



CO₂-Belastung und Klimarisiko

Handlungsstrategien der
deutschen Stromversorger

Gletscher schmelzen, der Meeresspiegel steigt an, Wüstengebiete breiten sich aus... Horrorvisionen einer fernen Zukunft oder... Entwicklungen, die sich bereits heute abzeichnen? Die Fachwelt ist sich weitgehend einig: Die Erde heizt sich auf. Messungen belegen, daß seit Mitte des letzten Jahrhunderts die Temperatur im globalen Mittel um 0,7 Grad Celsius gestiegen ist. Seit Anfang der 80er Jahre wurden die sechs wärmsten Jahre der Klimageschichte registriert. Namhafte Klimaforscher schließen nicht aus, daß sich die Erdoberfläche in den nächsten 50 Jahren um bis zu 2,5 Grad Celsius erwärmen könnte, wenn nicht umgehend drastische Abwehrmaßnahmen ergriffen werden.

CO₂-Belastung und Klimarisiko

Handlungsstrategien der deutschen Stromversorger

Die wesentliche Ursache für einen möglichen Temperaturanstieg sehen die Wissenschaftler in der zunehmenden Belastung der Erdatmosphäre durch wärmespeichernde Gase. Zu ihnen zählen in erster Linie Kohlendioxid, Methan, Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW), Ozon und Distickstoffoxid (Lachgas). Abgesehen vom FCKW, das ausschließlich durch industrielle Prozesse freigesetzt wird, beeinflussen diese in unterschiedlichen Anteilen seit jeher unser Klima. Sie verursachen den natürlichen Treibhauseffekt, indem sie die Sonnenstrahlen weitgehend ungehindert zur Erdoberfläche hindurchlassen, die Wärmeabstrahlung ins Weltall aber zum Teil verhindern. Dieser natürliche Treibhauseffekt bewirkt, daß die mittlere Erdtemperatur statt -18 Grad Celsius tatsächlich +15 Grad Celsius beträgt. Zu dieser Temperaturerhöhung von 33 Grad Celsius tragen vor allem der Wasserdampf (mit rund 62 Prozent Anteil) und das Kohlendioxid (mit rund 22 Prozent) bei. Die Existenz klimawirksamer Gase ist damit unabdingbare Voraussetzung dafür,



Der tropische Regenwald – „grüne Lunge“ der Erde und wichtiger Regulator des Klimas.

daß Leben auf unserem Planeten, wie wir es kennen, möglich ist.

Der Wärmehaushalt der Erde wird durch zahlreiche Aktivitäten des Menschen, d. h. durch anthropogene Quellen, nachhaltig beeinflusst: Industrielle und landwirtschaftliche Produktion, Ver-

kehr und Konsum der privaten Haushalte sowie der dadurch bedingte Energieverbrauch haben dazu geführt, daß zunehmend zusätzliche klimawirksame Spurengase in die Atmosphäre gelangen und den natürlichen Treibhauseffekt verstärken.

CO₂-Konzentration drastisch gestiegen

Vor allem Kohlendioxid, Methan und die Fluorchlorkohlenwasserstoffe gehören zu den Gasen, die maßgeblich für die Aufheizung der Erdatmosphäre verantwortlich sind. Es gilt daher, Handlungsstrategien nicht nur schnell zu entwickeln, sondern unverzüglich umzusetzen, mit denen sich die Emissionen insbesondere dieser drei Gase drastisch reduzieren lassen. Den Beitrag der verschiedenen klimarelevanten Gase zum zusätzlichen Treibhauseffekt zeigt die Grafik.

Danach kommt dem Kohlendioxid eine zentrale Bedeutung zu. Analysen von Luftblasen im Gletschereis sowie direkte Messungen der letzten Jahrzehnte haben ergeben, daß die atmosphärische CO₂-Konzentration seit Anfang des letzten Jahrhunderts um ein Viertel angestiegen ist. Seitdem ist auch die Durchschnittstemperatur auf unserem Planeten um ungefähr 0,7 Grad Celsius gestiegen.

Wer diesen Anstieg für unbedeutend hält, sollte wissen, daß seit der letzten Eiszeit die Temperaturschwankungen maximal 2

Grad Celsius betragen. Der Klimahaushalt der Erde bewegt sich in engen Grenzen. Ein Unterschied von einem Grad verschiebt das an der jeweiligen geographischen Breite herrschende Klima um schätzungsweise 100 Kilometer.

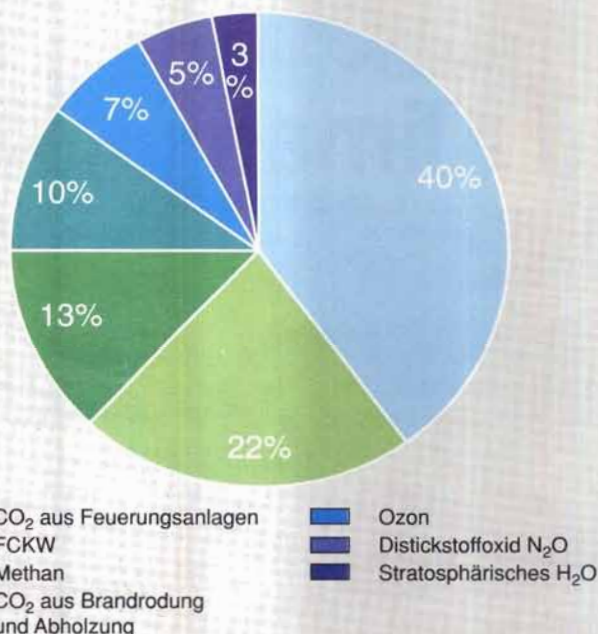
Von den gesamten jährlichen globalen Kohlendioxidemissionen wird – durch physikalisch-chemische Vorgänge an der Meeresoberfläche, Pflanzenatmung, Verwesung im Boden – der größte Teil von den Ozeanen und der Vegetation wieder aufgenommen. Nur rund zwei Prozent der Gesamtemissionen werden anthropogenen Quellen zugerechnet. Genau diese 2 Prozent – oder rund 22 Milliarden Tonnen –, die die Menschheit durch ihr Handeln verursacht und die nur rund zur Hälfte z. B. im Meerwasser oder in den Pflanzen wieder gespeichert werden können, sind zu rund 50 Prozent am Treibhauseffekt beteiligt. Sie müssen daher drastisch reduziert werden. Denn derzeit ergibt sich eine jährliche CO₂-Nettozufuhr in die Atmosphäre von rund 11 Milliarden Tonnen.

