

BEIRAT FÜR FRAGEN DES KERNENERGIEAUSSTIEGS

Beratungsaufträge
Ergebnisberichte, Studien

- Vor- und Nachteile zentraler und dezentraler Endlagerung

Dr. Detlef Appel
(PanGeo; Hannover)

März 1993

(Auszug aus der)
G e s c h ä f t s o r d n u n g
des Beirates für Fragen des Kernenergieausstiegs

(Beschluß des Niedersächsischen Landeskabinetts vom 24.09.1991)

§ 1

Der Beirat für Fragen des Kernenergieausstieges (im folgenden Beirat) berät das Umweltministerium

1. bei fachlichen Fragen der Sicherheit und Anlagensicherung
 - a) von Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen (Kernreaktoren)
 - b) von Einrichtungen des Brennstoffkreislaufes (der Beförderung, Aufbewahrung, Erzeugung, Bearbeitung und Verarbeitung sowie der Aufarbeitung, Sicherstellung undendlagerung von Kernbrennstoffen in radioaktiven Abfällen aus Kernbrennstoffen);
2. in Fragen des Schutzes vor Gefahren der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen;
3. bei der Entwicklung und Ausgestaltung energiewirtschaftlicher und energiepolitischer Maßnahmen in Verbindung mit dem Ausstieg aus der Kernenergie;
4. bei atom-, strahlenschutz-, energie- und bergrechtlichen Fragen.

Der Beirat nimmt keine Aufgaben im Rahmen von atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren wahr.

Beirat für Fragen des Kernenergieausstiegs (BfK)
Ausschuß Endlagerung

Dr. Detlef Appel

Stellungnahme

Vor- und Nachteile zentraler und dezentraler Endlagerung

Inhalt

1. Vorgang und Aufgabenstellung
2. Entwicklung der Endlagerungsdiskussion in der Bundesrepublik
 - 2.1 Endlagerungskonzeption und Nukleares Entsorgungszentrum (NEZ)
 - 2.2 Gorleben als zentrales Endlager
 - 2.3 Konrad und Morsleben
3. Vor- und Nachteile zentraler und dezentraler Endlagerung
 - 3.1 Rahmenbedingungen der Beurteilung und Beurteilungsfelder
 - 3.1.1 Zeitliche Notwendigkeit ("Entsorgungsdruck")
 - 3.1.2 Abfallmengenaspekte
 - 3.1.3 Sicherheitsaspekte
 - 3.2 Diskussion der Vor- und Nachteile zentraler und dezentraler Endlagerung
 - 3.2.1 Vereinfachende Annahmen
 - 3.2.2 Vor- und Nachteile der zentralen Endlagerung
 - 3.2.3 Vor- und Nachteile der dezentralen Endlagerung
4. Zusammenfassende vergleichende Bewertung der zentralen und dezentralen Endlagerung
 - 4.1 Wichtige Merkmale der zentralen Endlagerung
 - 4.2 Wichtige Merkmale der dezentralen Endlagerung
 - 4.3 Vergleichende Bewertung beider Endlagerungskonzeptionen

1. Vorgang und Aufgabenstellung

In der Bundesrepublik Deutschland existieren zwei tatsächliche Endlager (Asse II und Morsleben), von denen die ehemalige Versuchsanlage Asse mangels Genehmigung nicht mehr betrieben wird. Das Endlager der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik in Morsleben ist der Bundesrepublik im Zuge der Wiedervereinigung Deutschlands zugefallen. Nach einem Rechtsstreit ist die Einlagerung dort trotz schwerwiegender Sicherheitsmängel wieder zugelassen.

Seit vielen Jahren im Brennpunkt der öffentlichen Diskussion stehen die beiden geplanten Endlager Gorleben und Konrad. Beide haben im Rahmen der bundesdeutschen Entsorgungskonzeption einen sehr hohen Stellenwert:

Das im Salzstock Gorleben-Rambow geplante Endlager sollte ursprünglich alle im Verlaufe von 50 Jahren in der Bundesrepublik anfallenden radioaktiven Abfälle aufnehmen. Heute sind dafür vor allem die bei der Kernenergienutzung anfallenden Abfälle vorgesehen, insbesondere die wärmeentwickelnden Abfälle. Die Eignungsuntersuchung des Standortes von über Tage ist weitgehend abgeschlossen. Die Ergebnisse veranlaßten die offiziellen Untersuchungsinstanzen und die Bundesregierung zu der Aussage, die "Eignungshöufigkeit" des Standortes rechtfertige seine untertägige Erkundung. Diese Einschätzung ist wegen der eingeschränkten Funktionstüchtigkeit des Salzstockdeckgebirges äußerst umstritten. Die untertägige Erkundung für das Endlager hat 1984 mit dem Abteufen der Schächte Gorleben 1 und 2 begonnen, die inzwischen die für die Herrichtung der Schachtfundamente vorgesehene Tiefe im Salzstock erreicht haben.

In die ehemalige Eisenerzgrube Konrad in Salzgitter sollen unweentlich wärmeentwickelnde Abfälle eingelagert werden. Die Anlage ist in weitem Vorgriff auf eine erwartete positive Planfeststellung in verschiedenen Genehmigungsverfahren für Kernkraftwerke hoffnungsvoll als Entsorgungsnachweis akzeptiert worden. Der Antrag auf Planfeststellung für die Anlage war 1981 gestellt worden. Der Erörterungstermin ist im März 1993 nach rund fünfmonatiger Dauer beendet worden. Während des Termins sind zum wiederholten Male zahlreiche schwerwiegende fachliche Bedenken gegen den vom antragstellenden Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) geführten Eignungsnachweis vorgetragen worden.

Da die langzeitsichere Entsorgung radioaktiver Abfälle Voraussetzung für die (weitere) Nutzung der Kernenergie ist, spielen beide Standorte auch in der auf verschiedenen Ebenen geführten

Diskussion über die künftige Energieversorgung der Bundesrepublik Deutschland eine wichtige Rolle. Dazu gehören zum einen die Gespräche auf Bund/Länder-Ebene im "Arbeitskreis auf Staatssekretärsebene zur Entsorgung der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland (...)", zum anderen die gerade in Gang gekommenen Gespräche im Rahmen des sogenannten Energiekonsenses zwischen den Bundestagsparteien, Energieversorgungsunternehmen, Gewerkschaften und Umweltverbänden.

Ein spezieller Aspekt dieser Entsorgungsdiskussion ist die Frage, wieviele Endlager zur Gewährleistung sicherer Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland benötigt werden - ein zentrales Endlager für alle Abfälle oder mehrere Endlager für bestimmte Teilmengen. Er hat wegen der mit der Benennung von Endlagerstandorten und dem Betrieb von Endlagern verbundenen unvermeidlichen gesellschaftlichen Widerstände auch auf der politischen Diskussionsebene erhebliche Bedeutung.

