

Das Klimaproblem - eine Bewährungsprobe für Politik, Technik und Wissenschaft

Prof. Dr. Alfred Voß

**Leiter des Instituts für Energiewirtschaft
und rationelle Energieanwendung,
Universität Stuttgart**

1. Einleitung

Die Perspektiven der Menschheitsentwicklung enthalten bei einer Fortsetzung der Trends der Vergangenheit durchaus auch unvorstellbare Katastrophen, ausgelöst durch wachsendes Elend und Armut in der dritten Welt oder durch die Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlagen bzw. die Veränderung des Klimas. Auf der einen Seite verdanken wir der Wissenschaft und der von ihr ausgehenden Technik eine beispiellose Entfaltung unserer Produktivkräfte, die zumindest in den Industrieländern zur Humanisierung der Lebensbedingungen, zu materiellem Wohlstand und zur Vermehrung der individuellen Entfaltungsmöglichkeiten beigetragen hat. Auf der anderen Seite treten die Schädlichkeitsnebenfolgen der gegenwärtigen Technik und ihrer intensiven Anwendung immer deutlicher zu Tage und sie erreichen eine globale Dimension. Die menschengemachten Umwelt- und Klimaveränderungen haben als Bedrohung die Naturkrisen der vergangenen Zeiten abgelöst. Vor diesem Hintergrund gewinnt das Thema dieser Tagung "Politik und Technik in der Verantwortung" eine besondere Aktualität. Wenn dabei im Titel von "Technik in der Verantwortung" gesprochen wird, so ist damit sicher die Verantwortung derer gemeint, die in einem weiteren Sinne an der Entwicklung von Technik beteiligt sind sowie derer, die Technik im Rahmen der Produktions- und Wirtschaftsprozesse zur Anwendung bringen. Entsprechend ihren unterschiedlichen Aufgaben kommen dabei den Wissenschaftlern und den Ingenieuren sowie der Wirtschaft jeweils differenzierte spezifische Verantwortungsbereiche zu.

Ich will zunächst auf die Rolle derjenigen, die an der Entwicklung neuer bzw. Weiterentwicklung bestehender Techniken

beteiligt sind, eingehen und ihre Aufgaben im Zusammenhang mit der Bewältigung der vor uns liegenden Herausforderungen umreißen und sie gegen die der Politik abgrenzen. Anschließend soll am Beispiel des mit der Energieversorgung eng verknüpften Problems drohender Klimaveränderungen aufgezeigt werden, was Wissenschaftler und Ingenieure zur Beratung von Politik beitragen können.

2. Zum Verständnis wissenschaftlicher Politikberatung

Die großen Herausforderungen, denen wir uns an der Schwelle zum dritten Jahrtausend gegenübersehen - darauf hat auch der Club of Rome in seinem jüngsten Bericht "Die globale Revolution" hingewiesen - sind durch Komplexität und Vernetzung sowie eine immer stärkere internationale und globale Dimension gekennzeichnet. Die Energieprobleme und die mit ihr eng verknüpften Belastungen von Umwelt und Natur sowie die Gefahren einer Veränderung des Klimas sind angesichts einer weiter wachsenden Weltbevölkerung zentrale Aspekte dieser Weltproblematik. Die Erarbeitung tragfähiger Lösungen bzw. Lösungsansätze erfordert einen ganzheitlichen Ansatz und einer umfassenden Analyse aller aus heutiger Kenntnis denkbaren Handlungsmöglichkeiten, im Sinne einer möglichst genauen Quantifizierung ihrer im Zeitablauf möglichen Beiträge zur Bewältigung der Probleme, aber auch ihrer unerwünschten Nebeneffekte und Risiken. Die Entscheidungen über die zukünftige Ausgestaltung eines umwelt- und klimaverträglichen Energiesystems sind aber letztlich keine technisch und wissenschaftlich begründbaren Entscheidungen, sondern politische und gesellschaftliche Wertentscheidungen. Bei dem dabei notwendigen Abwägen von Nutzen und Risiken geht es um mehr als um technisch-ökonomische oder naturwissenschaftliche Sachverhalte.

Die hiermit angedeutete Differenzierung zwischen Fakten und mehr oder weniger gesicherten Erkenntnis auf der einen und politischem Werturteil auf der anderen Seite, umreißt in unserem demokratischen Gemeinwesen den Aufgaben- und Zuständigkeitsbereich von Wissenschaft und Technikexperten gegenüber dem der Politik und grenzt sie gegeneinander ab. Wissenschaft hat die

Aufgabe, wissenschaftliche Wahrheiten, also zutreffende Aussagen über die Wirklichkeit, bereitzustellen. Politik fällt Wertentscheidungen und dies ist ihre Aufgabe. Im Unterschied zur "wissenschaftlichen Wahrheit" gibt es keine "politische Wahrheit", sondern nur ein politisches Werturteil.

Die Wissenschaft und die technischen Experten müssen der Politik Grenzlinien mitteilen, bis zu denen wissenschaftliche Wahrheiten und Erkenntnisse gewonnen werden können, denn darüber besteht keine Freiheit der Werturteile. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik läßt sich nicht durch Parlamentsentscheid außer Kraft setzen.

Andererseits gilt aber auch, daß die politische Schlußfolgerung aus dem was wissenschaftlich gesichert ist, in einem demokratischen Gemeinwesen nicht Sache der Wissenschaft oder der Experten ist. Dies ist von einzelnen Experten und Wissenschaftlern in der Vergangenheit nicht beachtet worden; sie haben unter dem Mantel der Wissenschaft Wertentscheidungen gerade in der Öffentlichkeit vertreten. In bezug auf politische Werturteile kann aber der Wissenschaftler oder Experte keine besondere moralische und sachliche Autorität für sich in Anspruch nehmen.

Gerade in der Diskussion über die Zukunft der Energieversorgung und die der Kernenergie ist in den letzten Jahren eine bedauerliche Vermischung von Politik und Wissenschaft, von Werturteil und wissenschaftlich gesicherter Erkenntnis eingetreten. In diesem Prozeß der Politisierung von Wissenschaft sind die klaren Verantwortungsbereiche beider verwischt worden. Dies hat der Wissenschaft und den Experten geschadet, der Politik nicht geholfen und die Bürger zunehmend verunsichert.

Man mag nun sicher darüber streiten, ob die oben angesprochene strikte Trennung von wissenschaftlicher Erkenntnis und Werturteil in der Realität möglich ist. Die bedenkenlose Vermischung hat aber ohne Zweifel zum Elend der Experten geführt und die Wissenschaft in Mißkredit gebracht.

Ich halte also eine striktere Trennung von Fakten und wissenschaftlicher Erkenntnis sowie ihrer politischen Bewertung im Rahmen der Politikberatung für eine wesentliche Vorbedingung, um den notwendigen Dialog zwischen Wissenschaft, Technik und Politik zur Bewältigung der vor uns liegenden Herausforderungen fruchtbarer zu machen. Wissenschaftler und Experten müssen im Rahmen der Politikberatung wissenschaftlich anspruchsvoller, aber politisch bescheidener werden. Es muß solchen Methoden der Technikfolgenabschätzung und der Politikberatung der Vorzug gegeben werden, die einer wissenschaftlichen Analyse breiten Raum geben und es erlauben, die wissenschaftlich zwingenden Schlußfolgerungen von denen zu trennen, die der politischen Entscheidung vorbehalten bleiben müssen.

