

ASU/BJU-Forum



Prof. Dr. A. Voß

Institut für Kernenergetik und Energiesysteme, Universität Stuttgart

Ausstieg aus der Kernenergie?

Die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl hat die Diskussion um die zukünftige Energieversorgung und insbesondere die Rolle der Kernenergie von Neuem heftig aufleben lassen. Obwohl heute, trotz des im Einzelnen noch nicht geklärten Unfallablaufs, feststeht, daß der Reaktor in Tschernobyl aufgrund seiner Auslegung und sicherheitstechnischen Einrichtungen bei uns nicht hätte gebaut werden dürfen, häufen sich die Stimmen, die einen Ausstieg aus der Kernenergie oder gar das sofortige Abschalten aller Kernkraftwerke verlangen.

Die Frage der Nutzung oder Nichtnutzung der Kernenergie ist sicher eine der Grundsatzentscheidungen, die die Zukunft unserer Industriegesellschaft, aber auch die der Länder der Dritten Welt, entscheidend mitprägen wird. Generell, und dies gilt natürlich auch nach Tschernobyl, tun wir gut daran, energiepolitische Grundsatzentscheidungen nicht unter dem Eindruck von Tagesereignissen zu

treffen, sondern sie auf einen umfassenden Abwägungsprozeß der Möglichkeiten, Kosten, Umwelteffekte und Risiken der Kernenergie sowie der anderen uns zur Verfügung stehenden Energiequellen zu basieren. Man nimmt die Sorgen und Ängste der Menschen nicht dadurch ernst, daß man einen schnellen Ausstieg aus der Kernenergie fordert, ohne die damit verbundenen Implikationen für unsere und die nachfolgenden Generationen umfassend betrachtet zu haben. Dabei geht es neben den technisch, ökonomischen und ökologischen Fragen, wie z. B. den Kosten der Energie und der Belastung von Natur und Umwelt durch die Energienutzung, auch um moralisch-ethische Fragen, deren Beantwortung naturgemäß von subjektiven Wertvorstellungen abhängig ist.

Gerade aus diesem Grund ist es im Rahmen einer Diskussion über die zukünftige Energieversorgung wichtig, zwischen mehr oder weniger gesicherten wissenschaftlichen Fakten, Erkenntnissen und Zusammenhängen sowie der jeweils subjektiven Interpretation und Wertung dieser Fakten zu unterscheiden. Aufgabe von Wissenschaft und Forschung ist es, diese Fakten im Sinne von Entscheidungshilfen bereit zu stellen. Bei der moralischen und politischen Bewertung kann, was leider in der Vergangenheit oftmals nicht beachtet wurde, der Wissenschaftler keine besondere Rolle für sich beanspruchen.

Ausgehend von diesem Verständnis der Aufgabe von Wissenschaft sollen im folgenden einige im Zusammenhang mit der Frage nach einem Ausstieg aus der Kernenergie wichtige Fakten und Sachverhalte dargestellt werden.

Stand der Energieversorgung

Der Primärenergiebedarf in Baden-Württemberg beträgt derzeit ca. 45 Mio t SKE (1 t SKE = Energieinhalt einer Tonne Steinkohle). Zum Vergleich: Für die Beheizung eines mittleren Einfamilienhauses benötigt man ca. 4 t SKE jährlich.

Davon stehen dem Verbraucher 31 Mio t SKE als Endenergie zur Verfügung. Davon entfallen ca. 25 % auf die Industrie, 25 % auf den Verkehr, ca. 30 % auf die Haushalte und ca. 20 % auf das Gewerbe und sonstige Kleinverbraucher.

20 % des Endenergiebedarfs wird mit Strom gedeckt. Dieser Strom wird zu über 50 % in Kernkraftwerken erzeugt. Bei der Betrachtung des Ausstieges aus der Kernenergie ist jedoch neben der Arbeit auch die bereitzustellende Leistung zu betrachten.

