

III. Entwicklung der Energieversorgungstechnik im Hinblick auf Umweltbelastung

Vorsitz: Ch. Brecht¹⁾

Entwicklung der Energieversorgung in der Bundesrepublik Deutschland und anderen Regionen

Von A. Voss²⁾

Einleitung

Ein neues Jahrzehnt, wie die soeben begonnenen achtziger Jahre, ist ein gern genutzter Anlaß, sowohl in die Zukunft zu schauen als auch auf das verfllossene Jahrzehnt zurückzublicken. Auch dieser Ausblick auf die Entwicklungsperspektiven der Energieversorgung soll mit einem Rückblick beginnen.

Wohl nie zuvor haben Probleme im Zusammenhang mit der Energieversorgung ein Jahrzehnt nachhaltiger geprägt als die gerade abgelaufenen siebziger Jahre, die damit gute Chancen haben, als Energiekrisenjahrzehnt in die Geschichte einzugehen. Zu den Ereignissen, die in den siebziger Jahren die weltpolitische Landschaft verändert haben, gehören vor allem die durch den Jom-Kippur-Krieg ausgelöste erste Ölkrise des Jahres 1973 mit einer Vervierfachung des Rohölpreises sowie die zweite Ölkrise des Jahres 1979, in der sich der Ölpreis noch einmal verdoppelte. Beide Ereignisse, deren Folgen wir alle direkt zu spüren bekamen, markieren nicht nur das Ende der Ära des billigen Öls, sondern stehen gleichzeitig für den kometenhaften Aufstieg der OPEC-Länder von ehemals wirtschaftlich unbedeutenden Staaten zu einem neuen Machtfaktor in der Weltpolitik.

Neben dem Öl hat auch die Kernenergie in den vergangenen Jahren für erhebliche Schlagzeilen gesorgt. Obwohl im Jahre 1979 weltweit 230 Kernkraftwerke in Betrieb waren, die etwa 600 Milliarden kWh Strom erzeugten und damit rund 200 Mio. t SKE³⁾ an fossilen Brennstoffen eingespart haben, steckt die Kernenergie in einer schweren politischen Krise. In einigen Industrieländern, so zum Beispiel in Schweden, den USA, aber auch bei uns, ist der Ausbau der Kernenergie in den letzten Jahren erheblich verzögert worden, und die Gefahr ist nicht gering, daß die Möglichkeit zur Nutzung der Kernenergie gewollt oder ungewollt ganz verlorengeht. Diese Situation ist dabei keineswegs die Folge des Störfalles von Harrisburg, der – wie aus dem Kemeny-Bericht hervorgeht – keine wesentlichen Umweltauswirkungen gehabt hat, sondern sie resultiert aus einer drastisch veränderten gesellschaftlichen und politischen Einschätzung der Kernenergie, die sich im letzten Jahrzehnt vollzogen hat. Die Kernenergie ist dabei zum Symbol und Kristallisationspunkt für eine Entwicklung geworden, die durch ein wachsendes Umweltbewußtsein, ein Infragestellen des Zusammenhangs zwischen dem wirtschaftlichen Wachstum und dem Wachstum des Lebensstandards, durch eine zunehmende generelle Kritik an der Technik, insbesondere der Großtechnik und neuerdings durch die Forderung nach ökologisch verträglichen Lebensformen und nach Verzicht gekennzeichnet ist.

Die Energieprobleme sind in den letzten Jahren zu einer zentralen Herausforderung für nahezu alle Länder geworden, und das Fazit eines Rückblicks kann wohl kaum anders lauten, als daß uns die siebziger Jahre ein schweres Erbe hinterlassen haben. So sind weitere drastischere Preissteigerungen

beim Erdöl, unserem wichtigsten Energieträger, ebensowenig auszuschließen wie politisch motivierte Verknappungen auf dem Erdölmarkt, die verheerende Auswirkungen für die wirtschaftliche Entwicklung aller Länder hätten. Unsicherheit, nicht nur in bezug auf den weiteren Ausbau der Kernenergie, kennzeichnet die gegenwärtige Situation. Das schlägt sich dann auch in den mit den achtziger Jahren und der Zeit danach verknüpften Erwartungen nieder, in denen Sorgen und nicht Optimismus der wesentlichste Grundtenor sind.

Inwieweit der in nahezu allen Prognosen am Anfang der achtziger Jahre vorherrschende Pessimismus gerechtfertigt ist, soll im folgenden näher untersucht werden. Im Fokus der Ausführungen werden dabei die Entwicklungsperspektiven der Energieversorgung der Bundesrepublik Deutschland und der OECD-Länder stehen.

Entwicklung der Energienachfrage

Im Jahre 1979 überstieg der Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland mit 412 Mio. t SKE erstmals die Grenze von 400 Mio. t SKE. Gegenüber dem Vorjahr nahm er um knapp 6 % zu und übertraf damit die Zuwachsrate des Bruttoinlandsprodukts, die im gleichen Jahr 4,4 % betrug. Auch in den wichtigsten Industrieländern der westlichen Welt die in der OECD zusammengeschlossen sind, stieg der Primärenergieverbrauch, der in den Jahren von 1973 bis 1976 aufgrund der weltwirtschaftlichen Rezession fast stagnierte, in den letzten drei Jahren wieder an. Wesentlichster Grund für die Zunahme des Energieverbrauchs war die positive wirtschaftliche Entwicklung der letzten Jahre.

