

Schmitt, Dieter

Article — Digitized Version

## Wiederaufarbeitung von abgebrannten Kernbrennstoffen?

Wirtschaftsdienst

*Suggested Citation:* Schmitt, Dieter (1985) : Wiederaufarbeitung von abgebrannten Kernbrennstoffen?, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Verlag Weltarchiv, Hamburg, Vol. 65, Iss. 3, pp. 123-128

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/136018>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

### Wiederaufarbeitung von abgebrannten Kernbrennstoffen?

Dieter Schmitt, Köln

**Die Deutsche Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen (DWK) – ein Gemeinschaftsunternehmen deutscher Kernkraftwerksbetreiber – hat sich Anfang Februar für den Bau einer Wiederaufarbeitungsanlage entschieden. Sie folgte damit einem entsprechenden Kabinettsbeschuß der Bundesregierung vom Januar dieses Jahres. Wie ist diese Entscheidung für die Wiederaufarbeitung und gegen alternative Entsorgungskonzepte aus ökonomischer Sicht zu bewerten?**

Mit dem Beschluß zugunsten der Wiederaufarbeitung wurden die Weichen dafür gestellt, daß etwa Mitte der 90er Jahre am vorgesehenen Standort Wackersdorf in Bayern eine Wiederaufarbeitungsanlage mit einer Kapazität von 350 Jahrestonnen (Schwermetall) in Betrieb gehen wird, was etwa dem Entsorgungsbedarf von 13 Kernkraftwerksblöcken der derzeit in der Bundesrepublik gebauten Größenordnung entspricht<sup>1</sup>. Diese Entscheidung bedeutet, daß andere Entsorgungsalternativen wie die langfristige Zwischenlagerung (mit oder ohne definitive Festlegung der endgültigen Entsorgungslösung) oder die direkte Endlagerung abgebrannter Brennelemente – zumindest fürs erste – nicht zum Zuge kommen. Solche Entsorgungsstrategien werden derzeit vor allem in Schweden und in den USA verfolgt, aber auch in anderen Industrieländern immer intensiver diskutiert, nachdem bis vor wenigen Jahren weltweit die Wiederaufarbeitung als einzige Entsorgungstechnologie angesehen worden war. So hatte z. B. auch die Ministerpräsidentenkonferenz von Bund und Ländern in ihrem Entsorgungsbeschuß im Jahre 1979 gefordert, die Bemühungen zur Wiederaufarbeitung und direkten Endlagerung parallel zu verfolgen.

In den letzten Jahren hat sich weltweit das Spektrum intensiver verfolgter Entsorgungskonzepte erweitert. Dies hat meines Erachtens weniger zu tun mit dem während der Carter-Administration heftig diskutierten „Proliferationsargument“, d.h. mit der Befürchtung, der Bau und Betrieb einer Wiederaufarbeitungsanlage eröffne

auch Schwellenländern den Zugang zu Kernwaffen oder rücke Staaten im Besitz solcher Technologien zumindest in die Nähe von Kernwaffenstaaten. Bedeutsamer scheint mir schon die Tatsache, daß im Zusammenhang mit der Entwicklung von Transport- und Zwischenlagerbehältern technische Lösungen erarbeitet wurden, die auch Möglichkeiten für eine zeitlich nicht befristete Lagerung eröffneten. Auch der beträchtliche Kostenanstieg für die Inanspruchnahme von Entsorgungsdienstleistungen im Ausland (Frankreich, England) dürfte die Suche nach alternativen Lösungen zumindest beschleunigt haben.

Entscheidend für die Entwicklung von Alternativen zur Wiederaufarbeitung war jedoch, daß sich in den letzten Jahren die Rahmenbedingungen für die Kernenergie in einer Reihe von Punkten grundlegend geändert haben:

□ Die Entwicklung der Kernenergie verläuft inzwischen weltweit wesentlich verhaltener als früher erwartet. Reduzierte Stromverbrauchszuwachsraten, Kostensteigerungen (u.a. als Folge wachsender Auflagen, zunehmender Verzögerungen, hoher Inflationsraten sowie gestiegener Zinsen), die Diskriminierung der Kernenergie durch energiepolitische Maßnahmen sowie eine anhaltende Akzeptanzdiskussion wirken hierbei zusammen.

