Abfälle, geplant. Mit dem zur Zeit laufenden Abteufen der Schächte werden die Voraussetzungen geschaffen, den Salzstock untertägig zu erkunden. Danach kann über die Eignung des Salzstockes für die Endlagerung radioaktiver Abfälle entschieden werden. Nach den heutigen Zeitplänen wird mit einem Betrieb des Endlagers im Salzstock Gorleben im Jahr 2008 gerechnet. Innerhalb des Prognose-Zeitrahmens, der bis zum Ende des Jahres 2000 reicht, kann deshalb durch das Endlager in Gorleben kein Entsorgungsbeitrag geleistet werden.

9. Zusammenfassende Bewertung

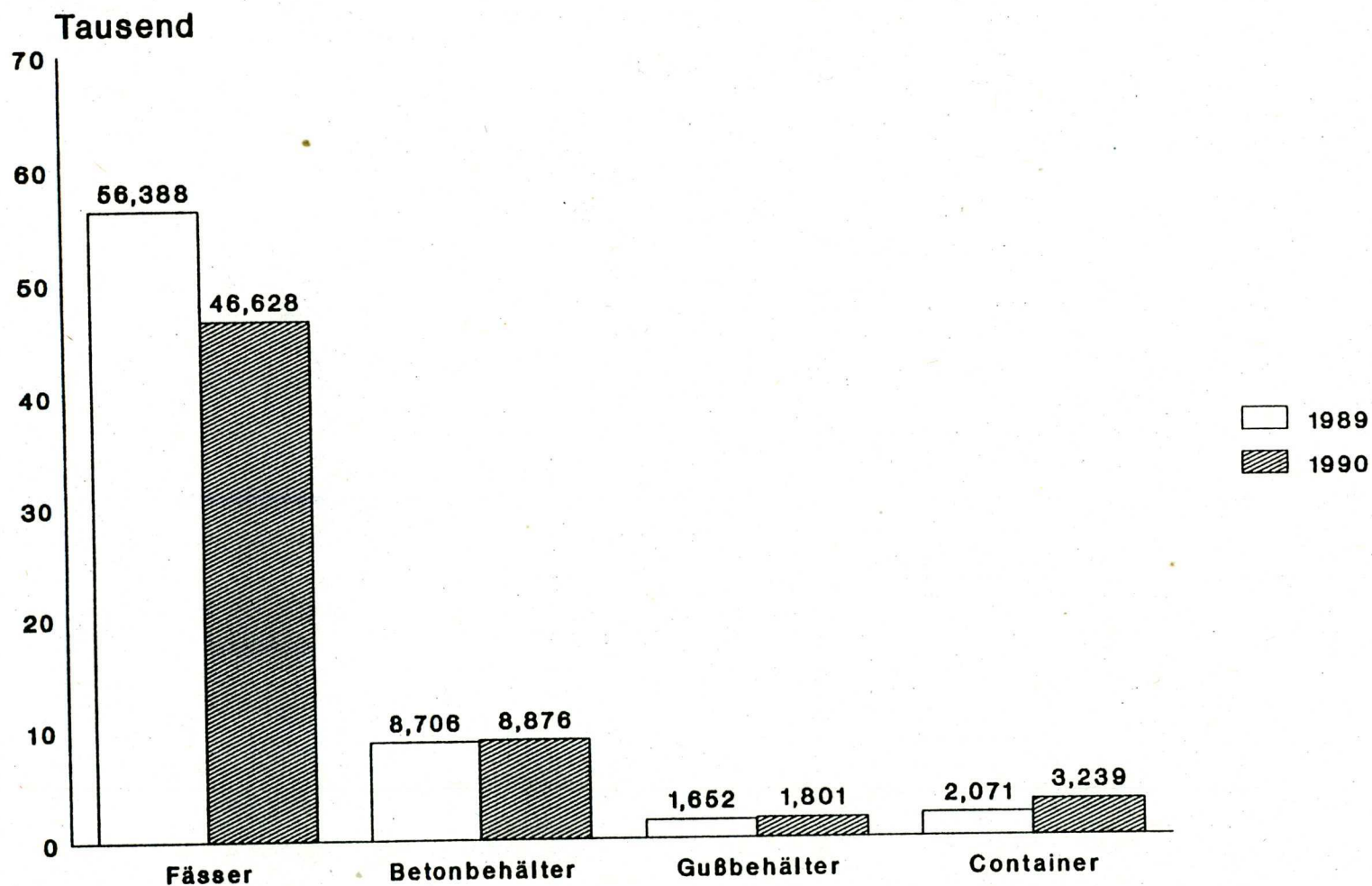
Der Bestand an radioaktiven Abfällen und die Prognose des Abfallanfalls bis zum Jahr 2000 entspricht auch unter Einbeziehung der neuen Bundesländer im wesentlichen den im Vorjahr ermittelten Daten und Trends.

