Kernenergieverzicht

# Die Bedeutung von Ausstiegsszenarien für politische Zukunftsentscheidungen

Von A. Voß, Stuttgart

Die Ergebnisse der Untersuchungen über die ökonomischen und ökologischen Folgen eines Kernenergieverzichts weisen eine so beträchtliche Spannweite auf, daß häufig die Vermutung einer Abhängigkeit von bestimmten Positionen und Erwartungshaltungen naheliegt. Da Energieszenarien und systematische Zukunftsanalysen wesentliche Entscheidungshilfen für die Energiepolitik sein sollen und auch können, müssen ihre Aussagen sehr viel zuverlässiger werden, als dies bisher meist der Fall war. Eine Analyse der Gründe für die divergierenden Befunde liefert aufschlußreiche Hinweise auf Unsicherheiten in den Annahmen, die wesentlich realitätsnaher getroffen werden könnten. Die Bedeutung der Kernenergienutzung wird zu wenig im Zusammenhang mit gravierenden Einflüssen, wie z. B. der Klimaproblematik, der vergleichenden Risikobewertung und der weltweiten Energienachfrageentwicklung betrachtet.

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. A. Voß, Institut für Kernenergetik und Energiesysteme (IKE) der Univ. Stuttgart, Pfaffenwaldring 31, 7000 Stuttgart 80

Überarbeitete Fassung des Plenarvortrags, gehalten anläßlich der Jahrestagung Kerntechnik '89 des Deutschen Atomforums e. V. und der Kerntechnischen Gesellschaft e. V. vom 9. bis 11. 5. 89 in Düsseldorf

## 1. Einleitung

Der Reaktorunfall in Tschernobyl und die Ereignisse um die Firmen Transnuklear und Nukem, die in der Presse als der „Hanauer Atomskandal" bezeichnet wurden, haben die öffentliche Diskussion über die Notwendigkeit und Verantwortbarkeit der Nutzung der Kernenergie wieder voll entfacht. Dabei ist die Thematik „Ausstieg aus der Kernenergie" keineswegs neu, sie war bereits Ende der siebziger und Anfang der achtziger Jahre Gegenstand der öffentlichen und energiepolitischen Diskussion. Allerdings findet die laufende Diskussion insofern vor einem veränderten Hintergrund statt, als der Konsens über die Verantwortbarkeit der Kernenergienutzung bei den im Bundestag vertretenen Parteien nicht mehr besteht. Die „Grünen" fordern den sofortigen Ausstieg aus der Kernenergienutzung und die Sozialdemokraten wollen, entsprechend ihren Beschlüssen auf dem Nürnberger Parteitag im Jahr 1986, innerhalb eines Zeitraumes von zehn Jahren alle Kernkraftwerke stillegen. Die Parteien der Regierungskoalition halten zwar weiter an der Kernenergie fest, aber das Schlagwort von der Übergangsenergie, das an der eigentlichen Problematik vorbeigeht, macht auch hier die Runde.

In den letzten Jahren sind von der Bundesregierung, verschiedenen Landesregierungen, Parteien und sonstigen Institutionen Untersuchungen in Auftrag gegeben bzw. durchgeführt worden, die sich mehr oder weniger umfassend mit den Auswirkungen eines Kernenergieverzichts auf die Energieversorgung, die Gesamtwirtschaft und die Umwelt für die Bundesrepublik Deutschland und einzelne Bundesländer befassen. Das Spektrum der Befunde über die ökonomischen und ökologischen Folgen eines Kernenergieverzichts, das von diesen „Ausstiegsstudien" aufgespannt wird, ist groß und die Aussagen und Schlußfolgerungen sind in wesentlichen Bereichen abweichend und widersprüchlich.

So werden einmal die Auswirkungen eines Kernenergieverzichts auf die Stromerzeugungskosten als vernachlässigbar klein ermittelt und in einem anderen Fall mit mehr als 8 Pfg/kWh angegeben. Die Spannweite der Beschäftigungseffekte reicht von einem Beschäftigungsverlust von 170000 Arbeitsplätzen bis zu einer Erhöhung der Zahl an Arbeitsplätzen um rd. 130000. Die Umweltwirkungen, exemplarisch verdeutlicht an der Emissionsentwicklung des Schwefeldioxids und der Stickoxide, reichen, um ein weiteres Beispiel anzuführen, von einer langfristigen Zunahme dieser Emissionen im Zusammenhang mit der Stromversorgung von mehr als 300% bis zu nur unbedeutend zunehmenden bzw. sogar geringeren Emissionen im Falle eines Kernenergieverzichts.

Die Ursachen für die divergierenden Aussagen und Befunde über die Folgen eines Kernenergieverzichts sind vielfältig und auf einige besonders wichtige wird später noch einzugehen sein.