Rechtsverbindliche Regelungen, wonach die Endlagerung radioaktiver Abfälle in der Bundesrepublik zwingend entweder zentral in einem Endlager oder dezentral erfolgen müßte, gibt es nicht. In der vorliegenden Stellungnahme werden wesentliche Vor- und Nachteile beider Konzeptionen unter Berücksichtigung der Zweckbestimmung von Endlagern, langfristig sichere Isolation der radioaktiven Abfälle von der Biosphäre, abgeleitet und bewertet. Grundlage ist die Darstellung der Entwicklung der Endlagerungskonzeption in der Bundesrepublik Deutschland sowie die darüber geführte Diskussion, insbesondere seit Mitte der siebziger Jahre. Sie liefert nämlich Hinweise auf die sicherheitsmäßigen Intentionen der ursprünglich verfolgten Konzeption der zentralen Endlagerung und die Gründe, die zur Entstehung der heute verfolgten dezentralen Endlagerung geführt haben.

Diese Ausarbeitung erfolgt im Auftrag des Niedersächsischen Umweltministeriums (Auftrag vom 3.3.1993, Az.: 401-40301/30) im Rahmen des Arbeitsprogrammes des Beirates für Fragen des Kernenergieausstiegs (BfK) zu den "Energiekonsens-Verhandlungen".

2. Entwicklung der Endlagerungsdiskussion in der Bundesrepublik

2.1 Endlagerungskonzeption und Nukleares Entsorgungszentrum (NEZ)

In der Bundesrepublik Deutschland waren in den sechziger Jah-

ren zwei weitreichende Entscheidungen über die bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle zu verfolgende Strategie gefallen:

- Die Festlegung auf Steinsalz als Endlagermedium:

Diese Entscheidung beruhte auf einer Empfehlung des damaligen Präsidenten der Bundesanstalt für Bodenforschung (heute: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe - BGR). Sie schlug sich zuerst im Ankauf der Schachtanlage Asse II durch den Bund zur Durchführung von Einlagerungsversuchen nieder. Eine Standortvorauswahl unter Berücksichtigung endlagerungsrelevanter Aspekte hatte nicht stattgefunden. Die Entscheidung entsprang ausschließlich wirtschaftlichen Interessen, und zwar des früheren Bergwerksbetreibers. In der Asse sind zwischen 1967 und 1978 schwach und mittelaktive Abfälle versuchshalber, jedoch endgültig eingelagert worden. Die in der Asse gewonnenen Erfahrungen sollten in das eigentliche Endlagervorhaben im Rahmen des NEZ einfließen (s. 2.2).

- Die Festlegung auf die Endlagerung in einem Bergwerk in tieferen Abschnitten der festländischen Erdkruste.

Aus der späteren Diskussion über Eignungskriterien für Endlagerstandorte und aus der Vorgehensweise bei der Benennung von Gorleben als Standort für ein Nukleares Entsorgungszentrum (NEZ) wird deutlich, daß dabei an die Errichtung eines neuen Endlagerbergwerkes, also nicht die Umnutzung eines ehemaligen Gewinnungsbergwerkes, gedacht worden war.

In der Bundesrepublik hat die Option "Nur-Ein-Endlager" zuerst in der Idee des Nuklearen Entsorgungszentrums (NEZ) konkrete Gestalt angenommen, deren Umsetzung bis 1979 verfolgt worden ist. Das NEZ sollte im wesentlichen umfassen:

- Die Wiederaufarbeitungsanlage,
- ein Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente,
- Anlagen zur Herstellung von Plutonium-Brennelementen,
- Anlagen zur Zwischenlagerung von Wiederaufarbeitungsabfällen,
- Anlagen zur endlagerungsgerechten Konditionierung der (Wiederaufarbeitungs-)Abfälle,
- das Endlager.

Dieser Konzentration verschiedener Anlagen an einem Ort lag das Bemühen zugrunde, die aus dem Kernbrennstoffkreislauf resultierenden radiologischen Auswirkungen möglichst gering zu halten. Dabei wurden folgende Vorzüge des NEZ besonders herausgestellt, bei denen endlagerungsspezifische Aspekte allerdings praktisch keine Rolle gespielt haben:

- Verringerung des Ausmaßes von Transporten zwischen Wiederaufarbeitungsanlage, Brennelementfabrik und Endlager,
- Vorteile beim Objektschutz,
- Vorteile bei der Spaltflußkontrolle und Kernmaterialüberwachung.

Die Menge und die Eigenschaften der Abfälle bestimmen die bei der Standortauswahl zu beachtenden Anforderungen an das Endlagerungsmedium und den Standort. Daher ist das Endlager für die Auswahl eines NEZ-Standortes ausschlaggebend. Daraus folgt, daß praktisch keine Möglichkeit zur Minimierung der Transportauswirkungen durch die Standortauswahl für das NEZ besteht.

Da bereits die bei der Wiederaufarbeitung entstehenden radioaktiven Abfälle hinsichtlich Inventar und anderer endlagerungsrelevanter Eigenschaften eine erhebliche Variationsbreite aufweisen, lag es nahe, für die Endlagerung im Rahmen des NEZ auch die radioaktiven Abfälle aus der Forschung usw. vorzusehen. Dadurch erhöht sich das Einlagerungsvolumen, während die qualitativen Anforderungen an Endlagermedium und Standort unverändert bleiben.

2.2 Gorleben als zentrales Endlager

Mitte der siebziger Jahre hat ein Standortauswahlverfahren für das NEZ stattgefunden, bei dem im einzelnen nicht bekannte (endlagerungsrelevante) Auswahlkriterien zum Einsatz gekommen sind. Über das Ergebnis dieses Verfahrens, bei dem drei Standorte (andere als Gorleben) für nähere Untersuchungen ausgewählt worden waren, hat sich die niedersächsische Landesregierung 1977 durch die Benennung von Gorleben hinweggesetzt. Die Auswahlgründe der niedersächsischen Landesregierung sind im einzelnen unbekannt. Die von ihr und anderen Institutionen später immer wieder genannten geowissenschaftlichen Gründe treffen für mehrere Standorte zu und rechtfertigen die Festlegung auf Gorleben daher nicht.

