

II. DAS JAHRHUNDERT DER ENTDECKUNGEN: 1. *Neue Energien* (52/1998);
2. *Freud und die Erforschung des Ich* (53/1998); 3. *Aufbruch in den Weltraum* (1/1999);
4. *Die gentechnische Revolution* (2/1999)



Atomkraftwerk Biblis, Solarzellen in Andalusien, Ölförderung in Baku, Wasserkraftwerk am Columbia-River in Oregon (USA)

DAS JAHRHUNDERT DER ENTDECKUNGEN

Neue Energien

Kohle und Öl entfesselten die Produktivkräfte der Industriegesellschaft. Als Umweltschäden und Ölkrisen zum Sparen zwangen, schien die Atomkraft ein neues Zeitalter zu verheißen. Tschernobyl beendete es. Nun hofft die energiedurstige Welt auf die regenerierbaren Kraftquellen: Sonne, Wasser, Wind, Biomasse.

Der teure Fortschritt

Von Fritz Vahrenholt

Spiegel des 20. Jahrhunderts

Ein Gesellschaftsspiel, das Anfang der sechziger Jahre auf den bundesdeutschen Markt kam, hieß „Öl für uns alle“. Mit Würfeln und Spielfiguren – noch stand kein Computer im Kinderzimmer – sowie einer geschickten Strategie galt es, Ölfelder zu erschließen, Bohrrechte zu sichern und Profite einzufahren.

Öl, so wollte das Spiel suggerieren, ist ein besonderer Saft, den fürsorgliche Unternehmen für „uns alle“ – die Menschen in der westlichen Welt – unablässig zu sichern bemüht sein müssen, bei Strafe von Wohlstandsverlust und Stillstand.

Ende 1973 trat der Stillstand ein, plötzlich und trotz allem unerwartet. Ein paar bange Sonntage lang lagen die westdeutschen Autobahnen verödet und irgendwie sinnlos da, mußten Fußballmannschaften per Fahrradkonvoi zum Auswärtsspiel und Jugendliche zu Fuß in die Disco. Kanzler Willy Brandt hatte ein Sonntagsfahrverbot verfügt, nachdem die Organisation erdölexportierender Länder (Opec) ihr Angebot marktwidrig, aber wirksam verknappt und dramatisch verteuert hatte.

Danach war nichts mehr wie vorher. Die „Ölkrise“, in Wahrheit eine Preis- und Versorgungssicherheitskrise, hat sich ihren Platz in der Energiegeschichte dieses Jahrhunderts gesichert, als eines der vier großen Menetekel – neben dem unaufhaltsamen Abstieg des europäischen Kohlebergbaus, der einst die industrielle Revolution auf Dauer zu sichern schien; dem Aufstieg und Fall des Vertrauens in die Kernenergie-Nutzung als technologischer Alternative zur fossilen Verbrennung; und der jüngsten und vielleicht folgenschwersten Entwicklung, nämlich der drohenden Klimaveränderung mit ihren kaum absehbaren Folgen. Aus dieser vierdimensionalen Problemlage wächst der Menschheit an der Schwelle zum nächsten Jahrhundert die Aufgabe zu, den Umstieg auf eine andere zukunftsfähige Energiebasis möglich und real werden zu lassen.

Hundert Jahre zuvor hätte sich niemand träumen lassen, daß Öl der Stoff werden würde, der das 20. Jahrhundert in Bewegung setzt. Die Einführung der Petroleumlampe in den USA in der Mitte des 19. Jahrhunderts führte zu einem ersten Ölboom, in dessen Folge John D. Rockefellers Standard Oil bis zur Entflechtung im Jahre 1911 zum mächtigsten Ölimperium aufstieg.

Denn Rockefeller organisierte nicht nur die Förderung des Öls, sondern auch die Verarbeitung zu Petroleum, den Transport sowie den Verkauf an den Endverbraucher. Petroleum als Lampenöl war begehrt und schaffte Licht in den amerikanischen Bürgerstuben. Die weltweit 5000 bis 6000 Todesfälle im Jahr durch Explosions- und Verbrennungsunfälle hielten den Siegeszug der Petroleumlampe auch in Europa und Rußland nicht auf.

Fast zur gleichen Zeit entstand am Kaspischen Meer in Baku ein weiteres Ölimperium, von den schwedischen Brüdern Robert und Ludwig Nobel und der Familie Rothschild entwickelt. Kurz vor der Jahrhundertwende erwarb Marcus Samuel, Sohn eines Muschelhändlers, die Rechte, das Baku-Petroleum „östlich von Suez“ zu vermarkten. Die weltweit

Zinnblech-Kanister einen Großteil des Marktes in ganz Asien erobert.

Doch so schnell der Boom für Licht aus Petroleum und Gas sich ausbreitete, so schnell war er auch wieder vorbei. Thomas Alva Edisons Glühlampe aus dem Jahr 1879 lieferte die Leuchtkraft von 16 Kerzen, und schon 1902 waren 18 Millionen Glühbirnen in Amerika installiert. Die neue Technologie eroberte in kurzer Zeit die großen Städte, in Berlin so schnell und so gründlich, daß die Stadt den Beinamen Elektropolis bekam. Kohle, bis zu dieser Zeit eingesetzt als Heizenergie und zur Krafterzeugung in Dampfmaschinen, sollte die nächsten 50 Jahre der Grundstoff für das anbrechende Zeitalter der Elektrizität werden.

Es war das erste und noch nicht letzte Comeback der Kohle, dieser fossilen Bewahrerin der Energie aus versunkenen Wäldern, über der in Nordfrankreich und Südwales, am Missouri und an der Saar, in Belgien und Böhmen, nicht zuletzt im preußisch-deutschen Ruhrgebiet neue Wälder aus Fördertürmen wuchsen mit mächtig expandierenden Industrien um sie herum.

Mit der Kohle hat in gewisser Weise alles begonnen. Nicht von ungefähr ist sie umgangssprachlich zum Synonym für Geld geworden, den anderen großen Energieträger des Kapitalismus. Erst beider Zusammenwirken entfesselte die Produktivkräfte wirklich und ließ die Industriegesellschaften Europas und Nordamerikas ins 20. Jahrhundert dampfen.

Eine Viertelmillion Bergarbeiter förderten im Ruhrrevier um die Jahrhundertwende aus 170 Schachtanlagen mehr als 60 Millionen Tonnen Steinkohle jährlich. Noch erfolgte der Abbau ausschließlich im Handbetrieb, und der Steinstaublunge fielen allein im westdeutschen Bergbau seit der Anerkennung als Berufskrankheit 1929 bis in die fünfziger Jahre mehr als 30 000 Bergleute zum Opfer. Grubenunglücke mit zahllosen getöteten Bergleuten sind bis in unsere Zeit die – zwischendurch meist verdrängte – Begleiterscheinung des Kohleabbaus geblieben. Bei alledem gab es relativ frühzeitig warnende Stimmen.

