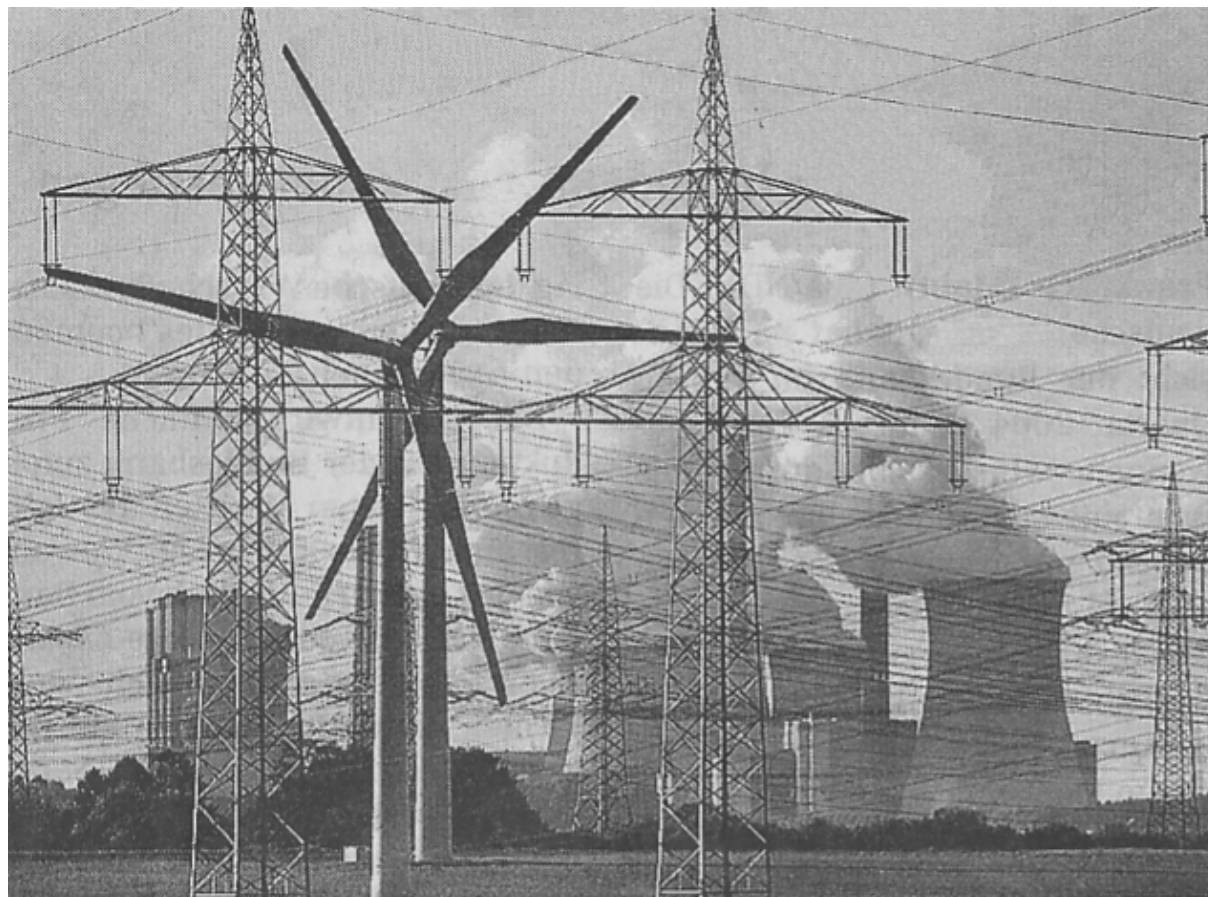


tarantel Nr. 28



Vierteljahresschrift der Ökologischen Plattform
bei der PDS

März 2005



„Windräder verschandeln die Landschaft“ (Silhouette eines Kohlekraftwerks)

Erneuerbare Energien

Klimakatastrophe - Ressourcenendlichkeit - Industrialisierung

Erneuerbare Energien - Vor- und Nachteile - Potentiale -
Biomasse - Wasserkraft - Windenergie - Geothermie -
Solarthermie - Photovoltaik

Energieeinsparungen - Speicherung - Investitionen - Kosten -
Rücklaufzeiten

Staat und Monopole - Energiepolitik von EU und BRD

Politische Grundsatzpositionen der PDS
zu den erneuerbaren Energien

Inhaltsverzeichnis

Klimaerwärmung - Gefahr für die Menschheit	1
Klimaschutzziele als Alibiveranstaltung	2
Retten uns neue technologische Entwicklungen?	4
Ressourcenendlichkeit	4
Neoliberaler Kapitalismus forciert Raubbau an fossiler Energie	5
Industrialisierung steigert Energieverbrauch progressiv	6
Die Monopole beherrschen den Staat	6
Möglichkeiten der Energieeinsparung in Haushalten	10
Einsparmöglichkeiten bei der Industrie	11
Mögliche Einsparungen beim Verkehr	11
Vor- und Nachteile erneuerbarer Energien	12
Stromerzeugung mit Sonnenenergie	13
Solarwärmegewinnung	14
Stromerzeugung mit Windenergie	15
Strom und Wärme aus Biomasse	18
Einsparung von Gas und Heizöl durch Holzverbrennung	19
Pflanzenöl als Treibstoff	19
Stromerzeugung mit Wasserkraft	20
Wärmelieferung aus Geothermie	21
Notwendigkeit der Energiespeicherung für erneuerbare Energien	22
Ergänzung und Potentiale erneuerbarer Energien	23
Erzeugungskosten erneuerbarer Energien	23
Externe Kosten der Energiegewinnung	25
Energierücklaufzeiten	25
Die Interessen der Stromindustrie	27
Die Energiepolitik der EU	28
Die Energiepolitik der BRD	29
Die Erfolge von Rot-Grün bei der Energiewende	30
Politische Grundsatzpositionen der PDS und der AG Wirtschaftspolitik beim PV der PDS, UAG Struktur- und Technologiepolitik	31
Begriffe	38
Literatur	38

Kontakt:

Ökologische Plattform bei der PDS
Kleine Alexanderstr.28, 10178 Berlin
oekoplatteform@pds-online.de
www.oekologische-platteform.de

Abb. auf der Titelseite:

ND, 25.01.2005, S. 10 (Foto:dpa)

Um die Anzahl der Seiten zu reduzieren, gleichzeitig aber doch den Großteil des Materials aufnehmen zu können, ist der Text diesmal 1 pt kleiner gewählt worden. Wir bitten um Verständnis.

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

die Energieversorgung hat die PDS inzwischen auf drei Bundeskonferenzen 1996, 1999 und 2002 zum Thema ihrer Politik gemacht. In Vorbereitung der Bundestagswahl 2006 ist eine weitere Energiekonferenz im Jahre 2005 notwendig, um auf veränderte Bedingungen, neue Erkenntnisse und technologische Entwicklungen eine Antwort zu finden. Die Ökologische Plattform will mit dem vorliegenden thematischen Heft Vorschläge unterbreiten, Argumente liefern, Programmpunkte vorschlagen und zum Thema informieren.

Die grundsätzlichen energiepolitischen Zielstellungen der PDS wurden vom Sprecher der BAG „Umwelt-Energie-Verkehr“, Prof. Dr. Wolfgang Methling, im Heft 26 der „Tarantel“ umrissen. Das vorliegende Heft 28 der „Tarantel“ soll dazu beitragen, das ökologische Profil der PDS zu schärfen und auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien eine breite Diskussion auszulösen.

Die Vorschläge der Ökologischen Plattform zu „Energiepolitischen Grundpositionen“ wurden bereits in der BAG „Umwelt-Energie-Verkehr“ und in einer UAG der AG Wirtschaft diskutiert. Die Ergebnisse dieser Diskussionen fanden im vorliegenden Material Eingang.

Wesentliche Zuarbeit, Bemerkungen, Formulierungsvorschläge und Anregungen zum Entwurf des Textes durch Götz Brandt kamen von Wolfgang Borchardt, Marko Ferst, Detlef Franek, Rudi Höntzsch, Roland Heller, Frank Roßner, Manfred Wolf und Hajo Zeller.

Götz Brandt

Parteiprogramm der PDS 2003:

„Eine Schlüsselrolle im ökologischen Umbau spielt die solare Energiewende. Energieeinsparung, erhöhte Energieeffizienz und die Entwicklung erneuerbarer Energien weisen den Weg aus der fossilatomaren Energiewirtschaft.“

Vorinformation für das Bundestreffen der Ökologischen Plattform

Hallo, liebe MitstreiterInnen und Interessierte!
Für alle, die sich den Termin unseres diesjährigen Bundestreffens schon vorgemerkt haben, (12./13.6.2005) wie auch für die, die sich noch zur Teilnahme entscheiden werden, zur Information: Das Bundestreffen wird in der Naturschutzstation im Berliner Ortsteil Malchow stattfinden.
Genauere Informationen, Koordinaten, und das Tagungsprogramm erreichen Euch rechtzeitig mit der Einladung.

Manfred Wolf

Redaktion: Götz Brandt

Layout: Detlef Franek

Seit wann ist das Energieproblem bekannt?