3. Energie und Klima

Ich will im folgenden den Versuch machen, am Beispiel des derzeit vieldiskutierten Klimaproblems aufzuzeigen, welchen Beitrag wissenschaftliche Politikberatung leisten kann. Ich werde dabei nicht eingehen auf den Kenntnisstand der Klimaforschung zur Wirkung von Treibhausgasen auf das komplexe Klimageschehen oder auf die zu erwartenden Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen. Trotz der hier noch bestehenden Wissenslücken gehe ich im weiteren davon aus, daß der gegenwärtige Wissensstand und die Indizien für eine anthropogene Klimaveränderung so weitreichend sind, daß zumindest aus Vorsorgegründen Gegenmaßnahmen eingeleitet werden müssen, um die drohenden Klimaveränderungen in tolerierbaren Grenzen zu halten. Ich will mich auf die Frage nach den Möglichkeiten und Maßnahmen zur Minderung der energiebedingten Treibhausgasemissionen, insbesondere des Kohlendioxids beschränken, um am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland Entscheidungshilfen für eine Ausgestaltung eines politischen Handlungskonzeptes zu geben.

Auch wenn im Zusammenhang mit der öffentlichen Diskussion der Energieversorgung gegenwärtig die Umwelt- und Klimaprobleme im Vordergrund stehen, darf man nicht vergessen, daß die Energiepolitik neben der Minderung der energiebedingten Umweltbela-

stungen noch andere Ziele hat, nämlich die Bereitstellung ausreichender und aus volkswirtschaftlicher Sicht preiswerter Energie. Wichtig erscheint mir in diesem Kontext die Feststellung, daß es für eine vorsorgende, den Belangen der kommenden Generationen verpflichtete Energiepolitik, einer Begründung durch mögliche katastrophale Klimaveränderungen gar nicht bedarf. Die Konsequenzen aus dem Treibhauseffekt sind in wesentlichen Punkten identisch mit den Konsequenzen, die aus den Energieproblemen zu ziehen sind, mit denen wir seit Jahren konfrontiert sind. D.h. auch bei Nichtexistenz des Klimarisikos bestehen weitreichende Handlungsnotwendigkeiten um die Energieversorgung der Zukunft zu sichern. Sie werden nun zusätzlich auch noch aus Gründen der Vermeidung von Klimaänderungen notwendig und machen gegebenenfalls eine noch konsequentere Umstrukturierung unseres Energiesystems erforderlich, wobei die Begrenzung bzw. Zurückdrängung des Verbrauchs von Kohle und Erdöl eventuell eine besondere Bedeutung erlangen. Vor diesem Hintergrund der Einordnung der Klimaproblematik in die Energieprobleme will ich nun auf die Möglichkeiten einer klimaverträglichen Energieversorgung näher eingehen.

Um die Klimaänderungen und ihre Konsequenzen auf ein tolerierbares Maß zu begrenzen, hat die Weltkonferenz "The Changing Atmosphäre" von Toronto gefordert, die weltweiten CO₂-Emissionen bis zum Jahre 2005 um 20% und bis zum Jahre 2050 um 50% gegenüber dem Niveau des Jahres 1987 zu reduzieren und die zweite Weltklimakonferenz von Genf weist darauf hin, daß es notwendig wäre, die weltweiten CO₂-Emissionen kontinuierlich um 1% pro Jahr zu reduzieren, um bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts den Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration auf ein Niveau zu begrenzen, das 50% über dem der vorindustriellen Zeit liegt. In ähnlicher Weise sind auch die Freisetzungen der anderen Treibhausgase zu vermindern.

Diese Reduktionen der globalen CO₂-Emissionen bzw. die damit verbundenen Einschränkungen des Verbrauchs fossiler Energieträger sind dabei vor dem Hintergrund zu sehen, daß nahezu

alle Energieprognosen von einem weiteren Anstieg des weltweiten Verbrauchs an fossilen Energieträgern ausgehen.

Was aber bedeuten diese globalen Minderungsziele für die einzelnen Staaten? Welche Treibhausgas-Emissionsminderungen resultieren daraus für die Bundesrepublik, damit sie ihren Beitrag zur Erreichung der globalen Ziele leistet?

Einen allgemein akzeptierten Schlüssel zur Ableitung nationaler Treibhausgasminderungsziele gibt es bisher nicht. Angesichts des Faktums, daß die energiebedingte Freisetzung von Treibhausgasen in der Vergangenheit nahezu ausschließlich durch die Industrieländer erfolgt ist, die auch heute noch für rund 75% der CO₂-Emissionen verantwortlich sind, werden sie den Hauptbeitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen leisten müssen.

Eine erste Orientierung über die Größenordnung der CO₂-Reduktion in unserem Land zur Erreichung der zuvor genannten globalen Minderungsziele mag die folgende einfache Überlegung geben. Um die Zielvorgaben der Toronto-Konferenz aus dem Jahre 1988 zu erreichen, wären die weltweiten CO₂-Emissionen des Jahres 1987 in Höhe von rd. 20 Mrd t bis zum Jahre 2005 auf rd. 16 Mrd t und bis 2050 auf 10 Mrd t zu verringern. Bei rd. 6,5 Mrd. Menschen im Jahre 2005 und rd. 10 Mrd Menschen im Jahre 2050 würden diese Minderungsziele bedeuten, daß im Weltdurchschnitt jeder Erdenbürger dann 2,5 bzw. 1 t pro Jahr durch die Nutzung fossiler Energieträger freisetzen dürfte.

In der Bundesrepublik Deutschland betragen die CO₂-Emissionen je Einwohner im Jahre 1987 rd. 12 t und in der ehemaligen DDR rd. 21 t. Gleiches Emissionsrecht vorausgesetzt, müßten wir also unsere CO₂-Emissionen bis 2005 um weit mehr als 50% und bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts um mehr als 90% reduzieren. Diese Zahlen mögen zum einen die Dimension der notwendigen Umstrukturierung unserer vornehmlich auf fossilen Energieträgern beruhenden Energieversorgung zur Erreichung eines klimaverträglichen Energiesystems umreißen und zum anderen andeuten, mit welchen Reduktionsforderungen an die Industrielän-

der, z. B. von Seiten der Entwicklungsländer, im Rahmen der internationalen Verhandlungen zur Erreichung einer Konvention über den Schutz der Erdatmosphäre zu rechnen ist.

Unter Berücksichtigung der berechtigten Belange der Entwicklungsländer ergibt sich, daß die von der Bundesregierung angestrebte Minderung der CO₂-Emissionen um 25% bis zum Jahre 2005 bzw. die von der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" geforderte Reduktion um 30% nicht ausreichen werden, um die weltweiten Zielvorgaben der Toronto-Konferenz zu erreichen.

Unabhängig von dem letztendlich notwendigen Umfang der Treibhausgasminderung kommt bei der Formulierung von energiepolitischen Strategien und Konzepten zur Erreichung einer klimaverträglichen Energieversorgung der Differenzierung zwischen dem technisch Möglichen, dem wirtschaftlich Darstellbaren und dem ökologisch Effizienten eine besondere Bedeutung zu.

Rein technisch gesehen stehen uns zumindest auf längere Sicht sehr weitgehende Treibhausgas-Minderungsmöglichkeiten zur Verfügung. Aber nicht alles technisch Machbare ist auch wirtschaftlich darstellbar und schon gar nicht effizient im Sinne der Nutzung knapper verfügbarer Ressourcen zur Vermeidung von Klimaveränderungen. Eine Politik, die die Klimagefahren auf ein tolerierbares Maß eingrenzen will, ist auf ein gleichgerichtetes Handeln aller Staaten angewiesen. Dies wird wohl nur zu erreichen sein, wenn die Lasten gerecht verteilt und so gering wie möglich sind, damit insbesondere die Länder der dritten Welt auch ihre anderen, ihnen derzeit viel wichtigeren Entwicklungsziele erreichen können. Aus diesem Grund gewinnen kosteneffiziente CO₂-Reduktionsmaßnahmen ihre große Bedeutung. Anders ausgedrückt, eine klimaverträgliche Begrenzung der Treibhausgasemissionen wird wohl nur erreicht werden können, wenn die dafür verfügbaren, begrenzten Aufwendungen streng nach dem ökonomischen Prinzip verwendet werden, mit jeder aufgewendeten Mark eine möglichst hohe Treibhausgasminderung zu erreichen. Dies ist ein zentrales Kriterium für die Erarbei-

tung von Strategien und Konzepten zur Abwendung der Klimagefahren.