Strom muß zu dem Zeitpunkt produziert werden, in dem er verbraucht wird, da man Strom in großen Mengen nicht speichern kann. Daher ist die Kraftwerksleistung an der Höchstlast zu orientieren. Zusätzlich benötigt man ausreichende Reserven, um ein Kraftwerk bei einer Störung ersetzen zu können. Baden-Württemberg hat z. Zt. keine ausreichenden Kraftwerkskapazitäten. Wir sind daher auf Stromlieferungen und Reservekapazitäten außerhalb Baden-Württembergs angewiesen. Es ist ferner nicht möglich, Strom in beliebig großen Mengen beliebig weit zu transportieren, die Stromleitungen und Transportverluste setzen hier Grenzen.

Diese Fakten werden häufig nicht beachtet, wenn Ausstiegsszenarien diskutiert werden.

Mittelfristige Folgen eines Ausstiegs aus der Kernenergie

Die mittelfristigen Folgen eines Ausstiegs aus der Kernenergie sind unter anderem abhängig vom zeitlichen Verlauf des Ausstiegs.

Bewertet man die Konsequenzen, so lassen sich im wesentlichen zwei Bereiche quantifizieren: Kosten und Emissionen.

Für die folgenden Betrachtungen wird angenommen, daß keine neuen Kernkraftwerke in Betrieb genommen und die bestehenden nach 15 Jahren Betrieb abgeschaltet werden. Die Mehrkosten für die

ASU/BJU-Forum

Ersatzstrombeschaffung betragen dann 5 Dpf/kWh. Die Folgen wären in Baden-Württemberg zusätzliche Kosten von 21–22,5 Mrd. DM bis zum Jahr 2000. Das bedeutet eine jährliche Mehrbelastung von durchschnittlich 400 DM pro Haushalt.

Dies sind jedoch noch nicht die gesamten Mehrbelastungen für die Volkswirtschaft, weil z. B. indirekte ökonomische Auswirkungen auf dem Brennstoffmarkt noch nicht berücksichtigt sind. Die erhöhte Nachfrage nach fossilen Brennstoffen wird vermutlich weltweit auch höhere Preise nach sich ziehen. An die internationalen Konsequenzen von steigenden Energiepreisen z. B. auf Länder der III. Welt sei hier nur erinnert.

Die zu erwartenden Energiepreiserhöhungen können bei energie- und stromintensiven Produkten durchaus wettbewerbsentscheidend sein. Eine Produktionseinschränkung hätte auch Auswirkungen auf die nachgeschalteten Produktionsstufen.

Weitere Konsequenzen wären erhöhte Emissionen. Bei unserer Rechnung wird angenommen, daß Kernkraftwerke durch Kohlekraftwerke mit modernster Rauchgasreinigung substituiert werden (was zum heutigen Zeitpunkt nicht möglich ist). Die Folge ist die Erhöhung der jährlichen Schwefeldioxid (SO₂)-Emissionen aus Kohlekraftwerken in Baden-Württemberg in den 90er Jahren von 20 000 t auf ca. 60 000 t. Heute betragen die SO₂-Emissionen ca. 70 000 t. Stickoxid (NO_x) würde statt 17 000 t/a ca. 45 000 t/a emittiert. Die heutigen Emissionen liegen bei ca. 50 000 t. Die zu erwartenden Erfolge der Luftreinhaltungspolitik Baden-Württemberg würden dadurch weitgehend zunichte gemacht werden.

Längerfristige Aspekte

Bisher wurde im wesentlichen auf einige Aspekte eines Verzichts auf die Kernenergie eingegangen, die mittelfristig von Bedeutung sind. Verantwortliche Energiepolitik muß

aber auch über die Jahrtausende hinaus blicken, da grundlegende strukturelle Veränderungen der Energieversorgungsbasis nur in Zeiträumen von mehreren Jahrzehnten möglich sind.