Was in Jahrmillionen an Kohlenstoff in Kohle, Erdöl und Erdgas gebunden wurde, wird in 100 Jahren durch den Schornstein gejagt. Die Gefahr besteht, dass die Atmosphäre wieder in vorgeschichtliche Zeiten zurückfällt und Kohlendioxid die Klimabedingungen weitgehend bestimmt und höheres Leben auf unserem Planeten gefährdet. Diese Probleme und die Möglichkeit und Notwendigkeit ihrer Lösung sind schon lange bekannt. Der Wissenschaftler **Ostwald** (erster deutscher Chemie-Nobelpreisträger) hat schon **1909** in seinem Werk „Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaften“ folgendes gesagt:

„Wir haben es hier (bei den fossilen Brennstoffen - d. Red.) also mit einem Anteil unserer Energiewirt-

schaft zu tun, der sich etwa wie eine unverhoffte Erbschaft verhält, welche den Erben veranlasst, die Grundsätze einer dauerhaften Wirtschaft aus den Augen zu verlieren und in den Tag hinein zu leben. Hervorgehoben werden muss dabei, dass auch ein sparsamer Verbrauch die Erschöpfung nur hinauschieben, nicht vermeiden kann.

Die dauerhafte Wirtschaft muss ausschließlich auf die regelmäßige Benutzung der jährlichen Strahlungsenergie (der Sonne) gegründet werden. Die täglich neu eingefangenen und umgewandelten Mengen Strahlungsenergie, welche, wirtschaftlich gesprochen, eine regelmäßige Einnahme sind ... dürfen daher nach Ablegung der erforderlichen Reserven auch regelmäßig verbraucht werden.“

Welche Empfehlungen geben das Umweltbundesamt und einzelne Abgeordnete?

Das Umweltbundesamt hat der Bundesregierung empfohlen: „Wenn die Politik Nachhaltigkeit gezielt gestalten will, dann muss sie die Tragkapazität der Umwelt als letzte unüberwindliche Schranke für alle menschlichen Aktivitäten zur Kenntnis nehmen.“

„Die Menschheit hat nur dann eine Überlebenschance, wenn es ihr ... in einem kurzem Zeitraum gelingt, die herkömmlichen Energieträger durch die Sonnenenergie zu ersetzen.“ (Scheer)

Klimaerwärmung – Gefahr für die Menschheit

Ohne den schützenden Einfluss der Atmosphäre würden auf der Erde Temperaturen von minus 18 °C herrschen. Durch natürliche Gase wird das Sonnenlicht wie in einem Treibhaus zurückgehalten. Eine mittlere Temperatur von plus 15 °C hat sich in den letzten Jahrtausenden eingestellt.

Dieser ursprüngliche natürliche Treibhauseffekt wird durch die vom Menschen freigesetzten Gase schädlich verstärkt. Insbesondere Kohlendioxid aus der Verbrennung fossiler Energieträger ist am vom Menschen verursachten Treibhauseffekt zu 61 % beteiligt. In Deutschland liegt dieser Wert höher (Quaschning). Auch Ozon, Distickoxid und Methan tragen zum Treibhauseffekt bei. **Der Kohlendioxid-Gehalt der Luft** wird mit 0,28 % zu Beginn der menschlichen Eingriffe über heute 0,35 % auf etwa 0,56 % ansteigen, sich also **gegenüber dem vorindustriellen Pegel verdoppeln** (Heinloth).

Im Verlaufe der letzten 100 Jahre ist der Kohlendioxidgehalt der Luft um ein Viertel gestiegen und damit bereits höher als zur letzten erdgeschichtlichen Warmzeit vor 120 000 Jahren. Der Übergang von den Eiszeiten zu den Warmzeiten dauerte etwa 5 000 Jahre, der menschenverursachte Treibhauseffekt wird solche Änderung in 100 Jahren bewirken.

Das jährliche weltweite Verbrennen von 6 Mrd. t Kohlenstoff verursacht die Freisetzung von 24 Mrd. t

Kohlendioxid, davon allein in der BRD 1 Mrd. t (je Einwohner der BRD 13 t/a, in den USA 22 t/a, in Indien nur 0,7 t/a).

Würde sich das Gas nicht auf andere Länder verbreiten und in der BRD bleiben, so würde bereits nach einem Jahr der gesamte Sauerstoff aus den unteren 2 Metern Luftschicht verdrängt und damit würden alle Lebewesen ersticken (Heinloth). **Unseren selbstverschuldeten „Klimatod“ können wir zurzeit noch in andere Länder exportieren.** Das liegt auch daran, dass wir die Auswirkungen der Klimagase in unseren Breitengraden noch nicht so zu spüren bekommen wie in den Tropen und Subtropen und deshalb bei uns wenig Einsicht und Aufmerksamkeit bei den Klimaveränderungen festzustellen ist.

Zusätzlich kommt es zu einer Ausdünnung der Ozon-Schutzschicht (durch FCKW-Moleküle), was eine erhöhte UV-Strahlung und Schädigung der lebenden Biomasse zur Folge hat.

An dieser Bedrohung durch freigesetzte Gase hat die Energiewirtschaft einschließlich Verkehr 50% Anteil, die freigesetzten chemischen Produkte 20%, die Vernichtung der Tropenwälder 15% und die Landwirtschaft einschließlich der Deponien ebenfalls 15%.

Der Mensch verursacht mit diesen Freisetzungen eine erdgeschichtliche Leistung, so groß wie

der Übergang von der letzten Eiszeit in die jetzige Warmzeit mit einem Temperaturunterschied von 4-5 Grad Celsius. Das Ausmaß und die Andauer der Erwärmung im 20. Jahrhundert ist eine Erscheinung, die alles übertrifft, was an Temperaturvariabilität in den letzten 1000 Jahren auf der Nordhalbkugel abgelaufen ist. Der starke und fortschreitende Temperaturanstieg seit 1900 (plus 0,6 °C) kann nicht mit Änderungen der Solarkonstanten erklärt werden und ist vom Menschen gemacht (Fabian). Die heute gemessenen Treibhausgasanteile hat es während der vergangenen 420 000 Jahre zu keiner Zeit gegeben (Eisbohrungen in der Antarktis). Der **zeitliche Verzug der Erderwärmung** durch die freigesetzten Gase Kohlendioxid und Distickstoffoxid **beträgt etwa 3 bis 4 Jahrzehnte**, bedingt durch den Wärmepuffer der Ozeane. **Er kann aber über ein Jahrhundert hinweg nicht mehr rückgängig gemacht werden.** Die Bestandteile der Lufthülle sind durchweg stabile Verbindungen, die chemisch nicht miteinander reagieren können. Eine direkte Oxidation atmosphärischer Konstituenten ist nicht möglich (Fabian). Einmal emittiertes Kohlendioxid verbleibt etwa 100 Jahre in der Atmosphäre und wirkt so lange als Treibhausgas. Das ist zwar bei **Methan**, das bei zunehmender Erwärmung vermehrt freigesetzt werden wird, anders, es zerfällt nach 10 bis 17 Jahren, aber Methan ist als Treibhausgas **20 bis 30-**

fach wirksamer als Kohlendioxid.

Für das **Jahr 2100** kann bereits mit einem **Anstieg** der mittleren Erdtemperatur **von bis zu 6 °C** gerechnet werden, bei einem Anstieg des Meeresspiegels bis etwa 88 cm. Das Bundesumweltministerium schätzte 2002 ein, dass der **Klimawandel nicht mehr zu verhindern** sei und eine Temperaturerhöhung um 1,5 °C nicht mehr abwendbar sei. Globale Temperaturschwankungen von nur 0,5 °C können bereits zu Ernteaufschlägen und Hungersnöten führen, wie geschichtlich nachgewiesen wurde. **Schnellere Klimaänderungen führen zu Zusammenbrüchen natürlicher Ökosysteme**, die diesen Stress nicht aushalten. **Zukünftig werden sich die subtropischen Trockenzonen polwärts um 200 bis 300 km je Grad Temperaturanstieg ausweiten.**

Weitere Folgen sind vermehrte Wirbelstürme in den Tropen, extreme Dürre- und Regenperioden, Zunahme der Stürme und Starkregenfälle, Anstieg des Meeresspiegels, Änderung der Meeresströmungen (Golfstrom). Das Ernährungssystem, die Artenvielfalt und die Lebensräume können auf lange Sicht zerstört werden. Die Klimaveränderungen werden ein lebensbedrohliches Maß erreichen und es ist nicht sicher, ob die Menschheit das insgesamt überleben wird.

Klimaschutzziele als Alibiveranstaltung

Die Schlussfolgerung aus diesem realistischen Schreckens-Szenario ist, die Emissionen klimarelevanter Gase sofort weltweit um die Hälfte des gegenwärtigen Standes zu senken, damit der Temperaturanstieg nicht mehr als 1 Grad pro Jahrhundert beträgt und dadurch die Klimakatastrophe in ihren Auswirkungen gestreckt und gemildert wird. Diese Zielstellung ist zwar politisch illusorisch, aber wissenschaftlich begründet.

Die Enquete-Kommission des 11. Deutschen Bundestages „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ hat 1990 folgende **Reduktionsziele** zum wirksamen Klimaschutz errechnet:

Basis 1987	zu 2005	25 %,
	zu 2020	50 %,
	zu 2050	80 %,
	zu 2100	90 %.