Der durch den Menschen verursachte Kohlendioxidanstieg beruht neben der Brandrodung im wesentlichen auf der Verbrennung fossiler Rohstoffe wie Kohle, Öl und Gas. Das in diesen Energieträgern gespeicherte CO₂ wird durch die Verbrennung gespeichert und reichert sich in der Atmosphäre an. Eine Begrenzung der CO₂-Emissionen muß deshalb in erster Linie im Bereich der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs ansetzen. Da CO₂ bei jeder Verbrennung fossiler Energieträger zwangsläufig, jedoch in unterschiedlicher Menge, bezogen auf die einzelnen Energieträger, entsteht, gilt es, die fossile Verbrennung weltweit zu reduzieren und teilweise auf CO₂-arme Energieträger auszuweichen.

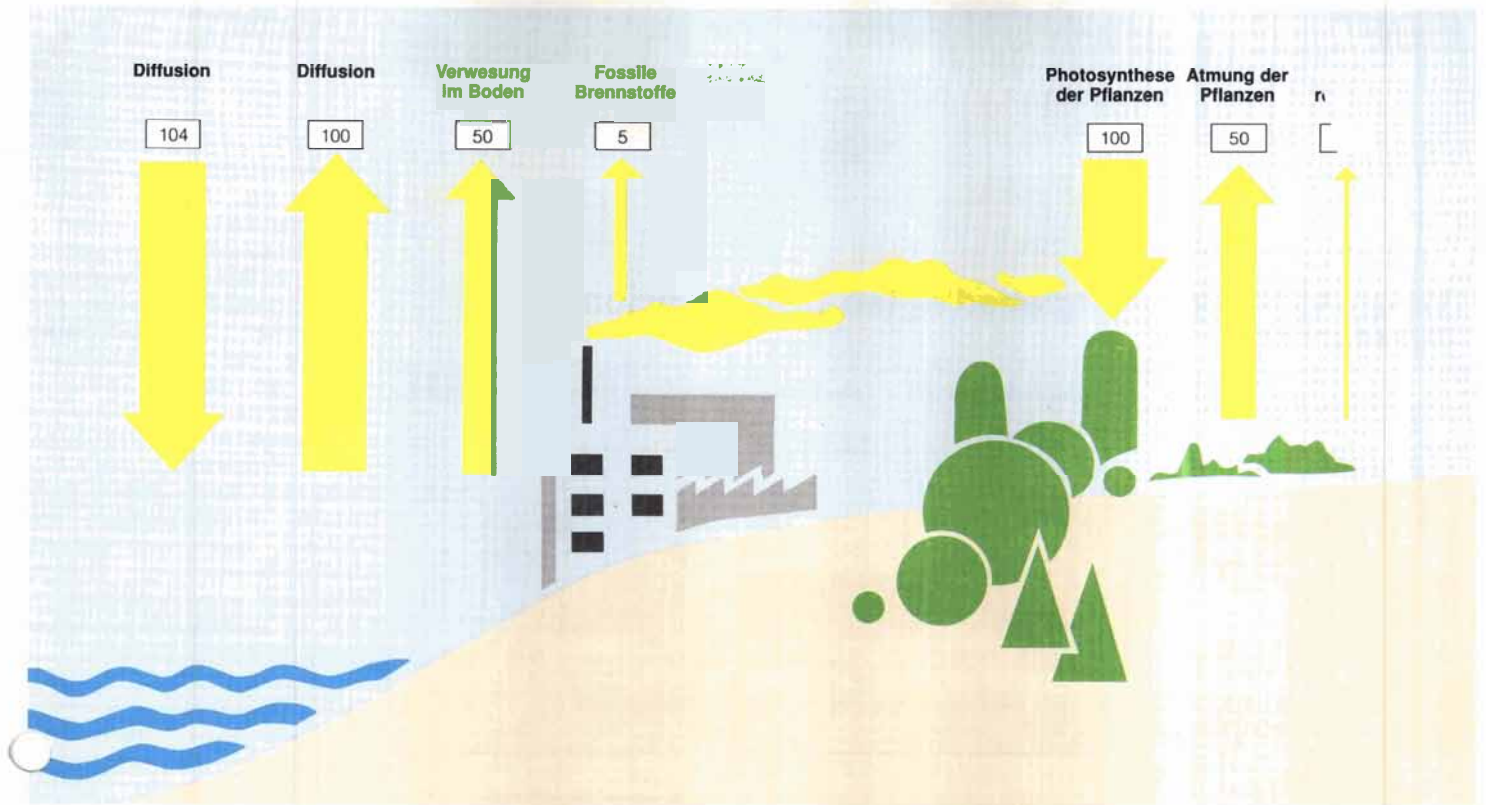
Globale Probleme erfordern globale Lösungen

In der Natur der Sache liegt es, daß dies eine weltweite Aufgabe ist. Jedes Land ist gefordert, im Rahmen seiner Möglichkeiten einen Beitrag zur Lösung des Klimaproblems zu leisten. Die Länder der Dritten Welt sind dazu nur in begrenztem Maße fähig. Angesichts eines nach wie vor großen Bevölkerungswachstums in der südlichen Hemisphäre

Anteil der anthropogenen Spurengase am zusätzlichen Treibhauseffekt



Quelle: Enquete-Kommission des 11. Deutschen Bundestages 1990



Der globale Kohlenstofffluß in Milliarden Tonnen. Jährlich gelangen ca. drei Milliarden Tonnen Kohlenstoff zusätzlich in die Atmosphäre. Die Austauschprozesse zwischen den verschiedenen Umweltmedien erfolgen vor allem in Form von Kohlendioxid. Die Umrechnung von Kohlenstoff (C) in Kohlendioxid (CO₂) ist einfach: Ein CO₂-Molekül ist 3,67mal so schwer wie ein C-Atom.

re und eines riesigen wirtschaftlichen Entwicklungsbedarfs wird der Energieverbrauch in diesen Ländern in den nächsten Jahrzehnten deutlich ansteigen. Die Energieproblematik wird zudem dadurch verschärft, daß Jahr für

Jahr in den Entwicklungs- und Schwellenländern Hunderttausende von Quadratkilometern Wald vor allem durch Brandrodung vernichtet werden. Dadurch wird einerseits CO₂ freigesetzt und zum anderen der

Baumbestand vernichtet, der durch Photosynthese große Mengen dieses Gases bindet. Angesichts der Armut und der hohen Verschuldung dieser Länder wird eine Wende ohne wirtschaftliche Hilfe der hochindustrialisierten Staaten nicht möglich sein.

an Toronto verpflichtet, die CO₂-Emissionen bis 2005 um mindestens 200 Millionen Tonnen zurückzuführen. Eine solche Zielvorgabe kann nur realisiert werden, wenn alle CO₂-Quellen in die Betrachtung einbezogen werden. Von zentraler Bedeutung sind in diesem Zusammenhang Maßnahmen zur Einsparung von Energie. Technische Einsparpotentiale sind durchaus vorhanden.