Für einen Außenstehenden kann dabei durchaus der Eindruck entstehen, daß die Ergebnisse der Ausstiegsstudien, um es zurückhaltend auszudrücken, nicht unabhängig sind von der jeweiligen energiepolitischen Position des Auftraggebers. Wo dies der Fall sein sollte, haben Ausstiegsanalysen über eine Bestätigung der eigenen, schon bestehenden Position sicher Einfluß genommen und energiepolitische Vorstellungen und Ziele, ggfs. auch Entscheidungen verfestigt. Das kann und darf aber wohl nicht eine vertretbare Legitimation solcher Ausstiegsuntersuchungen sein und wäre wohl nichts anderes als ein Mißbrauch von wissenschaftlicher Politikberatung, der keinen Beitrag zur verantwortlichen Politikgestaltung und zur Lösung der anstehenden Sach- und Bewertungsprobleme leisten könnte.

Wir müssen von denen, die politische Verantwortung tragen, erwarten, ja verlangen dürfen, daß Politikberatung und Politikfolgenabschätzung, und nichts anderes sollten die Ausstiegsanalysen sein, der unvoreingenommenen faktischen Fundierung politischer Entscheidungen dienen und wir müssen von denen, die wissenschaftliche Politikberatung betreiben, verlangen, zwischen Politik und Erkenntnis, zwischen Wertung und Fakten wieder scharf zu trennen. Nur auf diesem Weg kann die Rationalität den ihr gebührenden Einfluß bei energiepolitischen Entscheidungen, insbesondere im Zusammenhang mit der weiteren Nutzung der Kernenergie, zurückgewinnen und wird verantwortungsvolle Zukunftsgestaltung möglich sein. Kernenergieausstiegsanalysen, die vergangenen wie auch zukünftige, müssen sich unter anderem an diesem Anspruch messen lassen.

Im folgenden sollen zunächst wesentliche Ursachen für die divergierenden Aussagen der vorliegenden Ausstiegsuntersuchungen erläutert werden. Daran anschließend wird auf die Analysenprobleme bei der Ermittlung der Konsequenzen eines Kernenergieverzichts und auf die Defizite vorliegender Untersuchungen eingegangen, um aufzuzeigen, was die vorliegenden Untersuchungen zur Politikberatung leisten bzw. nicht leisten können, aber auch um anzudeuten, was wissenschaftlich fundierte redliche Analysen zur Fundierung politischer Zukunftsentscheidungen beitragen könnten.

## 2. Gründe der abweichenden Befunde

Die bisher vorgelegten Untersuchungen über die Folgewirkungen eines Verzichts auf eine weitere Nutzung der Kernenergie unterscheiden sich erheblich hinsichtlich ihrer Zielsetzung, der angesprochenen Problembereiche, ihres analytischen Detaillierungsgrades, der Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse sowie hinsichtlich der Ergebnisse und Schlußfolgerungen. Die verschiedenen Aspekte eines Kernenergieverzichts werden nur teilweise und mit unterschiedlicher Betrachtungstiefe angesprochen. Schwerpunkte der quantitativen Untersuchungen sind dabei die elektrizitätswirtschaftlichen und gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen sowie die Umweltauswirkungen, wobei letztere sich auf die Emissionsveränderungen bei ausgewählten Schadstoffen beziehen.

Die grundsätzliche Vorgehensweise zur Ermittlung der Auswirkungen eines Verzichts auf eine weitere Kernenergienutzung besteht darin, die Folgewirkungen in bezug auf eine Referenzentwicklung mit Einsatz von Kernenergie zu bestimmen. Die Ursachen für die divergierenden Aussagen über die Folgewirkungen eines Kernenergieverzichts sind vielschichtig und können im einzelnen hier nicht dargelegt werden, sie lassen sich aber in zwei Kategorien einordnen. Die erste Kategorie umfaßt dabei unterschiedliche Annahmen für wesentliche ergebnisbestimmende Rahmendaten, z.B. bezüglich der Stromverbrauchs- und der Energiepreisentwicklung. In die zweite Kategorie sind die Unterschiede in der Ausgestaltung der Ausstiegsszenarien z.B. hinsichtlich des Zeitpunkts und des Umfangs der Stillegung der Kernkraftwerke oder der Art und Weise der Deckung der Stromlücke, einzuordnen. Hierzu gehört auch das Problem, die Ausstiegsszenarien so anzulegen, daß sie eine analytisch saubere Ermittlung der mit dem Ausstieg verbundenen Effekte erlauben. Hierauf wird später noch einmal zurückzukommen sein.