Da gegenwärtig weltweit der Energiebedarf zu 80% durch Kohle, Erdöl und Erdgas gedeckt wird, wobei die **Industrienationen ¾ der Weltenergie verbrauchen bei nur 20 % Anteil an der Weltbevölkerung**, muss hier der Hebel angesetzt werden. Die Industriestaaten sind die Hauptschuldigen und müssen Vorreiter bei der drastischen Einschränkung des Kohlendioxidausstoßes werden. Langfristige konsensfähige politische Konzepte sind notwendig, die auch gegen den Willen der Unternehmer und Banken durchgesetzt werden müssen.

Es liegt vor allem an der Einstellung der technikgläubigen Bewohner der Industriestaaten, dass sie diese Zusammenhänge nicht begreifen wollen. **Engels** hatte in seiner „Dialektik der Natur“ unsere Rolle so beschrieben, dass, wenn wir in die Natur ein-

greifen „... so werden wir bei jedem Schritt daran erinnert, dass wir keineswegs die Natur beherrschen, wie ein Eroberer ein fremdes Volk beherrscht, wie jemand, der außer der Natur steht, sondern dass wir mit Fleisch und Blut und Hirn ihr angehören und mitten in ihr stehen ...“

Aber wahrscheinlich werden die Bewohner der Industriestaaten dieses Problem erst dann richtig begreifen, wenn alle fossilen Brennstoffe verbraucht sind, ihre eigene Existenz bedroht ist und es zu spät ist, umsteuern zu können. Diese pessimistische Einschätzung gilt für die Dauer der Existenz der kapitalistischen Wirtschaftsweise, der rücksichtsloser Raubbau an der Natur im Interesse der Profitmaximierung immanent ist und wo keine Einsicht zu erwarten ist. Erst gesellschaftliche Verhältnisse eines Ökosozialismus könnten eine Lösung bringen.

Nach einer Studie des Weltwirtschaftsrates für nachhaltige Entwicklung (2004) wird eingeschätzt, dass sich der **Kohlendioxidausstoß von 8 Mrd. t im Jahre 2000 auf 16 Mrd. t im Jahre 2050 verdoppeln wird.**

Beim ersten **Weltgipfel in Rio 1992** wurde in der Konvention über den Klimawandel das Ziel formuliert, **den Kohlendioxid-Ausstoß bis zum Jahr 2050 um 80% zu senken.**

Alle Enquete-Kommissionen des Bundestages haben 1990 (Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre), 1995 (Schutz der Erdatmosphäre) und 2002 (Nachhaltige Energieversorgung...) eine **Reduktion des Kohlendioxidausstoßes um 80 % bis 2050** gefordert. Aber die Bundesregierung hat dazu keine bindenden Beschlüsse gefasst, geschweige

denn konkrete Maßnahmen vorgeschlagen. „Die Bedrohung wird theoretisch wahrgenommen, aber gleichzeitig praktisch verdrängt“ (Scheer).

Nach Expertenmeinungen könnte dieses Ziel in der BRD durch mehr Energieeffizienz (40%) und durch Einsatz von erneuerbarer Energie (20%) zum Teil erreicht werden. Es verbleibt ein Defizit von 20 %.

Als Ausweichreaktion auf Ankündigungen der Regierung, die Klimaschutzziele mit nationalen fiskalischen Maßnahmen durchzusetzen, kam die Industrie ihr mit einer **Selbstverpflichtung** zuvor. 14 Industrieverbände, denen sich ein Jahr später weitere 5 anschlossen, haben **am 1.3.1995 eine Erklärung** abgegeben, als „freiwillige Selbstverpflichtung“, die **spezifischen Emissionen bis 2005 um 20% zu senken** (es geht also nicht um absolute Einsparungen!). Die Selbstverpflichtungen der Industrie stimmen nur mit dem allgemeinen Trend der Senkung des spezifischen Energieverbrauchs im Rahmen von Rationalisierungsmaßnahmen überein und bedeuten eben nur „business-as-usual“.

Die Regierung hat nach dieser „Selbstverpflichtung“ ihren Verzicht auf gesetzliche Maßnahmen zur Emissionssenkung erklärt.

Das von 110 Staaten unterzeichnete **Kyoto-Abkommen von 1997** hat ebenfalls Reduktionsziele (Basisjahr 1990) festgelegt, die nach Meinung von Fachleuten viel zu gering sind: weltweit **Senkung der Emissionen um 5,2%**. Das galt für die Industrie- und Schwellenländer. Für die Entwicklungsländer (z. B. China) wurden keine Ziele vorgegeben. Die USA sollten die Emissionen um 7 %, Japan um 6% und die EU um 8% (in der BRD, als Selbstverpflichtung, um 21%) bis zu den Jahren 2008 bis 2012 senken. **Klimawissenschaftler sind sich einig, dass die Kyoto-Ziele Störungen des Weltklimas nicht verhindern können. Die globalen Emissionen lagen 2003 um fast 30 % höher als 1990.** Die BRD hatte sich ursprünglich schon für das Jahr 2005 das Ziel gestellt, die Emissionen um 25% zu senken, was aber auf das Jahr 2010 verschoben wurde. Auch dieses Ziel wird nicht erreicht. **Mit Russlands Beitritt wird das Kyoto-Protokoll in Kraft treten.** Notwendig war hierfür der Beitritt von Ländern, die 1990 insgesamt 55 % des weltweiten Klimaausstoßes verursachten. Die 124 Länder, die bisher das Abkommen ratifiziert hatten, konnten nur 44 % zusammen bringen. Mit Russlands Beitritt, das für 18 % des Kohlendioxidausstoßes verantwortlich ist, werden 62 % erreicht. **Die USA, die 35 % des Ausstoßes verursachen, sind nach dem Amtsantritt von Bush 2001 völlig ausgestiegen** und wollen nichts gegen die Klimaänderung tun, weil die Verpflichtungen für die USA „zu kostspielig“ wären (Bush). Die USA verbrauchten bereits 1977 63% des Erdgases, 44% der Kohle und 33% des Erdöls in der Welt. Dieser Anteil hat sich eher noch erhöht, bei einem Anteil an der Weltbevölkerung von nur 6 %. 2004 hat die US-Regierung erstmals eingeräumt, dass Kohlendioxid und andere Treibhausgase die „einzig wahrscheinliche Erklärung für die globale Erderwärmung in den vergangenen drei Jahrzehnten“ sind (Klimastudie des Pentagon). Ob Taten folgen, ist ungewiss. In den USA, Japan, Kanada und Australien haben sich die Emissionen von 1990 bis 2000 um 14,3 % erhöht. Auch in europäischen Ländern, z.B. Spanien und Italien, stiegen die

Emissionen.

10 Jahre nach Rio wurde **2002 in Johannesburg** wiederum über eine nachhaltige Entwicklung beraten. Die Treibhausgas-Emissionen haben seitdem zugenommen und wachsen ungebremst weiter. Bei den Entwicklungsländern zwischen 1990 und 1995 um 5 %/a. Nach wie vor weigern sich die USA dem Abkommen beizutreten, das als „**Kyoto light**“ nur eine Reduzierung von 1,8 % verlangt. Zusätzlich verschärfend wirkt die prognostizierte Zunahme des Weltenergieverbrauchs bis 2060 auf 300 % zum gegenwärtigen Stand (Shell AG).

Auch die **10. Nachfolgekonferenz** zur Klimarahmenkonvention im Jahre **2004** brachte keine Ergebnisse und nicht einmal einen Zeitplan für weitere Verhandlungen über Treibhausgasemissionen. Die USA, China und die OPEC-Staaten haben jegliche Verhandlungen über Emissionsbeschränkungen abgelehnt. Zur Begrenzung der bereits begonnenen Erwärmung um 2 Grad will sich Deutschland zu einer Reduzierung um 40 % bis 2020 verpflichten, wenn sich die EU insgesamt auf 30 % Einsparungen bereiterklärt, was jedoch nicht erwartet wird.

In der BRD sind die **Gegner klimapolitischer Maßnahmen** die Wirtschaftsverbände, die Gewerkschaften (die in den zentralisierten Energiekonzernen fast 100%ig organisiert sind und um Arbeitsplätze bangen) und die CDU/CSU sowie FDP, unterstützt vom Wirtschaftsministerium. Ihr Einfluss ist größer als der der Umweltorganisationen (nur Appelle und Warnungen), und der wirtschaftlichen Profiteure des Klimaschutzes, die in vielen mittelständischen Betrieben nicht die Wirtschaftsmacht darstellen wie die Energieriesen. Solange in der „politischen Klasse“ Einigkeit herrscht, die Entwicklungsländer an das „Wohlstandsniveau“ der entwickelten Länder heranzuführen und endloses Wachstum der Wirtschaft gepredigt wird, werden die Ziele der Klimagasreduktion nicht erreicht.

Der private Verbraucher ist bei der Erzeugung von Kohlendioxid **der Hauptsünder**. **42%** der Emissionen kommen auf sein Konto durch Heizung der Wohnung, Individualverkehr und Stromverbrauch. Daher ist vor allem ein Verzicht der Bürger auf Energiedienstleistungen und auf Konsumgüter mit einem hohen Energieverbrauch notwendig. Eine Beibehaltung des „materiellen Wohlstandes“ im bisherigen Umfang ist nicht möglich.

Auch auf ein Wirtschaftswachstum müssen wir verzichten, denn wenn die Wirtschaft jährlich nur um 1% wächst, dann verdoppelt sich der Energieverbrauch bis zum Jahr 2050. Diesen Anstieg strebt das internationale Monopolkapital an.