Im folgenden wird nun auf die Möglichkeiten zur Minderung der CO₂-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland (ohne die Gebiete der ehemaligen DDR) näher eingegangen. Dabei werden Untersuchungsergebnisse verwendet, die im Rahmen eines Studienprogramms für die Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages /1/ erarbeitet wurden, an dem der Autor beteiligt war. Als Bezugszeitpunkte für quantitative Aussagen dienen dabei die Jahre 1987 und 2005.

CO₂-Minderungsmöglichkeiten

Im Jahre 1989 betragen die energiebedingten CO₂-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland (ohne die neuen Bundesländer) rund 700 Mio t CO₂. Davon entfielen auf den Umwandlungssektor und hier insbesondere die Stromerzeugung rd. 295 Mio t oder 42 %. Die Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher, Industrie und Verkehr waren mit 17% bis 20% an den Gesamtemissionen beteiligt.

Grundsätzlich lassen sich die energiebedingten CO₂-Freisetzungen in die Atmosphäre reduzieren durch

- o eine Minderung des Verbrauchs fossiler Energieträger durch rationellere Energieverwendung oder Energieeinsparung, - den Ersatz fossiler Energieträger durch CO₂-freie Energiequellen wie die Kernenergie und die erneuerbaren Energiequellen,
- o eine Substitution kohlenstoffreicher (z.B. Kohle) durch kohlenstoffärmere (z.B. Erdgas) fossile Energieträger sowie
- o durch eine Vermeidung der Freisetzung des bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehenden CO₂ in die Atmosphäre (CO₂-Rückhaltung und Entsorgung).

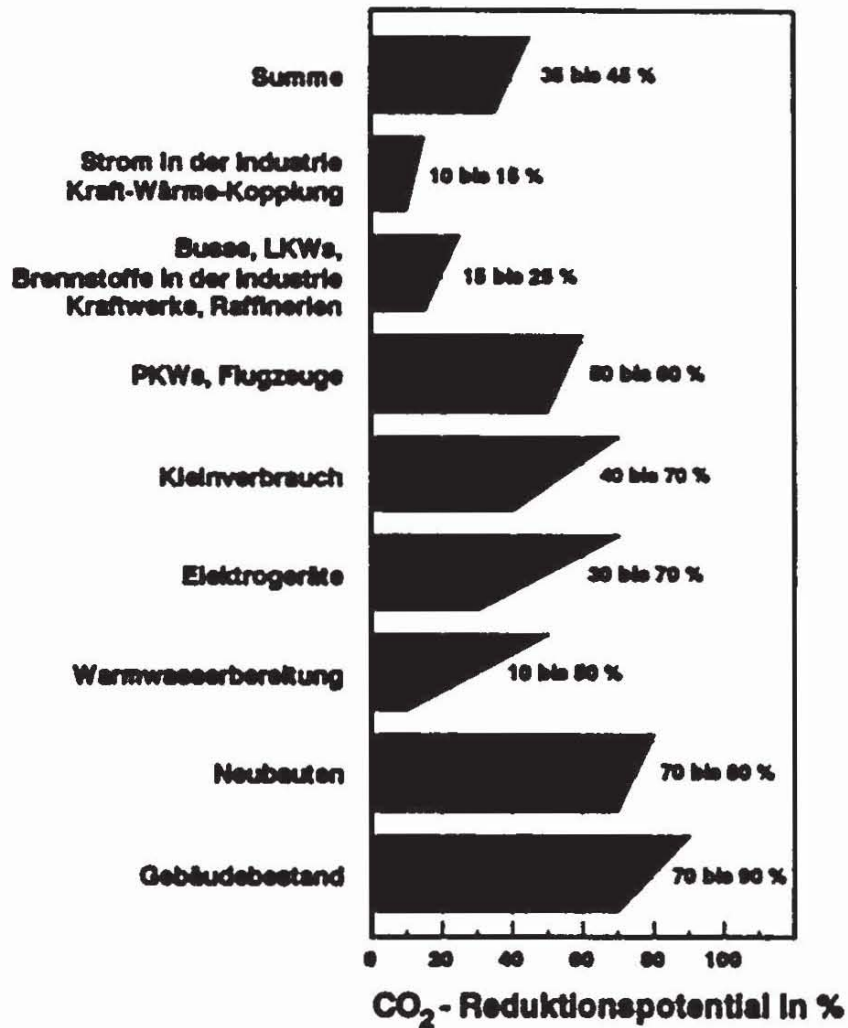


Bild 1: Technische Potentiale der Energieeinsparung in der BRD in % des Energieverbrauchs im Jahre 1987

Auf die einzelnen Minderungsoptionen, ihr Minderungspotential und ihre Minderungskosten sei nun näher eingegangen.

Rationelle Energienutzung und Energieeinsparung

Auf allen Stufen der Prozeßkette von der Energiegewinnung über die Umwandlung bis zur Nutzung beim Verbraucher konnten in den letzten Jahren deutliche Fortschritte in bezug auf eine Steigerung der Energieeffizienz erzielt werden. Gleichwohl gilt die Feststellung, daß mit den in der Vergangenheit erreichten Nutzungsgradverbesserungen und Effizienzsteigerungen die technischen Möglichkeiten zur Minderung des Energieverbrauchs bei

gleicher Energiedienstleistung, d.h. ohne Konsumverzicht, noch keineswegs ausgeschöpft sind.

Im Rahmen der Arbeiten für die Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" wurden die aus heutiger Sicht technisch möglichen Energieeinsparungen und die damit verbundenen CO₂-Minderungen abgeschätzt. Bild 1 zeigt diese technisch möglichen CO₂-Reduktionspotentiale für verschiedene Verwendungsbereiche der Energie. In Summe belaufen sie sich auf 35% bis 45% der CO₂-Emissionen des Jahres 1987. Die Realisierung dieser durch Einsparmaßnahmen rein technisch möglichen CO₂-Minderungen ist dabei, je nach Maßnahme, mit einem unterschiedlichen Aufwand verbunden, der in der Regel mit einer steigenden Ausschöpfung des technischen CO₂-Minderungspotentials überproportional ansteigt, d.h. die Grenzkosten der CO₂-Minderung nehmen zu. Eine Quantifizierung der CO₂-Minderungskosten durch Energieeinsparung oder gar die Angabe von CO₂-Minderungskosten-Funktionen der verschiedenen Energieeinsparmaßnahmen ist gegenwärtig nur für Teilbereiche möglich.

In Tabelle 1 sind für einige ausgewählte Energieeinsparmaßnahmen die damit verbundenen CO₂-Minderungskosten angegeben. Als Maß für die Effizienz der CO₂-Minderung werden dabei die spezifischen CO₂-Minderungskosten verwendet, die den Aufwand in DM angeben, um die Emissionen einer Tonne CO₂ zu vermeiden.

