wenn Neuinvestitionen vorrangig im KWK- und REG-Bereich erfolgen. Trotz erfreulich wachsender Marktchancen einzelner REG-Technologien, allen voran der Windenergie, ist derzeit jedoch bei weitem noch kein energiewirtschaftlich substantieller Beitrag erreicht. Zudem sind die Auswirkungen des liberalisierten Strommarktes auf die Entwicklungschancen der REG noch nicht absehbar. Der energiewirtschaftlich relevante "Einstieg" in die Nutzung von REG muß jedoch bis zum Jahr 2010 erreicht werden, damit diese rechtzeitig bedeutende Beiträge zur Energieversorgung leisten können. Dazu müssen Energie-, Umwelt- und Technologiepolitik die nationalen und europäischen Rahmenbedingungen und Instrumente so gestalten, daß die energiewirtschaftliche Entwicklungsdynamik in diesem Bereich nicht abbricht und der Markt für innovative Lösungen in den drei Technologiefeldern REN, KWK und REG rasch und dauerhaft wächst. Die angenommene Mobilisierung der REG induziert bis 2010 ein kumuliertes Investitionsvolumen von knapp 100 Mrd DM, davon rund 70% bei den REG-Techniken und 30% im Bereich der Nahwärmeversorgung). Bei konstant bleibenden Energiepreisen entsteht allerdings eine Finanzierungslücke von rund 20 Mrd DM. Insbesondere eine deutliche, nach Techniken und Energiearten differenzierte, zeitlich begrenzte Anschubfinanzierung für REG und eine aufkommensneutrale Steuerreform mit "ökologischen" Komponenten, welche die Preise erschöpflicher bzw. umweltbelastender Energieträger stetig erhöht und so die volkswirtschaftliche Attraktivität von REG-Investitionen erheblich steigert, sind wirksame Instrumente, um diesen Einstieg in Gang zu bringen und ihm auch nach dem Jahr 2010 Dauerhaftigkeit zu verleihen.

* Abteilungsleiter, DLR-Institut für Technische Thermodynamik, Stuttgart.
** Institutsdirektor, FhG-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg.

Literatur

[1] *G. Altner, H.-P. Dürr, G. Michelsen, J. Nitsch:* "Zukünftige Energiepolitik – Vorrang für rationelle Energienutzung und regenerative Quellen". Economica-Verlag, Bonn 1995 (ISBN 3-87081-145-5).

[2] *O. Langniß, J. Nitsch:* "Vorschlag für ein Sonderprogramm zur beschleunigten Markteinführung regenerativer Energien bis 2010". Expertise für die Gruppe "Energie 2010". DLR Stuttgart, Mai 1997. Siehe auch: "Zukünftige Energiepolitik (Phase II) – Handlungsprogramm". Niedersächsische Energieagentur, Hannover, Juli 1998.

[3] *O. Langniß, J. Luther, J. Nitsch, E. Wiemken:* "Strategien für eine nachhaltige Energieversorgung – Ein solares Langfristszenario für Deutschland". Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme. Stuttgart, Freiburg, Oktober 1997 (2. Aufl., März 1998). Auch in: Workshops des Forschungsverbunds Sonnenenergie (Hrsg.: H.P. Hertlein, P..Tolksdorf), Workshop 12.12.1997 in Freiburg, ISSN 0949-1082, Köln, April 1998.

Kontakt

Joachim Nitsch
Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt
Pfaffenwaldring 38-40, D-70569 Stuttgart
Tel.: ++ 49 (0) 711/6862483
Fax: ++ 49 (0) 711/6862-783
E-mail: joachim.nitsch@dlr.de

«

Analyse der Entsorgungssituation in der Bundesrepublik Deutschland und Ableitung von Handlungsoptionen unter der Prämisse des Ausstiegs aus der Atomenergie

von J. Kreusch, W. Neumann, Gruppe Ökologie und D. Appel, PanGeo

Die vorliegende Studie zeigt Möglichkeiten und Bedingungen für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle der deutschen Atomreaktoren unter der Bedingung eines Ausstiegs aus der Atomenergienutzung auf. Zugrundegelegt werden drei Ausstiegsszenarien: Sofortausstieg (1999), Abschalten der letzten Reaktoren 2004 bzw. 2010. Entwickelt wird eine Strategie zum möglichst risikoarmen Umgang mit den radioaktiven Abfällen.