Es ist zudem notwendig, bei der Betrachtung eines Ausstiegs aus der Kernenergie die nationale Ebene zu verlassen und die weltweiten, globalen Aspekte mit in die Betrachtungen einzubeziehen.

Die auf diesem Globus lebenden 4,5 Milliarden Menschen verbrauchen heute etwa 10 Milliarden t SKE Energie pro Jahr. Dabei steht den Menschen in den Entwicklungsländern pro Kopf nur ein Zehntel bis ein Dreißigstel der Energie zur Verfügung, die wir in den Industrieländern verbrauchen.

Eine einfache Rechnung soll eine Vorstellung davon vermitteln, auf welche Bandbreite des zukünftigen Energieverbrauchs man sich wohl einstellen muß, um heute die Voraussetzungen zu schaffen, daß in fünfzig Jahren diese Energiemengen bereitgestellt werden können, wenn dies erforderlich sein sollte.

Wir wissen heute mit einiger Sicherheit, daß aufgrund der Bevölkerungsdynamik auch bei weiteren Erfolgen der Geburtenkontrolle die Weltbevölkerung bis zum Jahr 2030 auf mehr als 8 Milliarden Menschen anwachsen wird.

Würde der pro-Kopf-Verbrauch in der gleichen Zeit nur um 50 % von 2,2 t SKE pro Kopf auf 3,3 t SKE steigen (wir in der Bundesrepublik verbrauchen heute etwa 5,5 t SKE/Kopf) so würde sich allein aufgrund der Bevölkerungsentwicklung der Energiebedarf verdreifachen.

Wenn wir also zumindest weltweit von einem wachsenden Energiebedarf ausgehen müssen, so gewinnt natürlich die Frage nach den Energieressourcen, die der Menschheit zur Verfügung stehen, eine besondere Bedeutung.

Die Energievorräte der Menschheit

Die heute bekannten billigen Uranreserven und die Steinkohlevorräte wären prinzipiell in der Lage, auch einen wachsenden Weltenergiebedarf für mehrere Jahrhunderte zu decken.

Zählt man hierzu noch das Energiepotential der Kernfusion so wie das der regenerativen Energiequellen hinzu, wobei allein die Energiemenge, die die Sonne jährlich auf die Erde einstrahlt, 20 000 mal höher ist als der weltweite Energieverbrauch, dann kann man in der Tat sagen, daß uns im Prinzip unerschöpfliche Energiemengen zur Verfügung stehen.

Das eigentliche Problem, vor dem wir stehen, ist also nicht, daß wir keine ausreichenden Energievorräte hätten, sondern ob es uns gelingt, im nötigen Umfang die Techniken zur Nutzbarmachung dieser Energiequellen und -vorräte zu vertretbaren Kosten rechtzeitig bereitzustellen und die unerwünschten Nebeneffekte der Energienutzung auf ein für die Natur verträgliches Maß zu reduzieren.

Im folgenden werden die einzelnen Versorgungsoptionen und hier insbesondere die Techniken zur Nutzung der regenerativen Energiequellen erläutert. Dabei werden jedoch nur die wesentlichen und aussichtsreichen betrachtet.

Dabei wird kurz der Entwicklungsstand dieser Techniken und ihre heutigen Kosten beschrieben und danach die Kostenminderungsmöglichkeiten sowie mögliche Anwendungsrestriktionen umrissen.

Regenerative Energiequellen

– Solare Warmwasser- und Heizungssysteme

Die noch unwirtschaftlichen Systeme sind technisch ausgereift, benötigen jedoch große Flächen. Um die privaten Haushalte Baden-Württembergs bei optimaler Sonneneinstrahlung beheizen zu kön-

ASU/BJU-Forum

nen, bräuchte man 1600 km² Fläche. (Zum Vergleich: Die ganze Stadt Stuttgart hat ca. 200 km² Fläche).