Die hier und im weiteren genannten spezifischen CO₂-Minderungskosten sind dabei anhand einer für das Jahr 2005 unterstellten Energiepreissituation ermittelt worden, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Importpreise von Öl, Erdgas und Kohle gegenüber 1987 um rund 50% ansteigen, während die Strompreise nur leicht zunehmen. Die in Tabelle 1 aufgeführten negativen Minderungskosten bedeuten, daß unter den getroffenen Preisannahmen für das Jahr 2005 diese Einsparmaßnahmen auch ohne eine Bewertung ihrer CO₂-Minderung wirtschaftlich sind, d.h. die Kostenersparnis durch geringeren Energieverbrauch ist, über die Nutzungsdauer betrachtet, größer als der Aufwand für die Energieeinsparmaßnahme. Die große Bandbreite der angegebenen spezifischen CO₂-Minderungskosten einer Maßnahme resultiert zum

<u>Maßnahme</u>	Energieein- sparung [%]	spez. CO ₂ - Mind.-kosten [DM/t CO ₂]
Wärmedämmung		
* Schwedenstandard	30	0 bis 90
* Niedrigenergiehaus	60 bis 80	220
Gasbrennwertkessel		
	15 bis 20	- 90 bis 55
Wirkungsgradsteigerung fossiler Kraftwerke (GuD-Anlagen)		
	5 bis 20	- 155 bis 290
Kompaktleuchtstofflampe		
	70 bis 80	- 80 bis 130
Gesamtpotential: 140 bis 350 Mio t CO₂/a		

Tabelle 1: Energieeinsparung und spez. CO₂-Minderungskosten einiger Energiesparmaßnahmen

einen aus den unterschiedlichen Einsatzbedingungen (z.B. Leistungsgröße, jährliche Nutzungstunden usw.) und zum anderen aus der Art des eingesparten fossilen Energieträgers (Kohle, Mineralöl oder Gas). Dennoch machen die Zahlen eindrucksvoll deutlich, daß mit demselben Kostenaufwand, je nach durchgeführter Energieeinsparmaßnahme, viel oder wenig Minderung des CO₂-Ausstoßes erreicht werden kann.

Austausch fossiler Energieträger untereinander

Aufgrund des unterschiedlichen Wasserstoff-Kohlenstoff-Verhältnisses der verschiedenen fossilen Brennstoffe entsteht bei

ihrer Verbrennung, bezogen auf dieselbe Energiemenge, unterschiedlich viel CO₂. Die Substitution C-reicher Energieträger, wie z. B. Kohle, durch C-ärmere Energieträger, wie z.B. Erdgas, führt also zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen.

Die Techniken für einen Ersatz fester und flüssiger fossiler Energieträger durch Erdgas sind, wenn man den Verkehrssektor ausklammert, vorhanden und auch die Ressourcensituation und die Erdgasproduktionsmöglichkeiten würden es nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand erlauben, die Erdgasnutzung mittelfristig auszuweiten, um damit zur CO₂-Minderung beizutragen.

In Tabelle 2 sind die technischen CO₂-Minderungspotentiale und Minderungskosten einer Substitution von Kohle und Heizöl durch Erdgas für die Bereiche Stromerzeugung, Fernwärme, Industrie, Haushalte und Kleinverbraucher angegeben. Das gesamte durch einen verstärkten Erdgaseinsatz bis zum Jahre 2005 technisch erschließbare CO₂-Minderungspotential liegt bei rund 150 Mio. t, die Verfügbarkeit der notwendigen Erdgasmengen vorausgesetzt. Bezogen auf die CO₂-Emissionen des Jahres 1987 (der alten Bundesländer) entspricht dies 20%.

Die, ausgehend von den zugrunde gelegten Energiepreisen im Jahre 2005, ermittelten spezifischen CO₂-Minderungskosten einer Substitution durch Erdgas weisen eine große Bandbreite auf, die sich wieder aus den jeweiligen spezifischen Randbedingungen (Anlagekostenrelation, Ausnutzungsdauer usw.) ergibt. Geht man, wie bei den Zahlenangaben in Tabelle 2, bei der Ermittlung der spezifischen CO₂-Minderungskosten von den Preisen für Importkohle aus, so wäre bei den getroffenen Preisannahmen für das Jahr 2005 der größte Teil (85%) des technischen CO₂-Minderungspotentials von 150 Mio. t CO₂ eines verstärkten Gaseinsatzes nur mit zusätzlichen Kosten (d.h. positiven spez. Minderungskosten) zu erschließen.

<u>Maßnahme</u>	Minderungs- potential in Mio t CO ₂	Spezifische Mind.-kosten in DM/t CO ₂
Stromerzeugung		
- Braunkohle durch Gas	53,4	+ 23
- Steinkohle durch Gas	53,2	+ 11 ¹⁾
Fernwärme		
- Steinkohle durch Gas	2,1	- 160 bis - 20 ¹⁾
Industrie		
- Braunkohle durch Gas	1,4	- 100 bis + 600
- Steinkohle durch Gas	10,1	- 210 bis + 450 ¹⁾
- Heizöl schwer durch Gas	3,5	- 200 bis + 100
Haushalte		
- Heizöl durch Gas	11,7	- 270 bis + 450
- Kohle durch Gas	2,0	- 170 bis + 100 ¹⁾
Kleinverbraucher		
- Heizöl schwer durch Gas	0,4	+ 30 bis + 40
- Heizöl leicht durch Gas	4,2	- 240 bis + 410
Gesamtpotential: bis 150 Mio t CO₂ /a		

¹⁾ erstellt auf der Basis der Importkohlepreise

Tabelle 2: CO₂-Minderungsmöglichkeiten der Substitution C-reicher durch C-arme Brennstoffe

Die spezifischen CO₂-Minderungskosten eines verstärkten Erdgaseinsatzes werden ganz wesentlich durch die Energieträgerpreisrelation zwischen den fossilen Energieträgern bestimmt. Die zukünftige Energieträgerpreisentwicklung ist aber mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Hinzu kommt, daß eine Strategie der CO₂-Reduktion durch Austausch fossiler Energieträger untereinander über die damit verbundenen Nachfrageeffekte (verstärkte Nachfrage nach Erdgas und reduzierte Nachfrage nach Kohle) auf den Weltenergiemärkten zu Preisreaktionen führen kann, die die spezifischen CO₂-Minderungskosten erhöhen und die Kosteneffizienzen eines verstärkten Erdgaseinsatzes erheblich verschlechtern können. Hierin liegt das öko-

nomische Risiko einer auf Erdgas setzenden CO₂-Minderungsstrategie. Der verstärkte Einsatz von Erdgas stellt allein aufgrund seines begrenzten technischen CO₂-Minderungspotentials keine langfristig tragfähige Option zur Erreichung einer klimaverträglichen Energieversorgung dar. Erdgas könnte aber einen wesentlichen Beitrag für die Eingrenzung negativer Klimaveränderungen in der Übergangsphase hin zu einer weitgehend CO₂-freien Energieversorgung leisten.

Kernenergie

Die Kernenergie war im Jahre 1989 mit einer Stromerzeugung von 149 TWh zu einem Drittel an der gesamten Bruttostromerzeugung in der Bundesrepublik Deutschland beteiligt. Erfolgte diese Stromerzeugung in Kohlekraftwerken, so bedeutete dies eine zusätzliche CO₂-Emission in Höhe von ca. 130 Mio. t/a. Mit dem derzeit erreichten Stand sind aber weder die technischen bzw. sicherheitstechnischen und ökonomischen Entwicklungsmöglichkeiten der Kernenergie noch ihr Potential zur Deckung des Energiebedarfs und zur CO₂-Minderung ausgeschöpft.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird die Kernenergie fast ausschließlich zur Stromerzeugung eingesetzt. Die Wärmeauskoppelung aus Kernkraftwerken, in Entwicklung befindliche kleine Heizreaktoren sowie der Hochtemperaturreaktor ermöglichen es mittelfristig aber auch, daß die Kernenergie einen Beitrag zur Versorgung des nicht-elektrischen Energiemarktes leisten könnte.

Das technische CO₂-Minderungspotential durch einen Ausbau der Kernenergie in den alten Bundesländern bis zum Jahre 2005, worunter die unter Außerachtlassung von Wirtschaftlichkeitsaspekten und Hemmnissen technisch möglichen Reduktionen von CO₂-Emissionen zu verstehen sind, ist in Tabelle 3 aufgeführt. Das maximal technisch mögliche CO₂-Minderungspotential ergibt sich zu rund 200 Mio. t CO₂/a, was etwa 25% der gesamten CO₂-Emissionen des Jahres 1987 entspricht. Das größte Einzelpotential liegt im Bereich der Stromerzeugung, wenn im Rahmen des Ersatz- und Erweiterungsbedarfs Kernkraftwerke anstelle von Kohlekraftwerken gebaut werden.