Für die quantitative Ermittlung der Kosten-, Umwelt- und gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen eines Kernenergieverzichts kommt der unterstellten Entwicklung des zukünftigen Stromverbrauchs, dem Anteil der Kernenergie an der zukünftigen Stromerzeugung sowie der zugrundeliegenden Entwicklung der Energiepreise eine besondere Bedeutung zu. Abb. 1 zeigt die in den verschiedenen Ausstiegsstudien bzw. -szenarien unterstellte Entwicklung der Stromerzeugung in der Bundesrepublik Deutschland, normiert auf das Jahr 1985.

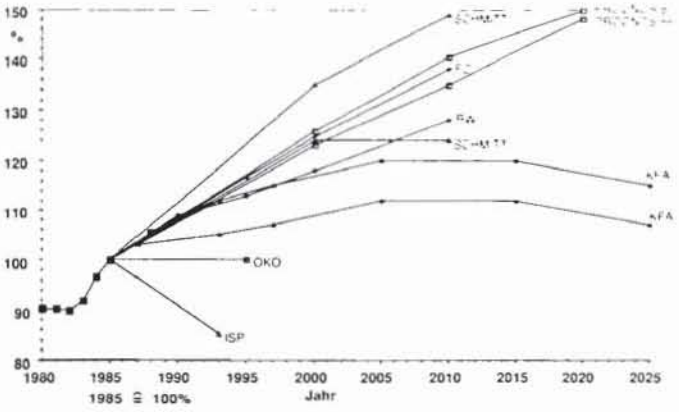


*Abb. 1: Entwicklung der Stromerzeugung in verschiedenen Kernenergie-Ausstiegsuntersuchungen.*

Für das Jahr 2010 liegen die Zuwachse im Stromsektor zwischen 10 und 48%, bezogen auf das Jahr 1985. Dies entspricht einer Bandbreite der durchschnittlichen Zuwachsrate der Stromerzeugung von 0,4 bis 1,6%/a. Im Vergleich hierzu lag der Stromverbrauchszuwachs im Zeitraum von 1975 bis 1985 bei 2,9%/a.

Ähnlich große Unterschiede wie bei der zukünftigen Entwicklung der Stromerzeugung sind auch bei der Stromerzeugung durch Kernenergie zu verzeichnen. So z.B. liegt die Kernstromerzeugung in den verschiedenen Untersuchungen für das Jahr 2000 zwischen 170 und 230 $TWh_{el}$. Es ist wohl leicht einzusehen, daß eine derart unterschiedliche Ausgangsbasis sich in den Kosten und zusätzlichen Umweltbelastungen, die im Falle eines Ausstiegs ermittelt werden, niederschlägt.

Als weiteres Beispiel für divergierende Annahmen hinsichtlich wichtiger, konsequenzenrelevanter Bestimmungsgrößen seien hier die Brennstoffpreise und ihre Entwicklung angesprochen. Tab. 1 zeigt exemplarisch an den Kohlepreisen die den verschiedenen Studien zugrundeliegenden Diskrepanzen. Die Bandbreite der Preise für Importkohle bzw. heimische Steinkohle ist beachtlich, die Preisunterschiede im Jahr 2010 betragen bis zu 80% bei der Importkohle und bis zu 33% bei der heimischen Steinkohle.

*Tabelle 1: Kohlepreisentwicklung in verschiedenen Kernenergieausstiegsstudien in DM/tSKE (laufende Preise)*

| | 1990 | 2000 | 2010 |
|---|---|---|---|
| Importkohle | | | |
| Prognos (1986) | 146–161 | 223–260 | 329–425 |
| RWI | 225 | 378 | 593 |
| IFO | 176–188 | 317–349 | 500–550 |
| Prognos (1987) | 151 | 244 | 672[1]) |
| Heim. Steinkohle | | | |
| Prognos (1986) | 268 | 409 | 605 |
| RWI | 309 | 514 | 798 |
| IFO | 298–319 | 443–478 | 630–675 |
| Prognos (1987) | 319 | 446 | 976[1]) |

[1]) Wert gilt für 2020

Ähnliche Unterschiede sind auch bei den Annahmen für die Anlagekosten der Kraftwerke festzustellen, so daß es nicht verwundern kann, daß die Kostenwirkungen eines Kernenergieausstiegs in den verschiedenen Studien stark streuen. Insgesamt ist festzustellen, daß in den meisten Untersuchungen der Unsicherheit wesentlicher ergebnisbestimmender Faktoren, wie der Stromverbrauchs- oder der Energieträgerpreisentwicklung nicht ausreichend Rechnung getragen wird.