1 Zielsetzung der Studie

Die bei der Nutzung der Atomenergie anfallenden radioaktiven Abfälle stellen teilweise für sehr lange Zeiträume eine Gefahr für Mensch und Umwelt dar. Auch im Falle des Ausstiegs aus der Atomenergienutzung müssen die bis dahin angefallenen Abfälle möglichst sicher "entsorgt" werden. Dazu bedarf es einer Vielzahl von übertägigen Maßnahmen (z.B. Zwischenlagerung, Transporte) sowie abschließend der Endlagerung.

In der von der Gruppe Ökologie Hannover e.V. im Auftrag der Heinrich Böll Stiftung (Berlin) erarbeiteten Studie werden Möglichkeiten und Bedingungen für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle einschließlich der abgebrannten Brennelemente unter der Voraussetzung des Ausstiegs aus der Atomenergienutzung aufgezeigt. Daraus wird unter der Prämisse des Ausstiegs eine Strategie zum möglichst risikoarmen Umgang mit den radioaktiven Abfällen abgeleitet. Dabei werden sowohl der übertägige Umgang mit den radioaktiven Abfällen als auch ihre Endlagerung behandelt. Die resultierende Entsorgungsstrategie gibt zwar einen möglichen Handlungsrahmen vor, liefert jedoch keine Lösungen für sämtliche Detailprobleme. Weiterhin darf sie nicht mit einer risikofreien Lösung der Entsorgungsfrage verwechselt werden.

2 Rahmenbedingungen der Studie

Die Ableitung der Entsorgungsstrategie beruht auf folgenden Annahmen und Rahmenbedingungen:

Ausstieg aus der Atomenergienutzung
Grundvoraussetzung der vorgeschlagenen Entsorgungsstrategie ist der relativ zügige Ausstieg aus der Nutzung der Atomenergie. Dadurch wird die Menge der Abfälle begrenzt.

Aufgabe der Wiederaufarbeitung
Es wird vorausgesetzt, daß mit dem Ausstiegsbeschluß auch die Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente im Ausland aufgegeben wird. Die Notwendigkeit dazu, insbesondere aus Sicherheitsgründen, wird in der Studie aufgezeigt.

Sicherer Einschluß stillgelegter Atomkraftwerke
Die stillgelegten Kraftwerke werden dem sogenannten sicheren Einschluß zugeführt, also für einige Jahrzehnte (mindestens bis ein Endlager zur Verfügung steht) in einen möglichst sicheren "Ruhezustand" gebracht. Nur in begründeten Ausnahmefällen ist ein zügiger Abriß durchzuführen.

3 Aufbau und Arbeitsschritte der Studie

Als eine wesentliche Grundlage der Strategieentwicklung enthält die Studie eine detaillierte Analyse der deutschen Entsorgungskonzeption, Ausführungen zu Privatisierung und Internationalisierung der Entsorgung, die Darstellung der Bedeutung wichtiger Akteure, Gremien und Institutionen sowie ein Kapitel zu Kosten und Wirtschaftlichkeit bei der Entsorgung. Außerdem wird die Entsorgung radioaktiver Abfälle in ausgewählten Ländern betrachtet. Aus diesen Darstellungen ergeben sich Hinweise auf mögliche Bausteine der Entsorgungsstrategie.

Ausgangspunkt der weiteren Betrachtungen ist die Ableitung der zu entsorgenden Abfallarten und -mengen. Zur Identifizierung des Einflusses des Ausstiegsablaufs auf die Abfallmengen und die Umgangsmöglichkeiten mit ihnen werden drei verschiedene Ausstiegsszenarien betrachtet: Szenario "Sofortausstieg" (Abschalten aller Reaktoren 1999), das "Szenario 2004" (Abschalten der letzten Reaktoren 2004) und das "BfS-Szenario" (Bundesamt für Strahlenschutz: Abschalten der letzten Reaktoren 2010).

Für die bestrahlten Brennelemente ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den Szenarien: Bei Szenario 3 fallen mit 9.288 tSM mehr als doppelt so viel Brennelemente an als bei Szenario 1. Bei den übrigen Abfällen sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Szenarien wegen der bereits vorhandenen Mengen an Alt- und Wiederaufarbeitungsabfällen geringer (max. 7.640 m^3 sonstige wärmeentwickelnde Abfälle und max. 166.300 m^3 gering wärmeentwickelnde Abfälle für Szenario 3).