Global sind die Kohlendioxidemissionen in den letzten 13 Jahren um 20 % angestiegen (DIW). Während die Transformationsländer (ehem. Ostblock) den Ausstoß um 60 % senkten, weil die Industrie zusammengebrochen war, haben die OECD-Länder um 8 % zugelegt. 80 % des Zuwachses kommen allein aus den USA. Die Emissionen der Entwicklungs- und Schwellenländer stiegen in den letzten 13 Jahren um 58 %. Alle Verpflichtungen zur Senkung der Emissionen wurden nicht erreicht. Im Gegenteil, **die US-Energy Information rechnet bis 2025 mit einem Zuwachs der Emissionen um 50 %.**

Retten uns neue technologische Entwicklungen?

Nun gibt es verschiedene Vorschläge, mit herkömmlichen Mitteln und neuen Technologien die Emissionen zu senken.

Ein Vorschlag, den weltweiten Ausstoß von ca. 8 Mrd. t Kohlendioxid im Jahr zu binden, ist **die Ausdehnung der Waldflächen**. Wälder mit heute etwa 35 Mio. km² Fläche, ein Viertel der gesamten Landfläche, speichern 90 % der lebenden Biomasse. **Ein Hektar Wald kann im Jahr 1 bis 2 t Kohlendioxid binden**. Um den zusätzlichen Kohlendioxid ausstoß zu binden, brauchte man eine Fläche von **20 Mio. km²**, d.h. die Hälfte der derzeit nicht bewaldeten Grünflächen der Erde müssten aufgeforstet werden. **Verfügbar** wären aber derzeit **nur 3 Mio. km²**, womit **etwa 15 % der Immissionen gebunden werden könnten**. Es wären erhebliche Anstrengungen der Regierungen und erhebliche Investitionen notwendig, um wenigstens dieses Ziel zu erreichen. Dieser Vorschlag ist gut gemeint, aber bei neoliberaler Weltwirtschaft nicht realisierbar. Heute existiert durch ungebremste Abholzung und Brandrodung nur noch die Hälfte des ursprünglich vorhandenen Tropenwaldes. Der Trend geht zu weiterer Abholzung und Rodung von Wäldern.

Ein anderer Vorschlag ist **die Rückhaltung der Emissionen und ihre dauerhafte Deponierung**. Eine **end-of-pipe-Technologie**. Kohlendioxid soll aus dem Rauchgas in einem Lösungsmittel absorbiert werden oder über Kohlevergasung vor der Verbrennung in einem Lösungsmittel aufgefangen werden und anschließend in leere Erdgasfelder gepresst werden. Aber diese **clean-coal-Technologie ist wesentlich teurer als Energiesparmaßnahmen** und würde die Investitionen je kW Leistung, die Stromkosten und damit den Preis verdoppeln. Außerdem wird diese Technik frühestens 2020 einsetzbar sein und müsste dann in neu gebauten Kohlekraftwerken nachgerüstet werden. Bis dahin wird der Kohlendioxid-Ausstoss nicht geringer. Hinzu kommt, dass die **in Deutschland nutzbaren unterirdischen Speicher in 7 Jahren gefüllt sind**, wenn alle Kohlekraftwerke mit Abscheidern ausgerüstet würden. Das Versenken des Kohlendioxid im Meer ist eine Hochrisikotechnologie.

Die erforderliche Senkung der Kohlendioxidemissionen über Energiesparmaßnahmen herbeizuführen, ist wesentlich kostengünstiger als

die Beseitigung des Kohlendioxids mit Hilfe von end-of-pipe-Technologien bzw. clean-coal-Technologien. Deshalb müssen **Energiesparmaßnahmen vorrangig realisiert und gefördert** werden, was auch in der Regierungserklärung der Bundesregierung 1998 festgelegt wurde.

Seit Ende der neunziger Jahre werden mit einem enormen finanziellen Aufwand Forschungen für einen **Kernfusionsreaktor** betrieben (ITER-Projekt). Die Forscher in München-Garching, die schon 40 Jahre an diesem Problem tüfteln, schätzen ein, dass **in etwa 70 Jahren mit einer praxisreifen Lösung** zu rechnen wäre. Das Plasma muss magnetisch eingeschlossen werden, um Strommengen einzubringen, die die Zündung ermöglichen. Dazu bedarf es supraleitender Magneten, die auf 270 °C minus gekühlt sein müssen (Scheer). „Wie Plasmatemperaturen von 100 Mio. Grad, Kälte von minus 270 Grad zur Aufrechterhaltung der Riesenströme für die hohen Magnetfelder, extreme Vakuumbedingungen und ernste radioaktive Belastungen auf engstem Raum sicher und unfallfrei kontrolliert werden können, vermögen sich bisher nur phantasiereiche Spezialisten auszudenken“ (Tributsch). Die bei der Fusion, wenn sie denn großtechnisch nach 2080 realisierbar wird, entstehende starke Neutronenstrahlung bedingt den Austausch der kontaminierten Bauteile des Reaktors in wenigen Jahren Betriebszeit, was zu großen Mengen radioaktiven Stahlabfall führen wird (Knüffer). Schon jetzt sind die Endlagerprobleme bei Atommüll ungelöst. Auch hier zeichnet sich keine Lösung des Energieproblems ab.

Emissionsminderungen im fossilen Sektor lassen sich durch **Umstieg von Stein- und Braunkohle auf Erdgas** erzielen, das **nur etwa die Hälfte an Kohlendioxidgas freisetzt**. Aber bei Ersatz aller Kohlekraftwerke durch GuD-Kraftwerke müsste sich der Erdgasverbrauch um das 3,5-fache erhöhen (Quaschning).

Es bleibt also nur der Weg, erneuerbare Energie schnell und umfassend zu fördern und auszubauen. Das Ziel der Bundesregierung, bis 2020 den Anteil der erneuerbaren Energie auf 20% zu erhöhen, genügt bei weitem nicht, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Bis jetzt nimmt der Kohlendioxid ausstoß weltweit nach wie vor zu und beschleunigt die Klimaveränderungen.

Ressourcenendlichkeit

Die **Energiereserven** der Erde sind nicht unerschöpflich. Energiereserven sind diejenigen Vorkommen, die bekannt und sicher gewinnbar sind. **Energieressourcen** dagegen sind Schätzwerte, die Reserven plus vermutete, aber nicht gesicherte Vorkommen umfassen, die sich aus geologischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht oder noch nicht erschließen lassen.

In der historischen Perspektive begann der Energieverbrauch erst um 1850 merkbar zu wachsen.

Innerhalb von 90 Jahren vervierfachte er sich bis 1940. Erst nach dem 2. Weltkrieg begann der Energieverbrauch an Kohle, Erdöl und Erdgas exponentiell zu wachsen und verfünffachte sich in nur 35 Jahren und steigt weiter an.

Nun sind nicht nur die Energiereserven endlich, sondern auch sehr viele weitere Ressourcen, wie z.B. Metalle und Edelmetalle. Auch die Lagerstätten von Blei, Kupfer, Nickel, Zink, Zinn, Eisen, Gold und Silber sind in 40 Jahren erschöpft (Scheer).

Zu den Energiereserven gibt es international viele Untersuchungen. Hier soll ein Sachverständiger der Bundesregierung zu Wort kommen (Klaus Heinloth), der Untersuchungen von 50 wissenschaftlichen Institutionen zusammengestellt hat.

Die Reichweite der Reserven in Jahren geht von den Förderleistungen bzw. dem Bedarf im Jahre 1996 aus. Nicht enthalten sind in den Reserven Brennstoffe in Teersand und Ölschiefer, die nur durch starke Erhitzung und damit hohem Energieverbrauch ausgetrieben werden können.

Ressource	in Jahren	
	weltweit	BRD
Kohle	200	300
Erdöl	40	16
Erdgas	60	16
Uran	50	-

Aus diesen Angaben kann abgeleitet werden, dass wir in **50 Jahren eine Energiekrise** zu erwarten haben und nur noch Kohle zur Verfügung steht, die

Neoliberaler Kapitalismus forciert Raubbau an fossiler Energie

Der Kapitalismus ist eine europäische „Erfindung“, die gegenwärtig in der Form des neoliberalen Kapitalismus in allen Ländern der Welt eingeführt werden soll. **60 % der Weltbevölkerung ist nämlich noch von Selbstversorgung abhängig** und 90% der ländlichen Bevölkerung der Dritten Welt decken ihre Bedürfnisse durch die in ihrer Region befindlichen biologischen Vorkommen. Diese Regionen will das Kapital in ein Abhängigkeitsverhältnis zwingen, um sie besser ausbeuten zu können.

Durch Erfindungen und deren schneller technischer Umsetzung unter dem Druck der kapitalistischen Wirtschaftsziele konnte sich die Mehrzahl der Bewohner in den Industrienationen auf Kosten der Natur, ihrer Ressourcen, auf Kosten anderer Völker und zukünftiger Generationen einen **gehobenen verschwenderischen Lebensstandard** (Wegwerfgesellschaft) schaffen. Die Eingriffe in die Natur und das Leben anderer Völker durch übermäßigen Ressourcenverbrauch erreichen jedoch ein globales gefährliches Ausmaß.