Nun wäre es sicher zu einfach, die Entwicklung der Energienachfrage nur aus der wirtschaftlichen Entwicklung erklären zu wollen, denn es gibt eine Vielzahl weiterer Faktoren, die Einfluß auf die Energienachfrage haben. Der Verbrauch von Strom, Öl, oder Erdgas ist kein Selbstzweck, sondern er dient der Produktion einer Vielzahl von Gütern und der Bereitstellung von Dienstleistungen, so zum Beispiel eines warmen Raumes oder einer Reise von A nach B. Neben der Energie werden dabei auch immer Kapital und technisches Wissen (Know-how) eingesetzt, wobei diese Produktionsfaktoren im weiten Ausmaß untereinander substituierbar sind. Die bessere Isolierung eines Hauses ist in diesem Sinne eine Substitution von Energie durch Kapital, die den zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Raumklimas notwendigen Energieeinsatz reduziert. Auch durch technische Weiterentwicklung kann der notwendige Energieeinsatz zur Herstellung eines bestimmten Produkts erheblich verringert werden. Hierfür gibt es in der Vergangenheit eine Vielzahl von Beispielen, wie etwa die Halbierung des spezifischen Brennstoffeinsatzes zur Herstellung einer kWh Strom in den fossilen Kraftwerken innerhalb der letzten 30 Jahre. Die in den verschiedenen Bereichen der Wirtschaft, aber auch im privaten Bereich eingesetzte Kombination von Energieträgern, Kapital und technischem Wissen ist ständig Veränderungen unterworfen, die nur schwer vorhersehbar sind und somit die Vorausschätzung der zukünftigen Energienachfrage erheblich erschweren.

¹⁾ Dr.-Ing. E.h. Ch. Brecht, Mitglied des Vorstandes der Ruhrgas AG, Essen

²⁾ Dr. Alfred Voss, Jülich

³⁾ 1 Mio. t SKE $\hat{=}$ 29,3 PJ

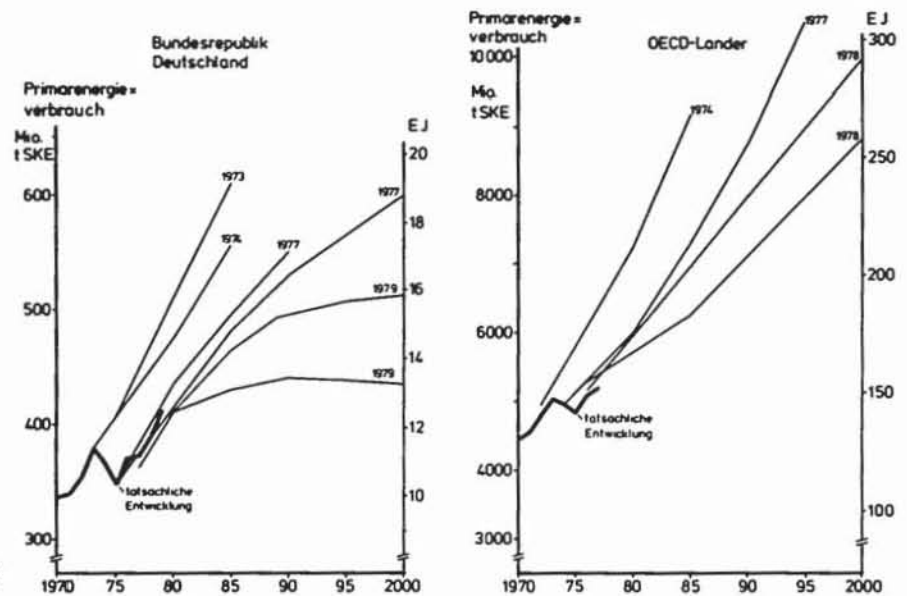


Bild 1: Energieprognosen für die Bundesrepublik Deutschland und OECD-Länder

Weiter erschwert wird jede Energiebedarfsprognose außerdem noch durch die Unsicherheit über den Strukturwandel und die Produktionsentwicklung der Volkswirtschaft, so daß es nicht verwundern kann, daß Energiebedarfsprognosen weit auseinanderliegen. In Bild 1 sind für die Bundesrepublik Deutschland und die OECD verschiedene Prognosen über die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs aufgetragen. Deutlich erkennbar ist neben der großen Streubreite der Trend zu immer geringeren Energiebedarfsschätzungen in den letzten Jahren. Hierfür gibt es eine Reihe von Gründen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Mit der Gegenüberstellung verschiedener Prognosen sollten ihre Ausagemöglichkeiten relativiert werden. Es kann nicht primäres Ziel sein, die tatsächlich eintretende Entwicklung vorherzusagen, dazu ist die Unsicherheit zu groß, sondern es geht um das Aufzeigen möglicher Entwicklungen des Energiebedarfs, um daraus die heute notwendigen energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Entscheidungen abzuleiten. In diesem Sinne ist es müßig sich darüber zu streiten, ob der Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 2000 nun 600 oder nur 500 Mio. t SKE betragen wird, weil die heute einzuleitenden energiewirtschaftlichen Maßnahmen davon unabhängig sind. Eine verantwortungsbewußte Energieplanung wird sich in Anbetracht der Unsicherheiten wohl eher an dem oberen Bereich der Bedarfsschätzungen orientieren.