Bereich / Maßnahmen	Technisches CO ₂ -Minderungspotential [Mio t CO ₂ /a]	Spezifische Minderungskosten [DM/t CO ₂]
Stromerzeugung		
• Zubau 1 KKW/a ab 1997	50 bis 95	-5 bis -15 ¹⁾
• Zubau von 2 KKW/a ab 1997	88 bis 149	-3,5 bis -13 ¹⁾
Öffentliche Nah- und Fernwärmeversorgung		
• Auskopplung aus KKW (LWR)	5 bis 13	-50 bis +750
• Einsatz von Kernheizwerken	7 bis 16,5	-180 bis +140
Ind. Prozeßdampf- und Prozeßwärmeerzeugung		
• Prozeßdampf u. Prozeßwärme	35	bis +20
Wasserstoffherzeugung (Elektrolyse)		
• Wasserstoff als Substitut für Kohle, Öl, Gas	k.A.	300 bis 530 ²⁾
Gesamtpotential: 90 bis 200 Mio t CO₂ /a		

1) ermittelt anhand der Preise von Import- u. Braunkohle
 2) nur auf Basis der Herstellungskosten von Wasserstoff ermittelt

Tabelle 3: Technische CO₂-Minderungspotentiale und spez. Minderungskosten der Kernenergie im Jahr 2005

Für die Stromerzeugung aus Kernenergie ergeben sich dabei durchweg negative spezifische CO₂-Minderungskosten, selbst wenn man gegen die Importkohle und nicht gegen die teure heimische Steinkohle rechnet. Die Minderungspotentiale im Bereich der Fernwärme- sowie Prozeßdampf- und Prozeßwärmeerzeugung wären dagegen nur mit zusätzlichen Kosten auszuschöpfen. Die Wasserstoffherzeugung mittels Kernenergie ist sogar mit sehr hohen Minderungskosten behaftet.

Erneuerbare Energiequellen

Bei der Entwicklung der Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen sind in den letzten beiden Jahrzehnten deutliche Fortschritte gemacht worden. Ohne auf die technischen Entwicklungsaspekte und die Entwicklungsperspektiven der erneuerbaren Energiequellen hier näher eingehen zu können, läßt sich allgemein feststellen, daß trotz der erzielten Fortschritte nur wenige Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen heute schon wirtschaftlich konkurrenzfähig sind.

Stellt man die Frage nach dem zukünftigen Beitrag der regene-

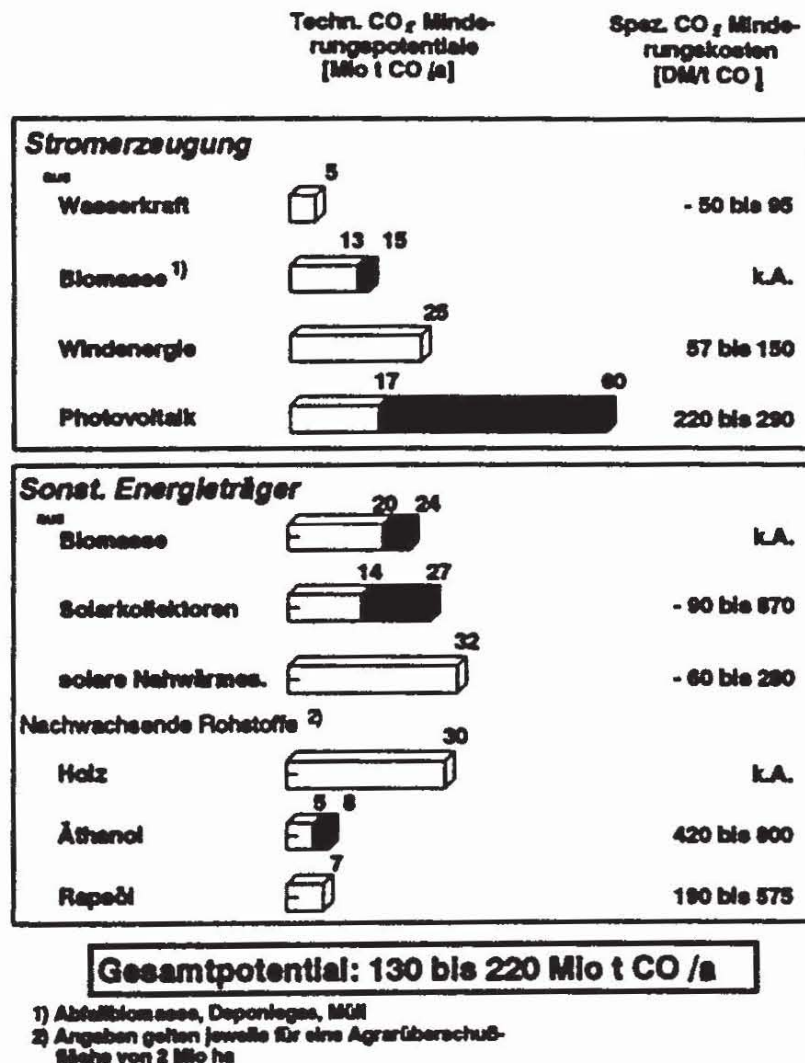


Bild 2: CO₂-Minderungspotentiale und spez. Minderungskosten der erneuerbaren Energiequellen für das Jahr 2005

rativen Energiequellen zur Reduktion von Treibhausgasen, so ist zwischen dem technischen Potential und dem unter Beachtung wirtschaftlicher Aspekte zu realisierendem Beitrag zu differenzieren.

In Bild 2 sind die Ergebnisse der für die Enquete-Kommission durchgeführten Potentialabschätzung für das Jahr 2005 dargestellt. Für die Stromerzeugung aus Wasserkraft, Biomasse, Windenergie und Photovoltaik ergibt sich für das Gebiet der alten Bundesländer ein technisches CO₂-Minderungspotential von 130 bis 220 Mio. t CO₂/a. Dies entspricht 18% bis 30% der CO₂-Emissionen des Jahres 1987. Bei den hier unterstellten Energiepreissteigerungen bis zum Jahre 2005 wären aber nur ein Teil des Wasserkraftpotentials und etwa 20% des Wärmeenergiepotentials wirtschaftlich erschließbar. Die bis zu diesem Zeitpunkt nicht erreichte Wirtschaftlichkeit drückt sich, wie z.B. im Falle der Photovoltaik oder der Erzeugung flüssiger Energieträger aus nachwachsenden Rohstoffen, in hohen spezifischen CO₂-Minderungskosten aus. Dies gilt auch für die in Bild 2 nicht aufgeführte Option des solaren Wasserstoffs. Trotz des beachtlichen technischen CO₂-Minderungspotentials stellen sich die erneuerbaren Energiequellen mittelfristig als eine wenig effiziente Möglichkeit zur Treibhausgasreduzierung dar.

Rückhalte- und Entsorgungsmöglichkeiten von CO₂

Grundsätzlich ist auch eine nicht klimabeeinflussende Nutzung fossiler Energieträger denkbar, wenn das bei der Verbrennung entstehende CO₂ zurückgehalten und so endgelagert werden kann, daß es dauerhaft von der Atmosphäre ferngehalten wird. Grundbedingungen für alle Überlegungen zur CO₂-Rückhaltung und -Entsorgung ist, daß der damit verbundene Energieaufwand kleiner ist, als der Heizwert jener Menge an fossilem Brennstoff, aus dem das CO₂ entstanden ist. Unter dem Gesichtspunkt des Energieaufwandes stellen sich die Verbrennung mit reinem Sauerstoff oder die Abtrennung von CO₂ vor der Gasverbrennung in einem Gasturbinen- Dampfturbinenkraftwerk mit Kohlevergasung als die derzeit interessantesten technischen Möglichkeiten dar. Als Endlager für das anfallende CO₂ kommen, wegen der großen

Mengen, praktisch nur leere Erdgasfelder oder die Tiefsee in Betracht. Die Erdgasfelder können theoretisch nur die Mengen an CO_2 aufnehmen, die der CO_2 -Erzeugung aus Erdgas entsprechen. Der Ozean stellt zwar ein großes Reservoir für die Endlagerung von CO_2 dar, ungeklärt sind aber noch eventuelle ökologische Auswirkungen einer Tiefseelagerung und das tatsächliche Rückhaltevermögen der Tiefsee. Diese Fragen sind zunächst zu klären, bevor die CO_2 -Rückhaltung und -Endlagerung als Möglichkeit zur Minderung von CO_2 -Emissionen weiterverfolgt werden kann.