Die prognostizierten Mengen radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung und die Zwischenlagerkapazitäten werden etwa im Jahr 1997 (obere Mengenabschätzung) bzw. im Jahr 1999 (untere Mengenabschätzung) gleich groß sein. Bei einer weiteren Verzögerung des Endlagers Konrad kann der Inbetriebnahmezeitpunkt hinter den vorgenannten Zeitpunkt geraten. Für Detailaussagen der Zwischenlagerauslastung ist eine Einzelfallbetrachtung nötig. Bei einer Inbetriebnahme des Endlagers Konrad im Jahr 1996 könnten alle angefallenen Abfälle bei einem Zweischichtbetrieb bis zum Ende des Jahres 2000 endgelagert werden. Inwieweit auch das ERAM einen Beitrag zur Entsorgung radioaktiver Abfälle leisten kann, hängt von den noch anstehenden Entscheidungen ab.

Wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle sind in der Bundesrepublik Deutschland bisher nur in geringen Mengen angefallen. Dieses wird auch für die nächsten Jahre gelten. Jedoch ist damit zu rechnen, daß die entsprechenden Abfallmengen aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente aus deutschen Kernkraftwerken in Frankreich und England zurückgenommen werden müssen. Hierfür sind entsprechende Zwischenlager bereitzustellen, in denen die Abfälle bis zur Inbetriebnahme des geplanten Endlagers im Salzstock Gorleben verbleiben können.

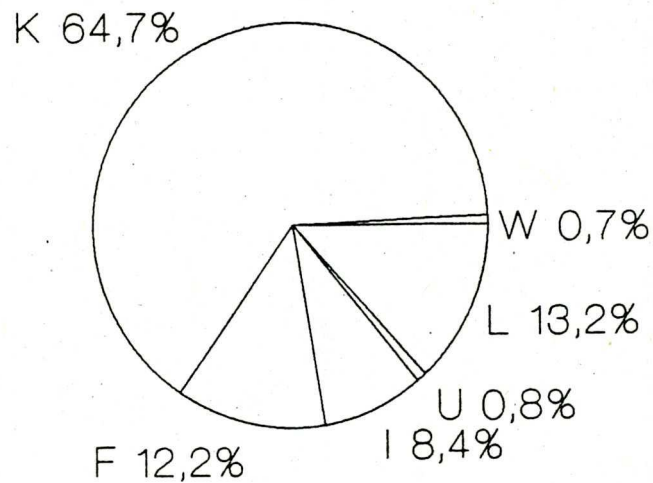
10. Literatur

- [1] Gesetz über die Errichtung eines Bundesamtes für Strahlenschutz vom 9. Oktober 1989. Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1989, Teil I, Nr. 47, S. 1830 - 1832, Bonn, 12. Oktober 1989.
- [2] P. Brennecke, J. Schumacher: Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland - Abfallerhebung für das Jahr 1984 -. Braunschweig 1986, Bericht PTB-SE-9.
- [3] P. Brennecke, J. Schumacher: Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland - Abfallerhebung für das Jahr 1985 -. Braunschweig 1986, Bericht PTB-SE-12.
- [4] P. Brennecke, J. Schumacher: Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland - Abfallerhebung für das Jahr 1986 -. Braunschweig 1987, Bericht PTB-SE-18.
- [5] P. Brennecke, J. Schumacher: Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland - Abfallerhebung für das Jahr 1987 -. Braunschweig 1988, Bericht PTB-SE-22.
- [6] P. Brennecke, J. Schumacher: Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland - Abfallerhebung für das Jahr 1988 -. Braunschweig 1989, Bericht PTB-SE-24.
- [7] P. Brennecke, J. Schumacher: Anfall radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland - Abfallerhebung für das Jahr 1989 -. Salzgitter 1990, Bericht BfS ET-1/90.
- [8] Deutsches Atomforum e. V. (Hrsg.): Radioaktive Abfälle - Entstehung, Behandlung, Beseitigung. Analysen 24, Bonn (1989).
- [9] P. Brennecke, E. Warnecke (Hrsg.): Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Vorläufige Endlagerungsbedingungen, Stand April 1990 in der Fassung Juli 1991) - Schachanlage Konrad -. Salzgitter, Juli 1991, Bericht BfS ET-3/90-REV-1.
- [10] P. Brennecke, D. Ehrlich, H. Illi, E. Viehl, E. Warnecke: Radioaktive Abfälle, endlagergerecht. Erfassung und Kategorisierung radioaktiver Abfälle. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 34 (1984) Nr. 10, S. 767-770.
- [11] Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, die nicht an eine Landessammelstelle abgeliefert werden. Bundesanzeiger Nr. 63a, Bonn, 4. April 1989.
- [12] P. Brennecke, J. Schumacher, E. Warnecke: Radioactive Waste in Federal Germany. Nuclear Europe 8 (1988), Nr. 1/2, S. 34-35.
- [13] D.K. Richter, D. Zappe et al.: Die Entsorgung von radioaktiven Abfallprodukten aus der Anwendung der Atomenergie in der Deutschen Demokratischen Republik. Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz, Berlin, Report SAAS - 381 (1990).
- [14] B. Baltes, M. Langer et al.: Sicherheitsanalyse des Endlagers für radioaktive Abfälle (ERAM). Gesellschaft für Reaktorsicherheit, Köln, Bericht GRS-79, März 1991.