Im Frühjahr 1979 war im Rahmen des sogenannten "Gorleben-Hearings" in Hannover von internationalen Sachverständigen kontrovers über das geplante NEZ diskutiert worden. Unter dem Eindruck dieser Veranstaltung und der in diesem Zusammenhang ablaufenden gesellschaftlichen und politischen Aktivitäten hat der damalige niedersächsische Ministerpräsident Albrecht in seiner Regierungserklärung am 16.5.1979 die Errichtung der Wiederaufarbeitungsanlage (und der damit verbundenen Anlagen) in Gorleben mit der Begründung abgelehnt, "die politischen

Voraussetzungen für die Errichtung einer Wiederaufarbeitungsanlage (seien) zur Zeit nicht gegeben." Am Endlagerstandort Gorleben hielt die niedersächsische Landesregierung dagegen fest.

Konsequenzen dieser Einschränkung waren die vorübergehende Absicht der Energieversorgungsunternehmen, die nach wie vor geplante Wiederaufarbeitungsanlage am Standort Wackersdorf zu errichten, sowie die spätere Entscheidung, ganz auf die Wiederaufarbeitung im Ausland zu setzen. Auch durch diese Entwicklung wurde die Entscheidung für den Endlagerstandort Gorleben nicht berührt.

Von den ehemals vorgesehenen NEZ-Anlagen sind nur die Zwischenlager für die aus den ausländischen Wiederaufarbeitungsanlagen "zurückfließenden" Abfälle und für abgebrannte Brennelemente sowie das Endlager übriggeblieben. Eine sogenannte Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) ist hinzugekommen. Diese Ansammlung verschiedener Anlagentypen an einem Ort macht allerdings deutlich, daß die zentrale Endlagerung nach wie vor den "Referenzfall" der Endlagerung darstellt.

Für Standortsuche und Modellplanung des Endlagers Gorleben waren ursprünglich die kumulativen Abfälle aus dem Kraftwerksbetrieb und der Wiederaufarbeitung von Brennelementen für die Erzeugung von 2.500 GWh sowie der Abfälle aus Forschungszentren und Landessammelstellen über einen Zeitraum von 50 Jahren zugrundegelegt gelegt worden. In der Zwischenzeit sind diese Planungsvorgaben geändert worden. Für das geplante Endlager Gorleben sind zwar nach wie vor die Abfälle aus der Kernenergieerzeugung von 2.500 GWh vorgesehen, doch sollen unweitlich wärmeentwickelnde Abfälle, auch solche aus der Wiederaufarbeitung, weitgehend in die ehemalige Eisenerzgrube Konrad eingelagert werden (s. 2.3). Art und jeweilige Menge der dem Endlager Gorleben zuzuweisenden Abfälle sind daher gegenwärtig im einzelnen unbekannt.

2.3 Konrad und Morsleben

Unabhängig von der Planung des NEZ und der Entwicklung in Gorleben war ab Mitte der siebziger Jahre die ehemalige Eisenerzgrube Konrad in Salzgitter auf ihre grundsätzliche Eignung als Endlager untersucht worden. Ein Auswahlverfahren hatte zuvor nicht stattgefunden. Wesentliche Ursache für die Untersuchung war auch hier - wie bei der Entscheidung für die Asse (s. 2.1) - das Bedürfnis des Bergwerksbetreibers, eine Folgenutzung für seine unrentabel gewordene Anlage zu finden.

1981 hat die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB; heute: Bundesamt für Strahlenschutz - BfS) den Antrag auf Einleitung des Planfeststellungsverfahrens für das Endlager Konrad gestellt. Anfang März 1993 ist der Erörterungstermin im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens abgeschlossen worden. Während dieses Termins sind zahlreiche Schwachstellen des Eignungsnachweises diskutiert worden. Sollte dennoch ein positiver Planfeststellungsbeschluß ergehen, würde aus der ursprünglichen Idee eines zentralen Endlagers eine "Zwei-Standorte-Konzeption".

In Konrad ist die Endlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vorgesehen, und zwar auch solcher aus der Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente. In der Grube könnten theoretisch etwa 1,1 Mio m³ Endlagerhohlräum erstellt werden. Würden davon nur 50 % genutzt, ergäbe sich eine Betriebsdauer von rund 40 Jahren.

Auf die Bedeutung des Standortes Morsleben für die Fragestellung soll hier nicht im Detail eingegangen werden. Die angekündigte Wiederinbetriebnahme ist zwar rechtlich sanktioniert, jedoch im wesentlichen politisch ("Entsorgungsdruck", s. dazu 3.1.1) motiviert. In wichtigen Merkmalen unterscheidet sich das Endlager Morsleben derartig negativ von den Anforderungen an einen geeigneten Standort, daß sich an dieser Stelle eine fachliche Auseinandersetzung mit der Bedeutung Morslebens für die Frage zentrale oder dezentrale Endlagerung erübrigt. De facto würde durch die Wiederinbetriebnahme des Endlagers Morsleben jedoch eine "Drei-Endlager-Konzeption" geschaffen, wengleich dort nur Abfälle aus den "neuen Bundesländern" endgelagert werden sollen.

3. Vor- und Nachteile zentraler und dezentraler Endlagerung

3.1 Rahmenbedingungen der Beurteilung und Beurteilungsfelder

Die Frage, ob die Aufgabe der ursprünglich in der Bundesrepublik verfolgten Konzeption der zentralen Endlagerung zugunsten der dezentralen Endlagerung sinnvoll oder gar erforderlich ist, muß unter Berücksichtigung des Minimierungsgebotes des Atomgesetzes erfolgen. Dazu sind die mit der Endlagerung radioaktiver Abfälle verbundenen qualitativen und räumlichen Anforderungen an Endlagermedien und -standorte sowie die methodischen Probleme bei der Standortsuche und beim Eignungsnachweis zu berücksichtigen.

Endlager sind deswegen erforderlich, weil radioaktive Abfälle eine Gefahr für die Umwelt darstellen und andere Entsorgungsmöglichkeiten nicht zur Verfügung stehen. Endlager müssen - anders als übliche technische Anlagen - inhärente Sicherheit bieten, da wegen des sehr langen erforderlichen Einschlußzeitraums weder die Wartung oder Reparatur des Endlagers gewährleistet noch eine falsche Standortentscheidung korrigiert werden können. Die verschiedentlich diskutierte Rückholbarkeit endgelageter Abfälle steht in unauflösbarem Zielkonflikt zur Langzeitsicherheit des Endlagers. Sie kommt daher nur (als Zwischenlagerung) für genau definierte, kurze Zeiträume und mit bestimmter Zielsetzung in Frage.