Unter Berücksichtigung des zuvor Gesagten lautet das Fazit bezüglich der zukünftigen Entwicklung des Energiebedarfs in der Bundesrepublik Deutschland und der OECD-Länder wie folgt: Für die heute zu fällenden Entscheidungen im Hinblick auf den weiteren Ausbau der Energieversorgung muß davon ausgegangen werden, daß der Primärenergieverbrauch noch weiter ansteigen wird. Dabei ist für die Bundesrepublik von einem Energiebedarf zwischen 500 und 600 Mio. t SKE im Jahre 2000 und für die OECD von etwa 9 bis 10 Mrd. t SKE auszugehen. Wenn wir also in den nächsten Jahren mit einem weiteren Anstieg des Energiebedarfs rechnen müssen, so gewinnt die Frage nach den Energievorräten zur Deckung dieses Bedarfs eine besondere Bedeutung.

Möglichkeiten zur Deckung der Energienachfrage

Die Sorge, daß die verfügbaren Energievorräte eines Tages erschöpft sein werden, ist nicht neu. Im Gegenteil, sie scheint zumindest in den Ländern Europas in den letzten hundert

Jahren eine permanente Sorge gewesen zu sein. So befürchtete man in den zwanziger Jahren, daß die Vorräte an Kohle, dem dominanten Energieträger der damaligen Zeit, bald erschöpft seien. In einem Buch aus dem Jahre 1922 mit dem Titel "Technische Träume" heißt es dazu: "Und dann" – gemeint ist die Erschöpfung der Kohlenlager – "droht uns der Untergang im Kampf mit den uns feindlichen Daseinsmächten, weil unsere ganze Kultur sich zur Zeit auf die Kohle stützt. Zwei Folgerungen zog man, sobald diese Tatsache festgestellt war: Daß man mit den vorhandenen Kohlen sparsamer umgehen müsse, und daß unbedingt ein Energieersatz zu beschaffen sei, Ersatz durch andere Kräfte der Natur".

Unter dem sparsameren Umgang mit Kohle verstand man damals die Umwandlung der Kohle in Gas – auch die Untertagevergasung ist damals schon diskutiert worden – sowie Verfahren zur direkten Umwandlung von Kohle in Elektrizität, zum Beispiel mit Hilfe von Thermoelementen und Brennstoffzellen, da der Wirkungsgrad der Dampfmaschine damals nur bei 15 % lag. Als neue alternative Energiequellen diskutierte man den Wind, die Sonnenenergie, die Geothermie, den Erdmagnetismus sowie die Meereswellen und Gezeitenenergie. Bezeichnenderweise maß man zumindest in Europa dem Erdöl und dem Erdgas keine Bedeutung zu. Nun ist aber die tatsächliche Entwicklung ganz anders verlaufen, und an Stelle der Kohle sind heute Erdöl und Erdgas getreten; die Sorge um ausreichende Energiemengen jedoch ist die gleiche geblieben.

Obwohl in den letzten fünfzig Jahren weltweit erfolgreich nach Lagerstätten fossiler Energieträger gesucht worden ist, ist unsere heutige Kenntnis über die gewinnbaren Vorräte dieser Energieträger noch sehr unzureichend. Das äußert sich unter anderem in beträchtlich abweichenden Schätzungen über die vorhandenen und gewinnbaren Ressourcen. Zahlen über Energiereserven sind also mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten, so auch die in Bild 2 gegebene Zusammenstellung. Hier sind Schätzungen für die gewinnbaren Mengen an Kohle, Öl und Erdgas für verschiedene Gewinnungskostenkategorien dargestellt. Zu den Angaben zur Kohle ist anzumerken, daß sie die Vorräte in der Bundesrepublik nicht enthalten, weil deren Gewinnungskosten bei etwa 100 \$ / t liegen. Die Schätzungen über die auf der Erde insgesamt vorhandenen Kohlenmengen liegen zwischen 9 800 und 10 800 Mrd. t SKE. Die beiden oberen Kostenkategorien beim Erdöl und Erdgas umfassen im wesentlichen die sogenannten unkonventionellen Reserven in Schwerstöllagern, Teersanden und Ölschiefern.