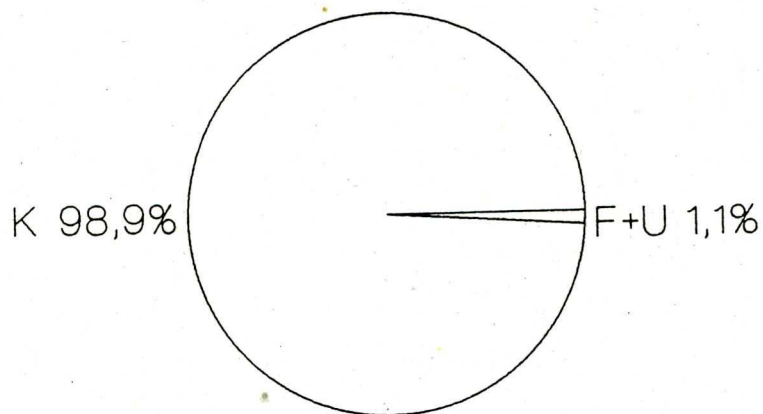


**Abb.1: Behälterspezifische Aufteilung
vorhandener Abfallgebinde: Bestand
Ende 1989 und Ende 1990 (Vgl. Tab. 2)**

Alte Bundesländer

Bestand am 31.12.1990: 10 851 m³

Neue Bundesländer

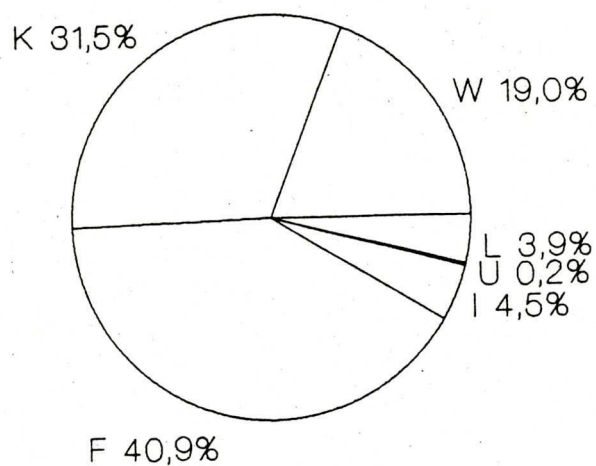
Bestand am 31.12.1990: 4024 m³

W=Wiederaufarbeitung
 K=Kernkraftwerke
 L=Landessammelstellen

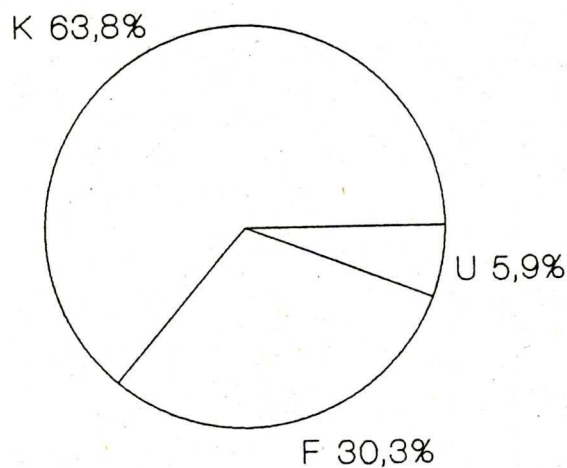
F=Forschungseinrichtungen
 I=Kerntechnische Industrie
 U=Sonstige (übrige)
 Ablieferungspflichtige

**Abb.2: Unkonditionierte radioaktive Abfälle
 mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung
 Bestand am 31.12.1990: 14 875 m³**