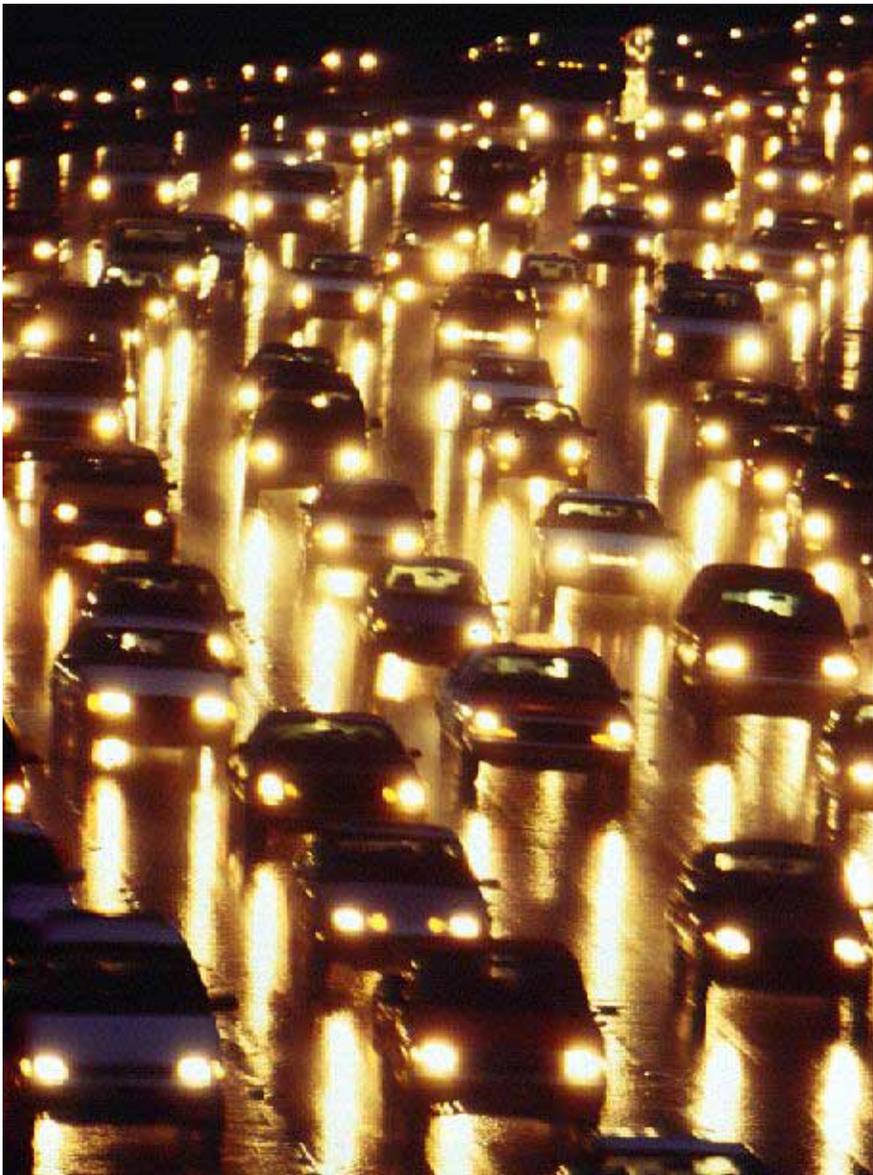
„Bei den gewaltigen und wachsenden Angriffen auf unsere Kohlenbestände“, so 1891 der preußische Staatssekretär Heinrich von Stephan, „sieht man sich ernstlich vor die Frage gestellt, ob denn nicht bei Umsetzung der Verbrennungswärme in



Werbeplakat (um 1900)
Vom Gaslicht zur Elektropolis

vertriebenen blauen Petroleumkanister der Standard Oil bekamen Konkurrenz in Asien.

Samuel verschaffte sich einen Wettbewerbsvorteil, er ließ Tanker bauen, anstatt Kanister zu transportieren. Der erste Tanker, der den Suezkanal 1892 durchquerte, war die „Murex“, nach einer Muschel getauft. Schon bald hatten die leuchtendroten



Verkehrsstau auf der Autobahn: Atmosphäre vergiftet

TONY STONE



Ölpest in Alaska*: Küsten verseucht

ATLAN / SYGMA

Elektrizität ein größerer Nutzeffekt erzielt, mit anderen Worten der Kohlenverbrauch verringert werden kann. Denn bis wir dahin gelangen, an Stelle der in früheren geologischen Epochen aufgespeicherten Sonnenwärme vielleicht die Sonnenwärme unserer Tage direkt oder eine andere Kraft als Energiequelle verwenden zu können, wird wohl noch geraume Zeit vergehen.“

Auch die Befürchtung, daß die Zunahme der Kohlendioxidmenge in der Atmosphäre als Nebenergebnis der Kohleverbrennung zu einer weltweiten Erwärmung führen könnte, wurde bereits um 1890 geäußert. Doch nicht nur die Industrie, auch Ausbau und Betrieb der kaiserlichen Kriegsflotte und der übrige Rüstungsweltlauf zu Zeiten des Imperialismus verzehrten – keineswegs nur in Deutschland – Unmengen von Treibstoff und überhaupt Energie. Ohne Kohle kein Feuer, ohne Feuer kein Dampf in des Kaisers (des Königs, Zaren, Präsidenten) Kesseln.

Eine andere gewaltige technologische Entwicklung verschaffte dem bislang eher als Abfall betrachteten Benzinanteil des Öls eine ungeahnte Nachfrage: das Automobil. Noch 1900 brauchte ein Vier-PS-Daimler von Berlin nach Paris siebeneinhalb Tage – mit Übernachtung, Benzinbeschaffung und Pannen. Aber in der ersten Dekade des neuen Jahrhunderts setzten sich benzingetriebene Automobile von Benz, Daimler und Diesel in Deutschland sowie von Henry Ford in den USA gegen die Konkurrenz der dampf- und batteriegetriebenen Kraftwagen durch.

Die Zulassungen in den USA stiegen von 8000 im Jahre 1900 auf 900 000 im Jahre 1912. Die Ölkonzerne stellten sich von Lampenöl auf die Produktion und den Vertrieb von Benzin und Schmierstoffen um. Der Kraftfahrer tankte aus Fässern bei Apotheken und Drogerien oder füllte selbst aus Kanistern ab. Und es dauerte immerhin noch bis zum Jahre 1922, bis die erste deutsche Tankstelle von Olex, der Verkaufsorganisation der Deutschen Erdöl AG (Dea), in Berlin-Schöneberg eröffnete.