In Bild 3 sind die zuvor diskutierten technischen CO_2 -Reduktionspotentiale der uns im Prinzip zur Verfügung stehenden CO_2 -Minderungsmöglichkeiten noch einmal im Vergleich dargestellt. Die einzelnen Potentialangaben bezeichnen die CO_2 -Minderungen, die aus technischer Sicht, unter Vernachlässigung ökonomischer

CO_2 - Minderung durch

- * **Rationelle Energienutzung und Energieeinsparung**
- * **Substitution C-reicher durch C-arme fossile Energieträger**
- * **Kernenergie**
- * **Erneuerbare Energiequellen**
- * **CO_2 - Entsorgung**

Techn. CO_2 Minderungspotential in Mio t $\text{CO}_2/\text{a}^{1)}$

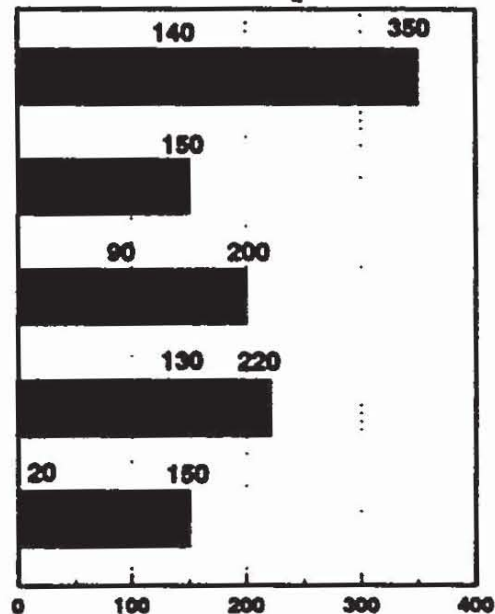


Bild 3: Technische CO_2 -Minderungspotentiale in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2005

und sonstiger Aspekte, für die Bundesrepublik Deutschland (ohne die Gebiete der ehemaligen DDR) mittels erheblicher Anstrengungen gegebenenfalls bis zum Jahre 2005 erreichbar wären. Die technischen CO₂-Minderungspotentiale der einzelnen Optionen können nicht zu einem Gesamtpotential aufsummiert werden, da sie sich teilweise auf denselben fossilen Energieverbrauch beziehen. Dennoch erscheint die Feststellung gerechtfertigt, daß für die Bundesrepublik Deutschland bereits mittelfristig nennenswerte CO₂-Minderungen technisch möglich erscheinen.

Das Vorhandensein nennenswerter technischer CO₂-Minderungsmöglichkeiten sagt aber, wie anfangs bereits erläutert, noch nichts darüber aus, welche gesamtwirtschaftlichen Belastungen mit der Minderung von CO₂-Emissionen verbunden sind, und welche CO₂-Minderungsmöglichkeiten es erlauben, vorgegebene Minderungsziele mit den geringsten gesamtwirtschaftlichen Belastungen zu erreichen, oder wie die Aufwendungen für die CO₂-Emissionsminderungen möglichst effizient genutzt, d. h. in maximale CO₂-Minderungen umgesetzt werden.

CO₂-Reduktionsstrategien

Im Rahmen der Arbeiten für die Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" sind, aufbauend auf den Einzelanalysen der verschiedenen CO₂-Minderungsoptionen, erste Überlegungen bezüglich der Ausgestaltung von Strategien zur Verminderung energiebedingter CO₂-Emissionen angestellt worden. Nach Vorgabe der Enquete-Kommission waren dabei drei Reduktionsszenarien für das Jahr 2005 zu erarbeiten, die sich an dem Ziel einer etwa 30%igen CO₂-Minderung (bezogen auf die Emissionen des Jahres 1987) orientieren und unterschiedliche energiepolitische Auffassungen reflektieren sollten. In einem ersten Szenario "Hemmnisabbau und Preispolitik" sollte der Energieeinsparung Priorität gegeben werden. Die Kernkraftwerkskapazität sollte auf dem gegenwärtigen Niveau eingefroren, aber höher ausgelastet werden und der Erdgaseinsatz sollte um nicht mehr als 30% zunehmen. In einem zweiten Szenario "Kernenergieausstieg" sollten die CO₂-Minderungen unter der Annahme eines Verzichts auf die Nutzung der Kernenergie ab dem

Jahre 2005 untersucht werden. Schließlich war ein drittes Szenario mit Ausbau der Kernenergie zu erstellen.

In Bild 4 ist der Versuch gemacht worden, wesentliche Ergebnisse der Reduktionsszenarien im Vergleich darzustellen. Die mit "Trend" bezeichnete Entwicklung der CO₂-Emissionen beruht auf der Annahme, daß die gegenwärtigen Rahmenbedingungen der Energieversorgung im wesentlichen unverändert fortbestehen. Insbesondere werden keine speziellen Eingriffe zur Minderung der CO₂-Emissionen unterstellt. Unter diesen Status-quo-Bedingungen bleiben die CO₂-Emissionen bis zum Jahre 2005 nahezu unverändert auf dem Niveau des Jahres 1987.

In Anbetracht des im Jahre 2005 gut 50% höheren Bruttoinlandsproduktes und einer gestiegenen Energiedienstleistungsnachfrage bedeutet dies aber, daß die dem Trendszenario zugrunde-