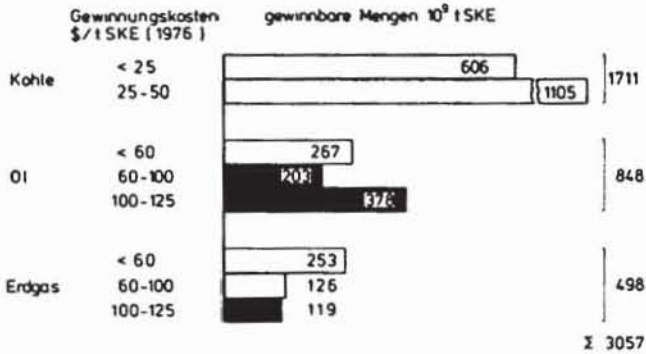


Bild 2: Schätzung der nutzbaren fossilen Energiereserven

In der Summe ergeben die hier aufgeführten Vorratsschätzungen eine gewinnbare Menge von $3 \cdot 10^{12}$ t SKE, was rein rechnerisch ausreichen würde, um den gegenwärtigen Energieverbrauch für 300 Jahre sicherzustellen. Vergewegenwärtigt man sich, daß neben diesen fossilen Reserven noch das Potential der Kernspaltung und Kernfusion, das um etwa je eine Größenordnung höher ist, sowie das der regenerierbaren Energieströme zur Verfügung steht, so kann man mit einiger Berechtigung behaupten, daß im Prinzip praktisch unerschöpfliche Energievorräte zur Verfügung stehen. Sind also die in der Öffentlichkeit diskutierten Sorgen um die Begrenztheit der Energievorräte unbegründet? Bis zu einem gewissen Grade kann man diese Frage bejahen. Unser eigentliches Energieproblem ist nicht die Begrenztheit der Energievorräte, sondern die Frage, ob es uns gelingt, die im Prinzip vorhandenen praktisch unbegrenzten Vorräte rechtzeitig angesichts des steigenden Bedarfs nutzbar zu machen.

Für die einzelnen Primärenergieträger ergeben sich dabei jeweils spezifische Probleme, auf die nun kurz eingegangen werden soll.

E r d ö l

Die nachgewiesenen Reserven am Erdöl betragen heute 127 Mrd. t SKE bei einer derzeitigen Förderung von rund 4,5 Mrd. t SKE. An den Reserven der westlichen Welt haben die OPEC-Länder einen Anteil von fast 80 %, und sie fördern 60 % des in der westlichen Welt verbrauchten Erdöls. Wie jüngste Ereignisse wieder einmal belegen, hängt der weltweite Ausgleich von Ölnachfrage und -angebot von der Entwicklung in wenigen wichtigen Ölförderländern ab. Auf die aus dieser Situation resultierenden Probleme braucht hier nicht näher eingegangen zu werden. Sie sind unmittelbare Erfahrungen eines jeden einzelnen von uns geworden. Unter den gegenwärtigen Bedingungen eine Aussage über die zukünftige

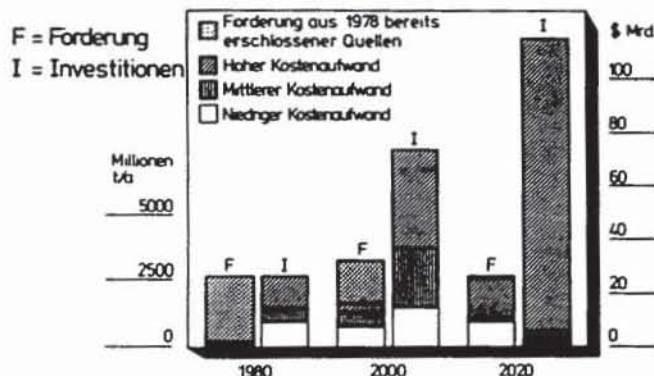


Bild 3: Jährliche Mineralölförderung und Investitionen

Entwicklung der Rohölförderung zu machen, ist fast ein Lotteriespiel. Abschätzungen über den möglichen Ausbau der technischen Förderkapazität, die auf einem gewissen Verhältnis von nachgewiesenen Reserven zur Jahresproduktion beruhen, kommen zu dem Ergebnis, daß der Höhepunkt der Förderung bei etwa 5 Mrd. t liegen und in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre erreicht werden dürfte. Eine derartige Ausweitung der Förderung bedeutet aber auch ein Übergang zum kapitalintensiven Öl, da die meisten der "billig" förderbaren Mineralölreserven bereits entdeckt sein dürften.

Die Erschließung von Öl aus unzugänglichen Gebieten und im Off-Shore-Bereich, die Erhöhung der Lagerstättenausbeute durch tertiäre Gewinnungsmethoden sowie die Gewinnung von Öl aus Teersanden und Ölschiefer machen Kapitalinvestitionen notwendig, die zehn- bis zwanzigmal größer sein werden als in früheren Jahren. In Bild 3 sind neben einer Schätzung über die Entwicklung der Ölförderung in der westlichen Welt, die für diese Förderung notwendigen jährlichen Investitionen zur Erschließung neuer Ölquellen aufgetragen.

Entfallen im Jahr 1980 noch über neunzig Prozent der Förderung auf bereits vorhandene billige Lagerstätten, so wird im Jahre 2020 mehr als die Hälfte der Förderung auf Quellen entfallen, deren Investitionskosten pro Tonne Jahreskapazität größer als 400 \$ sind und damit um mehr als eine Größenordnung über dem heutigen spezifischen Investitionsaufwand billiger Quellen liegen. Dadurch erhöhen sich trotz einer nach dem Jahr 2000 wieder rückläufigen Förderung die notwendigen jährlichen Investitionen um das Fünffache.