Die Kosten- und gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen eines Ausstiegs aus der Kernenergie hängen ebenso wie die Umweltfolgen aber auch vom Zeitverlauf der Stillegung der Kernkraftwerke und der Art der Anpassungsstrategie ab, d. h. davon, wie der mit der Abschaltung der Kernkraftwerke sich ergebende Leistungs- und Arbeitsausfall kompensiert wird. Stromeinsparung, Nutzung erneuerbarer Energiequellen, Kraft-Wärme-Kopplung und die Stromerzeugung aus fossilen Kraftwerken sind Optionen, die hierfür allein oder in Kombination zur Verfügung stehen. Es ist unmittelbar einsichtig, daß die Umwelt- und Kostenwirkungen eines Kernenergieverzichts bei einer Ausstiegsstrategie, die primär auf Stromeinsparung und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen setzt, andere sind, als bei einer, die auf einen Ersatz der Kernenergie durch Kohle abhebt. Zwischen den Zielen, die kosten- und gesamtwirtschaftlichen Folgen bzw. die Umweltfolgen eines Kernenergieausstiegs zu minimieren, gibt es offensichtlich einen Zielkonflikt. Beides gleichzeitig ist wohl nicht erreichbar.

Allgemeine Regeln für die Ausgestaltung von Ausstiegsszenarien gibt es nicht, außer der Forderung, daß sie im Hinblick auf die Fragestellung sinnvoll angelegt sein sollten, damit die Ausstiegseffekte analytisch sauber ermittelt werden können. Im Hinblick hierauf erscheint es wenig zielführend, wenn z. B. in einem Referenzszenario mit Kernenergienutzung die Möglichkeiten einer wirtschaftlichen Energieeinsparung oder der wirtschaftlichen Kraft-Wärme-Kopplung nicht ausgeschöpft werden und dann in einem Verzichtsszenario die Umwelt- und Kostenkonsequenzen mit diesen Maßnahmen ermittelt werden.

Eine sinnvolle Festlegung der Ausstiegsstrategie sollte sich an den energiepolitischen Zielen einer ausreichenden, kostengünstigen, umweltschonenden sowie sozial- und nachweltverträglichen Energieversorgung orientieren und im Referenz- wie im Ausstiegsszenario vergleichbare Anforderungen im Hinblick auf die Erreichung dieser Ziele unterstellen, z. B. die Minimierung der Gesamtkosten der Energiebereitstellung einschließlich der Kosten der Maßnahmen zur Einsparung von Energie bei gleicher Entwicklung der Gesamtwirtschaft und vergleichbaren Umweltschutzanforderungen z. B. in Form von Emissionsstandards. Nur bei Beachtung derartiger ceteris-paribus-Bedingungen ist eine analytisch saubere Ermittlung der Folgen eines Ausstiegs aus der Kernenergie möglich. Anzumerken ist noch, daß eine derartige Vorgehensweise natürlich Raum für die Durchrechnung unterschiedlicher, aber konsistenter Szenarien läßt, die sich in bezug auf die Erreichung der verschiedenen Ziele durchaus unterscheiden.

Ausstiegsszenarien, die diesen Anforderungen nicht genügen, werden gelegentlich damit begründet, daß eine weitere Nutzung der Kernenergie mit einer rationellen Energieverwendung, der Nutzung erneuerbarer Energiequellen und dem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung nicht vereinbar sei. Ohne auf die dabei angeführten Begründungen im einzelnen eingehen zu können, sei dazu nur angemerkt, daß diese postulierte Inkompatibilität aus historischer Sicht falsch, technisch gesehen nicht existent und wirtschaftlich betrachtet unvernünftig ist.

Bei Beachtung der oben angesprochenen Konsistenzanforderung an ein Ausstiegsszenario zeigt sich, daß bei einer Ausstiegsstrategie, die unter Beachtung der Umweltschutzauflagen, die elektrizitäts- und gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen eines Kernenergieausstiegs sowohl durch nachfrageseitige wie auch durch angebotsseitige Maßnahmen minimieren soll, der überwiegende Teil des nicht mehr verfügbaren Kernenergiestroms durch Strom aus mit Importkohle gefeuerten Kraftwerken ersetzt wird. Die Kraft-Wärme-Kopplung und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen können unter Kosteneffizienz-Gesichtspunkten nur einen kleinen Teil des Kernenergiestroms ersetzen. Dies führt natürlich dazu, daß im Ausstiegsfall die $SO_2$ und $NO_x$-Emissionen im Zusammenhang mit der Stromerzeugung deutlich zunehmen. Die Abb. 2 zeigt dies exemplarisch für zwei Kernenergieausstiegsszenarien für Baden-Württemberg. Am Ende des Betrachtungszeitraumes ist