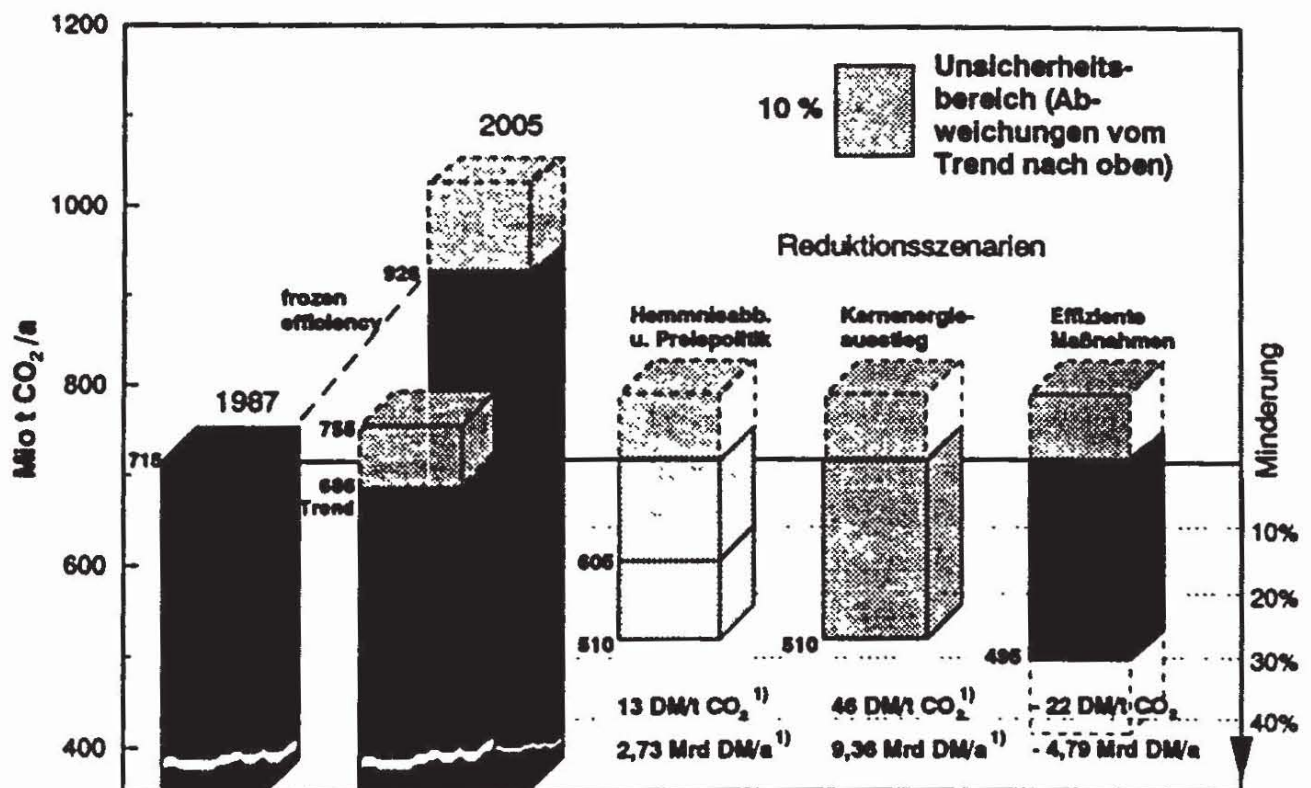


Bild 4: CO₂-Reduktionsszenarien im Vergleich

liegenden Effizienzsteigerungen und Energieträgersubstitutionen bereits zu einer deutlichen Minderung des spezifischen CO₂-Ausstoßes geführt haben. Diese implizite CO₂-Minderung, die ja aus heutiger Sicht auch noch zu leisten ist, läßt sich näherungsweise quantifizieren, wenn man die energetischen Nutzungsgrade und die Energieträgerstruktur des Jahres 1987 bis zum Jahre 2005 festschreibt. Unter dieser Annahme der "frozen efficiency" würde sich für das Jahr 2005 ein Anstieg der CO₂-Emissionen auf rund 920 Mio. t CO₂ ergeben. Die Differenz zu den CO₂-Emissionen der Trendentwicklung in Höhe von 240 Mio. t CO₂ ist als Minderungsbedarf mit zu beachten, wenn man die angestrebte CO₂-Minderung, d.h. die Minderungsziele, an dem CO₂-Emissionsniveau des Jahres 1987 orientiert.

Im Reduktionsszenario "Hemmnisabbau und Preispolitik" ist die CO₂-Minderung zurückzuführen auf eine weitgehende Ausschöpfung der Einsparmöglichkeiten in allen Endverbraucherbereichen, eine Verlagerung und Reduktion von Verkehrsleistungen, eine erhebliche Ausweitung der Strom- und Wärmeerzeugung mittels erneuerbaren Energiequellen, nahezu eine Verdoppelung der KWK-Erzeugung und einen um 20% zunehmenden Erdgaseinsatz. Des weiteren werden CO₂-Emissionen in Höhe von 27 Mio. t CO₂ durch eine bessere Auslastung der bestehenden Kernkraftwerke vermieden.

Das Reduktionsszenario "Kernenergieausstieg" weist mit 510 Mio. t CO₂ dieselben CO₂-Emissionen und damit auch dieselben Emissionsreduktionen wie das Szenario "Hemmnisabbau und Preispolitik" aus. Um dies zu erreichen, wären aufgrund der Beendigung der Nutzung der Kernenergie im Jahre 2005 die Energieeinsparungen weiter zu verstärken, die Nutzung der erneuerbaren Energiequellen auszuweiten und der Erdgaseinsatz zu erhöhen. Die dazu notwendigen Maßnahmen seien an einigen Beispielen verdeutlicht. Für den Raumwärmebereich wird unterstellt, daß nahezu 40% des Altbaubestandes wärmetechnisch so saniert werden, daß der durchschnittliche Heizenergieverbrauch um zwei Drittel absinkt und alle Neubauten bis zum Jahre 2005 im Durchschnitt einen spez. Nettoheizenergiebedarf von 40 kWh/m²a bei Einfamilienhäusern bzw. 25 kWh/m²a bei Mehrfamilienhäusern

aufweisen. Die Stromerzeugung in der Kraft-Wärme-Kopplung müßte etwa 2,8 mal so hoch sein wie 1987. Die Stromerzeugungskapazität auf Basis erneuerbarer Energiequellen wäre bis 2005 um etwa 11,3 GW_{el} auszuweiten, allein auf die Windkraft entfielen davon 5,2 GW_{el}.

Im Reduktionsszenario mit Ausbau der Kernenergie sind die einzelnen CO₂-Minderungsmaßnahmen weitgehend nach den Effizienzkriterien ausgewählt worden. Im Sinne einer effizienzorientierten CO₂-Minderungsstrategie werden dabei alle im Rahmen der erwarteten Energiepreissteigerungen aus volkswirtschaftlicher Sicht sinnvollen Energieeinsparmöglichkeiten, auch durch eine verstärkte Kraft-Wärme-Kopplung, ebenso genutzt, wie die diesbezüglichen Potentiale der erneuerbaren Energiequellen. Durch den Ausbau der Kernenergie werden CO₂-Emissionen in Höhe von 92 Mio. t CO₂/a vermieden. Dabei wird unterstellt, daß sich die installierte Bruttoengpaßleistung der Kernkraftwerke von heute 23,6 GW_{el} auf 36,6 GW_{el} im Jahre 2005 erhöht. Insgesamt ergeben sich in diesem effizienzorientierten Reduktionsszenario mit Kernenergieausbau CO₂-Emissionen im Jahre 2005 in Höhe von 495 Mio. t. Dies entspricht einer Minderung um 220 Mio. t CO₂ oder 31% gegenüber dem Jahre 1987.

Vergleicht man die drei Reduktionsszenarien untereinander, so ergeben sich trotz der in der Größenordnung vergleichbaren CO₂-Minderungen einige wesentliche Unterschiede. Sie liegen einmal in dem unterschiedlichen Kostenaufwand für die Erreichung der CO₂-Minderung. Die jährlichen Nettokosten für die CO₂-Minderungsmaßnahmen belaufen sich im Falle des Reduktionsszenarios "Hemmnisabbau und Energiepolitik" auf rund 2,7 Mrd/a und im Falle des Reduktionsszenarios "Kernenergieausstieg" auf mehr als 9 Mrd DM/a, wobei hier wegen fehlender Daten nicht alle Zusatzkosten erfaßt werden konnten und im Falle des Kernenergieausstiegs z.B. auch die Kapitalvernichtung durch die vorzeitige Stilllegung der Kernkraftwerke nicht bewertet worden ist. Die Minderung der CO₂-Emissionen im effizienzorientierten Reduktionsszenario mit Ausbau der Kernenergie wäre dagegen gegenüber der Trendentwicklung mit einer Kostenentlastung der Volkswirtschaft von rund 4,8 Mrd DM/a verbunden. Im Vergleich

zum Kernenergieausstiegsszenario ergäbe sich damit bei einer CO₂-Minderung von rund 30% eine jährliche Kostendifferenz von mehr als 14 Mrd DM.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen den drei Reduktionsstrategien besteht im Hinblick auf ihre Möglichkeiten, falls notwendig, weitergehende CO₂-Minderungsziele zu erreichen. Diese sind im Falle des Kernenergieausstiegs wohl nicht vorhanden. Würde man hingegen bei der Reduktionsstrategie mit Ausbau der Kernenergie, die in den beiden anderen Szenarien unterstellten weitergehenden Maßnahmen im Bereich der Energieeinsparung, der Ausweitung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen und von Erdgas auch durchführen, so ließen sich die CO₂-Emissionen um weitere 65 Mio. t/a reduzieren.

Obwohl die hier erläuterten CO₂-Minderungsmöglichkeiten sich auf das Gebiet der alten Bundesländer beziehen, geben sie dennoch einen ersten Hinweis auf die in den neuen Bundesländern bestehenden Minderungspotentiale, wenn sich die Strukturen der Energieversorgung langfristig in eine ähnliche Richtung entwickeln.