Die Industriestaaten mit 20 % der Weltbevölkerung verbrauchen gegenwärtig 80 % der Weltressourcen und 15% der Weltbevölkerung kontrollieren 80% des Welteinkommens. Die Ungerechtigkeit in der Verteilung wird zunehmen.

Die Einführung kapitalistischer Wirtschaftspraktiken in alle Länder der Welt kann nur zu einer höheren Ausbeutung und Verarmung derjenigen Länder führen, die das kapitalistische System noch nicht umfassend eingeführt haben.

Der Zinsmechanismus führt im Kapitalismus zu einem **„pathologischen Wachstumszwang“** (Kennedy, M.). Langandauerndes Zinswachstum kann es nicht geben und deshalb muss die kapitalistische Wirtschaft immer wieder notwendigerweise zerstört werden: durch Kriege, durch Inflation oder Börsen-

aber dann nicht nur 20 % am Energiemix ausmacht, sondern 100% und auch nur noch für weitere 30 Jahre reicht, bis dann alle fossilen Energieträger verbraucht sind. Das Problem liegt darin, dass eigentlich aus Gründen des Stopps der Klimaerwärmung überhaupt keine fossilen Energieträger mehr verwendet werden dürften. Hinzu kommt, dass Kohle einen relativ hohen Ausstoß an Kohlendioxid hat. Es wird der Zeitpunkt kommen, an dem es mehr Energie erfordern wird, Erdöl und Erdgas zu fördern als im geförderten Rohstoff enthalten sein wird. Ressourcen sind auch dann erschöpft, wenn sie unzugänglich oder unerschwinglich teuer geworden sind.

Würde der gesamte **Primärenergiebedarf der Erde durch Kernenergie gedeckt**, derzeit 5 %, dann würden die **Uranreserven noch 4 Jahre** reichen (Quaschning).

Auch aus Gründen der Endlichkeit der fossilen und nuklearen Energieträger muss Energie in erheblichem Maße eingespart werden und ein Umstieg auf erneuerbare Energie ist das Gebot der Stunde.

crash. Ein immer schnelleres Wirtschaftswachstum, um den Profit zu sichern, ist nicht nur aus der Sicht des Ressourcenverbrauchs unverantwortlich, sondern auch aus der Sicht der Zerstörung der Lebensgrundlagen der Menschheit überhaupt. **„Die kapitalistische Produktion kann nicht stabil werden, sie muss wachsen und sich ausdehnen oder sie muss sterben“ (Engels, F.)**. Ein höherer Konsum führt zwangsläufig zu höherem Energieverbrauch.

Bei der Globalisierung sind neue Akteure in der ökonomischen Landschaft aufgetaucht: die sogenannten **Geldvermögensbesitzer**, die ihre Zinsen im globalen Raum erwirtschaften und organisieren. Während das Sozialprodukt europaweit stagniert, explodieren die Gewinne der Banken (Altwater, E.). **Der Kapitalismus ist eine ökonomische Fehlkonstruktion.**

Das Kapital sucht sich immer die Plätze mit den höchsten Gewinnspannen und die bieten sich vor allem in den „phantastischen Möglichkeiten im Bereich der Ressourcenausbeutung“ (Club of Rome). Dabei ist die **Natur in der betriebswirtschaftlichen Rechnung kein Kostenfaktor**. Die Folgen einer progressiven Ressourcenausbeutung und die Umweltverschmutzung interessieren den nur auf Profit orientierten Unternehmer nicht.

Der **begrenzte Zeithorizont der Wirtschaft** – Zeit, in der sich Kapital rentiert – ist identisch mit ihrer Gewissenlosigkeit im Umgang mit der Natur und den Nachkommen (Gruhl, H.). Von den Kapitaleignern, die die Macht im Staate haben, ist nicht zu erwarten, dass ein Kurswechsel erfolgt und der Rohstoffverbrauch gesenkt wird (der Club of Rome fordert die Senkung auf 10 % des gegenwärtigen Verbrauchs), was notwendig ist, um auch späteren Generationen etwas von den Rohstoffen übrig zu

lassen. Raubbau ist nur ein einziges Mal möglich. Die Industrie wird wegen ihres rein wirtschaftlichen Erfolgsdenkens den allgemeinen Ruin herbeiführen und diese Schäden rühren an die Existenzgrundlagen der Gattung Mensch (Ebermann; Trampert). Hinzu kommt, dass sich die Industrieländer als Hauptverursacher der Klimaveränderungen auch noch als „Gewinner“ fühlen, weil vor allem viele Entwicklungs- und Schwellenländer unter den Klimaveränderungen leiden werden, die ganz wenige Klimagase erzeugen. Dort werden weniger Niederschläge fallen und die Anhebung des Meeresspiegels wird ganze Landstriche und Inseln verschlingen. Das Vorsorgeprinzip gebietet zu reagieren, aber das

Kapital weigert sich aus Profitinteressen gegen die Verursacher der Klimaänderungen vorzugehen.

Der Kapitalismus als Wirtschaftsordnung ist eine Fehlentwicklung, die von Europa ausging, und die von den entwickelten Industriestaaten wieder beseitigt werden muss.

Würden sich alle Länder am westlichen Vorbild orientieren, dann ist die Folge eine Automobilisierung dieser Staaten mit den damit einhergehenden unvermeidlichen Emissionen. Gesellschaften, die uneingeschränkt marktwirtschaftlich ausgerichtet sind, schlucken auch die Energie nach Marktesetzen. China und Indien mit fossiler Energieversorgung und Ausweitung der Marktwirtschaft bedeutet den Todesstoß für die menschliche Zivilisation (Scheer).

Industrialisierung steigert Energieverbrauch progressiv

Die Kapitaldynamik ist der Motor der industriellen Massenproduktion. **Massenproduktion führt zu einem hohen Verbrauch an Rohstoffen und Energie** und zum Transport von Gütern, Rohstoffen und Fertigprodukten rund um die Erde. Erst die **Fließbandproduktion** führte zu einem gewaltigen Warenausstoß, der abgesetzt werden musste. Schnell verschleißende und veraltende Waren, absichtlicher Schund gewährleisten die Kapitalbildung am meisten (Ebermann, T.; Trampert, R.).

Die Industrialisierung nur weniger Nationen hat zur Ungerechtigkeit in der Verteilung der Güter und des Wohlstandes geführt. **Die USA mit nur 6 der Weltbevölkerung verschwenden mehr als ein Viertel des Weltenergieverbrauchs.** Die Industrieländer mit 21 der Weltbevölkerung verbrauchen 70 % der Energie. Die Hälfte der Menschheit, 3 Mrd. Menschen, haben keinen Zugang zur Elektrizität. Die 33 % der Weltbevölkerung in der „Dritten Welt“ verbrauchen nur 4 % der Weltenergie. Das Abendland ist zu einer einzigen herrschenden Klasse geworden (Bahro).

Die Industrialisierung hat viele umweltschädliche Technologien hervorgebracht (Chemieindustrie) und führt über den Ausstoß von Kohlendioxid zum Klimawandel. Die Technik ist zum Mittel der Naturzerstörung geworden. Die Ursache ist die Kapitaldynamik, die das Industriesystem braucht. Die Natur zerstörerischen Auswirkungen industrieller Systeme werden immer globaler und treffen auch jene Staaten, die davon keinen Vorteil haben.

Wenn alle Länder der Welt so viel Energie verbrauchen würden wie die Industrienationen, dann könnten die fossilen Energiereserven bei Erdöl nur noch 7 Jahre, bei Erdgas noch 10 Jahre und bei Kohle noch 30 Jahre reichen!

In den Industriestaaten hat sich ein **allgemeiner Glaube an die Technik und Technologie** herausgebildet, dass die Technik alle Ressourcenprobleme lösen könne. Von der Wirtschaft wird suggeriert, dass man im Rahmen des Kapitalismus alle technischen Probleme lösen kann. Die Politik müsse nur die entsprechenden Rahmenbedingungen schaffen.

Die Diskussion zur Begrenzung des Ressourcenverbrauchs wurde durch die Suche nach technischer Effizienz abgelöst (2. Bericht des Clubs of Rome: Faktor 4). Man nährte den Glauben, dass durch Optimierung des Stoffdurchlaufes die Umwelt- und Ressourcenprobleme gelöst werden könnten. Alle derartigen Prognosen wurden durch die Realität ad absurdum geführt. Es werden nur technologische Lösungen angewendet, die sich „rechnen“. Die Ressourcen werden weiterhin schamlos ausgeplündert. Amery kommt deshalb zu der Erkenntnis, dass die **Logik des Überlebens der Menschheit, „die rascheste Zerstörung des Industriesystems, und zwar um jeden Preis“** erfordert. „Die Menschheit muss zurück zur Sonne, aber sie kann nicht zurück zu vorindustriellen Zeiten. Sie hat nur noch die Chance einer solartechnologischen Energie-Revolution“ (Scheer).

Die Monopole beherrschen den Staat

Nach dem Grundgesetz, **Artikel 20 a**, hat der Staat eine Verpflichtung zu übernehmen: **„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen“.**

Will ein Staat aber einseitig ökologische Maßnahmen im eigenen Staatsgebiet gesetzlich durchsetzen, die in den Unternehmen zum Kostenfaktor werden, dann riskiert ein Land international seine

Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren.