Kleines Lexikon der Klimagase

Neben dem Kohlendioxid sind es vor allem die Fluorchlorkohlenwasserstoffe und Methan, die als anthropogene Treibhausgase klimawirksam sind; in geringerem Umfang aber auch Distickstoffoxid und Ozon.

FCKW werden als Treibmittel in Sprühdosen, als Kühlmittel, als Dämmittel in Kunststoffschäumen und als Lösungsmittel eingesetzt. Ihre Brisanz erhalten sie dadurch, daß die Treibhauswirksamkeit eines FCKW-Moleküls 15 000 Mal so groß ist wie die eines CO₂-Moleküls. Sie werden zudem für die Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht (Ozonloch) hauptverantwortlich gemacht. Ihre Verweilzeit in der Atmosphäre beträgt 70 bis 110 Jahre.

Anthropogenes Methan fällt vor allem beim Reisan-

bau, der Rinderhaltung, aber auch durch Verluste bei der Erdgas- und Erdölförderung sowie im Kohlebergbau und bei der Verbrennung von Biomasse an. Ein einzelnes Methanmolekül ist ungefähr dreißigmal so klimawirksam wie ein Kohlendioxidmolekül.

Für die photochemische Bildung von Ozon in den unteren Atmosphärenschichten (Troposphäre) sind vor allem Abgase von Kraftfahrzeugen sowie Verbrennungsvorgänge verantwortlich. Ozon wirkt auf Menschen und Tiere giftig und verstärkt den Treibhauseffekt.

Anthropogenes Distickstoffoxid bildet sich beim Abbau von Stickstoffdünger und in geringerem Umfang bei der Verbrennung von Biomasse und fossilen Energieträgern.

Industrieländer tragen besondere Verantwortung

Die Industrieländer tragen damit eine besondere Verantwortung. Sie stellen zwar nur ein Viertel der Weltbevölkerung, zeichnen aber für drei Viertel des kommerziellen Weltenergieverbrauchs verantwortlich. Und sie verfügen über das technische Know-how und notwendige Kapital, um den Ausstoß von Kohlendioxid spürbar zu reduzieren.

Bereits auf der Weltklimakonferenz in Toronto 1988 wurde diese besondere Verpflichtung der Industrieländer herausgestellt und gleichzeitig gefordert, den weltweiten Ausstoß an Kohlendioxid in einem ersten Schritt im Jahre 2005 um 20 Prozent und bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts um 50 Prozent zu reduzieren. Bis heute sind jedoch keine globalen Folgerungen aus dieser Forderung gezogen worden. Vorschläge zur konkreten Umsetzung scheiterten bisher aus nationalen und finanziellen Erwägungen.

In Deutschland nahm man diesen Appell ernst. Die Bundesregierung hat sich im Anschluß

Nationale Maßnahmen zur CO₂-Minderung

Die energiebedingten CO₂-Emissionen in Deutschland betragen 1987 rund 1070 Millionen Tonnen CO₂. Sie wurden im wesentlichen durch die Verbrennung von Braunkohle (35 Prozent), Mineralöl (33 Prozent) und Steinkohle (21 Prozent) verursacht. Der Beitrag von Naturgas lag bei 11 Prozent. 1987 ist Basisjahr für die Reduktionsziele in Deutschland. Am 7. November 1990 faßte die Bundesregierung den Beschluß, die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2005 in den alten Bundesländern um 25 Prozent und in den neuen Bundesländern um einen deutlich höheren Prozentsatz zu verringern. Insgesamt soll die CO₂-Emission um mehr als 250 Mio. Tonnen reduziert werden. Das Bundeswirtschaftsministerium geht in einer Studie von 1990 davon aus, daß z. B. durch einen verbesserten Wärmeschutz an Gebäuden, bessere Heizungs-

Verursacher der energiebedingten CO₂-Emissionen

(Deutschland 1989)

	Gesamtdeutschland		alte Bundesländer		neue Bundesländer	
	Mio. t CO ₂	%	Mio. t CO ₂	%	Mio. t CO ₂	%
Kraft- und Fernheizwerke	403	39,4	247	35,9	156	46,5
Industrie-Feuerungen	238	23,2	148	21,5	90	26,8
Verkehr	184	18,1	160	23,2	24	7,2
Haushalte	120	11,7	88	12,8	32	9,6
Kleinverbraucher	78	7,6	45	6,6	33	9,9
	1 023	100,0	688	100,0	335	100,0

Quelle: Umweltbundesamt 1991, zit. nach Zweiter Zwischenbericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO₂-Reduktion“ der Bundesregierung (9.12.1991)

Wenn man 1 Prozent der Kohlendioxidemissionen einsparen will ...

Deutschland (Ost und West) emittiert jährlich gut 1000 Mio. t Kohlendioxid. Die Bundesregierung will die Emissionen bis 2005 um 25%, also um gut 250 Mio. t, senken. Die Größe der Aufgabe wird deutlich, wenn man sich vor Augen führt, durch welche – in der öffentlichen Diskussion erwähnten – Maßnahmen jeweils 1% (= 10 Mio. t.) CO₂ vermieden werden könnten. Die Zahlen zeigen zugleich die relative Wirksamkeit der einzelnen Optionen.