Die 1000. Tankstelle steht bereits 1925, und ein Jahr später wird der Benzinpreis in Deutschland von Kilogramm auf Liter umgestellt.

Aber erst in der Wirtschaftswunderzeit der fünfziger Jahre setzte die Massenmotorisierung in der Bundesrepublik ein. 1958 waren drei Millionen Pkw zugelassen. 1967 wurden elf Millionen, 1998 rund 42 Millionen erreicht.

Erdöl revolutionierte den Verkehr und brachte die Völker zueinander. Es war aber auch Ursache von Kriegen und ermöglichte zugleich neue Methoden der Kriegführung, die in ihrem räumlichen Ausmaß

* Nach der Havarie des Supertankers „Exxon Valdez“ 1989.



Thyssen-Stahlwerk in Duisburg: Politik der hohen Schornsteine

in der Geschichte zuvor unbekannt waren: Weltkriege.

Der Zweite Weltkrieg wäre viel früher beendet gewesen, wenn dem NS-Regime nicht die in den zwanziger Jahren großtechnisch eingeführten Hydrier- und Syntheseverfahren von Bergius und Pier sowie Fischer und Tropsch zur Herstellung von Benzin aus Kohle Hoffnung auf Autarkie gemacht hätten. Anfang 1944 besaß das Deutsche Reich 17 Hydrierwerke mit einer Erzeugung von 3,3 Millionen Tonnen Treibstoffen und neun Fischer-Tropsch-Synthese-Anlagen mit einer Produktionsleistung von fast 500 000 Tonnen Treibstoff. Nur in Diktaturen, die vom Weltmarkt abgeschottet waren, wurde Benzin aus Kohle gewonnen: nach dem „Dritten Reich“ in der DDR und in Südafrika.

In der neuen Bundesrepublik war derlei Umwandlung nicht nötig und die Rollenverteilung klar: Das Benzin kam aus der Zapfpistole und der Strom aus der Steckdose, beides in ausreichender Menge und immer preisgünstiger. Zwar wurde Strom auch bereits aus Öl und Gas hergestellt, aber trotz rasant zunehmender Motorisierung deckte 1953 allein die Steinkohle noch 73 Prozent des Primärenergiebedarfs in Westdeutschland.

Vier Jahre später erreichte die Beschäftigtenzahl im Pütt nie wiederkehrende Rekordhöhen: über 540 000 insgesamt,

davon 360 000 unter Tage. Fördermenge: 134 Millionen Tonnen allein in Nordrhein-Westfalen.

Wenig später hatte Brandt bereits den „blauen Himmel über der Ruhr“ als Vision höherer Lebensqualität heraufbeschworen. Das traf in zweierlei Hinsicht den Nerv der westdeutschen Industriegesellschaft, die einerseits die ökologische Schattenseite des Wachstums zu spüren begann, andererseits ökonomisch unter der schwelenden Absatzkrise der heimischen Kohle litt.

Die heraufziehende Dauerstrukturkrise des deutschen Kohlebergbaus wurde durch eine Reihe politischer Eingriffe (Importzölle, Heizölsteuer, 1. bis 3. Verstromungsgesetz mit „Jahrhundertvertrag“ und „Kohlepfennig“ sowie „Hüttenvertrag“ mit Gründung der Ruhrkohle AG) abgemildert, aber letztlich doch nicht überwunden.

Ursachen waren steigende Importe, namentlich aus Amerika, bei sinkendem Absatz, der wesentlich durch die abflauende Stahlkonjunktur in der Montanunion bedingt war. Hinzu kam das Vordringen der „sauberen“, vor allem aber billigeren fossilen Energieträger Öl und Gas.

Immerhin gelang es auf diese Weise, den Anteil der Steinkohle an der Stromerzeugung – 1975 auf dem historischen Tiefstand von unter 25 Prozent – binnen der folgenden zehn Jahre wieder auf fast ein Drittel zu bringen und dort zu stabilisieren.

„Viele kleine Kohlekraftwerke an den Stadträndern“, natürlich mit Kraft-Wärme-Kopplung und Wirbelschichtfeuerung, forderten die Journalisten Harald Breuer und Jens R. Prüß 1980. Und tatsächlich wurden als Reaktion auf die Parolen der Umweltbewegung („Entschwefeln statt schwafeln“) an verschiedenen Orten Kohlekraftwerke mit höheren Wirkungsgraden und fast perfekter Rauchgasreinigung in Betrieb genommen.

Das war bitter nötig, denn seit Beginn der achtziger Jahre bewegte die Deutschen das Thema „Saurer Regen“ und vor allem dessen sichtbare Auswirkung: das „Waldsterben“. Daß die fortwährenden Einträge von Luftschadstoffen in den Boden die Vegetation (und die Menschen) schädigten, war lange bekannt; im Ruhrgebiet hatte eine Kommission schon 1926 empfohlen, widerstandsfähigere Baumarten anzupflanzen.

Die sogenannte Politik der hohen Schornsteine, durch die Schadstoffe aus Kraftwerken und Industrieschlotten nicht zurückgehalten, sondern weiträumig verteilt wurden, brachte auch in Deutschland sichtbar zum Ausdruck, daß das Problem erkannt, jedoch an keiner Wurzel gepackt war.

Erst die Schreckensbilder von großflächig entnadelt Waldstücken in den Kammlagen einiger Mittelgebirge und die Furcht, so könnte die Zukunft von Harz, Spessart und Schwarzwald aussehen, rüttelten das Volk

vorübergehend auf und ließen bislang unbeachtete Kassandrarufer aus der Forstwirtschaft endlich Gehör finden.

Verantwortlich für die Waldschäden war in erster Linie die Berieselung mit Schwefeldioxid (SO₂) und Stickoxiden (NO_x), also mit Umwandlungsprodukten bei der fossilen Verbrennung, über den Luftpfad aus Feuerungs- und Auspuffanlagen.

Die Verursacher mußten reagieren, und gegen viele Unkenrufe bewies die Industriegesellschaft, daß sie sich doch noch auf einem entscheidenden Gebiet ökologisch zu modernisieren verstand.

Zwar blieb die „Tempo 100“-Debatte unmittelbar erfolglos, aber indirekt nicht folgenlos: Auf den Bleifuß mochte der deutsche Autofahrer nicht verzichten, doch das Blei wurde dem Benzin entzogen, und im Zusammenspiel mit der Einführung des Katalysators gelang eine spürbare Entgiftung des Straßenverkehrs.