Bereits die intensive fachliche und gesellschaftliche Diskussion über die Sicherheit der in der Bundesrepublik Deutschland geplanten Endlager belegt, daß Standortsuche und Eignungsnachweis für ein Endlager ein methodisch sehr anspruchsvolles, politisch und gesellschaftlich strittiges und damit langwieriges Unterfangen darstellen. Es ist daher grundsätzlich sinnvoll, die Notwendigkeit für die Bereitstellung von Endlagerkapazität, insbesondere für Abfälle mit hohen Standortanforderungen, durch Volumenverminderung einzuschränken. Dasselbe gilt für die Reduzierung der Zahl etwa erforderlicher Endlagerstandorte.

Der angestrebte Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie stellt also einen wichtigen Beitrag zur Abfallmengenreduzierung und zur Verringerung der Standortanforderungen dar und trägt damit auch zur Entspannung des Endlagerproblems bei.

In Abschnitt 2. ist gezeigt worden, daß die Konzentration auf ein zentrales Endlager für alle Abfälle (Gorleben) im bundesdeutschen Endlagerungskonzept im wesentlichen auf endlagerungsfremde Gründe zurückgeht. Andererseits hat auch die Ausweitung der bundesdeutschen Endlagerkonzeption auf Konrad, und damit auf zwei Endlagerstandorte für unterschiedliche Arten und Mengen von Abfällen keine endlagerungsspezifischen Gründe. Angesichts der Tatsache, daß die Einführung der Grube Konrad in die Entsorgungskonzeption allein betriebswirtschaftliche Gründe hatte (s. 2.2), liefert die Existenz des Endlagers Konrad allein kein hinreichendes Argument, von der ursprünglichen Konzeption der zentralen Endlagerung abzuweichen.

Es ist also vor allem zu fragen, ob die dezentrale Endlagerung im Sinne des atomrechtlichen Minimierungsgebotes sicherheitsmäßige Vorteile gegenüber der zentralen Endlagerung aufweist, die eine Konzeptionsänderung sinnvoll erscheinen lassen oder sogar notwendig machen. Die Notwendigkeit dazu bestünde dann,

wenn der zentralen Endlagerung unlösbare Schwierigkeiten hinsichtlich der Erfüllung abfallspezifischer qualitativer Anforderungen an Endlagermedien und -standorte oder hinsichtlich der erforderlichen Endlagerkapazität entgegenstünden.

3.1.1 Zeitliche Notwendigkeit ("Entsorgungsdruck")

In Zuge des atomrechtlichen Genehmigungsverfahrens für die Grube Konrad ist unter Hinweis auf überquellende Landessammelstellen immer wieder die Dringlichkeit der Bereitstellung eines Endlagers für radioaktive Abfälle ohne bedeutsame Wärmeentwicklung herausgestellt worden. Angesichts der schon sehr lange andauernden Eignungsprüfung Gorleben ist diese Behauptung das einzige atomrechtlich relevante Argument, das indirekt für die Aufgabe der ursprünglichen Konzeption "alle Abfälle in ein Endlager" (nämlich Gorleben) sprechen könnte. Es hat sich - einen positiven Planfeststellungsbeschuß für Konrad hoffnungsvoll vorwegnehmend - verschiedentlich in den Genehmigungen für Kernkraftwerke wiedergefunden.

Überquellende Zwischenlager oder Landessammelstellen für schwach- und mittelaktive radioaktive Abfälle mögen zwar von Politikern und Antragstellern als "Sachzwang" zur Beschleunigung des Planfeststellungsverfahrens für das Endlager Konrad angeführt werden, es darf jedoch nicht vergessen werden, daß Zwischenlager (abgesehen von solchen für hochaktiven Abfall) vor allem deswegen eingerichtet werden, weil Endlager zum Zeitpunkt des Abfallanfalls nicht zur Verfügung standen. In der Schaffung von Zwischenlagerkapazitäten kommt die Einsicht zum Tragen, daß die Suche nach einem geeigneten Endlagerstandort, der Eignungsnachweis und das anschließende Planfeststellungsverfahren anspruchsvolle und zeitaufwendige Vorgänge sind.

Die Ursache für knapp werdende Zwischenlagerkapazitäten liegt damit in erster Linie in der Unterschätzung des Zeitbedarfs für ein angemessenes Verfahren zur Standortsuche und für den Eignungsnachweis. Solche Unzulänglichkeiten sind daher kein Argument für die Beschleunigung von Endlagerverfahren, und zwar vor allem dann nicht, wenn daraus Sicherheitsnachteile erwachsen können, z.B. weil erforderliche oder sinnvolle Untersuchungen und Bewertungen wegen Zeitdrucks oberflächlich oder überhaupt nicht durchgeführt werden.

So betrachtet geben knapp werdende Zwischenlagerkapazitäten dem Verfahren Konrad kein besonderes Gewicht bei der Beantwortung der Frage nach der richtigen Zahl von Endlagerstandorten

und sind für sich allein kein Argument, die ursprüngliche "Ein-Standort-Konzeption" aufzugeben. Durch knapp werdende Zwischenlagerkapazitäten verursachtem Entsorgungsdruck müßte vielmehr zunächst durch Zubau von Zwischenlagern begegnet werden - eine Aussage, die im übrigen auch auf die geplante Wiederinbetriebnahme von Morsleben (s. 2.3) zutrifft.

3.1.2 Abfallmengenaspekte

Jedes Endlager verfügt nur über ein begrenztes Einlagerungsvolumen. Daher kann die Konzeption, alle radioaktiven Abfälle (in der Bundesrepublik Deutschland) in einem zentralen Endlager zu entsorgen, grundsätzlich nur bei Einhaltung einer der beiden folgenden Bedingung umgesetzt werden:

- Die Produktion radioaktiver Abfälle durch Kernenergieerzeugung wird so rechtzeitig beendet, daß für die bis zum Produktionsschluß angefallenen Abfälle tatsächlich ein zentrales Endlager ausreicht. Die auch nach Beendigung der Kernenergienutzung anfallenden Abfallmengen aus anderen Isotopen-Anwendungsbereichen sind so gering, daß sie hier vereinfachend vernachlässigt werden.
- Der Begriff "zentrale Endlagerung" wird so eingeengt, daß er sich nur auf diejenigen Abfallmengen bezieht, die innerhalb eines vorher festgelegten Zeitraums anfallen. Diese Definition stimmt mit der ursprünglich in der Bundesrepublik Deutschland verfolgten Idee des zentralen Endlagers Gorleben (s. 2.3) überein.

Es wird also angenommen, daß nur eine begrenzte Menge radioaktiver Abfälle mit bestimmten Eigenschaften endzulagern ist und daß sie tatsächlich an einem Standort endgelagert werden kann. Zugleich wird unterstellt, daß die Gesamtmenge der Abfälle für die Beurteilung der beiden Varianten ohne Bedeutung ist.