E r d g a s

Die Situation beim Erdgas unterscheidet sich hinsichtlich der Reservesituation nicht wesentlich von der beim Erdöl, was allerdings bisher in der öffentlichen Energiediskussion kaum Beachtung gefunden hat. Auch hier sind, wie Bild 4 zeigt, die nachgewiesenen Reserven im wesentlichen in zwei Regionen konzentriert: im Ostblock und im Nahen Osten. Die Versorgung der Verbrauchszentren in Westeuropa, den Vereinigten Staaten und Japan wird in Zukunft die Überbrückung größerer Entfernungen erfordern. Das bedeutet in steigendem Maße auch den Transport von verflüssigtem Erdgas und Methanol, das aus Erdgas gewonnen wurde. Auch die Erdgasversorgung wird somit zunehmend durch einen höheren technischen Aufwand bei der Produktion, dem Transport und der Verteilung gekennzeichnet sein.

K o h l e

Die Kohlevorräte sind, wie bereits erläutert, um einiges größer als die von Erdöl und Erdgas. Der überwiegende Teil der Reserven konzentriert sich auf drei Länder – die USA, die UdSSR und China – die, wie aus Bild 5 ersichtlich, zwei Drittel der weltweiten Kohlenmengen von 2,6 Mrd. t fördern. Der Rest wird von einer Vielzahl kleinerer Produzentländer bereitgestellt. Einer Ausweitung der Weltkohleförderung in den nächsten fünfzig Jahren auf 10 oder sogar 15 Mrd. t steht noch eine Reihe ungelöster Probleme entgegen. Die wichtigsten davon resultieren aus der notwendigen Verlagerung der Produktionsstätten in semiaride Gebiete oder Permafrostgebiete, wo es zum Beispiel an Wasser für die Aufbereitung der Kohle fehlt, und den schärferen Umwelt- und Landschaftsschutzgesetzen. Auch erfordert eine derartige Ausweitung der Kohleförderung den Aufbau von Transportsystemen für große Kohlemengen über weitere Entfernungen.

Im Gegensatz zum Öl sind bei der Kohle die Hauptförderländer auch die Hauptenergieverbraucherländer, oder werden es – wie im Falle von China – in der Zukunft sein. Das hat unter anderem dazu geführt, daß der Weltkohlenhandel nur

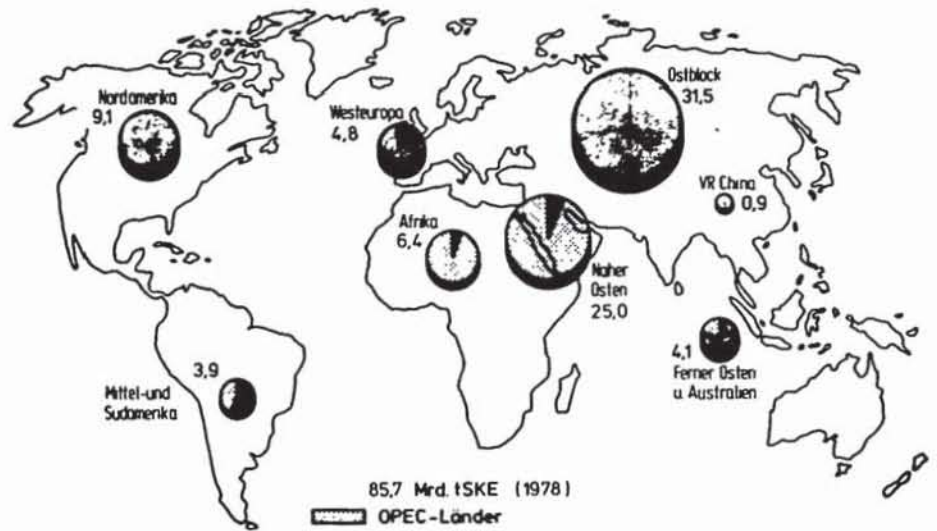


Bild 4: Nachgewiesene Erdgasreserven

einen geringen Umfang hat. Er betrug im Jahre 1977 nur 223 Mio. t. Die Hauptexportländer waren die USA und Australien. Der überwiegende Teil der Importe entfiel auf Japan und Westeuropa. Eine wesentliche Ausweitung des Weltkohlenhandels wird von vielen Experten angesichts der spezifischen Versorgungsprobleme der Hauptförderländer, die wie die USA mit Hilfe der Kohle ihre Ölimportabhängigkeit reduzieren oder wie die UdSSR und China den zukünftig steigenden Eigenbedarf decken wollen, eher skeptisch beurteilt.

Kernenergie

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, sind die gegenwärtigen Probleme im Zusammenhang mit dem weiteren Ausbau der Kernenergie nicht technisch-wirtschaftlicher, sondern politisch-gesellschaftlicher Natur. Auf die Fragen der Akzeptanz der Kernenergie kann hier aber nicht näher eingegangen werden. In der öffentlichen Energiediskussion ist in letzter Zeit wiederholt die Auffassung vertreten worden, daß ein weiterer Ausbau der Kernenergie nicht zur Reduzierung unserer Ölabhängigkeit und damit zur Lösung unseres vordringlichen Energieproblems beitragen kann. Diese Aussage ist falsch. Aber ähnlich wie bei den anderen Alternativen zum Öl muß man auch bei der Kernenergie zwischen dem kurz- und langfristigen Erdölsubstitutionspotential unterscheiden.