Auch die Umrüstung der westdeutschen Kohlekraftwerke ist weitgehend gelungen. Die Großfeuerungsanlagen-Verordnung (1984) und die TA Luft (letzte Fassung 1986) sind keine folgenlosen Papiere geblieben, obwohl dies vielfach vorausgesagt wurde. Sie haben bundesweit zu einer umfassenden Verbesserung der Luftsituation geführt. Dies gilt für alle Parameter, und es gilt gerade auch in Ballungsgebieten. Noch nie in diesem Jahrhundert war die Luft in den bundesdeutschen Städten sowenig belastet wie heute. Nach Aufhebung der Wintersmogverordnung in den neunziger Jahren kann die Sommersmogverordnung in den nächsten Jahren aufgehoben werden.

Die teure und schmutzige Kohle konnte da nicht mehr mithalten – zumal sich der „saubere“ Nimbus einer ganz neuen Art von Stromerzeugung entfaltete.

Nachdem Präsident Dwight D. Eisenhower vor der Uno-Vollversammlung im November 1953 die Parole „Atoms for Peace“ verkündet hatte, waren es vor allen Dingen deutsche Wissenschaftler, allen voran der Nobelpreisträger Werner Heisenberg, die von Bundeskanzler Konrad Adenauer den Bau eines Reaktors forderten als „erste Etappe eines deutschen Atomprogramms“. Die Beendigung des Besatzungsregimes am 5. Mai 1955 schuf dann die Voraussetzung für einen eigenständigen Weg der Kernenergieentwicklung in Deutschland. Ein Jahr später wurden die Kernforschungszentren in Geesthacht, Jülich und Karlsruhe gegründet, begleitet von euphorischer Begeisterung für die Atomenergie in der deutschen Öffentlichkeit: das Atomzeitalter als Verheißung.

Otto Hahn und Adenauers Atomminister Franz Josef Strauß schrieben die Ge-

leitworte zu dem Buch „Wir werden durch Atome leben“. Es gab einen Atomplan der SPD, wonach die Kernenergie „den Beginn eines neuen Zeitalters für die Menschheit“ einläutete. Sogar der Philosoph Ernst Bloch begeisterte sich im „Prinzip Hoffnung“, daß „einige hundert Pfund Uranium und Thorium ausreichen würden, die Sahara und die Wüste Gobi verschwinden zu lassen, Sibirien und Nordamerika, Grönland und die Antarktis zur Riviera zu verwandeln“.

Den breiten Konsens aller gesellschaftlichen Kräfte bremste nur die Energiewirtschaft. Der technische Vorstand von RWE, Heinrich Schöller, warnte vor „Atomhysterie“ und meinte damit den Überreiz zugunsten der Kernenergie. Auch das Bayernwerk fand keinen Gefallen am ersten Großprojekt Gundremmingen. Die Zu-

Dieser HTR wurde in Deutschland von dem Aachener Atomphysiker Rudolf Schulten entworfen und konnte aufgrund seiner kugelförmigen Brennelemente aus Thorium und Uran sehr hohe Gastemperaturen – um 1000 Grad Celsius – erzeugen. Er war somit prädestiniert für die chemische Prozeßtechnik der Kohlevergasung und als Heizreaktor.

Und unbestritten waren die Vorzüge des HTR, der neben seiner inhärenten Sicherheit, der Abkopplung vom Plutoniumkreislauf, die Interessen der Kohle berücksichtigte. „Kohle und Kernenergie“ war zwar noch 1976 das Motto einer Großdemonstration im Dortmunder Westfalenstadion, an der 25 000 Betriebsräte und Beschäftigte der Energiewirtschaft und Bundeskanzler Helmut Schmidt teilnahmen.



Baumsterben im Schwarzwald: „Entschwefeln statt schwafeln“

rückhaltung der Energiekonzerne wurde unterstrichen durch die Stromerzeugungskosten des ersten amerikanischen Kernkraftwerks Shippingport, die zehnmal so hoch waren wie Kohlestrom.

Die vergleichsweise späte Entwicklung der Kernkrafttechnologie in Deutschland führte zu einer Übernahme der amerikanischen, mittlerweile gegenüber Kohle- und Ölkraftwerken wettbewerbsfähigen Leichtwassertechnologie. Das Zweite Deutsche Atomprogramm von 1963 legte nicht nur den Bau des ersten kommerziellen Leichtwasserreaktors in Gundremmingen fest, sondern prägte auch die zukünftige Reaktorentwicklung vor: den Schnellen Brüter und den Hochtemperaturreaktor (HTR).

Doch als 1985 der erste Reaktor in Hamm-Uentrop schließlich ans Netz ging, hatten sich die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen grundlegend verändert. Nach der Katastrophe von Tschernobyl am 26. April 1986 war die Akzeptanz für nukleare Technologien im westlichen Teil Deutschlands bereits so gering geworden, daß anfängliche Schwierigkeiten des HTR zum Vorwand genommen wurden, um den Reaktor 1989 endgültig stillzulegen.

Aber auch die Einführung des Leichtwasserreaktors hatte sich bereits in den sechziger Jahren verzögert. Das in dieser Zeit rasch vordringende Erdgas besetzte den Platz, den Kohle und Öl frei machten und auf den die Kernenergie spekuliert

„Bis wir dahin gelangen, die Sonnenwärme unserer Tage als Energiequelle zu verwenden, wird wohl noch geraume Zeit vergehen“

HEINRICH VON STEPHAN, PREUSSISCHER STAATSSSEKRETÄR

hatte. Die Atomindustrie um Siemens und AEG drohte, sie werde die Reaktorbaugruppen auflösen, „wenn es nicht sehr bald zur Bestellung mehrerer Kernkraftwerke“ kommen würde.

Und wieder war es die RWE, die mit dem Hinweis auf eigene günstige Braunkohlekapazitäten in einem Memorandum Bedingungen stellte, worunter jetzt besonders die Forderung „Schluß mit der Erdgas-Propaganda“ auffiel. Ein wesentlicher Grund für den Bremsversuch war jedoch, daß mit der Kernkraft die Aussicht auf eine revierunabhängige Stromerzeugung in Süddeutschland und an der Unterelbe möglich wurde.

So erklärt sich auch die Stellungnahme des damaligen Bundesforschungsministers Gerhard Stoltenberg, wonach die RWE-Position zeige, „wie sehr sich die privatwirtschaftlichen Interessen des RWE von dem von der Bundesrepublik Deutschland zu vertretenden volkswirtschaftlichen Gesamtinteresse unterscheiden“.