Wenn man 10 Mio. t CO₂ vermeiden will, kann man in Deutschland ...

a) eine der folgenden Energie-sparmaßnahmen treffen und damit die Energie-Intensität vermindern:

- 2,7 Mio. von insgesamt rund 7,4 Mio. ölbeheizten Einfamilienhäusern (150 m²) in den alten Bundesländern vom heutigen durchschnittlichen Wärmedämm-Standard auf den Standard für Neubauten nachrüsten oder

- 13 Mio. von insgesamt rund 30 Mio. Pkw in den alten

Bundesländern ersetzen durch solche, die 20% weniger Benzin als heute verbrauchen oder

- alle 27 Mio. Kühlschränke und alle 25 Mio. Waschmaschinen in den alten Bundesländern durch heutige Bestgeräte ersetzen oder
- nochmals so viele Wohnungen wie bisher (2,2 Mio. = rund 8,5% aller etwa 26 Mio. Wohnungen in den alten Bundesländern) mit Fernwärme aus je zur Hälfte kohle- und gasgefeuerten Heizkraftwerken (Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung) an Stelle bisheriger Ölheizungen beheizen oder

- 38 große Steinkohle-Kraftwerke zu je 650 Megawatt (MW) mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 37% ersetzen durch moderne Anlagen mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 42% oder

b) eine der folgenden Substitutions-Maßnahmen treffen und damit die Kohlenstoff-Intensität vermindern:

- neun große Steinkohle-Kraftwerke zu je 650 MW

auf Erdgas umstellen oder

- 56.500 Windkraftanlagen mit durchschnittlich 100 Kilowatt (kW) Leistung betreiben und damit Kohlestrom ersetzen oder
- 5,5 Mio. Einfamilienhäuser mit je 20 m² Solarzellen ausstatten und mit dem von ihnen erzeugten Strom Kohlestrom ersetzen oder
- ein großes Kernkraftwerk mit 1.300 MW Leistung im Grundlastbereich betreiben und damit Kohlestrom ersetzen.

Es ist offensichtlich, daß sich nicht alle diese (theoretischen) Maßnahmen in dem notwendigen Umfang realisieren lassen (jedenfalls bis 2005). So gibt es nicht die notwendige Zahl von Standorten für die Windkraftanlagen, und Erdgas zum Einsatz in Mittellast-Kraftwerken, also auch und gerade im Winter, steht in der erforderlichen Menge nicht zur Verfügung. Strom aus Solarzellen kostet noch mehr als 2 DM je Kilowattstunde.

Prof. Dr. Joachim Grawe □

technik und Wärmeregulierung gut 100 Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden können. Die notwendigen Investitionen seitens der Hausbesitzer von rund 400 Milliarden DM fordern massive Anstrengungen und Investitionsanreize. Weitere CO₂-Minderungspotentiale bestehen in energiebewußtem Umweltverhalten. Im Verkehrsbereich weist die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Schutz der Erdatmosphäre“ darauf hin, daß der Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Endenergie in Nutzenergie bei nur 17 Prozent liegt. Auch hier ließe sich durch weitere technische Verbesserungen von Motoren, durch eine bessere Kraftstoffausnutzung, Energie einsparen. Im Industriebereich gibt es weitere Möglichkeiten der Nutzung von Abwärme.

Zu bedenken ist, daß die technischen Potentiale zur Energieeinsparung theoretische Obergrenzen sind. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen setzen praktische Grenzen, die in jedem Einzelfall anders liegen, weil die Randbedingungen unterschiedlich sind.

Was können die Stromversorger tun?

Auch für die Elektrizitätswirtschaft gilt, daß der sparsame Umgang mit Energie zu den wichtigsten Maßnahmen einer umwelt- und klimaverträglichen Stromversorgung gehört. Dies ist keine neue Erkenntnis. Bereits in der Vergangenheit erzielten die Stromversorger beachtliche Erfolge beim Energie-sparen: So ging von 1950 bis heute der Brennstoffeinsatz für eine Kilowattstunde Strom von 682 auf 349 Gramm Steinkohleinheiten zurück. Die Verluste im Leitungsnetz konnten von 14 auf unter 5 Prozent gesenkt werden.

Der Energieeinsatz der Stromerzeugung trägt nach Angaben des Arbeitskreises Klimafragen der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) zu rund 30 Prozent zur deutschen CO₂-Emission bei. Eine Minderung der CO₂-Emissionen in der Elektrizitätswirtschaft ist vor allem bei einem Rückgang des Einsatzes fossiler Energieträger parallel zu noch besserer Energienutzung (Erhöhung des Wirkungs- und Nutzungsgrades, Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung) und durch den Ausbau CO₂-freier Stromerzeugung (Kernenergie, erneuerbare Energiequellen) zu erreichen. Die deutschen Stromversorger, so der VDEW-Arbeitskreis Klimafragen, sehen es als möglich

an, den Ausstoß von Kohlendioxid bei der Stromversorgung in den alten Bundesländern gegenüber 1988 bis zum Jahr 2005 um rund 25 Millionen Tonnen und bis zum Jahre 2015 um rund 56 Millionen Tonnen zu verringern, wenn bestimmte volkswirtschaftliche und energiewirtschaftliche Prämissen eintreten und bestimmte energiepolitische Entscheidungen getroffen werden:

- der Strombedarf im Jahr 2005 bzw. 2015 nicht höher ist als heute;
- die vorhandenen Kernkraftwerkskapazitäten erhalten bleiben und optimal ausgenutzt werden;
- die technisch-wirtschaftlichen Potentiale der regenerativen Energien soweit wie möglich ausgeschöpft werden;
- die Kraft-Wärme-Kopplung im Rahmen des wirtschaftlich Vertretbaren stark ausgebaut wird und die Fernwärme auf dieser Basis mit durchschnittlich 2 Prozent jährlich weiter zu Lasten von Öl und Gas in den Wärmemarkt eindringt;
- die Verstromung von Öl und Gas nochmals um 2,1 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten (2005) zurückgenommen wird;
- nach der Jahrhundertwende neue Braunkohlekraftwerke mit höherem Wirkungsgrad gebaut werden und dadurch bis 2005 0,7 und bis 2015 5,4 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten weniger Braunkohle in der öffentlichen Elektrizitätsversorgung verfeuert werden;
- die Verstromungsmenge an Steinkohle entsprechend den Laststrukturen im öffentlichen Netz abgesenkt sowie nach der Jahrhundertwende neue Steinkohlekraftwerke mit höherem Wirkungsgrad gebaut und dadurch insgesamt 5,3 Millionen Tonnen (2005) bzw. 10 Millionen Tonnen (2015) Steinkohleeinheiten weniger in der öffentlichen Elektrizitätsversorgung verfeuert werden.

Sollte es jedoch trotz aller Einsparbemühungen zu einem Bedarfswachstum bei Strom kommen, so müßte dieser Anteil, um die Ziele dennoch zu erreichen, CO₂-frei erzeugt werden (regenerative Energien oder/und Kernenergie). Nach vergleichbaren Modellrechnungen für die neuen Bundesländer könnten die CO₂-Emissionen bei der dortigen Stromerzeugung bis 2005 um gut 30, bis 2015 um 35 bis 40 Prozent gesenkt werden.