Alte Bundesländer

Bestand am 31.12.1990: 49 845 m³

Neue Bundesländer

Bestand am 31.12.1990: 152 m³

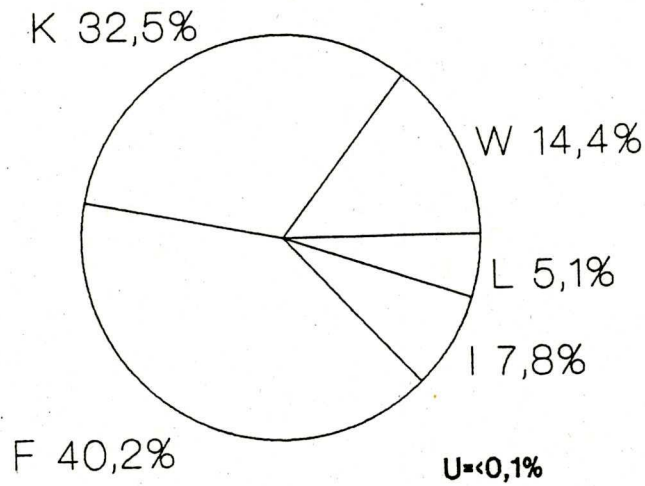
W=Wiederaufarbeitung
 K=Kernkraftwerke
 L=Landessammelstellen

F=Forschungseinrichtungen
 I=Kerntechnische Industrie
 U=Sonstige (übrige)
 Ablieferungspflichtige

**Abb.3: Konditionierte radioaktive Abfälle
 mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung
 Bestand am 31.12.1990: 49 997 m³**

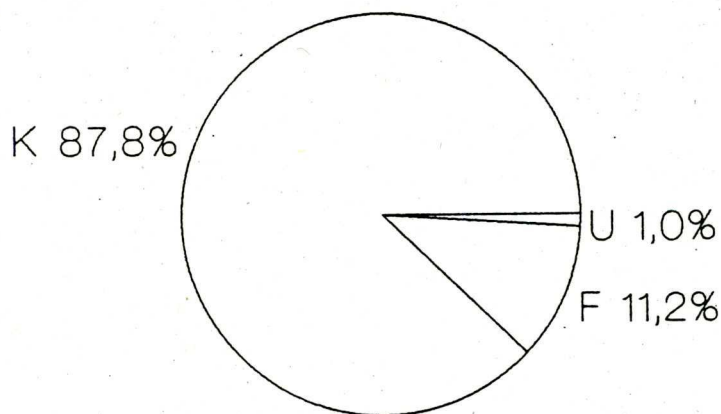
Alte Bundesländer

Anfall im Jahr 1990: 6 070 m³



Neue Bundesländer

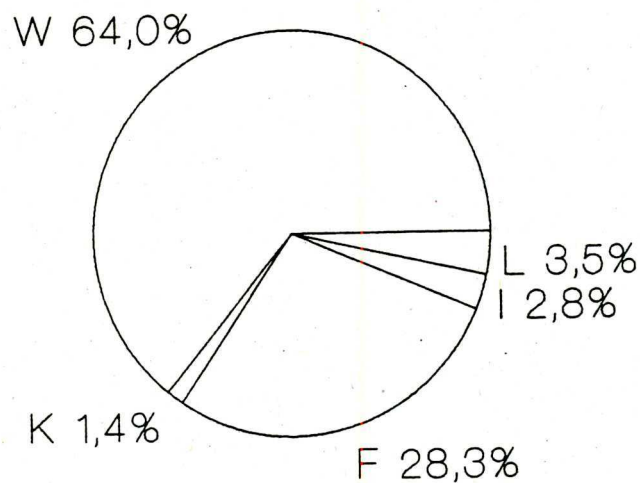
Anfall im Jahr 1990: 808 m³



W=Wiederaufarbeitung
K=Kernkraftwerke
L=Landessammelstellen

F=Forschungseinrichtungen
I=Kerntechnische Industrie
U=Sonstige (Übrige)
Ablieferungspflichtige

Abb.4: Konditionierte Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung
Anfall im Jahr 1990: 6878 m³