Der Versuch der RWE im Januar 1969, sich durch den Erwerb eines Anteils der Gelsenberg AG Zugang zu libyschem Öl zu verschaffen, scheiterte, weil im gleichen Jahr Oberst Gaddafi in Libyen putschte. Diese Rahmenbedingungen und Heinrich Mandel, ein Mann, der sein Wirken bei RWE ganz und gar in den Dienst der Kernenergie stellte, waren ausschlaggebend, daß kurze Zeit später RWE auf Kernenergiekurs einschwenkte. 1969 gab das Unternehmen den Auftrag für den Bau des 1200-Megawatt-Meilers von Biblis A. Dem Historiker Joachim Radkau zufolge war damit „der Bann um die Kernenergie gebrochen“.

Das Energieprogramm der Bundesregierung vom September 1973 forderte – es waren schon über 7000 Megawatt in Betrieb oder im Bau – als Minimalziel die Installation einer Kapazität von 18 000 Megawatt bis 1980 und von 40 000 Megawatt bis 1985. Als kurz darauf, infolge des Jom-Kippur-Kriegs, die erste Ölkrise ausbrach, wurde dies noch einmal nach oben korri-



Protest vor dem Atomkraftwerk Brokdorf (1986): Eine Kette von Schlachten mit der Polizei

giert. Staatssekretär Hans-Hilger Haunschild vom Bundesforschungsministerium: „Mit der Kernenergie schien genau zum richtigen Zeitpunkt die richtige Energiequelle verfügbar zu sein.“

„Weg vom Öl“ hieß nun die Parole. Die Importabhängigkeit wurde schmerzlich erfahrbar. Wurden 1950 erst sieben Prozent des Primärenergieverbrauchs durch Importe gedeckt, so waren es 1970 bereits 63 Prozent, vornehmlich Öl und Gas. Auch die USA waren mittlerweile zum Ölimportland geworden: Bis zu 50 Prozent ihres Rohölbedarfs mußten in den siebziger Jahren importiert werden.

Dabei gelang es der 1960 gegründeten Opec lange Zeit nicht, Preiserhöhungen

durchzusetzen. So wurde der Richtpreis von 1961 bis 1970 immer wieder auf 1,80 Dollar je Barrel festgelegt. Das änderte sich während des Oktoberkriegs 1973 zwischen Israel und Ägypten sowie Syrien, als die Opec den Ölkonzernen einen Preissprung auf über zehn Dollar zu diktieren vermochte.

Die USA legten ein Projekt „Independence“ auf, wonach Einsparungen, die Entwicklung heimischer Rohstoffvorkommen, Förderung alternativer Energien und Ausbau der Kernenergie bis 1985 weitgehende Autarkie herstellen sollten.

In Deutschland das gleiche Bild. Verabschiedet wurden Gesetze zur Sicherung der Energieversorgung, zum Einsatz der heimischen Steinkohle in der Elektrizitätswirtschaft – der spätere „Jahrhundertvertrag“ – sowie ein Energieforschungsprogramm, das allein 1,5 Milliarden Mark für die Entwicklung der

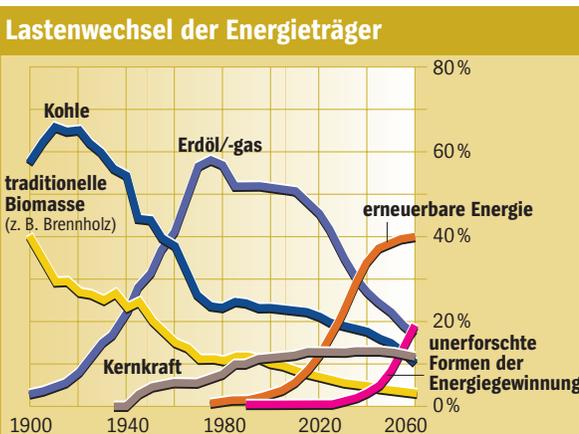
Vom schwarzen Gold zu Sonne und Wind

Energieverbrauch weltweit in Exajoule

1 Exajoule = 34,12 Millionen Tonnen Steinkohleneinheiten



1910 Steigerung der Kohleproduktion durch Industrialisierung und Wettrüsten vor dem 1. Weltkrieg



1922 Erste deutsche Tankstelle in Berlin

1939 bis 1945 Steigender Erdölverbrauch durch Motorisierung der Heere im 2. Weltkrieg

1956 Erstes kommerzielles Kernkraftwerk in Großbritannien

Kohlevergasung und Kohleverflüssigung bereitstellte.

Der nächste massive Ölpreisschub folgte beim Ausbruch des Krieges zwischen dem Irak und Iran 1980. Der Opec gelang es, Ende 1981 den Rohölpreis auf rund 35 Dollar heraufzusetzen.

Doch von 1983 an machten sich in den Industrieländern spürbare Substitutions- und Spareffekte bemerkbar. Zudem brachen mittlerweile Erschließungen von Vorkommen in Alaska und in der Nordsee das Opec-Kartell auf. Technologische Innovationen ungeahnten Ausmaßes ermöglichten neue Explorationen, zum Beispiel Tiefseebohrungen, die dazu führten, daß der Ölpreis nach 1985 im Jahresdurchschnitt nie wieder über 24 Dollar stieg.

So blieb denn der Abbruch des forcierten Kernenergieausbaus der siebziger Jahre in Deutschland folgenlos. Eindeutiger Gewinner war das Erdgas, das weltweit im Zeitraum von 1950 bis 1996 von 9 Prozent auf 24 Prozent Anteil am Primärenergieverbrauch zulegen konnte.

Noch 1975 hatte das Bundesinnenministerium eine Studie möglicher Kernkraftwerksstandorte vorgelegt, wonach bis zum Jahr 2030 nicht weniger als 600 Kernkraftwerke, darunter 35 Schnelle Brüter, mit Ortsangaben versehen wurden. Nach Radkau war das „ein gefundenes Fressen für den Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz“ und einer der Auslöser für den sich verfestigenden Widerstand gegen die Kernenergie in Westdeutschland.

Die planlose Standortsuche, die Unterdrückung der Risikodiskussion und vor allen Dingen die Häufung von schweren Störfällen wie in Harrisburg 1979 und Tschernobyl lieferten den Hintergrund der Auseinandersetzung um die Kernenergie in Deutschland. Und immer wieder waren da die Skandale: vom Lauschangriff auf den späteren Atomkritiker Klaus Traube über den Transport- und Bestechungsskandal um die Hanauer Firma Transnuklear

bis hin zum lockeren Umgang mit – wenngleich in der Sache völlig harmlosen – Kontaminationen an Transportbehältern im Wahlkampf 1998.

Aus den lokal begrenzten Widerständen entwickelte sich eine Bewegung, die aus den zersplitterten, teilweise orientierungslos gewordenen, auf neuer Sinnsuche befindlichen Post-68ern Zufluß erhielt. Noch 1976 gab es einstimmige Beschlüsse des Bundestags zur Unterstützung der Kernenergiepolitik der Bundesregierung.

