

Kerntechnik - Lösbare Schwierigkeiten

Professor Dr. Hans Wolfgang Levi, geb. 1924 in Berlin, studierte an der Technischen Hochschule Berlin. Professor Levi ist seit 1973 wissenschaftlich-technischer Geschäftsführer des Hahn-Meitner-Instituts für Kernforschung und Vorsitzender der Kerntechnischen Gesellschaft.

Entsorgungsproblem im Prinzip gelöst

Die Nutzung der Kernenergie zur Erzeugung von elektrischem Strom hat heute in der Bundesrepublik und in vielen anderen Ländern die erste Stufe der technischen

Reife erreicht. Überwiegend in Form von sogenannten Leichtwasserreaktoren waren in der Welt Ende 1976 Kernkraftwerke mit einer Gesamtleistung von rund 85 000 Megawatt (MW) in Betrieb und 328 000 MW im Bau oder bestellt. Was die pro Kopf der Bevölkerung installierte Leistung betrifft, stehen wir in Deutschland nur an neunter Stelle. Technisch jedoch wurden mit den bei uns entwickelten Reaktoren der 1300-MW-Klasse - Biblis A, der erste dieser Klasse, ist seit Februar 1975 in Betrieb - Standards gesetzt, die die Bundesrepublik zu einem der wichtigsten Exporteure von Kernkraftwerken gemacht haben. Die Kernenergie hat damit wirtschaftlich für uns eine doppelte Bedeutung. Sie sichert die Energieversorgung unserer eigenen Wirtschaft, und sie ist ein Exportfaktor ersten Ranges.

Die Aufgabe, die für die Kerntechnik heute höchste Priorität hat, ist die großtechnische Realisierung des Entsorgungskonzepts, eines Konzepts, das in langjähriger Forschungsarbeit entwickelt worden ist. Wie jedes Energieerzeugungssystem braucht auch die Kernenergieerzeugung eine Versorgung, nämlich mit Uran, und eine Entsorgung, nämlich von den radioaktiven Rückständen der Kernspaltung. Die Besonderheit der Kernenergie besteht nun aber darin, daß die Rückstände, nämlich die verbrauchten Brennelemente, noch wertvollen Brennstoff in Form von Uran und Plutonium enthalten.

Die Entsorgung der Kernkraftwerke besteht aus vier Schritten:

- Zwischenlagerung abgebrannter Brennelemente,
- Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente,
- Verarbeitung des zurückgewonnenen Urans und Plutoniums zu neuen Brennelementen,
- Konditionierung der radioaktiven Abfälle und Endlagerung in einer tiefgelegenen Steinsalzformation.

Die ersten drei Schritte werden in westlichen Industrieländern seit Jahren und zum Teil im industriellen Maßstab erfolgreich praktiziert, unter deutscher Verantwortung oder Mitverantwortung bei der Eurochemie in Belgien, bei der WAK in Karlsruhe und bei der Alkem in Wolfgang bei Hanau. Das heißt nun keineswegs, daß hier keine Entwicklungs- oder besser Optimierungsarbeit mehr zu leisten wäre, aber es geht nur noch um Detailfragen, wie sie sich üblicherweise in der letzten Entwicklungsphase einer Technologie stellen. Der erste Schritt, die Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen, ist sogar eine schon so gründlich erprobte Technik, daß die zwischenzeitliche Entsorgung von Kernkraftwerken damit bereits jetzt ohne technische Probleme und ohne zusätzliche Risiken für ein bis zwei Jahrzehnte sichergestellt werden kann.

Die Konditionierung, d. h. die Verfestigung der ursprünglich flüssigen hochaktiven Abfälle, und ihre Endlagerung befinden sich noch in einem etwas frühen Stadium der Entwicklung. Prototypanlagen zur Konditionierung schwach- und mittel-

aktiver Abfälle sind seit vielen Jahren erfolgreich in Betrieb. Prototypanlagen zur Verfestigung von hochaktiven Abfällen werden im nächsten Jahr in Frankreich, ab 1982 auf Grund einer deutschen Entwicklung bei der Wiederaufarbeitungsanlage der Eurochemie in Belgien und etwa um die Mitte der 80er Jahre in Karlsruhe ihre Arbeit aufnehmen. Die Wiederaufarbeitungsanlage im deutschen Entsorgungszentrum soll Ende der 80er Jahre in Betrieb gehen. Eine großtechnische Anlage zur Abfallverfestigung wird daher frühestens ab 1995 gebraucht, da der Abfall zunächst 5 Jahre flüssig gelagert werden soll. Man wird also mit den Prototypanlagen Betriebserfahrungen sammeln und dann rechtzeitig eine optimierte Anlage für das Entsorgungszentrum bauen können.

Für die Planung des Endlagers im Steinsalz steht noch mehr Zeit zur Verfügung, da der verfestigte hochaktive Abfall sich ohne erhöhtes Risiko – erforderlichenfalls auch für Jahrzehnte - in oberirdischen Bauwerken lagern läßt. Das ganze Entsorgungszentrum, das 40 Kernkraftwerke mit je 1300 MW Leistung entsorgt, erzeugt nicht mehr als etwa 100 m³ verfestigten hochaktiven Abfall pro Jahr.