Deshalb wird der Umgang mit der Natur und ihren Ressourcen den Rentabilitätskalkülen des Kapitals unterworfen. Dadurch verliert der Staat immer mehr seine Steuerungsfähigkeit und die Souveränität über sein Territorium. Er transformiert sich zum „nationalen Wettbewerbsstaat“ bei gleichzeitiger „Internationalisierung“ des Staates. Für die Entwicklung des „Energie-Imperialismus“ sorgt der „politisch-

industrielle Energiekomplex“, genauso wie der „militärisch-industrielle Komplex“ für die Rüstung sorgt. Die USA, die auf die Umwelt und das Rohstoffende keinerlei Rücksicht nehmen und sich an internationalen Verträgen zur Umwelt nicht beteiligen, bestimmen als ökonomisch und militärisch mächtigster Staat die Spielregeln. „America first“ behindert eine kooperative Strategie der übrigen Staaten nicht nur auf dem Gebiet des Umweltschutzes.

Der Staat hat heute die Aufgabe übernommen, für die Wirtschaft die kostenlose Ausbeutung der Natur abzusichern. Der Staat ist schon lange nicht mehr ein Teil der Lösung der Umweltprobleme, sondern er ist selbst zum Problem geworden.

Es fehlen also die gesellschaftlichen und politischen

Institutionen, die mit Macht ausgestattet sind, mit denen wir der Katastrophe entgehen können. Auch die Grünen haben sich darauf festgelegt, dass die Unternehmen „gebeten“ werden, „Selbstverpflichtungen“ einzugehen und dass Gesetzesfestlegungen sich nur gegen den Verbraucher richten.

Dabei müsste es klar sein, dass die Umstellung auf erneuerbare Energien auch aus militärstrategischen Gründen notwendig ist. In den Erdölförderländern ist die politische Lage instabil. Durch die Straßen von Hormus, Malakka und den Bosphorus wird die Hälfte des Weltöls transportiert und auch pipe lines sind sehr anfällig gegen Terroranschläge. Hingegen wird Uran vor allem in für die kapitalistischen Länder weniger kritischen Ländern gewonnen, in Australien und Kanada.

Die Importabhängigkeit der BRD ist gewachsen

In Deutschland wird nur 28 % der verbrauchten Energie gewonnen. Deutschland ist importabhängig und damit in seiner Wirtschaft von den Preisen fossiler Energieträger und von politischen Instabilitäten in den Lieferländern abhängig. Die **Importanteile betragen bei Erdöl 98 %, bei Erdgas**

80 %, bei Steinkohle 26 %, bei Braunkohle 2 % und bei Uran 60 %. Für Importe werden jährlich etwa 25 Mrd. € aufgewendet. **Während 1950 nur 10 % der Energierohstoffe importiert wurden, stieg der Anteil 1970 auf 60 % und bis 2000 auf 75 %.**

Pro-Kopf-Verbrauch an Energie in Deutschland

Erst im Zeitalter der **industriellen Revolution** kam es zu einer explosionsartigen Entfaltung der Wirtschaft, Vermehrung der Menschheit und in diesem Gefolge zu einer **exponentiellen Entwicklung des**

Energieverbrauchs. Heute verfeuern wir in 2 Monaten soviele Energie wie in den 100 Jahren von 1750 bis 1850.

Energieverbrauch pro Kopf

Der Bedarf an Primärenergie konnte immer besser befriedigt werden und erreichte 1990 in der **BRD 140 kWh/Person und Tag** (USA = 224, Japan = 92,

China = 43, Indien = 37), wobei die Hälfte der derzeitigen Weltbevölkerung noch keinen Zugang zu kommerzieller Energie hat.

Deckung des Energiebedarfs mit Energieträgern

In den Industrieländern wird der Energiebedarf zu etwa 90 % durch fossile Energieträger gedeckt, im Verhältnis Erdöl zu Kohle zu Erdgas wie etwa 4 : 3 : 2.

In Deutschland besteht der Energiemix aus 38 % Öl, 22 % Gas, 13 % Steinkohle, 13 % Kernenergie und 11 % Braunkohle.

Der jährliche Energiebedarf ist **in der BRD in den letzten 20 bis 30 Jahren nur unwesentlich gestiegen**, der Anteil der Elektroenergie stieg aber

jährlich um 2 bis 3 %. Dabei muss berücksichtigt werden, dass **energieintensive Produktionen ins Ausland verlagert** wurden. Daher ist der Bedarf an Prozesswärme in der Industrie rückläufig, der Bedarf an Treibstoffen und Strom stieg dagegen an. Strom wird gegenwärtig zu 58 % mit fossilen Brennstoffen, zu 34 % mit Kernenergie und zu 8 % mit Wasserkraft gedeckt. Wirtschaftswachstum und Stromverbrauch stiegen in gleichem Maße an.

Primärenergieverluste

Bei der Primärenergieumwandlung geht mehr als die Hälfte der Energie verloren (Abwärme). Die zur

Verfügung gestellte Endenergie kommt beim Verbraucher als Nutzenergie ebenfalls mit über 50 % Verlust an.

Energieverwendung in den Haushalten

In den Haushalten, die etwa 40 % der Energie verbrauchen, wird für die **Raumheizung etwa 85 %** aufgewendet, **für die Beleuchtung nur etwa 1,7 %**, aber für Küchen- und **Haushaltsgeräte etwa 13 %** (Kühlschrank, Gefrierschrank, Elektroherd, Boiler, Wäschetrockner, elektronische Geräte, Waschma-

schine, Geschirrspüler usw.)

Raumwärme und Warmwasser wird zu $\frac{2}{3}$ mit Heizöl und $\frac{1}{3}$ mit Erdgas erzeugt. Die Verwendung von Strom, Kohle und Fernwärme ist mit insgesamt 15 % Anteil am Gesamtenergiebedarf der Haushalte rückläufig.

Energieverbrauch der BRD 2003

Insgesamt wurden in der BRD 2003 an **Primärenergie 14334 PJ/a** verbraucht.

Durch Umwandlungs- und Transportverluste entsteht nur ein **Endenergieangebot** von etwas über **9000 PJ/a**.

Die wichtigsten **Quellen** der Primärenergie sind:

Mineralöl	5215 PJ
Erdgas	3223 PJ
Steinkohle	1963 PJ
Braunkohle	1640 PJ
Wasser, Wind, PV, Biogas	493 PJ
Kernenergie	1800 PJ

Verwendung der Energie

Die Haushalte verbrauchten 28 % der Endenergie, die Industrie 25 %, der Verkehr 30 % und der Dienstleistungsbereich 17 %.

Nach **Anwendungszwecken** geordnet gestaltet sich der Endenergieverbrauch wie folgt:

Mechanische Energie	41 %
Raumwärme	31 %
Prozesswärme	21 %
Warmwasserbereitung	5 %
Beleuchtung	2 %

Kraftwerkskapazität

Die verfügbare Kraftwerksleistung ist gegenwärtig mit **120000 MW** größer als die **Januar-Höchstlast mit 80000 MW**.

Die **nicht einsetzbare Leistung** war im Januar 2002 14,2 % und im **Sommer 2003 15,9 %** der gesamten Kraftwerksleistung.

Die Kraftwerksleistung wird auch durch Revisionen (im Winter 2,5 %, im Sommer 8,9 %) und durch

Ausfälle mit 2,5 % geschmälert.

Die Reserveleistung beträgt mit 6500 MW im Winter 8,5 % und im Sommer 9,0 % der Kraftwerksleistung.

Die Übertragungskapazität **ins Ausland beträgt 17000 MW**.

Die **Netzstabilität ist in der BRD wie in kaum einem anderen Land garantiert**.

Kraftwerke in Deutschland

Die Verbrennungskraftwerke decken zurzeit den Strombedarf zu 64 %, aus Kohle 51%, aus Erdgas 7 %, aus Heizöl 3 % des Strombedarfs. Den Rest decken die Atomkraftwerke und sonstigen Energiequellen.

Der Nutzungsgrad bei der Stromerzeugung stieg von 1990 mit 36,5 % auf 38,5 % im Jahre 2000 und

liegt dabei immer noch sehr niedrig.

Die Leistung der Kraftwerke teilt sich wie folgt auf:

80 Kraftwerke mit	> 200 MW
200 Kraftwerke mit	10 – 200 MW
300 Kraftwerke mit	1 - 10 MW
600 Kraftwerke mit	< 1 MW

Stromerzeugung in Deutschland

Der Stromverbrauch liegt in der BRD bei etwa **1980 PJ/a** und nimmt von Jahr zu Jahr zu.

Der Stromverbrauch teilt sich auf für

Haushalte	27 %
Kleinverbraucher	23 %
Industrie	47 %
Verkehr	3 %

Die Stromerzeugung beruhte 2003 auf folgenden Energieträgern:

Kernenergie	28 %
Braunkohle	26 %
Steinkohle	24 %
Erdgas	10 %
Heizöl	4 %
erneuerbare Energie	8 %
davon	
Wasser 3,6 %	Wind 3,4 %
Müll 0,9 %	Solar 0,05 %

Wärmeerzeugung in Deutschland

Die **Raumwärmeerzeugung** bis 100 °C benötigt an Endenergie **3180 PJ/a** und die **Prozesswärmeerzeugung** (400 bis mehrere 1000 °C) benötigt **2395 PJ/a**, insgesamt **5575 PJ/a**. Das sind **etwa**

60 % des gesamten Endenergieverbrauchs. Der Wärmeanteil am Endenergieverbrauch der **Haushalte** beträgt sogar **75 bis 80 %**.