Die Kosten betragen ca. 40–50 Dpf/kWh gegenüber 25 Dpf/kWh bei konventionellen Systemen

– Sonne (Strom)

Die Kosten für Solarzellen haben sich in den letzten Jahren stark verringert. Eine kWh Strom aus photovoltaischen Kraftwerken kostet immer noch 2 DM (zum Vergleich: Strom aus Kernkraftwerken ca. 0,12 DM/kWh). Um ein Kernkraftwerk zu ersetzen, würde man ca. 95 km² Fläche in unseren Breitengraden benötigen, allerdings braucht man zur nächtlichen Energieversorgung zusätzlich ein anderes Kraftwerk. Kostensenkungen sind u. U. möglich, es ist jedoch nicht bekannt, in welchem Umfang.

– Wind

Windenergieanlagen sind in verschiedenen Größen verfügbar.

Um ein Kernkraftwerk zu ersetzen, bräuchte man ca. 1000 große Windkraftanlagen. Aus heutiger Sicht ist der Einsatz beschränkt auf Gebiete mit hoher Windschwwindigkeit (z. B. Nordseeküste, Höhenlagen der Mittelgebirge). Die Kosten ohne Netzanschluß und Speicher betragen ca. 20–40 Dpf/kWh. Kostensenkungen sind in geringem Umfang möglich, aber die Probleme durch das ungleichmäßige Windenergieangebot sind noch nicht gelöst.

Auf alle erneuerbaren Energiequellen kann hier nicht eingegangen werden. Aber alle Untersuchungen zeigen, daß der Beitrag dieser Energieträger begrenzt sein wird. So z. B. wird in einer Untersuchung des DIW der mögliche Beitrag aller regenerativen Energiequellen zur Energieversorgung der Bundesrepublik im Jahr 2000 auf 15–18 Mio t SKE geschätzt, das sind 4–5 % unseres heutigen Primärenergieverbrauchs.

Risikovergleich

Abschließend sei noch auf einen weiteren Aspekt eingegangen, nämlich den der mit der Nutzung des jeweiligen Energiesystems verbundenen Risiken.

Dabei kommt es bei einem Vergleich darauf an, alle Risiken zu erfassen. Risiken entstehen

- beim Betrieb der Anlagen
- der Brennstoffver- und -entsorgung und
- dem Bau der Energieanlagen.

Von den Umweltbelastungen beim Betrieb energietechnischer Anlagen gehen auch Gefährdungen für die Gesundheit und das Leben des Betriebspersonals und der Bevölkerung aus.

Zu diesen Risiken, die z. B. vom Betrieb eines Kraftwerkes ausgehen, sind aber noch die Risiken des gesamten Brennstoffkreislaufs von der Brennstoffgewinnung bis zur Abfallbeseitigung sowie die Risiken aus Störfällen hinzuzurechnen.

Im deutschen Steinkohlebergbau erfolgten z. B. 4400 tödliche Unfälle und 1,4 Mio. sonstige Unfälle von 1960–1985.

Die Risiken des Betriebs von regenerativen Energietechniken sind sicherlich klein. Da diese Anlagen aber im Vergleich zu anderen konventionellen Energietechniken einen hohen Materialbedarf, z. B. an Stahl, Aluminium, Glas usw. haben, sind unter Umständen die bei der Herstellung dieser Materialien bestehenden Risiken nicht zu vernachlässigen.

Versucht man nun das Gesamtrisiko eines Energiesystems, das mit seinem Betrieb, seiner Brennstoffver- und -entsorgung sowie mit seinem Bau verbunden ist, zu bestimmen, so kann man feststellen, daß die Risiken der regenerativen Energiequellen die gleiche Größenordnung wie die der Kernenergie haben.

Diese Ausführungen sollten deutlich machen, daß die Entscheidung für oder gegen die Kernenergie verantwortlich und nach einem umfassenden Abwägungsprozeß der Nutzungsmöglichkeiten, Kosten, Umwelteffekte und Risiken der verschiedenen Energiesysteme erfolgen kann. Die Wissenschaft kann dazu Orientierungshilfen geben.