In den nächsten zehn bis fünfzehn Jahren wird Kernenergie nur über die Umwandlung in Strom Öl ersetzen können. In der Bundesrepublik lassen sich im Kraftwerksbereich beim Ersatz von ölgefeuerten Anlagen durch Kernkraftwerke zwar nur 8 Mio. t SKE an Heizöl einsparen, in den Ländern der OECD sind es jedoch mehr als 300 Mio. t SKE. Darüber hinaus trägt ein verstärkter Einsatz von Kernenergie zur Grundlaststromerzeugung dazu bei, daß die nur im beschränkten Umfang verfügbare Kohle in größerem Maße im industriellen Wärmemarkt eingesetzt werden kann, was energiepolitisch sinnvoll wäre. Zum einen würde dadurch schweres und leichtes Heizöl direkt ersetzt, und zum anderen würde Steinkohle dort eingesetzt, wo sie auch von den Kosten her konkurrenzfähig ist. Ein direkter Ersatz von Öl durch nuklear erzeugte Elektrizität ist darüber hinaus kurzfristig im Wärmemarkt möglich. Eine besondere Bedeutung kommt dabei der elektrisch betriebenen Wärmepumpe zu. Bivalente elektrische Wärmepumpen sparen dabei nicht nur 65 % an Heizöl ein, sondern nutzen die Primärenergie auch bis zu 40 % besser aus, als es im Fall der heutigen Ölheizungen geschieht. Hinzu kommt, daß der Einsatz bivalenter elektri-

scher Wärmepumpen zu einer besseren Auslastung der Kraftwerke führt und bis zu einem gewissen Grad ohne den Zubau neuer Kraftwerksleistung möglich ist.

Langfristig bietet auch die Umwandlung von Kernenergie in andere Sekundärenergieträger als Strom eine Reihe zusätzlicher Möglichkeiten zur Substitution von Erdöl. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang:

- die bei Wärme-Kraft-Kopplung in Kernkraftwerken erzeugte Fernwärme,
- die nukleare Fernenergie,

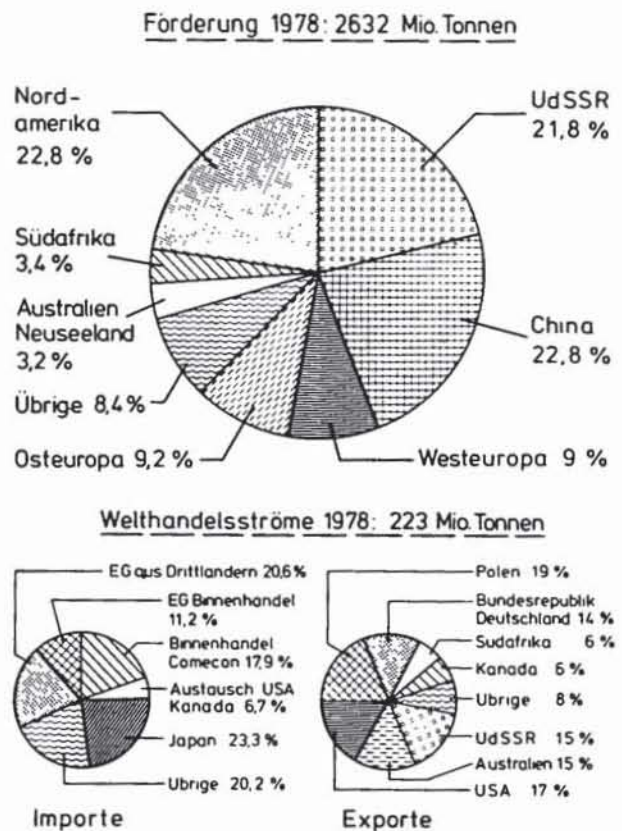


Bild 5: Kohleförderung und -Handel

- die Erzeugung von synthetischem Öl und Erdgas aus Kohle mit Hilfe nuklearer Prozeßwärme und
- die Erzeugung von Wasserstoff mittels Kernenergie.

Die Kernenergie kann also wesentlich zur Deckung des steigenden Energiebedarfs und zur Substitution von Erdöl gerade in den Industrieländern beitragen. Was fehlt, sind klare politische Aussagen und Rahmenbedingungen, die einen weiteren Ausbau der Kernenergie möglich machen.