Zusätzlich müssen folgende weitere Bedingungen erfüllt sein:

- Es gibt mindestens einen geeigneten Endlagerstandort, der alle anfallenden Abfälle aufnehmen kann;
- dieser Standort kann gefunden werden, der Eignungsnachweis dafür kann geführt werden.

Da für die Endlagerung geeignete Gesteinskörper nur begrenzte Ausdehnung haben, kann ein geeigneter Standort für ein Endla-

ger umso leichter gefunden werden, je geringer das erforderliche Einlagerungsvolumen ist. Das gilt insbesondere für ein zentrales Endlager. Bis heute liegen allerdings keine Erkenntnisse vor, daß nicht tatsächlich ein oder sogar mehrere Standorte gefunden werden könnten, die alle im Laufe von 50 Jahren anfallenden Abfallmengen (s. 2.2) aufnehmen könnten. Immerhin würde die Beendigung (oder Reduzierung) der Kernenergienutzung Reduzierung sowohl der Abfallmengen als auch der abfallspezifischen Anforderungen an Endlagermedien beitragen (s. auch 3.1).

Bei vorgegebenem Gesamtvolumen der Abfälle kann sich durch die beliebige Verkleinerung des für einen Standort vorgesehenen Einlagerungsvolumen andererseits die Zahl der benötigten Standorte erhöhen. Um zu verhindern, daß allein wegen der Festlegung auf einen Standort mit unzureichender Kapazität ein weiteres, bei angemessener Vorgehensweise überflüssiges Suchverfahren oder sogar eine Kette von Verfahren erforderlich wird, muß das erforderliche Endlagervolumen vor der Standortsuche verbindlich festgelegt werden. Die unzureichende Kapazität eines Standortes muß dann zu dessen Ausscheiden aus dem Verfahren führen.

3.1.3 Sicherheitsaspekte

Sicherheitsmäßige Vorteile für die zentrale oder dezentrale Endlagerung ergäben sich, wenn sich beide Konzeptionen im Hinblick auf die Erfüllbarkeit der abfallspezifischen qualitativen und quantitativen (s. 3.1.2) Anforderungen an Endlagermedien und -standorte signifikant unterschieden. Die wichtigsten abfallspezifischen qualitativen Anforderungen an Endlagermedien und Endlagerstandorte sind:

- Ausreichende Stabilität des Endlagergesteins für Errichtung und Betrieb eines Bergwerkes auch bei Wärmeeintrag aus hochaktiven Abfällen und (im folgenden nicht betrachteter) Strahlenwirkung,
- langfristig ausreichende Isolationswirkung, also Verhinderung bzw. nachhaltige Behinderung des Radionuklidtransportes aus dem Endlager in die Biosphäre mit dem Grundwasser.

Im Hinblick auf mögliche Stabilitätsverluste als Folge der Abfalleinlagerung werden die abfallspezifischen Maximalanforderungen an Endlager eindeutig von den wärmeproduzierenden hochaktiven Abfällen verursacht. Im Hinblick auf die eigentliche

Funktion von Endlagern, die langfristige Zurückhaltung von Radionukliden, bestehen dagegen zwischen den hochaktiven und den übrigen Abfällen keine gravierenden abfallspezifischen Unterschiede: Beide Abfallgruppen enthalten (bzw. entwickeln durch den radioaktiven Zerfall) erhebliche Anteile an gut wasserlöslichen und langlebigen Radionukliden, die leicht freisetzbar und transportierbar sind und selbst bei langen Transportzeiten in die Biosphäre zu nicht vernachlässigbaren Strahlenbelastungen führen können.

Allerdings bestehen im Hinblick auf die tatsächliche Freisetzung von Radionukliden aus Endlagerteilen mit verschiedenen Abfallgruppen deutliche gesteinsspezifische Unterschiede:

Bei der Endlagerung in Steinsalz führt der Wärmeeintrag aus hochaktiven Abfällen zu einer deutlichen Erhöhung der Konvergenzrate und damit der Geschwindigkeit, mit der sich Einlagerungshohlräume schließen. Dadurch werden der Zutritt von Wasser an den Abfall und die Radionuklidfreisetzung aus dem Abfall je nach Art der Lagerung (Streckenlagerung oder Bohrlochlagerung) behindert, möglicherweise sogar verhindert. In den vom Wärmeeintrag weniger betroffenen Bergwerksteilen ohne hochaktive Abfälle findet dagegen eine deutlich geringere Erhöhung der Konvergenzrate statt, so daß die Wahrscheinlichkeit von Wasserzutritt und Radionuklidfreisetzung dort deutlich höher als in der Umgebung hochaktiver Abfälle ist.

Der Wärmeeintrag aus hochaktiven Abfällen hat allerdings auch nachteilige Auswirkungen. Er führt nämlich zu Gebirgsspannungen und Stabilitätsverlusten bei den mit Steinsalz vergesell-schafteten Mineralen und Gesteinen (Anhydrit, Kalisalze), wodurch sich die Wahrscheinlichkeit eines Wasserzutritts in das Endlager unter Umständen auch erhöhen kann. Deswegen muß ein Sicherheitsabstand zwischen Endlagerhohlräumen und kritischen Gesteinen eingehalten werden.

Die tatsächliche Bedeutung dieser Vor- und Nachteile von Steinsalz für die Frage zentraler oder dezentraler Endlagerung kann nur auf Grundlage einer quantitativen Betrachtung der verschiedenen Wirkungen eingeschätzt werden. Aus den bisher durchgeführten grundsätzlichen und standortbezogenen Endlageruntersuchungen lassen sich dazu keine abschließenden Folgerungen ziehen. Immerhin belegen aber die bisher durchgeführten Sicherheitsbetrachtungen für das geplante Endlager Gorleben, daß risikorelevante Radionuklidanteile vor allem aus den mittelaktiven Abfällen freigesetzt werden.

Bei Gesteinen mit geringerer Neigung zur Konvergenz als Stein-

salz haben die geschilderten Unterschiede entsprechend geringer Bedeutung. Hier werden das Ausmaß der Radionuklidfreisetzung und des daraus resultierenden Risikos im wesentlichen vom Inventar und den transportbestimmenden Gesteinseigenschaften bestimmt.

Die genannten Aspekte müssen bei einer etwaigen Aufteilung der Gesamtmenge der endzulagernden Abfälle auf mehrere Standorte berücksichtigt werden. Dazu bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

Zum einen kann die Gesamtmenge in Teilmengen mit identischen oder doch weitgehend übereinstimmenden Abfallspektren aufgeteilt werden. Zum anderen kann sie so aufgeteilt werden, daß sich daraus unterschiedliche Anforderungen an Endlagermedien und Standorte ergeben, weil diese von den endlagerungsrelevanten Eigenschaften der verschiedenen Abfallarten und den jeweiligen Volumina abhängig sind.