Insgesamt wäre, so die Prä-

missen eintreffen, eine Reduzierung der CO₂-Emissionen aus dem Bereich der Elektrizitätswirtschaft um gut 20 (2005) bzw. 30 Prozent (2015) zu erreichen. Werte also, die den Zielen der Bundesregierung Rechnung tragen.

Rationelle Energienutzung

Nicht nur die Stromerzeugung, auch die Stromanwendung ist wesentlich rationeller geworden.

Trotz einer wachsenden Ausstattung der privaten Haushalte mit Elektrogeräten ist der Stromverbrauch in diesem Sektor seit einigen Jahren nahezu konstant. Der spezifische Energieverbrauch von Haushaltsgeräten konnte drastisch gesenkt werden.

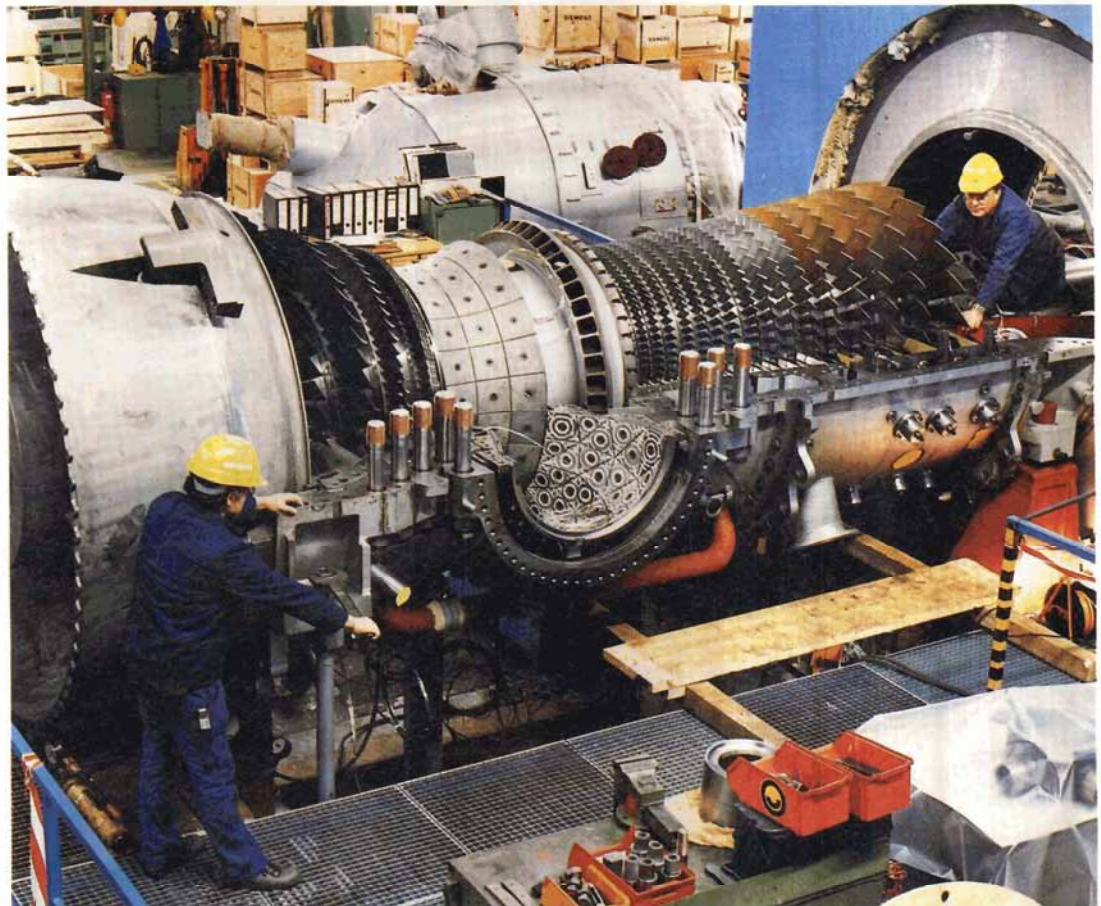
Vor allem zwei Aspekte kennzeichnen den Stromeinsatz in der Industrie: Zum einen steigt der Stromanteil am Endenergieverbrauch. Er lag 1990 mit knapp 28 Prozent um acht Prozentpunkte höher als 1980, zum anderen wird elektrische Energie immer rationeller genutzt: Die jährlichen Zuwachsraten von 1980 bis 1990 waren nur noch etwa halb so hoch wie in den 70er Jahren. In diesen Zahlen schlägt sich nieder, daß der Stromeinsatz je Anwendung sinkt bei gleichzeitig immer



mehr Stromanwendungen. Zahlreiche Beispiele zeigen auch, daß durch elektrische Energie, z. B. in der Steuer- und Regeltechnik, der spezifische Verbrauch von Brennstoffen deutlich verringert werden kann.

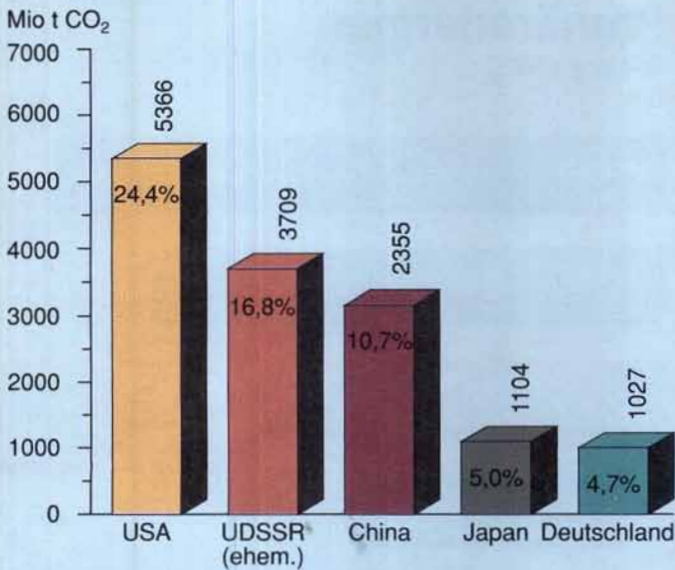
Fortschrittliche Techniken der Kohleverstromung

Westdeutsche Steinkohlekraftwerke erreichen heute einen Netto-Wirkungsgrad zwischen 37 und 42 Prozent. Eine noch bes-



Neue Hochtemperatur-Gasturbine von Siemens für ein GuD-Kraftwerk auf dem Prüfstand. – Die Optimierung von Kraftwerkstechnik spart Energie und reduziert die spezifischen CO₂-Emissionen.