Doch gegen Ende der siebziger Jahre verschärfte sich auch der innerparteiliche Widerstand in den Regierungsparteien SPD und FDP und konzentrierte sich auf die beiden Problemkreise Schneller Brüter und Entsorgung.

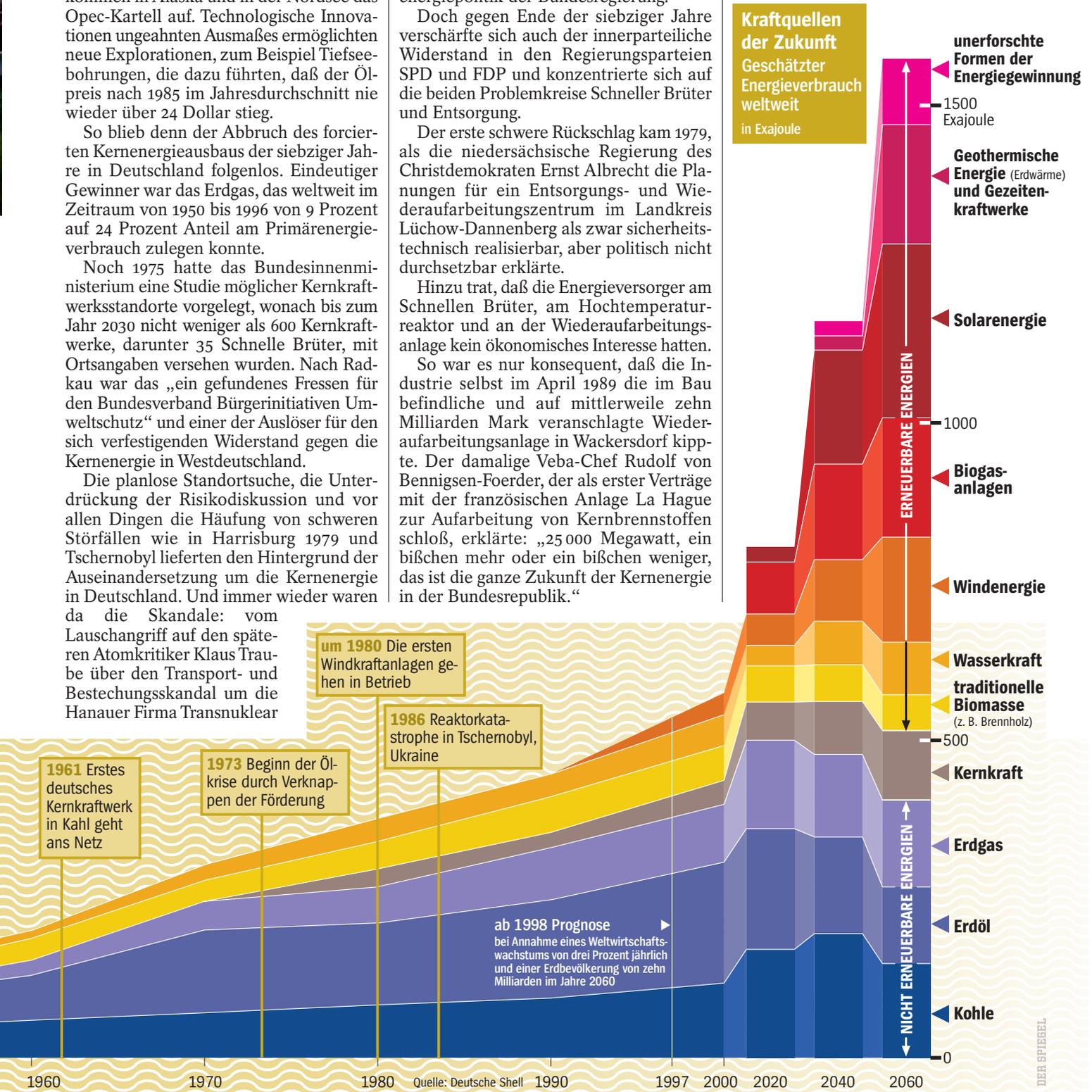
Der erste schwere Rückschlag kam 1979, als die niedersächsische Regierung des Christdemokraten Ernst Albrecht die Planungen für ein Entsorgungs- und Wiederaufarbeitungszentrum im Landkreis Lüchow-Dannenberg als zwar sicherheitstechnisch realisierbar, aber politisch nicht durchsetzbar erklärte.

Hinzu trat, daß die Energieversorger am Schnellen Brüter, am Hochtemperaturreaktor und an der Wiederaufarbeitungsanlage kein ökonomisches Interesse hatten.

So war es nur konsequent, daß die Industrie selbst im April 1989 die im Bau befindliche und auf mittlerweile zehn Milliarden Mark veranschlagte Wiederaufarbeitungsanlage in Wackersdorf kippte. Der damalige Veba-Chef Rudolf von Bennigsen-Foerder, der als erster Verträge mit der französischen Anlage La Hague zur Aufarbeitung von Kernbrennstoffen schloß, erklärte: „25 000 Megawatt, ein bißchen mehr oder ein bißchen weniger, das ist die ganze Zukunft der Kernenergie in der Bundesrepublik.“

Offen ist, ob und wie schnell der – bislang immer gescheiterte – „Energiekonsens“ jetzt hergestellt werden und zum Ausstieg aus dem Plutonium-Kreislauf führen kann, indem die direkte Endlagerung nicht nur feierlich proklamiert, sondern auch mit konkreten Ortsnamen verbunden wird.

Dennoch ist das letzte deutschsprachige Kapitel der Kernenergie geschrieben, so wie es bereits beim Münchner Parteitag



der SPD 1982 angelegt war und durch den Eintritt der Grünen in die Bundesregierung 1998 jetzt neu formuliert wird: als ein Auslaufprozeß, wenn nicht eine neue Versorgungskrise, wie sie etwa der Ölexperte Colin Campbell für die Zeit nach 2010 vorhersagt, diesen Prozeß erneut umkehrt.

Klar ist am Ende des 20. Jahrhunderts nur eines: Jedes Jahr verbrennt die Menschheit das Ergebnis der Bildung von Kohlenstoffträgern aus 500 000 Jahren Erdgeschichte. Und seit den Untersuchungen des Internationalen Klimaforums IPPC von 1992 wissen wir, daß wir, lange bevor uns dieses Feuer ausgeht, mit steigenden Kohlendioxidemissionen das Klima unseres Erdballs aus den Fugen gebracht haben werden. 21 Milliarden Tonnen CO₂ werden jährlich freigesetzt, Tendenz steigend.

Preisliche Signale, aufgrund einer Verknappung von Öl und Gas, werden nach Prognosen der amerikanischen Energiebehörde EIA den Großversuch zur Aufheizung der Atmosphäre vorerst nicht stoppen.