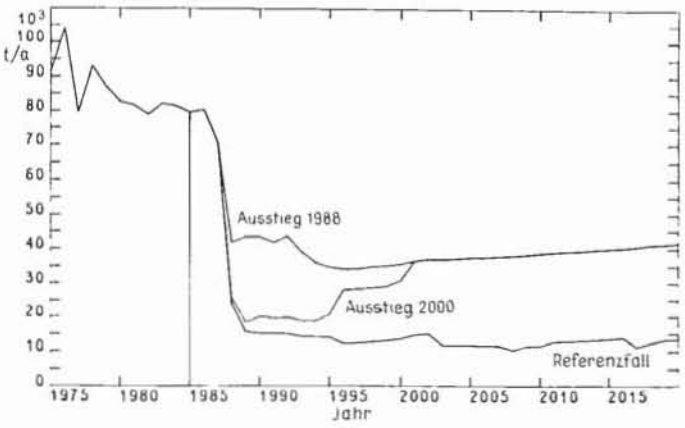


*Abb. 2: Entwicklung der $SO_2$-Emissionen aus öffentlichen Kraftwerken in Baden-Württemberg im Falle eines Kernenergieverzichts.*

das $SO_2$-Emissionsniveau etwa dreimal höher als im Fall mit Kernenergienutzung (Referenzfall), aber noch deutlich niedriger als das des Jahres 1985. Für die Stickoxidemissionen ergibt sich ein ähnliches Ergebnis. Eine Ausstiegsstrategie, die darauf abzielt, die zusätzlichen Schadstoffemissionen bei einem Kernenergieverzicht möglichst gering zu halten, dafür aber höhere Kostenwirkungen in Kauf zu nehmen, kann natürlich zu deutlich geringeren Mehremissionen führen.

Aus dem bisher Gesagten läßt sich ableiten, daß der Nutzen von Ausstiegsszenarien für die energiepolitische Diskussion allein dadurch erheblich erhöht werden könnte, wenn die Ausstiegsszenarien konsistent im Hinblick auf die Ermittlung der Ausstiegskonsequenzen angelegt wären und die wesentlichen ergebnisbestimmenden Rahmenannahmen realitätsnah festgelegt sind und, soweit unsicher, die Auswirkungen dieser Unsicherheiten auf die Ergebnisse aufgezeigt würden.

## 3. Analyseprobleme von Kernenergieausstiegsuntersuchungen

Eine umfassende Analyse der Machbarkeit und der Konsequenzen eines Kernenergieverzichts hat natürlich sehr unterschiedliche Auswirkungsbereiche zu betrachten. Da sind

zunächst einmal die direkten elektrizitätswirtschaftlichen Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit, die Investitionen, die Stromerzeugungskosten sowie auf die Emissionen von Luftschadstoffen zu nennen. Diese direkten elektrizitätswirtschaftlichen Konsequenzen strahlen aber auf die übrige Energiewirtschaft, die gesamte Volkswirtschaft und die Weltenergiewirtschaft aus, was wiederum zu Rückwirkungen auf die Elektrizitätswirtschaft führen kann. Des weiteren waren die Auswirkungen eines Kernenergieverzichts auf den technischen Fortschritt und davon ausgehende Innovationen für andere Wirtschaftsbereiche sowie auf das Investitionsklima zu erfassen.

Eine derartig umfassende Konsequenzanalyse eines Kernenergieverzichts ist mit den gegenwärtig verfügbaren Kenntnissen und analytischen Methoden nicht möglich und sieht sich mit einer Reihe von Analysenproblemen konfrontiert. Auf drei wesentliche sei hier kurz eingegangen.

Das erste Analyseproblem besteht im Zusammenhang mit einer Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen eines Kernenergieverzichts. Gegenwärtig existiert keine geschlossene, empirisch abgesicherte volkswirtschaftliche Theorie oder ein Methodengebäude, das es erlauben würde, die einzel- und gesamtwirtschaftlichen Effekte, d.h. die Veränderung von Nachfrage und Investitionen, die Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit und die resultierenden Produktions-, Wachstums- und Beschäftigungseffekte eines Kernenergieverzichts quantitativ gesichert zu ermitteln. Allenfalls möglich sind bedingte Aussagen zu Einzelaspekten, etwa zu der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der stromintensiven Industrien bei einem durch Kernenergieverzicht national steigenden Stromkostenniveau, die allein aber weit davon entfernt sind, die gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen zu bezeichnen.

Das zweite wesentliche Analyseproblem eines Kernenergieverzichts ergibt sich aus der räumlichen Abgrenzung. Alle Untersuchungen der Konsequenzen eines Kernenergieverzichts betrachten auftragsgemäß nur die Bundesrepublik oder einzelne Bundesländer. Die Energieversorgung unseres Landes hängt aber in hohem Maße von Energieimporten ab und die Entwicklung unserer Wirtschaft ist eng mit der der Weltwirtschaft verbunden. Diese Abhängigkeiten werden mit der weiteren Expansion des Welthandels und mit der Realisierung des EG-Binnenmarktes noch zunehmen. Unsere Einbindung in die Weltwirtschaft, aber auch unsere globale Mitverantwortung für die Schaffung menschenwürdiger Lebensverhältnisse in den Ländern der Dritten Welt sind in die Erwägungen im Zusammenhang mit einem Kernenergieverzicht mit einzubeziehen, was in den meisten Studien nicht oder nur unzureichend geschieht.