Die größten CO₂-Emittenten der Welt 1989

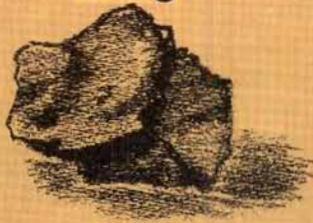


Quelle: BP 1990, Emissionsfaktoren: KFA-Jülich

Steinkohleeinsatz für eine kWh Strom in Deutschland

682 g

349 g



1950



1990

Die Grafik verdeutlicht, in welchem Ausmaß der Brennstoffeinsatz für die Erzeugung einer kWh Strom seit der Nachkriegszeit gesenkt werden konnte.

sere Ausnutzung der eingesetzten Energie ist durch weitere Verbesserung der technischen Auslegung bei Neuanlagen möglich. Die VEBA Kraftwerke Ruhr (VKR) wollen bis 1997 im Gelsenkirchener Ortsteil Heßler ein Kraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 700 Megawatt (MW) errichten, das mit einem Netto-Wirkungsgrad von 45 Prozent arbeiten soll. Im Vergleich zu den älteren Anlagen reduzieren sich der Brennstoffeinsatz für jede Kilowattstunde und damit auch die spezifischen CO₂-Emissionen um gut ein Fünftel.

Eine Erhöhung des Wirkungsgrades kann auch durch kombinierte Gas-Dampfturbinenprozesse mit integrierter Kohlevergasung erzielt werden. Mit der Teilvergasung von Kohle fällt bei diesem Prozeß neben dem Kohlegas, das in einer Gasturbine verfeuert wird, staubförmiger Koks an. Der Koks kann in ei-

nem Dampferzeuger z. B. mit Wirbelschichtfeuerung unter Ausnutzung des Restsauerstoffs und der Restwärme aus dem Gasturbinenabgas verbrannt werden.

Bei der Kohlevollvergasung wird der feste Brennstoff vollständig in brennbare Gase umgewandelt, die in einer Gasturbine mit nachgeschaltetem Abhitzeessel verfeuert werden. Bei beiden Techniken sind Wirkungsgrade bei der Stromerzeugung von 45 bis 47 Prozent zu erwarten. Gegenüber herkömmlichen Kohlekraftwerken könnten Brennstoffeinsparungen und CO₂-Minderungen von rund 20 Prozent erzielt werden. Fachleute erwarten, daß diese Technik bis zur Jahrtausendwende marktreif sein wird.

Gegenüber der reinen Stromerzeugung kann in Heizkraftwerken durch die gemeinsame Erzeugung von Strom und Wär-

me, d. h. durch Kraft-Wärme-Kopplung, der Gesamtwirkungsgrad deutlich erhöht werden. Die energetische Nutzung des Brennstoffs läßt sich im Jahresmittel um rund 20 Prozent steigern. Die in Heizkraftwerken erzeugte Wärme wird vor allem in die Fernwärmenetze eingespeist und tritt auf dem Wärmemarkt in Konkurrenz zum Heizöl und Erdgas. Eine wirtschaftliche Versorgung mit Fernwärme setzt auf Grund der hohen Kapitalintensität der Fernwärmenetze eine hohe Nachfragedichte voraus, die praktisch nur in Ballungsräumen vorhanden ist. Die für die Fernwärmeversorgung geeigneten Gebiete sind in den vergangenen Jahren verstärkt durch Erdgas besetzt worden. Dadurch sind einer weiteren Erhöhung des gegenwärtigen Anschlußwertes der Fernwärmeversorgung in den alten Bundesländern zwar enge Grenzen gesetzt, dennoch ist ein Ausbau durchaus möglich. In den neuen Bundesländern gilt es, die zum Teil desolate Fernwärmeversorgung zügig zu sanieren und gegebenenfalls neue Ballungszentren zu erschließen.

Kernenergie

Eine unvoreingenommene Diskussion möglicher Beiträge zur Lösung des CO₂-Problems kann die Kernenergie nicht außer acht lassen. Immerhin trägt Uran heute mit knapp 10 Prozent zur Primärenergieversorgung in Deutschland bei. Kernkraftwerke sind mit rund 32 Prozent an der öffentlichen Stromversorgung beteiligt. Durch ihren Einsatz konnten 1990 rund 150 Millionen Tonnen Kohlendioxid vermieden werden. Müßte der nuklear erzeugte Strom durch Steinkohle ersetzt werden, würde dies die CO₂-Emissionen in der Bundes-

Kosten der CO₂-Reduktion

Diese auf deutsche Verhältnisse für das Jahr 2005 bezogene Tabelle zeigt für einige Maßnahmen die Kosten in DM, die entstehen, um die Freisetzung von jeweils einer Tonne CO₂ zu vermeiden. Sie beruht auf Abschätzungen des Instituts für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung an der Universität Stuttgart aus dem Jahr 1991.

Bei drei der Maßnahmen entstehen keine Kosten, es kann sogar Geld gespart werden – zusätzlich zur CO₂-Reduktion. Dies zeigt das Minuszeichen an, auf der anderen Seite sind z. T. erhebliche Investitionen erforderlich.

Maßnahme-Kosten in DM/t CO₂

Wärmedämmung:

Schwedenstandard	0 bis + 90
Niedrigenergiehaus	+220

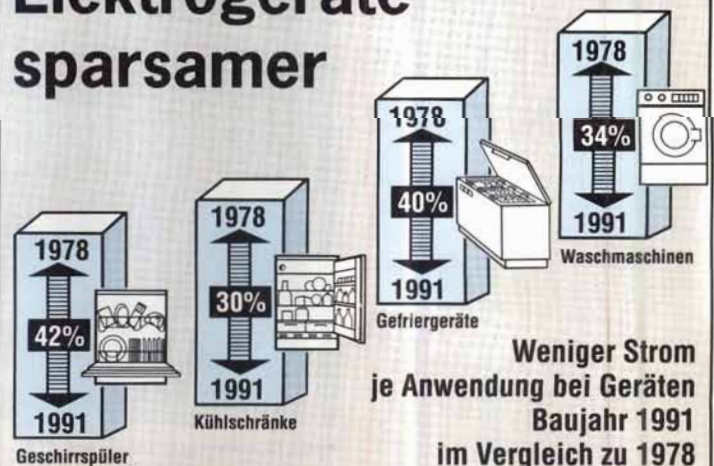
Stromerzeugung, Ersatz von:

- Braunkohle durch Erdgas	+ 23
- Steinkohle durch Erdgas	+ 11
- Braunkohle durch Kernenergie	- 5
- Steinkohle durch Kernenergie	- 10
- Kohle durch Windenergie	+ 40 bis +150
- Kohle durch Photovoltaik	+220 bis +290

Sonstige:

- Wasserstoff als Substitut für Kohle, Öl und Gas	+300 bis +530
---	---------------

Elektrogeräte sparsamer



Weniger Strom je Anwendung bei Geräten Baujahr 1991 im Vergleich zu 1978

republik um knapp 15 Prozent erhöhen. Weltweit trägt die Kernenergie mit 1,6 Milliarden Tonnen bzw. rund 7 Prozent zur Vermeidung von Kohlendioxid bereits heute bei.

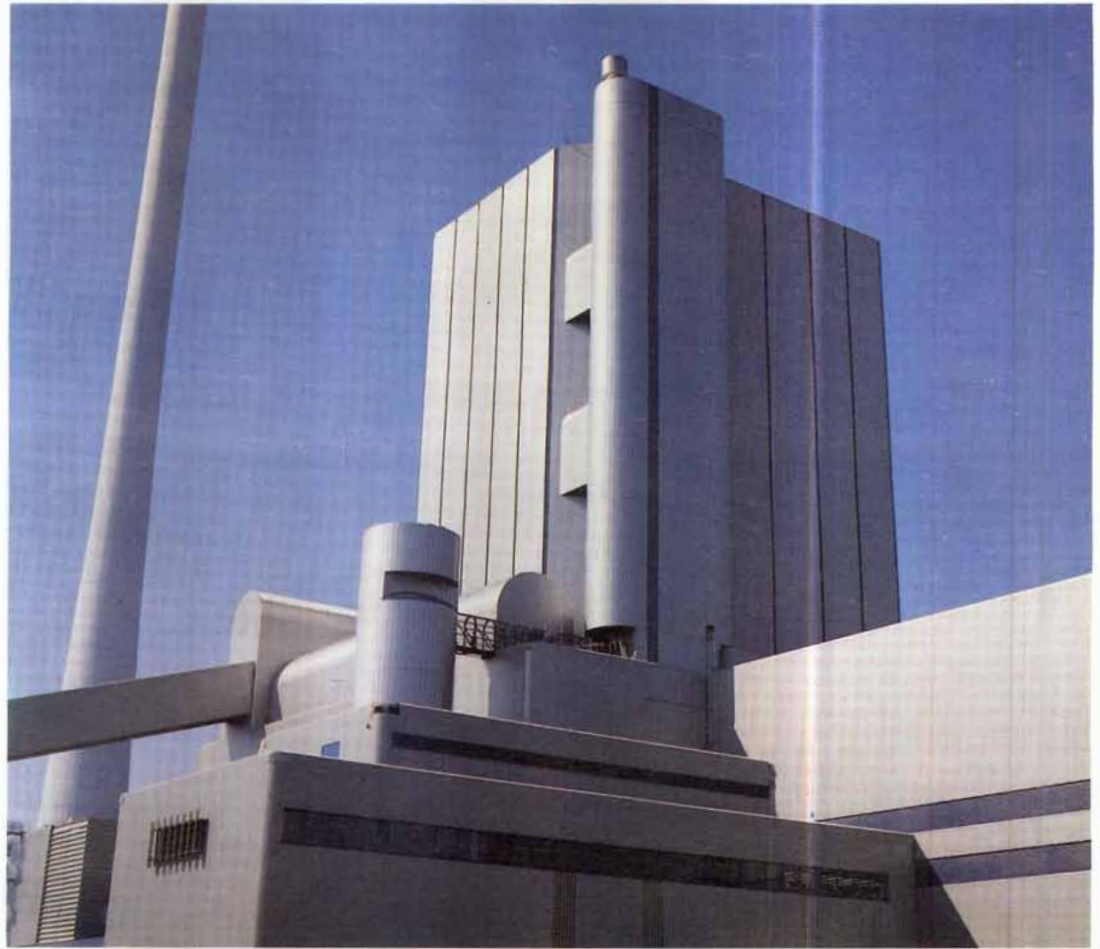
Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energiequellen wie Sonne, Wind und Wasser nehmen in der energiepolitischen Diskussion einen breiten Raum ein. Für viele Menschen sind sie Hoffnungsträger einer umwelt- und sozialverträglichen Energieversorgung. Nicht immer bestehen jedoch klare Vorstellungen über den möglichen Beitrag, den sie zur Energie- und Stromversorgung leisten können.

Erneuerbare Energien werden zum überwiegenden Teil von den deutschen Stromversorgern erschlossen und decken mehr als 4 Prozent des Stromverbrauchs aus dem öffentlichen Netz. Das entspricht einem Versorgungsbeitrag von etwa 7 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten, mit dem knapp 20 Millionen Tonnen Kohlendioxid vermieden werden.

Bedeutendster Energieträger unter den „Regenerativen“ ist die Wasserkraft: Sie deckt 83 Prozent des Stroms aus erneuerbaren Energien. Das Wasserkraftpotential ist in Deutschland heute weitgehend ausgeschöpft.

Sonnen- und Windenergie tragen in geringerem Maße zur Stromversorgung bei, obwohl gerade in den letzten Jahren eine Vielzahl von Projekten realisiert werden konnte: Man denke an die in Norddeutschland errichteten Windparks, an die zahlrei-



Heizkraftwerk Altbach/Deizasau am Neckar. Durch die gemeinsame Erzeugung von Strom und Wärme kann der Gesamtwirkungsgrad deutlich erhöht werden.

chen Photovoltaik-Anlagen an verschiedenen Standorten unseres Landes und an die Solar-Wasserstoff-Anlage in der Oberpfalz, um nur einige Beispiele zu nennen.

Trotz aller Anstrengungen der Elektrizitätswirtschaft auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien und öffentlicher Förderung von Privat-Anlagen muß davon ausgegangen werden, daß „die



Modellhaus mit transparenter Wärmedämmung in Freiburg: Mit Niedrigenergiehäusern und optimaler Wärmedämmung läßt sich der Energiebedarf für Gebäudeheizung bis zu 85 Prozent reduzieren; damit natürlich auch die spezifische Kohlendioxidemission.