Für die Endlagerung des Abfalls gibt es ein wohlfundiertes Konzept, dessen Realisierung allerdings noch Arbeit verlangt. Für diese Entwicklungsarbeiten steht das seit Jahren erfolgreich betriebene Versuchsendlager im Salzbergwerk Asse zur Verfügung.

Die Grundforderung, die säkulare Isolierung der Abfälle vom menschlichen Lebensraum, ist in dem Endlagerkonzept durch drei Barrieren gesichert, die der Radioaktivität den Rückweg in den menschlichen Lebensraum versperren:

- Der Abfall wird in Form eines Glases, d. h. eines sehr stabilen und extrem schwerlöslichen Materials gelagert. Das Glas sorgt dafür, daß auch im Kontakt mit Wasser nur sehr wenig Aktivität aufgelöst und damit transportabel werden kann.

- Das Salz - seit 200 Millionen Jahren unverändert an seinem heutigen Platz - umschließt in mächtigen Schichten den Abfall und sorgt dafür, daß kein Wasser, das im Austausch mit Grundwasser steht, mit dem Abfall in Berührung kommt.

- Zwischen dem Abfall und der Erdoberfläche befindet sich eine viele hundert Meter dicke Schicht von Gestein und Boden mit hohem Absorptionsvermögen für die langlebigen und toxischen radioaktiven Stoffe wie etwa Plutonium. Auch ohne das Salz als zusätzliche Barriere würden die in Wasser gelösten radioaktiven Stoffe daher auf ihrem Weg zur Erdoberfläche für sehr lange Zeit festgehalten werden.

Durch die räumliche Zusammenfassung aller Schritte der Entsorgung in einem Entsorgungszentrum, wie es die Planung in der Bundesrepublik vorsieht, wird die Notwendigkeit von Transporten radioaktiver Stoffe und damit das Transportrisiko auf ein Minimum reduziert. Plutonium wird das Entsorgungszentrum nur in Form von Mischoxid-Brennelementen verlassen, das heißt in einer Form, die nicht waffenfähig und auch für Terroristen wenig attraktiv wäre. Dadurch, daß es dann sofort

wieder als Brennstoff in Leichtwasserreaktoren verwendet werden wird (Plutoniumrückführung), wird es auf die wirksamste Weise, die überhaupt denkbar ist, und gleichzeitig auf nützliche Weise vernichtet.

Wenn am Ende des nächsten Jahrzehnts das deutsche Entsorgungszentrum seine Arbeit aufgenommen haben wird, wird der Brennstoffkreislauf des Leichtwasserreaktors geschlossen sein. Damit wird uns endgültig eine lückenlose und ausgereifte Technologie zur Verfügung stehen, die für Jahrzehnte wesentlich zur Deckung unseres Energiebedarfs beitragen kann.

Leichtwasserreaktor — Schneller Brüter - Hochtemperaturreaktor

Mit zunehmender Nutzung der Kernenergie in Leichtwasserreaktoren stellt sich aber das Problem der Uranvorräte. Nur knapp 1 Prozent des in der Natur vorkommenden Urans — das Isotop Uran 235 — kann als Kernbrennstoff in einem Leichtwasserreaktor genutzt werden. Ein anderer Reaktortyp — der Schnelle Brüter — ist dagegen in der Lage, aus den nichtspaltbaren, für den Leichtwasserreaktor wertlosen 99 Prozent des natürlichen Urans - Uran 238 - spaltbares Plutonium zu machen. Dabei erzeugt er sogar mehr Spaltstoff als er verbraucht. Konsequenz: Ein 1000-MW-Kernkraftwerk braucht nur etwa 3 Tonnen natürliches Uran pro Jahr. Da werden selbst die bescheidenen deutschen Uranvorkommen interessant.

Die Entwicklung des Schnellen Brüters hat heute das Stadium der Prototypkraftwerke erreicht, die zum Teil bereits seit Jahren erfolgreich in Betrieb sind, z. B. in England und Frankreich, oder gerade gebaut werden, z. B. in der Bundesrepublik. Der deutsche Schnellbrüter-Prototyp (SNR 300) in Kaikar am Niederrhein wird etwa 1980 in Betrieb gehen. Erst ein oder zwei Jahre danach wird der Baubeschluß für ein Demonstrationskraftwerk anstehen, das dann die volle kommerzielle Größe haben wird und neben Betriebssicherheit und Verfügbarkeit auch die Wirtschaftlichkeit zu demonstrieren hat. Erst, wenn das Demonstrationskraftwerk diesen Beweis erbracht haben wird, also vielleicht um die Mitte der 90er Jahre, wird eine Entscheidung über die volle kommerzielle Einführung des Schnellen Brüters zu fällen sein. Gegenwärtig geht es darum, die Entwicklung soweit voranzutreiben, daß die Grundlage für eine solche Entscheidung zu gegebener Zeit vorhanden ist. Auf diese Option zu verzichten, kann sich heute kein Industrieland und am allerwenigsten die mit Rohstoffen wenig gesegnete Bundesrepublik leisten.