Bei Verzicht auf die zentrale Endlagerung würden die wärmeentwickelnden hochradioaktiven Abfälle unter dem Gesichtspunkt möglicher Einwirkungen des Abfalls auf das Endlagermedium also sinnvollerweise getrennt von den Abfällen ohne Wärmeentwicklung abgelagert. Diese Variante entspricht weitgehend der gegenwärtig vorgesehenen Aufteilung der Abfälle auf die geplanten Endlager Konrad und Gorleben. Auch eine andere Aufteilung der Abfälle nach anderen bzw. weiteren Gesichtspunkten könnte durchaus vorteilhaft sein. Beispielsweise könnten die Langlebigkeit des Radionuklidinventars sowie die Freisetzbarkeit und Transportierbarkeit der Radionuklide durch Wasser Berücksichtigung finden.

Nur eine solche Trennung nach Abfallarten ist sinnvoll, weil sie zur Differenzierung der Standortanforderungen führt. Damit wächst die Wahrscheinlichkeit, wenigstens für bestimmte Abfälle einen geeigneten Standort zu finden. Die Trennung in Teilmengen mit gleichartigem Inventar bietet einen solchen Vorteil dagegen nicht. Sie mildert allenfalls die an einem bestimmten Standort bestehenden Kapazitätsprobleme, ohne daß damit ein Beitrag zur sicheren Entsorgung aller Abfälle geleistet würde.

3.2 Diskussion der Vor- und Nachteile zentraler und dezentraler Endlagerung

3.2.1 Vereinfachende Annahmen

Bei der Darstellung der Vor- und Nachteile zentraler und dezentraler Endlagerung in 3.2.2 und 3.2.3 werden folgende einschränkende und vereinfachende Annahmen getroffen:

- Es wird unterstellt, daß eine bestimmte, innerhalb eines feststehenden begrenzten Zeitraums anfallende Abfallmenge endzulagern ist.
- Im Vordergrund des Vergleichs stehen Aspekte der Endlagersicherheit (Standsicherheit und Langzeitsicherheit). Konsequenzen im Hinblick auf die aus Abfalltransporten resultierenden Umweltauswirkungen werden dagegen nicht behandelt. Es liegt aber auf der Hand, daß sie sowohl von der Zwischenlagerungskonzeption als auch der Endlagerungskonzeption abhängig sind. Die Konzentration beider Lagertypen würde zur Verringerung der Transportauswirkungen beitragen. Für die heute bereits existierenden bzw. geplanten Zwischen- und Endlager ließen sich die Transportauswirkungen nur auf Grundlage systematischer Untersuchungen beurteilen, die bisher nicht durchgeführt worden sind.

Unbehandelt bleiben auch die "konzeptionsspezifischen" Kosten.

- Die Betrachtung bleibt auf diejenigen Aspekte beschränkt, die sich unmittelbar aus der Frage "zentral oder dezentral" ergeben.

Konsequenzen für die Beurteilung, die sich aus den gesteinspezifischen Eigenschaften verschiedener Endlagermedien ergeben könnten, finden nur untergeordnete Berücksichtigung. Mögliche bewertungsrelevante Einflüsse des Unterschieds zwischen direkter Endlagerung abgebrannter Brennelemente und der Endlagerung mit Wiederaufarbeitung bleiben vollständig unberücksichtigt. Ihre Beurteilung setzte eine sehr differenzierte Betrachtung voraus, die an dieser Stelle nicht geleistet werden kann.

3.2.2 Vor- und Nachteile der zentralen Endlagerung

Vor dem in 3.1 dargestellten Hintergrund sprechen die folgenden endlager- bzw. endlagerungsspezifischen Gründe für bzw.

gegen die Konzentration auf nur einen Standort:

Vorteile

- a) In einem großen Endlager ist das Volumen der insgesamt aufzufahrenden Hohlräume kleiner als bei zwei (oder mehr) kleineren Endlagern. Insgesamt verringert sich dadurch die Wahrscheinlichkeit für bergtechnisch oder durch Auswirkungen der Abfälle auf das Endlagergestein induzierte Störfälle.
- b) Jedes Endlager benötigt mindestens zwei Schächte. Die nach Einlagerungsende verfüllten Schächte bzw. die darum herum befindlichen Auflockerungszonen stellen besondere Schwachstellen dar. Der Nachweis, daß es über diese Bereiche nicht zu Schutzwertbeeinträchtigungen kommen kann, bereitet erhebliche methodische Probleme. Sowohl im Sinne der Risikominimierung als auch zur Erleichterung der Nachweisführung muß die Zahl solcher und vergleichbarer Schwachstellen möglichst gering gehalten werden.
- c) Wegen der hohen Anforderungen an die Eigenschaften geeigneter Standorte und an die Qualität der Standorterkundung und des Nachweisverfahrens ist die Konzentration auf möglichst wenige Verfahren, am besten also nur eins, allein aus methodischen Gründen dringend geboten:

Da alle Standorte, auch potentiell geeignete, im Sinne sicherer Endlagerung Vor- und Nachteile aufweisen, kann der Standort mit den insgesamt besten oder möglichst guten Eigenschaften nur durch vergleichende Untersuchung mehrerer vorausgewählter (potentiell geeigneter) Standorte identifiziert werden. Diese unverzichtbare Suche nach einem potentiell geeigneten Endlagerstandort ist eine methodisch sehr anspruchsvolle und zudem finanziell und personell aufwendige Aufgabe.

Das über die Standortvorauswahl gesagte gilt in noch stärkerem Maße für den Nachweis der Langzeitsicherheit für den vorausgewählten Standort. Während die vergleichende Betrachtung verschiedener Standorte bei der Standortvorauswahl methodisch unvermeidlich ist, kann allerdings der Nachweis der Langzeitsicherheit auf den besten der vergleichend beurteilten Standorte beschränkt werden (s. d)).

- d) Die von einem Endlager auf die Umwelt langfristig ausgehenden Auswirkungen resultieren im wesentlichen aus der Radioaktivitätsfreisetzung aus dem Abfall in das Grundwasser und ih-

rem Transport durch die geologische Barriere in die Biosphäre. Wegen der methodischen Probleme bei der Untersuchung dieser Barriere und beim Nachweis ihrer Eignung steigt das Fehlerrisiko beim Sicherheitsnachweis mit der Zahl der zu untersuchenden und zu bewertenden Standorte. Es sinkt dagegen wegen der zunehmenden Aussagegenauigkeit der Untersuchungsergebnisse mit zunehmender Untersuchungsintensität an einem Standort.