Regenerative Energiequellen

Ein Überblick über die uns zur Verfügung stehenden Energiequellen wäre sicher unvollständig, wenn er nicht auch die regenerativen Energiequellen wie Sonne, Wind, Geothermie und Meeresenergie erwähnte. Das eigentliche Problem dieser quasi unerschöpflichen Energieströme liegt in ihren außerordentlich hohen Kapitalkosten, die aus der geringen Energiedichte und dem ungleichmäßigen Angebot dieser Energiequellen resultieren. Im einzelnen wäre zu jeder der heute diskutierten Nutzungsmöglichkeit dieser Energiequellen viel auszuführen, wozu aber hier nicht der Raum ist. Generell läßt sich wohl sagen, daß diese "alternativen" Energiequellen in vielen Teilbereichen, so zum Beispiel bei der Warmwasserbereitung oder der Energieversorgung abgelegener ländlicher Gebiete, wichtige Aufgaben übernehmen können, daß sie aber nicht im eigentlichen Sinne des Wortes eine Alternative zu den anderen zuvor diskutierten Energiequellen sind.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Lage der Energieversorgung ist zu Beginn der achtziger Jahre durch die große Unsicherheit hinsichtlich der zukünftigen Erdölversorgung und des weiteren Ausbaus der Kernenergie gekennzeichnet. Vor dem Hintergrund der im letzten Jahrzehnt gemachten Erfahrungen, wie verletzlich die Industrienationen infolge ihrer einseitigen Abhängigkeit vom Erdöl geworden sind, sind die Zukunftserwartungen durchweg von Pessimismus geprägt. Das mag für die nächsten Jahre berechtigt erscheinen, langfristig stehen mit der Kohle, der Kernenergie und den regenerativen Energiequellen aber Energievorräte zur Verfügung, die rein quantitativ betrachtet für das zu erwartende Wachstum des Energieverbrauchs keinen limitierenden Faktor darstellen.

Die Herausforderungen der kommenden Jahrzehnte liegen in der begrenzten Zugänglichkeit der Energieträger für bestimmte geographische Regionen, in den technisch möglichen Wachstumsraten der Produktionsausweitung der einzelnen Energiequellen und in der Bereitstellung der dazu notwendigen Mittel. Zu diesen mehr traditionellen Herausforderungen von Technik und Wirtschaft sind aber in den letzten Jahren gesellschaftspolitische und ideologische Entwicklungen gekommen, die zunehmend an Einfluß in der Energiediskussion gewonnen haben. Auf sie soll abschließend noch kurz eingegangen werden.

Ausgehend von den negativen Begleiterscheinungen der technisch-industriellen Entwicklung der letzten zwei Jahrzehnte – zum Beispiel der zunehmenden Belastung der Umwelt – und ausgehend von der im Prinzip richtigen Erkenntnis, daß die auf der Erde vorhandenen materiellen Ressourcen begrenzt sind, hat in jüngster Zeit eine Bewegung an Publizität gewonnen, die weiteres wirtschaftliches Wachstum und damit auch die Zunahme des Energieverbrauchs für schädlich hält, die bisherige technische Entwicklung als eine Fehlentwicklung bezeichnet und glaubt, die anstehenden Probleme durch

Verzicht und alternative Lebensweisen lösen zu können. Die Formel "Wir müssen umschalten" ist zumindest in intellektuellen Kreisen populär geworden.

Bezeichnender Ausgangspunkt dieser Entwicklung ist der im Jahre 1972 erschienene erste Bericht des Club of Rome "Die Grenzen des Wachstums", dessen Hauptaussage war, daß die Begrenztheit der natürlichen Ressourcen sowie der Belastbarkeit der Umwelt ein weiteres Wachstum nicht zulasse, daß unverzüglich drastische Maßnahmen zur Reduktion des Bevölkerungswachstums und des industriellen Wachstums eingeleitet werden müssen, damit eine weltweite Katastrophe vermieden werden kann.

Die Signalwirkung, die von diesem Bericht ausging, hat in der Tat in den Industrieländern die Angst verbreitet, weiteres Wirtschaftswachstum werde diesen Planeten plündern und damit geradewegs in die Katastrophe führen.

Es ist nun nicht verwunderlich, daß vor einem derartigen Hintergrund der Ruf nach Umkehr, nach Verzicht laut wird, daß der Boden bereitet wird für die Forderung nach alternativen Lebensformen, die im Einklang mit der Natur stehen.

Sind aber die vermeintlichen Grenzen der Ressourcenverfügbarkeit schon nahe und sind diese Grenzen wirklich fix? Sind sie nicht hinausschiebbar, können wir nicht durch unsere Erfindungskraft das Anstoßen an diese Grenzen vermeiden? Sind also wie Carl Friedrich von Weizsäcker es ausdrückt, nicht "alle Gefahren, die wir vor uns sehen, keine technischen Auswegslosigkeiten, sondern eher umgekehrt die Unfähigkeit unserer Kultur mit den Geschenken ihrer eigenen Erfindungskraft vernünftig umzugehen?" Die zentrale Frage mit der wir konfrontiert sind, lautet also: Wollen wir die Vorstellung von den nahen Grenzen des Wachstums als Richtschnur für unsere Erwartungen akzeptieren oder wollen wir die Idee von den sich erweiternden Horizonten lebendig erhalten? Ersteres hieße, in der Tat sich für einen erzwungenen Verzicht zu entscheiden.