Die hier erläuterten Ergebnisse von Untersuchungen zur Reduzierung der energiebedingten Treibhausgase sind sicher nur eine erste Orientierungshilfe und in vielerlei Hinsicht noch zu erweitern und abzusichern. Für einzelne Minderungsmaßnahmen liegen belastbare Kostenangaben und insbesondere Angaben zu Kosten in Gestalt von Zielverzichten nicht oder nur rudimentär vor. Eine umfassende Analyse und Bewertung der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Treibhausgas-Minderungsstrategien, die auch die gesamtwirtschaftlichen Effekte, die umweltseitigen Vor- und Nachteile sowie die möglichen Preisrückwirkungen auf den internationalen Energiemärkten einbeziehen, ist noch zu leisten.

Dennoch lassen sich für den politischen Abwägungsprozeß erste Orientierungen gewinnen. Für die Bundesrepublik Deutschland (einschließlich der neuen Bundesländer, auf die zuvor nicht eingegangen worden ist) existieren bereits mittelfristig, d.h.

bis zum Jahre 2005, beachtliche technische Möglichkeiten zur Minderung der energiebedingten Treibhausgasemissionen. Ein Teil dieser Minderungspotentiale ließe sich ausschöpfen, ohne die Energiewirtschaft bzw. die Volkswirtschaft mit zusätzlichen Kosten zu belasten. Eine Ausnutzung dieser CO₂-Minderungsmöglichkeiten, deren ökonomischer Nutzen allein schon größer ist als ihre Kosten, würde es der Bundesrepublik Deutschland zusammen mit den übrigen Industrienationen erlauben, eine Schrittmacherrolle zu übernehmen, ohne die Volkswirtschaft einseitigen Belastungen auszusetzen.

4. Schlußbemerkungen

Ich habe den Versuch gemacht, die Rolle derjenigen, die mit der Entwicklung von Technik befaßt sind - also die der Wissenschaftler und Ingenieure - im Rahmen der politischen Entscheidungsprozesse zur Bewältigung der vor uns liegenden Herausforderungen zu umreißen, und ich habe versucht, die Möglichkeiten einer wissenschaftlichen Politikberatung, die zwischen Fakten und Erkenntnissen sowie deren politischer Wertung bewußt trennt, exemplarisch für den Bereich der Reduzierung energiebedingter Treibhausgase aufzuzeigen. Im Untertitel dieser Tagung ist aber auch von den Erwartungen an die Politik die Rede. Hierzu will ich abschließend einige wenige Anmerkungen machen:

Ausgehend von den zuvor skizzierten jeweiligen Verantwortungsbereichen von Politik auf der einen und Wissenschaftler und Ingenieuren auf der anderen Seite - darüber hinaus ist natürlich auch die Verantwortung der Wirtschaft zu sehen - kann der notwendige Dialog naturgemäß nur dann fruchtbar sein, wenn die Politik mit den Ergebnissen wissenschaftlicher Politikberatung verantwortlich umgeht.

Dieses erfordert die Bereitschaft, sich mit komplexen Zusammenhängen und nicht einfachen technischen, ökonomischen und ökologischen Sachverhalten im Rahmen einer umfassenden Problemanalyse auseinanderzusetzen. Das wiederum erfordert Zeit. Meine vielleicht nicht verallgemeinerungsfähigen

Erfahrungen im Rahmen meiner Mitwirkung in der Enquete-Kommission "Schutz der Erdatmosphäre" sind, daß oft Mangel an Zeit, die für eine verantwortliche Entscheidung notwendige Auseinandersetzung mit den Sachaspekten nicht zuläßt. Die daraus resultierende mangelnde eigene Urteilsfähigkeit führt dann dazu, sich auf vorgegebene parteipolitische Positionen zurückzuziehen oder an sich konsensfähige Sach- und Entscheidungszusammenhänge zu politisieren. Vielleicht liegen hier auch die Wurzeln dafür, daß Betroffenheit als Ausweis politischer Verantwortung an Boden gewinnt und nicht die Mühsal der Abwägung von Chancen und Risiken des Handelns und Unterlassens.

Verantwortliches Abwägen muß aber auch der Versuchung widerstehen, die heute anstehenden drängenden Probleme mit einer Technik lösen zu wollen, von der wir hoffen, daß sie übermorgen vielleicht anwendungsreif ist, denn "Kennzeichen des künftigen Fortschrittes, also des Fortschreitens, ist nicht das ferne Ziel an sich, sondern das Festlegen und Tun von jeweils konkret machbaren Schritten, die die Gesellschaft dem Ziel näherbringen" wie von Bennigsen-Förder einmal formuliert hat.

Bezugnehmend auf das Thema dieser Tagung "Politik und Technik der Verantwortung" möchte ich schließen mit einem Zitat von Carl Friedrich von Weizsäcker, der mit Blick auf die kontroversen energiepolitischen Diskussionen festgestellt hat, daß "alle Gefahren, die wir vor uns sehen, keine technischen Ausweglosigkeiten sind, sondern eher umgekehrt, die Unfähigkeit unserer Kultur, mit den Geschenken ihrer eigenen Erfindungskraft vernünftig umzugehen".

Literaturverzeichnis

/1/ Dritter Bericht der Enquete-Kommission des 11. Deutschen Bundestages "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre". Deutscher Bundestag, Bonn 1990

Diskussion

In der abschließenden Diskussion des Themas "Energie und Umwelt" wurden die Techniker zunächst mit der Forderung konfrontiert, ihre häufig an Zahlen und "numerischer" Logik orientierte Denkweise einer breiteren Öffentlichkeit verständlicher zu machen, um so mehr Akzeptanz in der öffentlichen Technologie-Diskussion zu erzielen.

Die Unzuverlässigkeit von in der Politik beschlossenen Rahmenrichtlinien wurde am Beispiel einer energiepolitischen Entscheidung einer Landesregierung diskutiert, die von ihrer Nachfolgerin im Amt mit einer Stimme Mehrheit revidiert wurde. Aufgrund langfristiger Planungen in der Technik komme es dadurch zu äußerst kostenträchtigen Fehlentwicklungen mit der langfristigen Konsequenz einer Verunsicherung von Entscheidungsträgern und einer verminderten Investitionsbereitschaft in neue Technologien.

Dr. Laufs sieht jedoch auch langfristige strukturpolitische Verträge, wenn sie nicht unter der technologiepolitischen Fortschritts-Prämisse getroffen sind, als nicht unproblematisch. Als Beispiel nennt er den Kohlevertrag, der insbesondere unter Umwelt-Aspekten kritisch zu betrachten sei, werde doch damit der Einsatz "sauberer" Primärenergieträger erheblich verzögert.

Tragen nicht die hochentwickelten Industrienationen für die Entwicklungsländer hohe Verantwortung dahingehend, daß Techniken entwickelt werden, die auch in diesen Ländern sinnvoll und effektiv einzusetzen sind, so eine weitere Stellungnahme aus dem Teilnehmerkreis. Kernenergie ja, jedoch kombiniert mit dem Ausbau regenerativer Energien, diese Option wird als gangbarer und verantwortlicher Lösungsweg aufgezeigt.

Dr. Krämer forderte von Politik und Technik insgesamt mehr Mut und Entschlossenheit. Analysen und Lösungen technischer Probleme und Entwicklungen sollten von Technikern und Politikern gemeinsam vorangetrieben und umgesetzt werden. Wichtig sei in

diesem Zusammenhang, daß beide Seiten, auch bei fortschreitender Entwicklung, zu ihren Grundaussagen stünden. Nur so könne langfristig Konsens und eine gewisse Sicherheit der Entscheidungsfindung und -durchsetzung in diesen, für unsere Gesellschaft und den Technologie-Standort Deutschland so wichtigen Fragen erzielt werden.