- e) Angesichts des erheblichen finanziellen und personellen Aufwandes, der mit der Standorterkundung, für den Nachweis der Langzeitsicherheit und der Durchführung des Planfeststellungsverfahrens verbunden ist, führt die Konzentration der Suche auf einen Standort zugleich zur Reduzierung des Aufwandes. Der Aufwand steigt näherungsweise mit der Zahl der Standorte. Diese Konzentration ist nicht erlaubt bei der Vorauswahl des Standortes (s. dazu c)).
- f) Endlager müssen wegen der langen Zeiträume, für die sie funktionieren sollen, so errichtet werden, daß sie nicht der Überwachung bedürfen. Dennoch werden unvermeidlich über bisher nicht gewohnte Zeiträume Beweissicherungsmaßnahmen durchgeführt werden. Der dafür erforderliche Aufwand ist äußerst groß. Er steigt mit der Zahl der Standorte an.
- g) Die Reduzierung der Endlagerstandorte erleichtert die kurz- und mittelfristige Überwachung des in den Abfällen enthaltenen Kernmaterials und die langfristige Sicherung gegenüber unbeabsichtigtem Zugang zu den Abfällen.

Neben diesen fachlichen Gründen weist die zentrale Endlagerung auch nicht zu unterschätzende gesellschaftliche bzw. politische Vorteile auf:

Ein erfolgreiches Verfahren zu Standortsuche und Eignungsnachweis mündet in ein atomrechtliches Planfeststellungsverfahren. Spätestens in diesem Verfahren hat der Antragsteller den endgültigen Eignungsnachweis für den Standort zu führen. Es findet unter Öffentlichkeitsbeteiligung statt. An jedem Standort muß daher mit intensiven politisch, gesellschaftlich und/oder individuell motivierten Widerständen gerechnet werden. An jedem Standort ist zudem mit rechtlich relevanten Einwendungen zu rechnen.

Außer bei besonderer Motivation und Partikularinteressen von Einzelpersonen oder einzelnen Gruppen kann diesen Widerständen durch nachvollziehbares und überzeugendes Vorgehen begegnet

werden. Voraussetzung ist (neben dem Nachweis der Notwendigkeit für Endlagerung schlechthin) allerdings der Beleg für die sicherheitsmäßige Unabdingbarkeit eines bestimmten Standortes. Das setzt sorgfältiges Vorgehen bei der Auswahl des Endlagermediums und des Standortes mit dem Ziel voraus, einen möglichst guten Standort zu finden. Solange mit der Auffindung nur eines Standortes gerechnet werden kann, der alle Abfälle sicher aufnehmen kann, ist zudem die Beschränkung der Suche auf nur einen Standort erforderlich.

Nachteile

- a) Diejenigen Abfälle mit den höchsten Qualitätsanforderungen an Endlagergestein und -standort bestimmen die bei Standortauswahl und Eignungsnachweis anzulegenden Anforderungen. Es kann daher nicht völlig ausgeschlossen werden, daß die aus dem wärmeproduzierenden Abfall resultierenden hohen Anforderungen an das Endlagermedium und die Kapazität - trotz sorgfältiger und angemessener Suche - nicht an einem Standort erfüllt werden können. Dafür gibt es gegenwärtig allerdings keine Hinweise (s. 3.1.2). Die möglichen Kapazitätsprobleme am Standort Gorleben sind methodisch bedingt und sprechen nicht gegen die Konzeption der zentralen Endlagerung.
- b) Insbesondere bei der Endlagerung in Steinsalz (Gorleben) kann der Wärmeeintrag aus hochaktiven Abfällen die Stabilität von Endlagerteilen beeinträchtigen und die Wahrscheinlichkeit von Wasserzutritten erhöhen. Diese Aussage gilt vor allem für Standorte mit begrenzter Kapazität. Eine abschließende Bewertung ist gegenwärtig nicht möglich (s. 3.1.3).

3.2.3 Vor- und Nachteile der dezentralen Endlagerung

Die Aufteilung des Abfalls auf mehrere Endlager kann unter zwei Bedingungen **erforderlich** werden:

- Wenn nachweislich kein Standort die Kapazität aufweist, um alle Abfälle aufzunehmen, oder
- wenn sich die Standortsuche so schwierig gestaltet, daß die Wahrscheinlichkeit, einen solchen Standort zu finden, sehr gering ist.

In beiden Fällen muß die Idee der zentrale Endlagerung zwangsläufig aufgegeben werden. Es gibt bisher allerdings keine Hinweise, daß diese Bedenken berechtigt sein könnten.

Im Hinblick auf die Umsetzung des Minimierungsgebotes sinnvoll wäre die Aufteilung verschiedener Abfallarten auf mehrere Endlager dann, wenn die dezentrale Endlagerung entgegen der langen Liste der Vorteile zentraler Endlagerung in 3.2.2 sicherheitsmäßige Vorteile gegenüber der zentralen Endlagerung böte. Bei der Aufteilung des Abfalls auf mehrere Endlager mit jeweils übereinstimmendem Abfallspektrum kann das überhaupt nicht der Fall sein (s. dazu 3.1.3). Als mögliche Vorteile bleiben:

- a) Aus der Aufteilung verschiedener Abfallgruppen mit unterschiedlichen Anforderungen an Endlagermedium und -standort können sich sicherheitsmäßige Vorteile dann ergeben, wenn die durch die Einwirkung bestimmter Abfälle auf das Endlagergestein die Sicherheit des zentralen Endlagers insgesamt oder die sichere Endlagerung anderer Abfallkategorien beeinträchtigt würde. Gegenwärtig ist unklar, ob - bei der Endlagerung in Steinsalz - der durch die Einlagerung hochaktiver Abfälle verursachte Wärmeeintrag zu Sicherheitseinbußen führen kann. Nachteilige Auswirkungen des Wärmeeintrags auf die Stabilität der Endlagerbereiche für nicht wärmeproduzierende Abfälle im zentralen Endlager sind jedenfalls nicht auszuschließen. Je nach Endlagermedium können sich allerdings im Hinblick auf die Langzeitsicherheit gleichzeitig Vorteile ergeben, weil die Erhöhung der Konvergenzrate mit der rascheren Verringerung von Hohlräumen verbunden ist. Abschließende Aussagen setzen eine quantitative Betrachtung dieser Aspekte voraus, die in diesem Rahmen nicht geleistet werden kann (und auch andernorts bisher weder durchgeführt worden noch geplant ist).
- b) Bei Dezentralisierung der Endlagerung können für mindestens einen Standort die abfallspezifischen Anforderungen an Endlagermedium und -gestein gesenkt werden. Welche Anforderungen das sind und welche Vorteile daraus erwachsen können, hängt im wesentlichen von den Gesichtspunkten ab, die der Aufteilung zugrundeliegen. Mangels entsprechender Untersuchungen ist gegenwärtig ungeklärt, welche Art der Abfallaufteilung im Hinblick auf den Betrieb und die Langzeitsicherheit von Endlagern die größten Vorteile böte.