Die der These von den "Grenzen des Wachstums" zugrundeliegende Vorstellung von der nahen Erschöpfung der Ressourcen sei hier entschieden in Frage gestellt. Weder sind die uns im Prinzip auf dieser Erde zur Verfügung stehenden Ressourcen so gering, daß sie ein weiteres Wachstum nicht tragen können, noch sind ihre Vorräte auf die heute bekannten Mengen beschränkt. Denn die Vergangenheit hat gezeigt, daß Fortschritte in der Technik die uns zugänglichen Ressourcen stetig erweitert haben. Wissenschaft und Technik sind der Schlüssel zur Möglichkeit, die scheinbaren Grenzen des Wachstums zu überwinden.

Dies einer breiten Mehrheit in den Industriestaaten deutlich zu machen, bedarf großer Anstrengungen und setzt voraus, daß es auf die Fragen der Wachstumsgrenzen, der Umweltbelastung und der Sicherung der Energieversorgung eine Antwort gibt, die der Bevölkerung das Gefühl vermittelt, einer sinnvollen und verantwortlichen Zukunft entgegenzusehen. Ob das gelingt, ist nicht nur für die industrialisierte Welt, sondern auch für die Dritte Welt von entscheidender Bedeutung.

Das Anliegen dieses Beitrages war es, die längerfristigen Aspekte des Energieproblems aufzuzeigen. Dabei kam es darauf an, deutlich zu machen, daß sehr wohl Lösungsmöglichkeiten bestehen. Die mit den Lösungsmöglichkeiten verbundenen Schwierigkeiten sind weniger technisch-wirtschaftlicher als politisch-gesellschaftlicher Natur. Ihre Überwindung erfordert neben Entschlossenheit und Willenskraft auch die Zurückgewinnung des Vertrauens in die Technik als Vorbedingung für die Humanität unserer Zeit.

ÜBER DEN AUTOR

Dr.-Ing.
Alfred Voss

Leiter der Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung
Kernforschungsanlage Jülich GmbH,
Jülich



1. Februar 1945 in Ebbinghof geboren
1970 – 1973 Mitarbeiter der Kernforschungsanlage Jülich GmbH am Institut für Reaktorentwicklung, seit Herbst 1973 in der Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung
1976 – 1977 Arbeitsaufenthalt am International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) Laxenburg bei Wien. Mitarbeit im Rahmen des Energieprogramms

Diskussion

Frage

Darf ich noch eine Frage stellen, nämlich die Herr Voss, wie weit die Preiselastizität bei den Energienachfrageschätzungen eingegangen ist? Bei langfristiger Betrachtung müssen wir nach den Erfahrungen der letzten Jahre wohl so etwas berücksichtigen.

Voss

Bezieht sich Ihre Frage darauf, ob die Preiselastizität der Nachfrage in den Prognosen, die ich ganz zu Anfang gezeigt habe, berücksichtigt ist?

Frage

Bei Energieverbrauchsschätzungen – Sie haben da verschiedene angegeben – muß man ja berücksichtigen, daß die Knappheit der Ressourcen Niederschlag im Preis findet. Sie haben das alles sehr schön dargestellt. Inwieweit aber geht in die langfristigen Verbrauchsschätzungen die Preiselastizität ein?

Voss

Diese Frage kann ich nicht pauschal beantworten, weil das in den einzelnen Prognosen, die ich zusammengestellt habe, sehr unterschiedlich ist. Aber es ist in der Tat so, daß abgesehen von den Schwierigkeiten, die man hat, wenn man Preiselastizitäten der Nachfrage empirisch ermitteln will, in einigen der Prognosen diese Preiselastizitäten eingegangen sind. Sie kennen die Resultate der Prognosen, die der zweiten Fortschreibung des Energieprogramms der Bundesregie-

rung zugrundeliegen, bei denen die Preisnachfrageelastizität im Verhältnis von Bruttosozialprodukts- zu Primärenergieverbrauchswachstum berücksichtigt ist, welches von heute etwa 1 auf 0,54 für die Zeit von 1985 bis 1990 zurückgeht. In diesem Sinne ist also bei einigen der von mir zusammengestellten Prognosen die Nachfrageelastizität berücksichtigt.

Perez, Columbien

Ich möchte gerne wissen, warum in dem Bild, das die Kohleressourcen zeigt, Südamerika nicht erscheint. Ist das, weil die Kohlevorräte nicht groß genug sind oder weil sie nicht so wichtig sind? Es erscheint Nordamerika, aber nicht Südamerika.

Voss

Die Reserveangaben, die ich für die fossilen Energiereserven gemacht habe, waren nicht aufgegliedert nach verschiedenen Ländern, sondern waren Gesamtreserven für die Welt nach verschiedenen Kostenkategorien, also Gewinnungskostenkategorien. Insofern waren da auch die Reserven für Südamerika enthalten. Worauf ich mich bei der Erläuterung des Bildes bezogen habe, waren die Reserven der Bundesrepublik. (Zwischenruf: Südamerika!). Ich sagte bereits, daß die Reserven Südamerikas in den Zahlen enthalten sind. Meine Aussage, die ich zu dem Bild gemacht habe – vielleicht ist das der Hintergrund Ihrer Frage – bezog sich auf die Reserven der Bundesrepublik Deutschland, deren Gewinnungskosten über 50 US-Dollar je Tonne liegen und deshalb in den Zahlen, die im Bild angegeben waren, nicht enthalten sind.