In einem weiteren Schritt werden die grundsätzlichen Entsorgungsoptionen Direkte Endlagerung, Wiederaufarbeitung und Transmutation untersucht. Dabei zeigt sich, daß für den Umgang mit den bestrahlten Brennele-

menten die Direkte Endlagerung sowohl aus Sicherheits- als auch aus Wirtschaftlichkeitsgründen die relativ günstigste (aber nicht risikofreie) Strategie darstellt.

Bei der Direkten Endlagerung sind vier mögliche Entsorgungspfade (zentraler und dezentraler Pfad sowie Mischformen) entwickelt worden. Ihre vergleichende Bewertung anhand vorrangig sicherheitsorientierter Kriterien (z.B. Minimierung der Transporte) zeigt klare Vorteile für den rein dezentralen Entsorgungspfad mit Behälterlagerung. Dieser Pfad bildet deshalb den Kern des übertägigen Umgangs mit den Abfällen.

Im Bereich Endlagerung wird in einem ersten Schritt die bisherige Vorgehensweise in Deutschland analysiert. Schwerpunkte sind konzeptionelle und methodische Fragen sowie die Bewertung der vier Endlagerstandorte Asse (geschlossen), Gorleben (geplant), Konrad (geplant) und Morsleben (in Betrieb). Erhebliche Defizite werden insbesondere bei der Endlagerkonzeption (Salz- oder Hartgesteinskonzept), der Standortsuche sowie beim Nachweis der Langzeitsicherheit festgestellt.

Die Bewertung der genannten Endlagerstandorte zeigt, daß die Standorte Morsleben und Gorleben wegen ungenügender Qualität der geologischen Barriere nicht geeignet sind. Für den Standort Konrad besteht weder Bedarf, noch ist bisher ein hinreichender Langzeitsicherheitsnachweis geführt worden. Die Problematik des ehemaligen Versuchsendlagers Asse zeigt sich darin, daß dort zur Stabilisierung des Grubengebäudes inzwischen Verfüllmaßnahmen durchgeführt werden müssen.

Auf Grundlage methodisch-konzeptioneller Überlegungen und vorliegender Erfahrungen auch aus anderen Ländern sind schließlich strategische Vorgaben formuliert worden, an denen sich zukünftiges Handeln im Bereich Endlagerung orientieren sollte. Dazu gehören u.a.: Ein zentrales Endlager für alle Abfälle, Berücksichtigung des Konzentrationsprinzips, keine Rückholbarkeit der Abfälle sowie keine Notwendigkeit für Wartungs-, Reperatur- und Überwachungsmaßnahmen. Unter der Prämisse des Ausstiegs ist zudem eine nationale Endlagerlösung anzustreben.

4 Die Entsorgungsstrategie in Kürze

Die unter der Voraussetzung des Ausstiegs entwickelte Entsorgungsstrategie besteht aus folgenden wesentlichen Elementen:

- Unter Sicherheitsaspekten kommt nur die Entsorgungsoption *Direkte Endlagerung* in Frage. Hierzu ist ein möglichst schneller Ausstieg aus der Wiederaufarbeitung erforderlich.
- Für den *übertägigen Umgang mit den Abfällen* wird eine dezentrale Vorgehensweise vorgeschlagen: Die abgebrannten Brennelemente, die aus der Wiederaufarbeitung stammenden hochaktiven Abfälle (HAW-Kokillen) sowie ein großer Anteil der sonstigen radioaktiven Abfälle werden an den jeweiligen Atomkraftwerksstandorten in neu zu errichtenden Behälterlagern dezentral zwischengelagert (30 - 40 Jahre). Damit wird auch die Zeit verfügbar, um die für den Bereich Endlagerung vorgeschlagenen Maßnahmen umzusetzen. Die Brennelemente werden vor der Behälterlagerung im Lagerbecken des jeweiligen Kraftwerks vorkonditioniert (Kapselung). Die endlagerfähige Konditionierung für die meisten anderen Abfälle wird gleichfalls an den jeweiligen Kraftwerksstandorten durchgeführt. Die endlagerfähige Verpakkung der Brennelemente und ggf. der HAW-Kokillen findet direkt am (derzeit) noch nicht feststehenden Endlagerstandort statt.
- Für die *Endlagerung* der radioaktiven Abfälle wird ein Neubeginn unter Berücksichtigung der bisher - auch international - gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen vorgeschlagen. Dabei sind die in Kap. 3 benannten strategisch wirksamen Vorgaben einzuhalten, die vor allem auf die Sicherstellung der Langzeitsicherheit und den sicherheitsoptimierten Betrieb abzielen. Darüber hinaus sind für die noch vorhandenen konzeptionellen und methodischen Probleme Lösungen zu erarbeiten.