In den Kontext der sich aus unserer Einbettung in die Weltwirtschaft ergebenden Fragen, gehört auch die nach den Energiepreiswirkungen eines Kernenergieverzichts. Gemeint sind hier die Preiseffekte auf den Weltenergiemärkten, die im Falle eines Kernenergieverzichts durch eine verstärkte Nachfrage nach fossilen Energieträgern ausgelöst werden können. Auch hier gilt, daß diese Preiswirkungen heute nicht quantifizierbar sind. Wie sensitiv aber die Weltmarktpreise für Energie auf eine Veränderung der Nachfrage- und Angebotsrelation reagieren, hat ja gerade die Entwicklung seit 1985 mit dem Preisverfall beim Erdöl, Erdgas und bei der Importkohle gezeigt. Preisveränderungen, wie wir sie seit 1985 erlebt haben, bedeuten allein für unser Land eine Reduktion der Aufwendungen für die Energieimporte von jährlich 50 Mrd. DM. Ein durch Verzicht auf Kernenergie induzierter Preisschub auf den Weltenergiemärkten hätte damit gegebenenfalls erhebliche zusätzliche negative gesamtwirtschaftliche Wirkungen.

Ein drittes Analysenproblem hängt mit der Wahl des Betrachtungszeitraumes zusammen, für den die Konsequenzen des Kernenergieverzichts ermittelt werden. Die Wahl eines mittelfristigen Zeitraums etwa bis zum Jahr 2000 oder 2010, wie er den meisten Ausstiegsuntersuchungen zugrundeliegt, sieht sich mit dem Problem konfrontiert, ob damit nicht die eigentlichen Probleme eines Kernenergieverzichts, die sich erst jenseits dieses Zeitpunktes mit der Verknappung und Verteuerung von Erdöl und Erdgas in aller Schärfe stellen, ausgeklammert werden. Diese Frage gewinnt aber aus der globalen Sicht, angesichts der weiter wachsenden Weltbevölkerung und vor dem Hintergrund, daß heute keine alternative Energiequelle entwickelt ist, die aufgrund ihres Potentials und ihrer Kosten bzw. Kostenerweiterungen die Hauptlast der Energieversorgung der Menschheit tragen könnte, eine besondere Bedeutung. Sie ist unter Umständen für die energiepolitische Beurteilung eines Kernenergieverzichts bedeutsamer, als die Erhöhung der Stromerzeugungskosten und die nationalen gesamtwirtschaftlichen und Umweltfolgen.

Die räumliche und zeitliche Verengung der Ausstiegsanalysen ist wohl auch der Grund dafür, daß in den meisten der vorliegenden Untersuchungen das im Zusammenhang mit der Vernichtung von Waldbeständen und der Nutzung fossiler Energieträger stehende Klimaproblem nicht angesprochen wird.

Obwohl der endgültige Beweis noch aussteht, haben sich in den letzten Jahren die Erkenntnisse verdichtet, daß die Anreicherung von Spurengasen wie $CO_2$, $CH_4$, $N_2O$, Ozon und FCKW in der Erdatmosphäre über den sog. Treibhauseffekt zu Klimaveränderungen führen wird, die nicht tolerierbare Folgen nach sich ziehen. Die Äußerungen der Parteien zu diesem Thema, aber auch der Zwischenbericht der Bundestags-Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" belegen, daß bezüglich der Dimension des Problems und der Notwendigkeit von Gegenmaßnahmen weitgehend Übereinstimmung herrscht. Unterschiedlich ist aber die Vorstellung über die einzuleitenden Maßnahmen zur Lösung oder besseren Begrenzung des Problems.

Der überwiegende Teil der anthropogen freigesetzten Treibhausgase ist auf die Nutzung fossiler Energieträger zurückzuführen, dies gilt insbesondere für das Kohlendioxid als unvermeidbarem Endprodukt der Verbrennung. Nach dem heutigen Kenntnisstand ist eine drastische Reduzierung der $CO_2$-Emissionen notwendig, um die Temperaturerhöhung und die negativen Klimafolgen auf ein vertretbares Ausmaß zu begrenzen. Die Weltklimakonferenz von Toronto hat in diesem Zusammenhang gefordert, die weltweite $CO_2$-Erzeugung bis 2005 um 20% und bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts um 50% zu reduzieren.