□ Das Uran erweist sich als weit weniger knapp als zunächst befürchtet. Auch hier gilt die für alle Rohstoffe gültige Erkenntnis, daß die sicheren Reserven (d.h. die zu einem bestimmten Zeitpunkt bekannten und wirt-

---

*Dr. Dieter Schmitt, 46, ist Akademischer Oberrat und Geschäftsführer des Energiewirtschaftlichen Instituts der Universität zu Köln.*

<sup>1</sup> Rund 16 000 Megawatt, d.h. etwa zwei Drittel der für Anfang der 90er Jahre erwarteten Kernkraftwerkskapazität in der Bundesrepublik.

schaftlich gewinnbaren Vorkommen) nur bedingt als ein Zeichen für die Knappheit einer Ressource anzusehen sind. Es ist zu berücksichtigen, daß sich bislang (wie z.B. auch im Ölbereich) alle Schätzungen über den Lagerstätteninhalt neu entdeckter Vorkommen als zu konservativ erwiesen haben. Zudem ist die Nutzung sogenannter Armerzlagerstätten überhaupt noch nicht in Angriff genommen worden. Mit entsprechenden Investitionen können schließlich aller Voraussicht nach noch weitere Vorkommen erschlossen werden.

□ Die Wirtschaftlichkeit des Brütters gegenüber dem nunmehr bereits bewährten Leichtwasserreaktor, dessen Entwicklungsmöglichkeiten im übrigen noch bei weitem nicht ausgeschöpft sein dürften, scheint immer mehr in die Ferne zu rücken. Hinzu kommt die Frage der Akzeptanz eines solchen Systems bzw. akzeptanzbedingter weiterer Kostensteigerungen. Lediglich exorbitante Uranpreissteigerungen vermöchten die Wirtschaftlichkeitsverhältnisse zugunsten des Brütters entscheidend zu verbessern. In diesem Falle würde sich jedoch die Frage stellen, ob die Kernenergie in der Stromerzeugung (oder Strom im Wettbewerb mit anderen Energieträgern) überhaupt noch konkurrenzfähig wäre.

□ Die Kosten der Wiederaufarbeitung selbst (einschließlich derjenigen für die Fertigung der Mischoxidbrennelemente) sind in den letzten Jahren ebenfalls erheblich angestiegen, zumal auch hier ähnliche kostensteigernde Effekte wie beim Kernkraftwerksbau zum Zuge kamen.

Die Wiederaufarbeitung erscheint somit weder aus ressourcenökonomischen noch aus kernenergiestrategischen Gründen zwingend geboten. Vielmehr erwächst ihr mit der Entwicklung der direkten Endlagerung nunmehr eine Entsorgungsalternative, die auf absehbare Zeit die Schließung des Kernbrennstoffkreislaufs zu niedrigeren Kosten verspricht. Dies jedenfalls ist das Ergebnis eines vom Energiewirtschaftlichen Institut kürzlich vorgelegten umfassenden Wirtschaftlichkeitsvergleichs<sup>2</sup>. Geprüft wurden dabei die für die Bundesrepublik langfristig relevanten Entsorgungsalternativen, d.h. die direkte Endlagerung abgebrannter Brennelemente („Andere Entsorgungstechnik“ – AE) sowie die Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente, bei der das wiederverwendbare Plutonium und Uran zurückgewonnen und der radioaktive Abfall endgelagert

werden („Integrierte Entsorgung“ – IE). Dieser Wirtschaftlichkeitsvergleich ist eingebettet in eine umfassende Studie über die technisch-wirtschaftlichen Probleme der direkten Endlagerung, ihre Sicherheitsaspekte sowie die hiermit verbundene Proliferationsproblematik, deren Federführung im Kernforschungszentrum Karlsruhe lag<sup>3</sup>. Hierin wird festgestellt, daß die direkte Endlagerung als technisch machbar, sicherheitsmäßig unbedenklich und zugleich auf absehbare Zeit kostengünstiger als der Wiederaufarbeitungsweg anzusehen ist.