Die statistische Reichweite der sicheren Reserven an konventionellem Öl beträgt 42 Jahre, für Gas 67 Jahre und für Kohle rund 200 Jahre. Aber die sicheren Reserven sind in den vergangenen Jahrzehnten der Förderung immer weiter vorangeeilt. Der Ehrenvorsitzende des Weltenergie Rates, Gerhard Ott, sieht neben dem ökologischen vor allem auch ein geopolitisches Risiko:

„Westeuropa beansprucht 20 Prozent des gesamten Mineralölverbrauchs, besitzt aber nur zwei Prozent der Vorräte; bei Erdgas ist die Situation nur wenig besser. Ähnlich ist die Lage in Asien: Das ölarme Indien, das von Öl abhängige Japan, das inzwischen zum Ölimporteur gewordene China sind Beispiele für die Knappheit in dieser Region.“

Doch lange bevor Knappheiten zu erheblichen Verteuerungen führen, werden die durch CO₂ und andere Gase ausgelösten Klimaveränderungen vermutlich die Verbrennung fossiler Brennstoffe reduzieren. Nicht zuletzt deshalb haben europäische Ölkonzerne wie Shell und BP in den letzten Jahren einen Kurswechsel vorgenommen. Sie traten aus der Anti-Kyoto-Koalition* internationaler Energie- und Automobilkonzerne aus und proklamierten ihr eigenes Ziel: Im Laufe des nächsten Jahrzehnts wollen beide die CO₂-Emissionen innerhalb ihrer Unternehmen um zehn Prozent reduzieren.

Beide setzen auf regenerative Energien und wollen damit ein zukunftssträchtiges Geschäft machen. Shell investiert in Gel-



Windpark auf der Insel Fehmarn: An guten Standorten lassen sich Windkraftanlagen heute

senkirchen in die größte Solarzellenfabrik der Welt, und BP wird in ähnlicher Größe in Australien expandieren.

Allerdings: Zum Umdenken der Ölmultis haben immer wieder auch Umweltkatastrophen beigetragen – etwa Tankerunglücke wie die Havarie der „Exxon Valdez“ 1989, bei der weite Küstenregionen Alaskas mit einem Ölfilm verpestet wurden.

Der Anblick massenhaft krepierender Seevögel und Robben wirkte auf die Fernsehzuschauer so traumatisierend, daß sie von Greenpeace ein paar Jahre später leicht mobilisiert werden konn-

wärmung in der zweiten Hälfte des nächsten Jahrhunderts, sagt das IPPC voraus.

Nur wenn sich CO₂-freie, vor allen Dingen regenerative Energien im Rahmen eines Reifeprozesses weiterentwickeln, besteht eine Chance, die CO₂-Emissionen zwischen 2020 und 2040 einen Wendepunkt erreichen zu lassen. Schon diese Entwicklung kann zu Temperatursteigerungen bis zu 1,5 Grad Celsius führen. Es setzt nach einem Szenario der Shell voraus, daß rund 50 Prozent des Weltenergiebedarfs um die Mitte des nächsten Jahrhunderts durch regenerative Energiequellen gedeckt werden.

Viele Skeptiker halten die Chancen, die Hälfte des Energieverbrauchs der Welt durch regenerative Energien zu befriedigen, für illusionär. Andere, wie beispielsweise Greenpeace, glauben, diesen Sprung in zehn Jahren schaffen zu können: nur weg mit der Kernenergie, weg mit der Braunkohle und der Erdölexploration. Doch der Blick zurück läßt uns die langen Lernkurven der Energieträger erkennen. Noch vor 75 Jahren gab es Benzin lediglich in der Apotheke, und auch die Kern-

energie brauchte 25 Jahre, bis sie zur breiten Anwendung kam.

Vor diesen Zeiträumen lassen einen die 1,60 Mark, die heute noch der durch Solarzellen gewonnene Photovoltaikstrom pro Kilowattstunde kostet, nicht mutlos werden, ganz im Gegenteil: Der weltweite Modulabsatz ist insbesondere in den letzten zwei Jahren drastisch gestiegen. In vielen dünn besiedelten, sich entwickelnden Staaten sind die Stromgestehungskosten bereits heute günstiger als die Kosten eines Netzanschlusses.

Und warum sollte nicht auch bei dieser Technologie eine deutliche jährliche Kostenreduktion durch neue Solarzellentechnologie und Massenfertigung möglich sein, wie es bei allen noch nicht reifen



Gas-Pipeline in Sibirien: 100 Jahre Verschwendung

ten, als die Bohrinsel „Brent Spar“ im Atlantik versenkt werden sollte: Deutschlands Autofahrer boykottierten Shell-Tankstellen.

Regenerative Energien, die seit langer Zeit ein Schattendasein fristeten, sind inzwischen gefragt. Selbst der eher konservative Weltenergie Rat traut ihnen zu, im Jahr 2050 über 20 Prozent der Weltenergieversorgung zu liefern. Aber wird das reichen? 2050 wird die Erdbevölkerung vermutlich von sechs auf zehn Milliarden Menschen gewachsen sein – und den Energieverbrauch verdoppelt, wenn nicht verdreifacht haben.

Wird der Energiehunger mit dem heutigen Energiemix bedient, landet die Welt in einer krisenhaften Zuspitzung der Er-

* Auf der Weltklima-Konferenz von 1997 im japanischen Kyoto, wo über eine Senkung der Treibhausgasemission verhandelt wurde, traten die USA als Bremsler auf.



W. STEICHE / VISUM

schon wirtschaftlich betreiben

Energietechniken auch der Fall war? So ist die Windenergie bereits heute an guten Standorten – zukünftig Offshore – wirtschaftlich zu betreiben, nach einem Jahrzehnt der jährlichen Kostenreduktion von fünf bis zehn Prozent. Und daß Biomassekraftwerke wirtschaftlich zu betreiben sind, zeigen die Steigerungsraten. Nach dem Weißbuch der EU sollen bis zum Jahr 2010 in Europa je 10 000 Megawatt in Wind- und Biomasseanlagen installiert werden.

Was muß getan werden, um dahin zu kommen? Die heutige Technik wird nicht die des Jahres 2010 sein. Die Optimierung der Siliziumzelle und die Entwicklung einer Dünnschichtzelle werden die Kosten in diesem Zeitraum mehr als halbieren.

Klar ist: Sonnenenergie kann unsere Umwelt- und Energieprobleme kurzfristig nicht lösen. Ohne gleichzeitige Energieeinsparung wird Deutschland die angestrebte Minderung der CO₂-Emissionen nicht erreichen. Braunkohle, Erdgas, Steinkohle und Kernenergie werden jedoch auch in den nächsten 30 Jahren die Stromversorgung, insbesondere im Grundlastbereich, sicherstellen müssen.