Es ist unbestritten, daß bis zu einer möglichen kommerziellen Einführung des Schnellen Brüters noch eine Reihe von Problemen zu lösen sind. Das sind Probleme, die die Verfügbarkeit einer solchen Anlage betreffen, ihre Wirtschaftlichkeit, auch ihre Sicherheit und nicht zuletzt den Brennstoffkreislauf, der sich aber sehr weitgehend an den des Leichtwasserreaktors anschließt. Die öffentliche Meinung steht dem natriumgekühlten Schnellen Brüter skeptisch gegenüber. Sie hält ihn für gefährlicher als den Leichtwasserreaktor.

Wie immer, wenn man zwei Technologien miteinander vergleicht, die einem ähnlichen Zweck dienen, findet man Vorteile und Nachteile. So gibt es auch sicherheitstechnische Probleme, die bei dem einen Typ, und solche, die bei dem anderen Typ leichter lösbar sind. Dies ist aber ein Problem, das die Wissenschaftler und Ingenieure betrifft. Für die Genehmigung eines Reaktors ist es nicht von Bedeutung, ob die Sicherheitsprobleme leicht oder schwer lösbar waren, sondern einzig, ob sie gelöst sind. Die deutschen nuklearen Genehmigungspraktiken gehören zu den schärfsten der Welt. Wenn ein Reaktor in Deutschland eine Betriebsgenehmigung bekommen hat, dann ist er nach dem Stande menschlichen Wissens sicher, gleichgültig, ob es sich nun um einen Leichtwasserreaktor, einen Hochtemperaturreaktor oder um einen Schnellen Brüter handelt. Sicher heißt nicht, daß kein Restrisiko verbleibt. Unter den vielen Technologien, mit denen wir leben, und ohne die wir uns ein Leben gar nicht mehr vorstellen können, gibt es wenige, die nicht mit Risiken behaftet sind, und oft mit größeren als ein Schneller Brutreaktor.

Mit dem Schnellen Brüter verbindet sich der Begriff der Plutoniumwirtschaft. Damit ist gemeint, daß - ähnlich wie im Brennstoffkreislauf der Leichtwasserreaktoren - aus den verbrauchten Brennelementen Plutonium zurückgewonnen wird und daraus neue Brennelemente hergestellt werden. Plutoniumwirtschaft heißt also hier nichts anderes, als daß das Plutonium quantitativ zwar eine größere, qualitativ aber keine andere Rolle spielt als in einer reinen Leichtwasserreaktor-Ökonomie. Hier wie dort wird das Plutonium unmittelbar nach seiner Abtrennung wieder als Brennstoff verwendet und damit vernichtet werden. Ist das Plutonium erst einmal im Reaktor, ist es auch absolut sicher vor jedem Zugriff Unbefugter und damit vor mißbräuchlicher Verwendung. Durch eine geschickte Brennstoffkreislauf-Strategie ist es leicht möglich, die im Umlauf, d. h. außerhalb von Reaktoren befindliche Plutoniummenge, sehr klein zu halten. Das Schlagwort von der Plutoniumwirtschaft ist also mehr ein Appell an Emotionen als ein rationales Argument gegen den Schnellen Brüter.

Eine andere Möglichkeit, zusätzliche Brennstoffquellen für die Kernenergieerzeugung zu erschließen, ist der Hochtemperaturreaktor. Im Hochtemperaturreaktor entsteht aus dem in der Natur vorkommenden, aber nicht spaltbaren Thorium ein spaltbares, aber in der Natur nicht vorkommendes Uran-Isotop - Uran 233. Im Gegensatz zum Schnellen Brüter erzeugt der Hochtemperaturreaktor aber weniger spaltbares Material als er verbraucht, er hat also ein geringeres Potential für die langfristige Sicherstellung der Energieversorgung. Der Hochtemperaturreaktor hat aber noch eine andere Eigenart, die ihn innerhalb eines Gesamtenergiekonzepts besonders interessant macht. Wegen seiner hohen Arbeitstemperatur ist er in der Lage, nicht nur elektrischen Strom, sondern auch Prozeßwärme für chemische Zwecke, z. B. für die Kohlevergasung, zu erzeugen. Sein Entwicklungsstand in der Bundesrepublik ist der gleiche wie der des Schnellen Brüters. Ein Prototypkraftwerk, der THTR-300, ist im Bau.

Zusammenfassend können wir feststellen: Der Leichtwasserreaktor mit einem geschlossenen Brennstoffkreislauf ist eine ausgereifte Energiequelle für Jahrzehnte, mit dem Hochtemperaturreaktor kann man diese Zeitspanne deutlich verlängern, aber nur der Schnelle Brüter hat das Potential für eine zeitlich nahezu unbegrenzte Energieversorgung. Darüber hinaus ist der Schnelle Brüter - zusammen mit dem Hochtemperaturreaktor und der Kohle -in der Lage, die Bundesrepublik unabhängiger vom Import von Energierohstoffen zu machen.