### Kosten der Entsorgung

Die bislang vorliegenden Angaben über die Kosten der Entsorgung von Kernbrennstoffen weisen eine beträchtliche Streubreite auf. Dies erklärt sich einmal daraus, daß es sich zum Teil nur um mehr oder weniger begründete Schätzungen handelt, die zudem noch zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgegeben wurden und nicht unbedingt alle Entsorgungsteilschritte und Kostenkomponenten umfassen. Zum anderen liegen den Kostenangaben Annahmen zugrunde, die sich zum Teil beträchtlich unterscheiden (z.B. im Hinblick auf den Inbetriebnahmezeitpunkt, die Betriebszeit, die Verfügbarkeit, Anlagentyp und -größe, Investitionen, Bauzeit, Kostensteigerungen, Diskontrate u.a.m.). Auch hinsichtlich der Kalkulationsmethode (statisch/dynamisch) bestehen Unterschiede. Außerdem können sich Angaben über die Kosten der Entsorgung (in konstantem oder laufendem Geldwert) entweder auf den während einer bestimmten Periode in einer Volkswirtschaft insgesamt erwarteten Entsorgungsbedarf unter Einsatz einer fest vorgegebenen zeitlichen Abfolge bestimmter Entsorgungsanlagen beziehen oder aber auch auf in ihrer Auslegung, Inbetriebnahme und Betriebszeit normierte Anlagen, die in ihren Spezifikationen als repräsentativ für die längerfristige Deckung eines realistischerweise zu erwartenden Entsorgungsbedarfes angesehen werden können. Eindeutige Aussagen für strategische Entscheidungen können nur von dem zuletzt aufgeführten Ansatz erwartet werden, wobei als Kalkulationsmethode dynamische Verfahren unverzichtbar sind, um die zeitliche Verteilung der Zahlungsströme adäquat zu erfassen.

Eine solche Vorgehensweise wurde auch in dem Wirtschaftlichkeitsvergleich des Energiewirtschaftlichen Instituts verfolgt: Das Ergebnis sind Aussagen darüber, mit welchen Kosten der Entsorgung die Bundesrepublik längerfristig zu rechnen hätte, falls die eine oder die andere als relevant erachtete Entsorgungsvariante gewählt würde, und zwar dargestellt durch die auf einen hypothetischen Inbetriebnahmezeitpunkt (das

<sup>2</sup> Vgl. hierzu D. Schmitt, J. Ciesiolka: Kosten der Entsorgung von Kernbrennstoffen, in: Zeitschrift für Energiewirtschaft, H. 2/1985.

<sup>3</sup> Kernforschungszentrum Karlsruhe, Projektgruppe andere Entsorgungstechniken (Hrsg.): Systemstudie „Andere Entsorgungstechniken“, Karlsruhe 1985.

Jahr 2000) bezogenen finanzmathematischen Durchschnittskosten, die bei einer Lebensdauer von 20 Jahren für Entsorgungsanlagen mit einer für die Nutzung der Größendegression ausreichend dimensionierten Kapazität (von jeweils 700 Jahrestonnen Schwermetall) unter Berücksichtigung aller Entsorgungsschritte, Kostenkomponenten und Gutschriften zu verzeichnen sind.