Jahres- und Tagesschwankungen des Stromverbrauchs

Die Lastgänge des Verbrauchs werden von den Stromkonzernen gegenüber der Konkurrenz geheim gehalten, sodass nur Tendenzen bekannt sind.

Von 1960 stieg die **Jahreshöchstlast** im Dezember mit 16 GW auf **70 GW** im Jahre 1996. Die **Schwankungen der Tageslast** zwischen Tag und Nacht haben von Jahrzehnt zu Jahrzehnt abgenommen. Während sie 1960 noch mehr als 50 % der Höchstlast betragen, waren es 1996 **nur noch knapp 20 %** (in der Nacht von 23 bis 6 Uhr). **In den Sommermonaten wird nur 60 % der Tageslast der**

Wintermonate in dieser Zeit benötigt.

In diesem Lastverhalten unterscheiden sich die Nachbarländer der BRD nur wenig.

Der **Jahresverlauf der Lastprofile** ist durch den unterschiedlichen Sommer- und Winterbedarf gekennzeichnet. Während im Sommer der Bedarf für Wohnungen nur gering schwankt, fallen **im Winter dreifach höhere Lastspitzen** an, wobei diese Spitzen in den Abendstunden anfallen. An Wochenenden ist der Verbrauch deutlich höher als an Werktagen.

Der Tagesverlauf der Lastprofile

Die durchschnittlichen **täglichen Lastprofile** unterscheiden sich für die verschiedenen Anwendungsgebiete Wohnungen, Dienstleistungen, Landwirtschaft und Industrie.

Während die **Industriebetriebe** ihre Spitzenlast nach Arbeitsbeginn um 6 Uhr schnell erreicht und bis auf eine 15%ige Absenkung zur Mittagszeit bis um 17 Uhr beibehält, ist das in der **Landwirtschaft** anders. Hier gibt es eine 100%ige Spitzenlast von 7 bis 10 Uhr und von 17 bis 21 Uhr. In der mittäglichen Zwischenzeit werden nur 50% und in der Nachtzeit 30% der Spitzenlast benötigt.

Der **Dienstleistungsbereich** hat in seinem Leistungsprofil keine großen Schwankungen. Gegen 7 Uhr steigt die Last von etwa 50% schnell auf 100% und sinkt dann ab 19 Uhr stetig ab bis sie um 24 Uhr wieder 50% erreicht.

Der Verbrauch in den **Wohnungen** liegt in der Nachtzeit bei 50% der Spitzenlast. Mit dem Aufstehen gegen 6 Uhr steigt die Last bis 10 Uhr auf 70%, bleibt dann bis 16 Uhr etwa gleich und steigt abends wieder an, bis sie gegen 21 Uhr die Spitzenlast erreicht, um dann bis 24 Uhr auf 80% abzufallen.

Spitzenbedarf an Strom

Eine Anpassung der Stromlieferkapazitäten an diesen Spitzenbedarf ist teuer und deshalb wurden schon viele Maßnahmen vorgeschlagen, um die Lastspitzen zu kappen:

Verschiebung der Spitzenlast durch Lastverriegelung sowie Ein- und Ausschalten von Lastgruppen, Zeitabschaltungen und nicht zuletzt Maß-

nahmen der Tarifpolitik

Durch solche Maßnahmen können zumindest in Haushalten die Spitzenlasten um 10% gesenkt werden. Auch in der Industrie gibt es solche Möglichkeiten.

Die **Übertragung von Strom** über große Entfernungen, zum Beispiel **im europäischen Verbundnetz, ist weitaus wirtschaftlicher als das Vorhal-**

ten nachfragegeführter Kraftwerke und Pumpspeicherwerke. Bekannt ist das 2003 gelegte Viking Cable aus Norwegen mit 500 kV und 600 bis 800 MW Übertragungsleistung. Sonnenstrom könnte auch aus Nordafrika über Höchstspannungsgleichstromleitungen (HGÜ) mit 450 kV herangeführt werden.

Möglichkeiten der Energieeinsparung in Haushalten

Der Primärenergieverbrauch könnte nach Einschätzung der Enquete-Kommission „Erneuerbare Energien ...“ durch heute unmittelbar verfügbare technische Lösungen im Jahre 2050 um **20 bis 24 % niedriger** sein als 1990, und das bei ununterbrochenem Wachstum der Wirtschaft.

Andererseits ist zu beobachten, dass die Werbeindustrie im Auftrag der Konzerne in ihren Werbespots neue Bedürfnisse und Konsumsteigerungen in beliebiger Höhe vorschlägt und legitimiert (Scheer). **Vor den Fragen der konkreten Grenzen des Energiewachstums drücken sich alle Parteien und Regierungen.** Aber die Fragen müssen beantwortet werden: Was sind Grundbedürfnisse? Was sind Luxusbedürfnisse? Wer wird die politischen Rahmenbedingungen schaffen, die Konsumbeschränkungen erzwingen?

Private Haushalte verbrauchen etwa 40 % des gesamten Endenergieverbrauchs, wobei 87 % in die Heizung der Wohnräume fließen. **Bei der Heizungsenergieerduzierung müsste also zuerst der Hebel angesetzt werden, um Energie einzusparen**, weil gegenwärtig 40 % der Heizenergie durch die Außenwände verloren gehen. **Einsparpotentiale von 70 %** sind keine theoretischen Werte, sondern erreichbar. Wichtigste Maßnahme ist die verbesserte Wärmedämmung der Häuser, wodurch 50 bis 60 % des Raumwärmebedarfs eingespart werden können. Dadurch könnte der durchschnittliche Wärmeverbrauch von gegenwärtig etwa 180 kWh/m²/a auf etwa 70 kWh/m²/a gesenkt werden. Dabei wird aber unterstellt, dass sich die Wohnfläche je Einwohner und der Bestand an Zweit- und Drittwohnungen nicht erhöhen.

Unter dem Blickwinkel, dass Gebäude 50 bis 100 Jahre stehen und sich jede Maßnahme dadurch über einen längeren Zeitraum auswirkt, sind Maßnahmen nicht nur als Empfehlungen, sondern als Vorschriften festzusetzen. Das ist bisher nicht der Fall, denn die Energiesparverordnungen der Regierung kennen **keine Sanktionen**, wenn die Vorgaben nicht eingehalten werden.

Die 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 wurde in die **Energieeinsparverordnung von 2002** integriert und der zulässige Heizwärmebedarf erneut gesenkt:

WSchVO 1977	172 kWh/m ² /a
WSchVO 1984	128 kWh/m ² /a
WSchVO 1995	98 kWh/m ² /a
WSchVO 2000	61 kWh/m ² /a
Niedrigenergiehaus	
Passivhaus	17 kWh/m ² /a
Autarkhaus	0 kWh/m ² /a

Diese Energiereduzierungen sind nur über höhere Baukosten zu erreichen, nämlich für die Wärmedämmung, die Lüftungs- und Energierückgewinnungsanlagen usw. Es entstehen **einmalige Mehrkosten der jährlich eingesparten Energie von:**

Maßnahmen nach	
der WSchVO 1995	5 Cent/kWh
Niedrigenergiehaus	8 Cent/kWh
Passivhaus	15 Cent/kWh
Autarkhaus	150 Cent/kWh

Für Neubauten gilt nach der **Energieeinsparverordnung von 2002**, die die Wärmeschutzverordnung und die Anlagenverordnung integriert hat, der **Niedrigenergiehausstandard**, dessen Einhaltung aber nicht kontrolliert wird.

Bereits die Energiesparverordnung von 2000 empfiehlt bei Neubauten **Passivhäuser**, die in der Regel keine Heizung bzw. einen Heizölverbrauch von höchstens 1,5 l/m²/a haben und mit Lüftungsanlagen und Wärmerückgewinnungsanlagen ausgerüstet sind und die passiv-solare Energie (Südfenster) nutzen. Raumluftechnische Anlagen bilden aber günstige Bedingungen für die Bakterienvermehrung und nachfolgende Allergien oder Krankheiten. Auch gibt es Probleme mit der Entfeuchtung der Wohnung, wenn die Wärmedämmung sorptionsunfähig ist.

Die Wohnungsbeheizung in Deutschland wird zu 54 % mit Gas, zu 36 % mit Heizöl, zu 6 % mit Strom und zu 4 % mit Kohle durchgeführt.

Bei der Raumerwärmung werden zunehmend **solarthermische Kollektoren** genutzt, mit denen man etwa ²/₃ des Energieverbrauchs an Heizöl oder Erdgas einsparen kann. Aber die Einführung von **Solar Kollektoren** erfolgt sehr langsam: **Etwa 4 % der Häuser sind damit ausgestattet und erzeugen 0,2 % des Wärmeendverbrauchs.**

Nach einer Studie der dena 2004 könnten in Deutschland durch Ersatz alter Heizkessel durch Brennwertkessel etwa ein Drittel der Heizenergie eingespart werden.

Außerdem ist die Strategie, nicht das ganze Haus zu wärmen, sondern die Raumwärme differenziert und nach Zeit zu steuern, das Mittel zur Energieeinsparung.

Die Durchsetzung der „**Solararchitektur**“ ist das wichtigste Energiespargebiet in Deutschland und Europa.