Mit neuen Häusern CO₂-Ausstoß senken

Ein kürzlich abgeschlossener Architektenwettbewerb „Wohnen 2000“ der RWE AG und des Wirtschaftsmagazins Capital zeigte, daß in Neubauten Energieeinsparungen – gegenüber Häusern, gebaut nach geltender Wärmeschutzverordnung – von bis zu 85% möglich sind. Die Baukosten liegen nur 6 bis 8% höher.

Die sichtbar gewordenen Einsparpotentiale dürften sicher auch Anhaltspunkte für die von der Bundesregierung angekündigte Novellierung der Wärmeschutzverordnung geben. Mit schärferen Grenzwerten soll der Kohlendioxidausstoß beim Heizen bis 2005 um ein Drittel gesenkt werden.

Diskutiert werden dabei bisher bei Neubauten Vorgaben für einen jährlichen Heizwärmeverbrauch von weniger als 100 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (kWh/m² Jahr). In Schweden gilt seit 1991 ein Grenzwert von 70 kWh/m² Jahr. Das entspricht 7 l Heizöl.

Für die Erschließung des CO₂-Minderungspotentials im Gebäudebestand von jährlich rund 100 Mio. Tonnen müssen nach Berechnungen der Bundesregierung bis zum Stichjahr insgesamt etwa 350 bis 400 Mrd. DM in den alten und neuen Bundesländern investiert werden. □



Windpark Westküste am Kaiser-Wilhelm-Koog. Bildmitte: Großwindanlage mit einer Leistung von 1,2 MW. Inbetriebnahme 1991.

Regenerativen" auf absehbare Zeit nur einen relativ bescheidenen Beitrag zur Energie- und Stromversorgung leisten können. Zu diesem Schluß kommt unter anderem eine Studie des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung und des Fraunhofer Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung aus dem Jahr 1991. Danach können erneuerbare Energiequellen bis zum Jahre 2000 einen Beitrag von rund 16 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten leisten. Das sind grob gerechnet gut 3 Prozent des für das Jahr 2000 zu erwartenden Primärenergieverbrauchs in Deutschland. Für den Bereich der Stromversorgung wird sich der Anteil erneuerbarer Energien im Jahre 2000 auf gut 5 Prozent belaufen.

(vgl. StromTHEMEN extra Nr. 52)
Dieser relativ bescheidene Beitrag ergibt sich aus den verhältnismäßig hohen Kosten der Energiebereitstellung. Mittels Solarzellen hergestellter Strom kostet in der Bundesrepublik zur Zeit etwa zwei Mark je Kilowattstunde, und auch Strom aus Windenergie ist im Vergleich zu Kohle- und Kernenergiestrom deutlich teurer. Zumindest für photovoltaisch erzeugten Strom wird sich an dieser Kostenschere

mittelfristig nicht viel ändern. Darüber hinaus weisen Solar- und Windkraftanlagen einige physikalisch-technische Nachteile auf, die einer breiten Anwendung zuwiderlaufen: Sie sind sehr material- und flächenintensiv. Um zum Beispiel die elektrische Arbeit eines 1300-MW-Kernkraftwerks durch photovoltaische Anlagen zu leisten, wird nach heutigem Stand der Technik in unseren Breiten eine Fläche von über 100 km² benötigt. Eine weitere naturgegebene Begrenztheit ist offensichtlich: Der Wind bläst leider nicht regelmäßig, und die Sonne scheint auch nicht ständig. Diese Energiequellen ersetzen damit lediglich Brennstoff, nicht aber installierte Kraftwerksleistung. Um eine jederzeit sichere Stromversorgung zu garantieren, müssen entsprechende Kapazitäten von Kohle- und Kernkraftwerken vorgehalten werden.

Fazit

Ohne ein weltweit abgestimmtes Verhalten werden die Ziele der Weltklimakonferenz, die CO₂-Emissionen zu verringern, kaum zu erreichen sein. Prognosen der Weltenergiekonferenz in Montreal vom September 1989 gehen

davon aus, daß der Weltenergieverbrauch in den nächsten 30 Jahren um mehr als die Hälfte steigen wird. Wenn auch zukünftig der Weltenergiebedarf überwiegend durch fossile Brennstoffe gedeckt würde, hätte dies einen dramatischen Anstieg von Kohlendioxid in der Atmosphäre zur Folge.

Vor diesem Hintergrund gilt es, mit den fossilen Energien so sparsam wie möglich umzugehen und trotz steigenden Weltenergiebedarfs den Einsatz zu reduzieren. Die erneuerbaren Energien und die Kernenergie, eine stetige Optimierung der bestehenden Kraftwerkstechnik und eine noch rationellere Energienutzung können gemeinsam einen beachtlichen Beitrag zur Lösung des Klimaproblems leisten. Auch Möglichkeiten des Ersatzes CO₂-reicher Energieträger durch CO₂-ärmere sollten Berücksichtigung finden.

Wer die Gefahr einer Klimakatastrophe ernst nimmt, darf Lösungsansätze nicht länger gegeneinander ausspielen. Ein Denken in Entweder-Oder-Kategorien (Kernenergie oder Energiesparen, Kernenergie oder erneuerbare Energien usw.) ist wenig geeignet, um diesem Menschheitsproblem

wirkungsvoll zu begegnen. Es kommt aber darauf an, auch die übrigen anthropogen verursachten Klimagase soweit und so schnell wie möglich zu reduzieren. □

Herausgeber:  IZE

Informationszentrale der
Elektrizitätswirtschaft e.V.
Postfach 70 05 61
6000 Frankfurt/M. 70
Telefon: (0 69) 63 04-379
Telefax: (0 69) 63 04-387

2. aktualisierte Auflage

Redaktion:
Gerhard Holm, Volker Karow

Gestaltung: HWL & Partner Design,
Frankfurt

Satz und Lithos: v. Oertzen,
Frankfurt

Druck: Bender, Kelkheim

ISSN 0177-3925

Fotos und Grafiken:
E. Bach, G. Gerst, G+J, Fraunhofer
Institut für solare Energiesysteme,
Siemens, PreussenElektra AG,
v. Oertzen, VDEW, IZE

Das StromBASISWISSEN
wird auf chlorfrei ge-
bleichtem Papier gedruckt