Den Rechnungen wurden sorgfältig gewählte Annahmen über die einzelnen Kostenkomponenten und deren voraussichtliche Entwicklung zugrunde gelegt (vgl. Tabelle 1). Wichtige Ausgangsgrößen der Wirtschaftlichkeitsrechnung – so vor allem die Investitionsausgaben – gründen sich notwendigerweise auf entsprechende Kalkulationen der Kernbrennstoffkreislaufindustrie, da nur diese über die entsprechenden Informationen verfügt. Diese Angaben sind zwar aus externer Sicht nicht nachvollziehbar, sie konnten allerdings durch einen internationalen Vergleich weitgehend bestätigt werden und

wurden zudem durch einen generellen Zuschlag für Unvorhergesehenes in Höhe von 25 % abgesichert.

Die wichtigsten Ergebnisse der Studie (vgl. Tabelle 2) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die langfristig zu erwartenden Entsorgungskosten liegen für beide Varianten deutlich niedriger, als bisher (insbesondere von Kernenergiegegnern) unterstellt wurde.
- Die direkte Endlagerung (AE) erweist sich als eindeutig kostengünstiger als eine Wiederaufarbeitungsstrategie mit thermischer Plutonium-Rezyklierung (IE) (Kostenrelation: 1 : 1,43). Hierbei ist zu berücksichtigen, daß dieses Ergebnis auf Annahmen beruht, die im Falle der AE als konservativ anzusehen, bei der IE hingegen eher zugunsten dieser Linie getroffen worden sind.
- Die Wiederaufarbeitungsstrategie profitiert in beträchtlichem Maße von einer Gutschrift für in den Leicht-

**Tabelle 1**  
**Basisannahmen für den Wirtschaftlichkeitsvergleich**

	Konditionierung	Wiederaufarbeitung	Mischoxid-Anlage	direkte Endlagerung	Endlager Wiederauf- arbeitungsstrategie
Anlagengröße (in Jahrestonnen)	700	700	159	700	700
Betriebszeit (in Jahren)	20	20	20	25/50	50
Inbetriebnahme (Jahr)	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Bauzeit (in Jahren)	7	10	8	17	17
Investition (Basiswerte in Mill. DM)	627	4 420	290	1 855	1 941
Zins, real (%)	4,3	4,3	4,3		4,3
Endlagerbehälter			380 000	DM/Stück	
Uranpreis			78	\$/kg Uran	
Konversionspreis			6,3	\$/kg Uran	
Trennarbeitspreis			125	\$/kg Trennarbeitseinheit	
Brennelementherstellungskosten			530	DM/kg Uran	
Mischoxid-Fertigungskosten (inklusive Trägermaterial)			1 500	DM/kg Mischoxid	
Fertigungskosten für Elemente mit wiederaufgearbeitetem Uran (WAU)			600	DM/kg WAU	
Steuern (%)					
beim Bau auf zuwachsende Investition			0,95		
beim Betrieb auf durchschnittlich gebundenes Kapital			2,44		
Versicherung auf 85 % der Investitionssumme			0,25		
DM/\$-Kurs			2,30		
Kostensteigerungen, real (in % pro Jahr)					
Investitionsgüter			1,44		
Personal			1,92		
Behälter			0,96		
Uran			1,00		
Trennarbeit			-1,00		
Brennelement-Herstellung			0		
Transporte			1,00		
Versicherung			1,44		

Quelle: Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln.

wasserreaktor rezykliertes Plutonium und für wiederaufgearbeitetes Uran (Kostenreduktion von rund 25 %!), wobei auch in deren Ermittlung vergleichsweise optimistische Annahmen eingeflossen sind. Der Wert eines Plutonium Einsatzes im Brüter kann schon allein wegen der mit einer Schätzung der Investitionsausgaben für Brüter verbundenen Ungewißheit gegenwärtig kaum mit vertretbarer Genauigkeit bestimmt werden. Muß Plutonium über längere Zeit gelagert werden, so entstehen erhebliche Lagerkosten.