Alte Bundesländer**Bestand am 31.12.1990: 573 m³**

W=Wiederaufarbeitung
K=Kernkraftwerke
L=Landessammelstellen

F=Forschungseinrichtungen
I=Kerntechnische Industrie

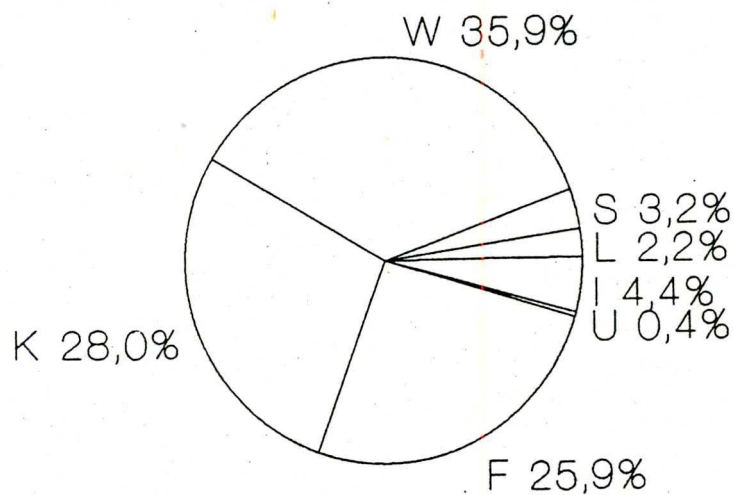
Neue Bundesländer**Zum 31.12.1990 wurden keine wärmeentwickelnde Abfälle gemeldet**

Abb.5: Konditionierte wärmeentwickelnde Abfälle
Bestand am 31.12.1990: 573 m³

Alte Bundesländer

Prognose bis zum Jahr 2000:

ca. 171 200 m³



W=Wiederaufarbeitung

K=Kernkraftwerke

L=Landessammelstellen

S=Stilllegung

F=Forschungseinrichtungen

I=Kerntechnische Industrie

U=Sonstige (übrige)

Ablieferungspflichtige

Neue Bundesländer: ca. 3100 m³

**Abb. 6: Konditionierte radioaktive Abfälle
mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung,
Prognose bis zum Ende des Jahres 2000 (oberer Wert)**

1. Anlage

Name: _____

Standort:

Inbetriebnahme:

Außerbetriebnahme:

Vorhandene Lagerkapazität *1) :

III³

Geplante Lagerkapazität *1):

III³

Genehmigungsinhaber:

Genehmigung nach: ☐ § 6 AtG ☐ § 7 AtG ☐ § 9 AtG ☐ § 3 StrlSchV

2. Unkonditionierte Abfälle (unverarbeitete Rohabfälle) *2)

Bestand am 31.12. 1990

Abfallart	a	b	Abfallbehälter	Rohabfallvolumen [m³]

a: zu konditionierende Rohabfälle * 3) b: Abklingabfälle * 3)

3. Konditionierte Abfälle (verarbeitete und/oder verpackte radioaktive Abfälle)

3.1 Bestand am 31.12.1990

Abfallbehälter *4)	Gebindeanzahl [Stück]	Gebindebruttovolumen *5, [m³]

Bemerkungen/Erläuterungen:

- *1) Angabe des zur Lagerung genehmigten Gebindevolumens
- *2) Signifikant wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle sind separat auszuweisen
- *3) Zutreffendes ankreuzen
- *4) z.B. 200 l-Faß; 400 l-Faß; Betonbehälter Typ I-III; Gußbehälter Typ I-III; Container Typ I-VI
- *5) siehe Rückseite

3.2 Anfall konditionierter radioaktiver Abfälle vom 01.01.1990
bis 31.12.1990 *2)

Abfallbehälter *4)	Gebindeanzahl [Stück]	Gebindebruttovolumen *5) [m³]

3.3 Erwarteter Anfall an konditionierten radioaktiven Abfällen im
Folgejahr 1991 *2)

Abfallbehälter *4)	Gebindeanzahl [Stück]	Gebindebruttovolumen *5) [m³]

4. Für vorausleistungspflichtige Abfalllieferer gemäß § 6 (1)
Ziffer 4 EndlagerVlV:

Sind bzw. werden die unter Punkt 3.2 genannten Abfälle an
Landessammelstellen abgeführt?

☐ ja

☐ nein

Bemerkungen/Erläuterungen:

*2) s. Vorseite

*4) s. Vorseite

*5) Gebindebruttovolumen:

200 l-Faß: 0,27 m³

400 l-Faß: 0,52 m³

Betonbehälter Typ I: 1,2 m³

Betonbehälter Typ II: 1,3 m³

Gußbehälter Typ I: 0,7 m³

Gußbehälter Typ II: 1,3 m³

Gußbehälter Typ III: 1,0 m³

Container Typ I: 3,9 m³

Container Typ II: 4,6 m³

Container Typ III: 8,7 m³

Container Typ IV: 7,4 m³

Container Typ V: 10,9 m³

Container Typ VI: 5,4 m³