Eine derartige Begrenzung der Kohlendioxid-Emissionen hätte weitreichende Konsequenzen für unsere zu mehr als 80% auf fossilen Energieträgern beruhenden Energieversorgung und ist nur über eine grundlegende Umstrukturierung unserer Energieversorgung erreichbar. Die Dimension der Herausforderung sei an einem einfachen Rechenexempel deutlich gemacht. Durch die Verbrennung fossiler Energieträger werden gegenwärtig rd. 20 Mrd. t $CO_2$ pro Jahr freigesetzt. Eine Halbierung dieser Emissionen bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts würde bei dann rd. 10 Milliarden Menschen bedeuten, daß im Durchschnitt pro Kopf und Jahr 1 t $CO_2$ durch Nutzung fossiler Energie freigesetzt werden darf. In der Bundesrepublik erzeugen wir derzeit pro Kopf und Jahr 12 t $CO_2$ und selbst in China werden 2,5 t $CO_2$ pro Einwohner emittiert. Wir müßten also unseren Verbrauch an fossilen Energieträgern auf 1/12 reduzieren, um ein global klimavertragliches Emissionsniveau zu erreichen. Die mit dieser Zahl charakterisierte Problemdimension umreißt eine energiepolitische Aufgabe, die sicher Anlaß genug gibt, frei von Vorurteilen und Dogmen, über die Bewertung der rationellen Energieverwendung und nichtfossilen Energien einschließlich der Kernenergie noch einmal nachzudenken.

Dabei wird man dann feststellen, daß rationelle Energieverwendung oder Energiesparen vor diesem Hintergrund eine andere Funktion hat, als das Stromsparen in einigen Kernenergie-Ausstiegsstudien.

Eine Neubewertung der rationellen Energienutzung und der nichtfossilen Energien, also auch der Kernenergie, unter Kli-

maaspekten hat sich dabei nicht nur an den langfristig technisch möglichen weltweiten $CO_2$-Minderungspotentialen, sondern insbesondere an der Effizienz, d. h. am Aufwand je Einheit vermiedenem $CO_2$, der verschiedenen Einsparmöglichkeiten und $CO_2$-freien Versorgungsoptionen zu orientieren.

Eine Politik, die die Klimaveränderungen auf ein tolerierbares Maß eingrenzen will, ist auf ein gleichgerichtetes Handeln aller Staaten angewiesen, und dies wird wohl nur dann zu erreichen sein, wenn die Lasten gerecht verteilt und so gering wie möglich sind, um andere Entwicklungsziele auch noch erreichen zu können. Hierdurch gewinnen kosteneffiziente $CO_2$-Reduktionsmaßnahmen ihre große Bedeutung.

In diesem Kontext ist Kernenergie sicher nicht „die Lösung" des Klimaproblems. Eine solche Behauptung wäre wohl fast so unredlich wie die, daß Kernenergie keinen Beitrag zur Minderung der $CO_2$-Emissionen leisten könne, sondern im Gegenteil zu einem Mehrverbrauch an fossiler Energie und damit zu mehr $CO_2$-Emissionen führen würde.

Neben den bisher angesprochenen Defiziten der Ausstiegsanalysen gibt es einige weitere Defizite und Aspekte bzw. Argumentationen in der Ausstiegsdiskussion, die einer kritischen Würdigung und Richtigstellung bzw. Relativierung bedürften, wie z. B. die wenig realistische Einschätzung der Möglichkeiten der Kraft-Wärme-Kopplung, die Überschätzung der wirtschaftlichen Energieeinsparmöglichkeiten und die Überbetonung des Stromsparens, das uneingeschränkte Vertrauen in die Fähigkeit von Wissenschaft und Technik, die Kostenentwicklungsziele bei den Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen zu erreichen und die oft nur einseitige Betrachtung der Risiken der Kernenergie, die die Risiken der Alternativen nicht berücksichtigt. Auf diese Aspekte sei aber hier nicht näher eingegangen.

## 4. Schlußbetrachtungen

Die kritischen Analysen und Anmerkungen zu den vorliegenden Ausstiegsuntersuchungen sollten deutlich machen, daß die meisten Untersuchungen nur Teilaspekte des Gesamtproblemfeldes behandeln, das sich im Zusammenhang mit der Frage nach der Wünschbarkeit und Verantwortbarkeit der Nutzung oder Nichtnutzung der Kernenergie ergibt. Wesentliche Problemaspekte wie die Klimaproblematik oder eine vergleichende Risikobetrachtung werden nicht angesprochen. Die räumliche und zeitliche Abgrenzung des Untersuchungsraumes führt bei den meisten Studien dazu, daß die Bedeutung der Kernenergienutzung zu wenig im Zusammenhang mit der weltweiten Energienachfrageentwicklung, mit der Begrenztheit fossiler Energieträger und den möglichen klimabedingten Beschränkungen ihrer Nutzung gesehen wird.