□ Neben der Konditionierung der Brennelemente (d.h. deren Vorbereitung für die Endlagerung) und der (eigentlichen) Wiederaufarbeitung kommt der Endlagerung im Hinblick auf Niveau und Struktur der Entsorgungskosten ein weit größeres Gewicht zu als bislang vermutet. Die Kosten der Endlagerung machen immerhin rund 40 % der Gesamtkosten der direkten Endlagerung und ungefähr 30 % der Kosten der integrierten Entsorgung aus.

Eine Sensitivitätsanalyse, die durchgeführt wurde, um den Unsicherheiten eines solchen Wirtschaftlichkeitsvergleichs Rechnung zu tragen, zeigte, daß sich das ermittelte Ergebnis gegenüber Parametervariationen als relativ robust erweist. Zwar würde sich der Kostenvorteil der direkten Endlagerung verringern, wenn beispielweise der Durchsatz der Wiederaufarbeitungsanlage ohne große zusätzliche Ausgaben erhöht werden könnte und/oder der Uranpreis – wie kaum zu erwarten – wesentlich stärker ansteigen würde als unterstellt. Auf der anderen Seite könnte sich die Kostendifferenz zugunsten der direkten Endlagerung auch beträchtlich erhöhen, wenn

□ die Behälterkosten – wie derzeit bereits erwogen –

durch Erhöhung der Behälterkapazität entscheidend gesenkt werden könnten,

□ die Anlagekosten der Wiederaufarbeitungsanlage beispielsweise wegen längerer Bauzeit, zusätzlicher Auflagen oder unvorhergesehener Kostensteigerungen stärker als angenommen steigen würden,

□ der Durchsatz der Wiederaufbereitungsanlage z.B. wegen eines geringeren Anfalls von aufzuarbeitendem Material niedriger zu veranschlagen wäre oder

□ die Gutschrift, vor allem für Plutonium, durch höhere Herstellungskosten der Mischoxid-Brennelemente (MOX) und/oder niedrigere Uran- sowie Trennarbeitspreise reduziert würde.

Die Kosten für die Verfolgung „nationaler“ Entsorgungsstrategien sind in beiden Fällen wesentlich niedriger als die, die sich bei einem Ansatz von Werten ergeben, die den heute für den Einkauf von Entsorgungsdienstleistungen (z.B. in Frankreich) gültigen Preisen entsprechen.

Gegenüber den Preisen ausländischer Wiederaufarbeitungsanlagen, die zu Grenzkosten der zusätzlichen Leistung kalkuliert sind (schätzungsweise 30-50 % der aktuellen Preise), vermag allerdings lediglich die direkte Endlagerung zu konkurrieren. In jedem Falle aber darf angenommen werden, daß die Bedingungen für die vertragliche Sicherung von Entsorgungsdienstleistungen im Ausland in einem entscheidenden Maße durch die nationalen Anstrengungen auf dem Gebiet der Entsorgung mitbestimmt werden.

Die hier vorgenommene Kostenkalkulation für die Entsorgung in der Bundesrepublik und die genannten Kostenrelationen zwischen den beiden Entsorgungsva-

**Tabelle 2**  
**Kosten der Entsorgung von Kernbrennstoffen<sup>1</sup>**

DIREKTE ENDLAGERUNG		WIEDERAUFARBEITUNGSSTRATEGIE	
DM/kg Schwermetall (Geldwert 1984)			
Transport abgebrannter Brennelemente	42	42	Transport abgebrannter Brennelemente
Konditionierung	554	1 683	Wiederaufarbeitung (WA-700)
Transport konditionierter Brennelemente (inkl. Abfälle)	67	24	Transport radioaktiver Abfälle
Endlager	449	471	Endlager
		2 220	Zwischensumme
		45	Gutschrift Uran
		582	Gutschrift Plutonium
insgesamt	1 112	1 592	(nach Gutschriften)
<b>Pf/Kwh</b>			
konstanter Geldwert 1984	0,38	0,56	(0,7-1,1) <sup>a</sup>
in laufendem Geldwert 2 000	0,75	1,10	(1,4-2,2) <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Finanzmathematische Durchschnittskosten im Jahre 2000 in Betrieb gehender Anlagen (bezogen auf das Jahr 2000).