Die Aufteilung in wärmeproduzierende und nichtwärmeproduzierende Abfälle stellt eine sinnvolle Möglichkeit dar. Sie trägt allerdings nicht in entscheidendem Ausmaß zur Erhö-

hung der Langzeitsicherheit bei (s. 3.1.3). Die abfallspezifischen Maximalanforderungen an Endlagermedien verringern sich dadurch ohnehin nicht, da sie nach wie vor an mindestens einem Standort erfüllt werden müssen.

4. Zusammenfassende vergleichende Bewertung der zentralen und dezentralen Endlagerung

4.1 Wichtige Merkmale der zentralen Endlagerung

Die Begriffe zentrale bzw. dezentrale Endlagerung werden hier nur auf diejenigen Abfälle angewendet, die innerhalb eines definierten Zeitraums anfallen.

Die ursprünglich in der Bundesrepublik Deutschland ins Auge gefaßte zentrale Endlagerung ging auf die inzwischen aufgegebene Idee des Nuklearen Entsorgungszentrums zurück. Ihr lagen im wesentlichen endlagerungsfremde Sicherheitsvorteile (wenig Transporte, einfache Überwachbarkeit) zugrunde. Allerdings lassen sich folgende endlagerungsspezifischen Vorteile gegenüber der dezentralen Endlagerung benennen:

- Geringeres Volumen der insgesamt erforderlichen Hohlräume,
- Nur zwei Schächte (gegenüber vier und mehr bei zwei und mehr Standorten) als potentielle Aufstiegsbahnen für Radionuklide in die Biosphäre,
- Reduzierung der mit Standortsuche und Eignungsnachweis unvermeidlich verbundenen methodischen Schwierigkeiten durch Konzentration auf nur ein Verfahren,
- Verringerung der Fehlerquote beim Eignungsnachweis, da ein (durch vergleichende Untersuchung mehrerer Standorte identifizierter) Standort intensiver untersucht werden kann als mehrere,
- Verringerung des Untersuchungsaufwandes durch Konzentration auf ein Suchverfahren und einen Eignungsnachweis,
- Erleichterung und Reduzierung der (an sich nicht vorgesehenen) Beweissicherungsmaßnahmen,
- Erleichterung der Kernmaterialüberwachung und des Schutzes vor unbeabsichtigtem Zugang zum Endlager.

Eine zentrale Endlagerlösung verspricht zudem höhere Akzeptanz, sofern Standortsuche und Eignungsnachweis entsprechend sorgfältig durchgeführt worden sind.

Potentielle Nachteile der zentralen Endlagerung bestehen darin,

- daß an einem Standort hohe Kapazitätsanforderungen und die höchsten abfallspezifischen Anforderungen an Endlagergestein und -standort gleichzeitig erfüllt sein müssen,
- daß sich der Wärmeeintrag in das Endlagergestein aus hochaktiven Abfällen (oder andere Einflüsse) nachteilig auf die Sicherheit von Endlagerteilen mit anderen Abfällen auswirken kann.

4.2 Wichtige Merkmale der dezentralen Endlagerung

Unerlässliche Voraussetzung für die dezentrale Endlagerung der innerhalb eines bestimmten Zeitraums anfallenden Abfälle ist die sinnvolle Aufteilung der Abfälle nach den abfallspezifischen Anforderungen an Endlagermedium und Standort. Sie kann in Abhängigkeit von der Art der Aufteilung und der Kapazität der letztlich gefundenen Endlagerstandorte durchaus mehr als zwei Endlager erfordern; deren Anzahl sollte aber auf jeden Fall so klein wie möglich gehalten werden.

Unabhängig von der Standortanzahl weist die dezentrale Endlagerung gegenüber der zentralen Endlagerung zwei Vorteile auf, die den in 4.1 genannten möglichen Nachteilen der zentralen Endlagerung entsprechen:

- Die Kapazitätsanforderungen an die Standorte sind geringer.
- Wenn die Aufteilung der Abfälle auf mehrere Standorte unter Berücksichtigung der abfallspezifischen Anforderungen an Endlagermedium und Standort erfolgt, können die qualitativen Anforderungen bei einem Endlager verringert werden. Daraus können sich bei der Standortsuche Erleichterungen ergeben.

Die von den Eigenschaften verschiedener Abfallgruppen bestimmten Maximalanforderungen an die Stabilität des Endlagermediums bzw. die Rückhalteleistung der geologischen Barriere eines Standortes gegenüber Radionukliden bleiben von der Abfallaufteilung unberührt, und zwar unabhängig von der Art der Aufteilung. Mindestens an einem Standort müssen die jeweiligen Maximalanforderungen erfüllt sein.

Die Nachteile der dezentralen Endlagerung können aus den in 4.1. genannten Vorteilen der zentralen Endlagerung abgeleitet werden.

4.3 Vergleichende Bewertung beider Endlagerungskonzeptionen

Angesichts der zahlreichen Vorteile, die mit der Konzentration der über einen bestimmten Zeitraum anfallenden radioaktiven Abfälle auf ein Endlager verbunden sind, muß die zentrale Endlagerung den Referenzfall für das bundesdeutsche Entsorgungskonzept darstellen.

Diese Aussage unterliegt zwei Einschränkungen:

- Die zentrale Endlagerung muß zugunsten der dezentralen Endlagerung aufgegeben werden, wenn ein Standort mit ausreichender Kapazität für alle Abfälle trotz sorgfältiger Standortsuche nicht gefunden werden kann.
- Die zentrale Endlagerung kann im Sinne der Minimierung der Umweltauswirkungen von Endlagerung zugunsten der dezentralen Endlagerung aufgegeben werden, wenn die in 4.1 erwähnten möglichen nachteiligen Auswirkungen des Wärmeeintrags auf die Sicherheit des Endlagers die Vorteile der zentralen Endlagerung aufhöben. Diese Frage ließe nur mit Hilfe der Ergebnisse gezielter Untersuchungen beantworten, die gegenwärtig weder vorliegen noch geplant sind.

Letztlich hängt allerdings auch die Bedeutung dieses Aspektes allein von der Kapazität des ausgewählten Endlagerstandortes ab. Es gibt gegenwärtig keine Hinweise, daß ein solcher Standort bei sorgfältigem Vorgehen nicht gefunden werden könnte.

Hannover, den 29.3.1993



(Appel)

Anschrift des Verfassers: Detlef Appel