Eine inkonsistente Ausgestaltung der Ausstiegsszenarien im Zusammenhang mit unterschiedlichen, teilweise stark auseinanderfallenden Annahmen, über die Entwicklung wesentlicher ergebnisbestimmender Größen, wie den Stromverbrauch, den Anteil der Kernenergie an der zukünftigen Stromerzeugung sowie die Energiepreisentwicklung führen zu erheblich abweichenden Konsequenzermittlungen eines Kernenergieverzichts, was eine sachgerechte Diskussion nicht gerade erleichtert. Hieraus folgt, daß die Befunde nur im Zusammenhang mit den jeweils gemachten Annahmen zu bewerten sind, und daß der Erörterung der Prämissen eine wesentliche Bedeutung zukommt. Wegen der bestehenden Unsicherheiten über die Entwicklung der wesentlichen ergebnisbestimmenden Faktoren wäre die Durchführung von Sensitivitätsanalysen notwendig gewesen, um die Aussagekraft der Untersuchungen zu erhöhen und die Schlußfolgerungen besser abzusichern.

Angesichts der Defizite und Unzulänglichkeiten der vorliegenden Ausstiegsuntersuchungen kommt man um die Feststellung wohl nicht umhin, daß sie für die energiepolitische Diskussion und für ein umfassendes Abwägen des Für und Wider der Kernenergie allenfalls Teilinformationen liefern, die als alleinige Grundlage für verantwortungsbewußte energiepolitische Zukunftsentscheidungen nicht ausreichen.

Diese sich auf die vorliegenden Studien beziehende kritische Feststellung, darf nicht so interpretiert werden, daß Ausstiegsszenarien, oder, allgemeiner ausgedrückt, daß Energieszenarien und systematisch angelegte Zukunftsanalysen nicht fundierte Entscheidungshilfen für die Energiepolitik bereitstellen könnten. Im Gegenteil, sie können wesentlich zur Gestaltung der Zukunft und ggfs. auch zur Überwindung des energiepolitischen Dissens, den wir uns auf Dauer nicht leisten können, beitragen.

Hierzu sind nicht nur die konzeptionellen und methodischen Unzulänglichkeiten zu überwinden, sondern für die Erreichung dieses Ziels ist es viel entscheidender, daß die bedauerliche Vermischung von Politik und Wissenschaft, die seit Jahren die Diskussion von Energie- und Kernenergiefragen kennzeichnet, überwunden wird. Wissenschaftliche Politikberatung kann ihre wichtige Aufgabe nur dann erfüllen, wenn sie rigoros die Trennung von wissenschaftlicher Aussage und politischer Bewertung, von Fakten und Werturteilen beachtet. Die bedenkenlose Vermischung von beiden hat ohne Zweifel zum Elend der Experten geführt und Zukunftsanalysen, wie die Ausstiegsuntersuchungen, in Mißkredit gebracht. Hier sind die Experten und die Wissenschaft, also diejenigen, die Analysen und Untersuchungen über wichtige Zukunftsprobleme der Energieversorgung durchführen, gefordert.

Aber auch diejenigen, die politische Verantwortung tragen, und derartige Untersuchungen in Auftrag geben, tragen ein nicht unbetrachtliches Maß an Verantwortung dafür, daß wissenschaftliche Politikberatung ihren Beitrag zur Fundierung von Energiepolitik leisten kann und nicht zur Bestätigung von Vorurteilen und Dogmen mißbraucht wird.

Mit dem durch die energiebedingten Spurengasemissionen wesentlich verknüpften Klimaproblemen, das wie wohl keine energiepolitische Herausforderung in der Vergangenheit rationaler und weitvorausschauender Entscheidungen bedarf, steht für beide Seiten eine Bewährungsmöglichkeit bevor, die im Interesse aller nicht ungenutzt bleiben sollte.

DK 621.039.009:32

## Literatur

[1] A. Voß, R. Friedrich, M. Kaltschmitt: Folgen eines Kernenergieverzichts. Eine kritische Analyse vorliegender Ausstiegsuntersuchungen. Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Heft 12, Dezember 1986

[2] G. Wiesner: Verzicht auf die Nutzung der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland – Vergleich zehn aktueller Studien. ifo-Schnelldienst 8/88

[3] A. Voß (Projektleitung): Perspektiven der Energieversorgung. Möglichkeiten der Umstrukturierung der Energieversorgung Baden-Württembergs unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung. Gutachten im Auftrag der Landesregierung von Baden-Württemberg, Stuttgart, November 1987

[4] A. Voß: Die Umweltaspekte in der Kernenergiediskussion am Beispiel Baden-Württembergs. Bulletin SEV/VSE, 80. Jahrgang, Heft 2, Zürich, 1989