<sup>a</sup> Zum Vergleich: Schätzwerte für die geplante Wiederaufbereitungsanlage WA-350.

rianten sowie den Entsorgungsteilschritten gelten selbstverständlich nur unter den im einzelnen spezifizierten Annahmen. So dürfen insbesondere die für die Wiederaufarbeitungsstrategie kalkulierten Kosten nicht gleichgesetzt werden mit denjenigen, die mit dem Bau und Betrieb der derzeit geplanten Wiederaufarbeitungsanlage WA-350 verbunden sind. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß

- diese Anlage bereits Anfang der 90er Jahre (und nicht erst im Jahre 2000) in Betrieb gehen soll,
- sie wesentlich kleiner dimensioniert (Kapazität: 350 Jahrestonnen, die eventuell später auf 500 Jahrestonnen erweitert wird) und damit wesentlich teurer ist,
- der technische Entwicklungsstand als weniger weit fortgeschritten gelten muß und
- die Erfahrungen fehlen, die zugunsten der Modell-WA-700 in dem hier diskutierten Wirtschaftlichkeitsvergleich angesetzt wurden.

Auf der Basis erster bekannt gewordener Investitionsschätzungen ergeben sich für die WA-350 Kosten der Schließung des Kernbrennstoffkreislaufs, die (in Abhängigkeit von der Durchsatzkapazität) um 30 bis 100 % über dem für die Modell-WA-700 errechneten Niveau liegen. Hierdurch erhöhen sich die gesamten Kernbrennstoffkreislaufkosten gegenüber dem Referenzfall um 10 % bis gut 30 %, wobei sich die Kernbrennstoffkreislaufkosten selbst allerdings nur auf 25 bis 30 % der gesamten nuklearen Stromerzeugungskosten belaufen. Die hieraus resultierenden Kostendifferenzen zwischen einer kleinen WA-350 und einer fortgeschrittenen Groß-Anlage (WA-700) bzw. zwischen einer Wiederaufarbeitungsstrategie und der direkten Endlagerung betragen zwar nur Bruchteile eines Pfennigs pro Kilowattstunde, bei einer angenommenen Kernenergiekapazität von etwa 32 000 Megawatt im Jahre 2000 errechnen sich hieraus aber leicht Mehrkosten in Höhe von einer halben Milliarde DM pro Jahr (0,35 bis 1,5 Mrd. DM pro Jahr in konstanten Preisen von 1984).

#### Externe Effekte

Das Ergebnis solcher einzelwirtschaftlich angelegter Wirtschaftlichkeitsrechnungen bedarf unter übergeordneten wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Erwägungen der Korrektur, wenn mit den einzelnen, in die Wahl einbezogenen Alternativen externe Effekte für die Volkswirtschaft verbunden sind, d.h. Zusatzkosten oder -nutzen, die nicht in das einzelwirtschaftliche Kalkül eingehen, wie dies auch teilweise im vorliegenden Fall unterstellt wird. Die explizite Berücksichtigung externer Effekte schließt allerdings die Aufgabe ein, derartige Ko-

sten und Nutzen nicht nur zu identifizieren, sondern auch zu quantifizieren und vor dem Hintergrund politischer Zielvorstellungen zu bewerten.

So notwendig und zwingend diese Forderung auch ist, so sehr bleiben normalerweise die realen Möglichkeiten doch hinter diesem theoretischen Anspruch zurück. Schon die eindeutige und umfassende Identifizierung und Quantifizierung solcher Effekte erweist sich als außerordentlich schwierig, wenn nicht gar unmöglich. Behauptungen überwiegen, die einer näheren Überprüfung nicht standhalten. Oft reicht auch das ökonomische Instrumentarium nicht aus, um einzelnen Effekten hinreichend nachgehen zu können. Nicht selten werden auch mit dem Hinweis auf volkswirtschaftliche Notwendigkeiten reine Interessenstandpunkte verdeckt. Diese allgemeinen Überlegungen gelten auch für die hier vorliegende Fragestellung.