5 Wichtige Konsequenzen der Entsorgungsstrategie

Als wesentliche Konsequenzen der Entsorgungsstrategie für den *übertägigen Umgang* mit radioaktiven Abfällen ergeben sich:

- Schaffung dezentraler Zwischenlagerkapazitäten (Behälterlager) an den einzelnen Kraftwerksstandorten. Kapselung der unzerlegten Brennelemente vor ihrer Zwischenlagerung. Dezentrale Zwischenlagerung auch der HAW-Kokillen sowie eines großen Teils der übrigen radioaktiven Abfälle.
- Die Pilot-Konditionierungsanlage (PKA) in Gorleben wird für die endlagerfähige Konditionierung von Brennelementen und anderen Abfallarten überflüssig. Auch die derzeit in der Diskussion befindlichen Optimierungsaufgaben der PKA für die Zwischenlagerung werden hinfällig.
- Die endlagerfähige Konditionierung der Brennelemente muß erst unmittelbar vor der Einlagerung in das Endlager erfolgen. Damit sind keine vorzeitigen Festlegungen zur endlagergerechten Verpackung notwendig.

Hinsichtlich der *Endlagerung* ergeben sich folgende Konsequenzen:

- Das Endlager Morsleben ist möglichst schnell zu schließen. Die Endlagerprojekte Gorleben und Konrad sind nicht weiterzuverfolgen. Die Verfüllung der Asse ist fortzusetzen.
- Durchführung einer neuen Standortsuche für das zentrale Endlager für alle Arten radioaktiver Abfälle.
- Klärung wichtiger grundsätzlicher Fragen vor Beginn der Standortsuche. Dazu gehören insbesondere die Entscheidung für die Endlagerung in Salz- oder Hartgestein, die Klärung methodischer Fragen zu Standortsuche und Nachweis der Langzeitsicherheit sowie die Entwicklung einer Verfahrensstruktur, die die umfassende Information und Beteiligung der (Fach-) Öffentlichkeit zwecks Akzeptanzgewinn ermöglicht.

Ohne relativ zügigen Ausstieg aus der Atomenergienutzung ist die vorgeschlagene Entsorgungsstrategie wegen der erheblich größeren Abfallmengen und der dann sicherlich fehlenden Akzeptanz gegenüber der dezentralen Behälterlagerung nicht umsetzbar.

Bearbeiter der Studie

Dipl.-Geol Jürgen Kreusch
Dipl.-Phy. Wolfgang Neumann
Gruppe Ökologie Hannover
Kleine Düwelstr. 21, D-30171 Hannover
Tel.: ++ 49 (0) 511/85 30 55
E-mail: intac@t-online.de

Dr. Detlef Appel
Geowissenschaftliches Büro PanGeo
Ibykusweg 23, D-30629 Hannover
Tel.: ++ 49 (0) 511/95 86 710

Die Studie kann als Kurz- oder Langfassung bei der Heinrich Böll Stiftung, Rosenthaler Str. 40/41, 10178 Berlin, Tel. 030/28534103, Fax 030/28534309 bezogen werden.

«

Stand der nuklearen Entsorgung in Frankreich

Eine Studie des Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST)

von Rainer Papp, Forschungszentrum Karlsruhe, Projektträgerschaft Entsorgung

Das Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifique et Technologiques (OPECST), 1983 gegründet, ist mit Vertretern der beiden Häuser des französischen Parlaments besetzt und hat zur Aufgabe, das Parlament über die Folgen technisch-wissenschaftlicher Entwicklungen zu wichtigen forschungspolitischen Bereichen zu informieren. Als rein parlamentarisches Gremium ist das Office Parlementaire absolut unabhängig von der Regierung und der Verwaltung. Der vorliegende Bericht befaßt sich mit dem Stand der nuklearen Entsorgung in Frankreich und wurde im Rahmen eines Projekts des Office von 1997 bis Juni 1998 erstellt.