Wirkungsgrade von nahezu 60 Prozent bei modernen Kohledruckvergasungsanlagen sind in der Entwicklung. Denn im Energiebereich darf nichts vernachlässigt werden, was CO₂-Emissionen senken kann, von der Fusionsforschung bis zur Förderung der Wärmedämmung im Altbaubestand; High-Tech- und Low-Tech-Maßnahmen, von der wissenschaftlichen Spitzentechnologie bis zur Handwerkerleistung, gehören zu einer längerfristigen Strategie des Klimaschutzes.

Mit der Kernfusion, deren Nutzung allerdings noch in weiter Ferne liegt, besteht

die Chance für die Entwicklung einer umweltverträglichen, nachhaltigen, zukunftsfähigen, CO₂-freien Energieform nach dem Vorbild der Sonne. Da wir die gegenwärtigen Vorräte verbrauchen, müssen wir nun zumindest den nachfolgenden Generationen die Möglichkeit eröffnen, ihre Optionen zu wählen.

Die Entwicklung regenerativer Energien steht und fällt mit der Speicherung der erzeugten Energie. Der ideale Speicher ist Wasserstoff in Verbindung mit der Brennstoffzelle zur Stromerzeugung.

Durch „kalte“ Verbrennung von Wasserstoff zu Wasser wird elektrischer Strom produziert. Im Idealfall emissionsfrei, weist die Brennstoffzelle zudem einen hervorragenden Wirkungsgrad auf. Deutschland hat in einigen Gebieten dieser zukunftsweisenden Technologie bisher die Nase vorn.

Die gewaltigen Fortschritte, die in den letzten Jahren bei der Entwicklung des Brennstoffzellenantriebs für Fahrzeuge erzielt wurden, lassen hoffen, daß bereits im Jahr 2005 die ersten Serienfahrzeuge auf deutschen Straßen zu sehen sein werden.

Auch Mineralölkonzerne bringen Know-how im Bereich der Katalysatorforschung ein, um die Herstellung von Wasserstoff aus konventionellem Kraftstoff im Fahrzeug zu entwickeln. Es ist gelungen, großtechnische Anlagen der Raffinerietechnik auf Aggregate von wenigen Zentimetern Größe zu verkleinern: Aus einem fingerhutgroßen Aggregat können stündlich 600 Liter Wasserstoff erzeugt werden.

Dieses Aggregat soll ins Fahrzeug eingebaut werden, so daß das „benzingetriebene“ Brennstoffzellenauto logistische und technische Hürden umgehen und die

Markteinführung auf diese Weise beschleunigt werden könnte.

Und trotzdem spart selbst diese Technologie 25 Prozent Kohlendioxidemissionen, weil der elektromotorische Antrieb der Fahrzeuge mit einem deutlich besseren Wirkungsgrad gegenüber einem Ottomotor verbunden ist. Die damit einhergehenden Nullemissionen und deutliche verminderte Lärmbelastung ist mehr als nur ein Nebeneffekt.

Warum haben wir nicht die Phantasie, die Brennstoffzelle im Automobil wettbewerbsfähig zu machen und in 20, 30 Jahren Strom und Wärme in jedem Haushalt mit Kleinkraftwerken zu produzieren? Und könnten nicht Großkraftwerke durch transkontinentale, weltweite Netze über Tages- und Jahreszeitzone hinweg, durch Supraleiter unterstützt, die Energiebereitstellung optimieren?

Schon gibt es Berechnungen des US-Department of Energy, wonach ohne eine Verteuerung der Energie das bescheidene Kyoto-Einsparziel für die USA verfehlt würde. Energie im 21. Jahrhundert wird ohnehin teurer.

Da wäre es doch gut, wenn man sein eigenes CO₂-armes Kraftwerk im Keller oder auf dem Dach hätte und die Industrie mit CO₂-freiem Fusionsstrom, über weltweite Netze verknüpft, preiswert und umweltfreundlich produzieren könnte. Denn die Chemie weiß längst: Zum Verbrennen sind Kohle und Öl langfristig zu schade.

Nach 100 Jahren Verschwendung mit vermeintlich billiger Energie werden bald Rechnungen nachgereicht, die höher ausfallen können als gedacht – Kosten für womöglich gravierende Klimaveränderungen und den noch immer nicht sichergestellten Einschluß radioaktiven Abfalls.

Phantasie, Mut und Erfindergeist sind erforderlich, wenn diese Erblast im 21. Jahrhundert nicht weiter wachsen soll.



K. ANDREWS / ARGUS

Der Autor

Sozialdemokrat Fritz Vahrenholt, 49, war von 1991 bis 1997 Senator für Umwelt in Hamburg. Seit Anfang dieses Jahres ist er im Vorstand der Deutschen Shell AG für die Bereiche regenerative Energie, Chemie, Umweltschutz und Öffentlichkeitsarbeit zuständig.

LITERATUR

HANS GÜNTER BRAUCH (Hrsg.): „Energiepolitik. Technische Entwicklung, politische Strategien, Handlungskonzepte zu erneuerbaren Energien und zur rationalen Energienutzung“. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 1997; 740 Seiten – *Umfassendes, interdisziplinäres Studienbuch.*

BUND, MISEREOR (Hrsg.): „Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung“. Birkhäuser Verlag, Basel 1996; 452 Sei-

ten – *Vorschläge für einen ökologischen Umbau der Bundesrepublik.*

KARL-HEINZ KARISCH, JOACHIM WILLE (Hrsg.): „Der Tschernobyl-Schock. Zehn Jahre nach dem Super-GAU“. Fischer Taschenbuch-Verlag, Frankfurt am Main 1996; 185 Seiten – *Bestandsaufnahme anlässlich des zehnten Jahrestages der Katastrophe.*

WOLFGANG LIEBERT, FRIEDEMANN SCHMITHALS (Hrsg.): „Tschernobyl und kein Ende? Argumente für den Ausstieg, Szenarien für Alternativen“. Agenda-Verlag,

Münster 1997; 368 Seiten – *Kongreßband eines interdisziplinären Tschernobyl-Symposiums.*

ERNST ULRICH VON WEIZSÄCKER, AMORY B. LOVINS, L. HUNTER LOVINS: „Faktor vier. Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch“. Verlag Droemer Knauer, München 1995; 352 Seiten – *Konzept einer zukunftssicheren Wirtschaftspolitik.*

DANIEL YERGIN: „Der Preis. Die Jagd nach Öl, Gold und Macht“. S. Fischer Verlag, Frankfurt a. M. 1991; 1102 Seiten – *Umfassende Geschichte des Kampfes ums Öl.*