Auch vom Bau und Betrieb von Anlagen zur Schließung des Kernbrennstoffkreislaufs sind Wirkungen auf gesamtwirtschaftliche Größen zu erwarten, die bei den beiden Entsorgungsvarianten jeweils unterschiedlich sind. Berührt werden beispielsweise die Höhe des Uran- oder des Devisenbedarfs, die Sicherung der Versorgung, die Beschäftigung sowie die Entwicklung des technischen Know-how und – hiervon indirekt beeinflusst – die Exportchancen der mit dem Bau und Betrieb dieser Anlagen betrauten Unternehmen. Hieraus ergibt sich jedoch nicht automatisch die Notwendigkeit einer entsprechenden Korrektur der Ergebnisse des einzelwirtschaftlichen Vergleichs. Denn schon die Quantifizierung dieser Auswirkungen, die außerdem gegenüber möglichen Alternativen zu saldieren und zu bewerten sind, wirft erhebliche Probleme auf.

#### Quantifizierungsprobleme

Diese Probleme werden z.B. an folgenden Punkten deutlich:

- So werden die positiven Auswirkungen auf das (dauerhafte) regionale Arbeitsplatzangebot, die bei der „Integrierten Entsorgung“ in einer Größenordnung von maximal 1000 zusätzlichen Arbeitsplätzen im Vergleich zur Strategie der direkten Endlagerung veranschlagt werden, bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung zumindest stark relativiert, wenn die Beschäftigungseffekte gegengerechnet werden, die von den entsprechenden Investitionsbeträgen in eine alternative Anlage ausgehen. Im übrigen verfehlt bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung eine Investition in unrentable Arbeitsplätze langfristig in jedem Falle ihr Ziel.
- Eine möglicherweise weit größere Bedeutung besitzt der mit dem Bau von Entsorgungsanlagen verbundene

technologische Spill-over-Effekt. Es spricht einiges dafür anzunehmen, daß der Bau und der Betrieb einer „komplexeren“ Technologie, wie sie die Wiederaufarbeitung zweifellos darstellt, das Know-how der Liefer- und Betriebsgesellschaften stärker erhöht als die Einführung einer vergleichsweise einfachen Technik. Welchen Wert dieser Effekt besitzt, wie er umgesetzt werden kann und ob bzw. in welchem Maße sich hierdurch die internationale Wettbewerbsfähigkeit dieser Firmen erhöht, entzieht sich allerdings einer exakten Erfassung. In jedem Fall ist aber zu berücksichtigen, daß auch die Entwicklung und Demonstration der direkten Endlagerung eine attraktive Entsorgungsalternative für bestimmte Länder darstellen kann und sich insofern für die deutsche Industrie ebenfalls entsprechende Exportchancen eröffnen würden.

□ Welche Konsequenzen die beiden Entsorgungswegen für die Versorgungssicherheit mit Uran haben, kann nur festgestellt werden, wenn im politischen Raum Annahmen über Krisentyp, -dauer und -umfang u.a.m. definiert werden, die einem entsprechenden Kalkül unter expliziter Berücksichtigung der Bedingungen des Uranmarktes zugrunde zu legen sind. Die (relativ gering zu veranschlagenden) Kosten von möglichen Strategien zur Vermeidung von Versorgungskrisen (z.B. in Form einer Anlage von Uranvorräten) bestimmen in jedem Fall den Wert an Versorgungssicherheit einer Aufarbeitungsanlage.

□ Die Unterschiede in den Auswirkungen auf die Devisenbilanz zwischen den beiden Entsorgungsstrategien sind relativ gering. Im übrigen kommt richtigen Wechselkursen die Aufgabe zu, Zahlungsbilanzprobleme zu lösen, nicht dagegen der Energiepolitik.

□ Der „Einspareffekt“ durch Rezyklierung von Plutonium und Resturan erweist sich schließlich aus volkswirtschaftlicher Sicht solange als Scheinargument, wie nicht die Nutzen dieser Einsparung von Primärenergieträgern höher sind als die damit verbundenen Kosten. Diese Bedingung ist aber gerade dann nicht erfüllt, wenn sich die direkte Endlagerung als kostengünstiger erweist als die integrierte Entsorgung.

Es können hier nicht alle Aspekte im Detail diskutiert werden, auch dürfte deren Bewertung – je nach Standpunkt – durchaus unterschiedlich ausfallen. Wie jedoch bereits anhand dieser wenigen Überlegungen deutlich wird, verlieren viele der in der öffentlichen Diskussion (allzu) gängigen Argumente bei näherer Betrachtung sehr schnell an Gewicht. Bislang jedenfalls steht meines Erachtens aus ökonomischer Sicht eine überzeugende Begründung dafür aus, den Ergebnissen des einzelwirtschaftlichen Vergleichs der beiden Entsorgungs-

varianten die Relevanz für Entscheidungen deshalb abzusprechen, weil gravierende volkswirtschaftliche externe Effekte vorliegen.

### Eine politische Entscheidung

Trotz dieser relativ eindeutigen Ergebnisse hat sich die Bundesregierung für den Bau einer Wiederaufarbeitungsanlage ausgesprochen. Hierfür werden im wesentlichen folgende Gründe angeführt:

□ Solange die direkte Endlagerung noch nicht durchgeführt worden sei, verbliebe eine – wenn auch noch so geringe – Unsicherheit, ob diese Technik auch tatsächlich realisierbar ist;

□ die direkte Endlagerung sei hinsichtlich des Nachweises der Entsorgung als nicht „justitiabel“ anzusehen, da sie mit der gegenwärtigen Fassung des Atomgesetzes unvereinbar ist;

□ schließlich sprächen übergeordnete Erwägungen für den baldigen Baubeginn einer Wiederaufarbeitungsanlage, wobei im übrigen die direkte Endlagerung ebenfalls weiterverfolgt werden soll.

Inwieweit diese Begründung ausreicht, um einen Entschluß für den Bau einer Wiederaufarbeitungsanlage zu rechtfertigen, kann aus ökonomischer Sicht nicht abschließend beantwortet werden. Dies gilt sowohl für die Frage der technischen Realisierbarkeit – Experten sehen allerdings die bei weitem größeren technischen Schwierigkeiten bei der Wiederaufarbeitung – als auch für die der übergeordneten Belange im Sinne politischer, d.h. in einem Wirtschaftlichkeitsvergleich nicht berücksichtigungsfähiger Erwägungen. Auch die Auslegung des im Atomgesetz niedergelegten Wirtschaftlichkeitskriteriums nach formaljuristischen Aspekten (Belastbarkeit) und nicht nach Maßgabe der wirtschaftlichen Vernunft (Vertretbarkeit) dürfte kaum befriedigen. Offen muß schließlich bleiben, ob nicht durch eine rechtzeitige Novellierung des Atomgesetzes die Voraussetzungen dafür hätten geschaffen werden können, mit der Anerkennung der direkten Endlagerung als Entsorgungsnachweis die endgültige Festlegung der Entsorgungsstrategie in der Bundesrepublik auf einen späteren Zeitpunkt zu verschieben und wie nahezu alle Länder in der Welt die technische Entwicklung in den nächsten Jahren erst noch abzuwarten.

Die Elektrizitätswirtschaft hat angesichts der derzeitigen Lage allerdings kaum eine Alternative zum Bau einer Wiederaufarbeitungsanlage. Dies allein schon wegen der finanziellen Folgen, die mit der nicht auszuschließenden Möglichkeit verbunden wären, daß Kernkraftwerke wegen des fehlenden Entsorgungsnachweises stillgelegt werden.