Zur **Kühlung** sollten die frische Morgenluft in Verbindung mit einer thermischen Trägheit des Gebäudes und keine energieintensiven Kühlaggregate genutzt werden. In den USA werden 40 % des elektri-

schen Stromes im Hochsommer für die Raumkühlung genutzt.

Fernwärme bewirkt im Vergleich zu Ölheizungen Energieeinsparungen von 50 % und mehr. Aber die Investitionskosten sind bei Fernwärmanlagen um 14 % höher. Das Ziel ist, bis 2050 etwa $\frac{2}{3}$ des Heizungsbedarfs über Fernwärmenetze zu decken, um damit den Energiebedarf um 45 % zu senken (BMUNR).

Auch bei **Haushaltsgeräten** lassen sich nach NABU-Untersuchungen 75 % des Energiebedarfs einsparen, indem z.B. unter anderem auf unnötige Geräte (z. B. Laubsauger) verzichtet wird und der

Energieverbrauch der Geräte gesenkt wird.

Durch Ersatz von Glühbirnen (ca. 100 W/1000 lm) durch **Leuchtstofflampen** (10 W/1000 lm) kann der Energiebedarf halbiert werden. Die Haushalte verbrauchen etwa 40 % der Beleuchtungsenergie und die Industrie 60 %. **Aber nur 3 % der Primärenergie bzw. 11 % der elektrischen Energie werden für die Beleuchtung gebraucht, so dass das Einsparpotential eher gering ist.** Allein der Standby-Betrieb von Elektrogeräten verschlingt inzwischen rund 10 % des Stromverbrauchs privater Haushalte.

Einsparmöglichkeiten bei der Industrie

Bekanntlich haben Kohle- und Atomkraftwerke einen Wirkungsgrad von 30 bis 40 %. Über die Abwärme gehen $\frac{2}{3}$ der Primärenergie verloren. Auch Gas- und Dampf-Kombikraftwerke kommen nur auf einen Wirkungsgrad von 50 %.

Werden nun in Großkraftwerken die einzelnen Vorwärmstufen für das Speisewasser mit einer **solaren Speisewasser-Vorwärmanlage** ausgerüstet, dann könnte **10 % der Kraftwerksleistung aus Solarwärme kommen**. Das könnte in jedem Dampfkraftwerk eingeführt werden, außer in Atomkraftwerken, die aus Sicherheitsgründen im Primärkreislauf Temperaturen um 345 °C haben.

Auch Frischluft für den Verbrennungsvorgang kann mit Solarwärme erhitzt werden und dadurch Brennstoff eingespart werden.

Für Wärme- und Wärmebehandlungsöfen für Eisen und Stahl, Schmelz- und Sekundärmaterialöfen für Aluminium, Brennöfen für Keramik und Schmelzöfen für Glas wurde das **Drehregenerator-Brenner-System** (DREBS) für Hochtemperaturanwendungen auch über 1000 °C entwickelt (BFI). Mit diesem Verfahren kann durch Rückführung der Abgasenergie in den Produktionsprozess **der Erdgasverbrauch um 45 % gesenkt** werden.

Kraft-Wärme-Kopplung: Bei Kondensationskraft-

werken gehen $\frac{2}{3}$ der Primärenergie als Abwärme verloren. Eine Speicherung dieser Wärme ist bisher praktikabel nicht möglich. Wenn diese Abwärme jedoch als Heizwärme für Wohnungen genutzt werden könnte, dann würde nur die Hälfte der Primärenergie verloren gehen, weil in den Wintermonaten die Wärme genutzt werden kann. Blockheizkraftwerke (BHKW) können diese **Kraftwärmekopplung** nur dann voll nutzen, **wenn der Bedarf an Strom und Wärme ganzjährig im Verhältnis 1 : 2 von den Verbrauchern abgefordert wird**. Dann könnte ein **Wirkungsgrad von 85 %** erreicht werden und die Kohlendioxid-Emissionen könnten um 50 % gesenkt werden. Aber in der BRD haben nur **15 % der Verbraucher einen Fernwärmeanschluss**. In **Norwegen 40 %, in Dänemark 50 %!** Die Fernwärmeeinrichtungen der DDR wurden nach dem Beitritt weitgehend stillgelegt. Die Energieeinsparmöglichkeiten sind also durch KWK sehr begrenzt. Außerdem ist ein Fernwärmenetz nur in einem Umkreis von 50 km um das Kraftwerk wirtschaftlich.

In den Blickpunkt rückt auch die Eisen- und Stahlindustrie, die gegenwärtig 27 % der gesamten Endenergie im Industriesektor verschlingt. Hier liegen noch große Einsparungspotentiale.

Mögliche Einsparungen beim Verkehr

Die **Transportsysteme verbrauchen** etwas weniger Energie als die Haushalte, **etwa 30 % des Gesamtenergieverbrauchs**, wobei der **Straßenverkehr mit 87 %** am Energieverbrauch der Transportsysteme den größten Anteil hat. Diesel und Benzin sind die Energieträger, die durch Entwicklungen der Autoindustrie bisher nicht in nennenswertem Umfang eingespart werden konnten. Die Luftfahrt hat ca. 9 % Anteil, der Schienenverkehr 3 % und die Schifffahrt 1 %. Hier gibt es enorme Einsparpotentiale, allein schon durch die Optimierung der Produktions- und Verbrauchsstandorte könnten erhebliche Einsparungen erzielt werden. Aber volkswirtschaftliche Optimierungen interessieren den Betriebswirtschaftler nicht.

Wie sich die Automobilindustrie die Entwicklung in den nächsten 25 Jahren vorstellt, hat der Manager

von GM, Demant, 09/2004 dargelegt: Es bleibt beim Otto- und Dieselmotor und fossilen Brennstoffen. Die Motoren werden weiter optimiert. **Als Alternative wird der fossile Brennstoff Erdgas favorisiert**, weil er weniger Emissionen und einen geringeren Kraftstoffpreis hat. Die höheren Anschaffungskosten für den Motor würden sich nach 50000 km Fahrleistung amortisieren. Auch **Flüssiggas** (Propan und Butan) wird als „Abfallprodukt“ der Erdgas- bzw. Erdölproduktion für den Motorantrieb genutzt. Weiterhin wird an **Hybridantrieben** (E-Motor und Otto- bzw. Dieselaggregat) als Alternative gearbeitet, wobei 25 % des Kraftstoffes eingespart werden könnte. Nach dem fossilen Zeitalter soll **durch kontrollierte Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff Strom erzeugt werden, der einen Elektromotor treibt**. Wobei zugegeben wird, dass die Speicherung des

Wasserstoffes in den Fahrzeugen und die hohen Kosten dieses komplexen Antriebssystems noch ungelöste Forschungsaufgaben darstellen und eine Wirtschaftlichkeit derartiger Antriebe nicht absehbar ist. Kein Wort wird darüber verloren, dass man ja auch den Kraftstoffverbrauch der PKW auf 1 bis 3 l/100 km senken könnte. **Das Erdöl und das Erdgas soll nach dem Willen der Autokonzerne bis**

zum bitteren Ende verschwendet werden.

Solange 65 % der Männer und 57 % der Frauen täglich mit dem Auto oder dem Motorrad unterwegs sind und nur 15 % die öffentlichen Verkehrsmittel und 11 % das Fahrrad nutzen, **wird es in Deutschland schwierig sein, eine „Verkehrswende“ herbeizuführen.**

Vor- und Nachteile erneuerbarer Energien

Neben der Erhöhung der Energieeffizienz sind vor allem die erneuerbaren Energien, wie **Windkraft, Wasserkraft, Biomasse, Erdwärme und Sonnenenergie** die Alternative zu den auslaufenden fossilen Energieträgern. Es gibt zwar noch weitere erneuerbare Energieformen, wie z. B. Wellenenergie, Gezeitenströme, Meeresströmungen usw., die aber für die BRD ohne Bedeutung sind. Auch erneuerbare Energien stehen nicht überall grenzenlos zur Verfügung. In unseren Breitengraden und klimatischen Verhältnissen sind sie sehr eingeschränkt.

Kein Unternehmen ist in der Lage, das Sonnenlicht zu privatisieren oder Lizenzen dafür zu erwerben (Scheer). Jeder kann die Sonne nutzen als unabhängiger Betreiber von Energiegewinnungsanlagen.

Der ausschlaggebende Vorteil erneuerbarer Energieformen ist jedoch, dass sie **kein Kohlendioxid freigeben bzw. kohlendioxidneutral** sind (Holzverbrennung), d. h. nur so viel Kohlendioxid freigeben, wie sie der Atmosphäre entnommen haben. Sie tragen damit nicht zum vom Menschen gemachten Treibhauseffekt bei. Methan, das bei der Biogaserzeugung anfällt und 20 bis 30 Mal gefährlicher als Kohlendioxid ist, wird als Energieträger verbrannt.

Ein weiterer großer Vorteil erneuerbarer Energien ist, dass sie **unerschöpflich** sind (sie werden nicht verbraucht, sondern gebraucht) und **fast überall in der Welt** mehr oder weniger günstig, von der Natur **kostenlos geliefert**, zur Verfügung stehen, zwar ungleich verteilt sind, aber fast jedes Land sie nutzen kann. Sonnenstrahlen und Wind stehen unmittelbar ohne „Antransport“ zur Verfügung, Biomasse und Wasser muss erst gesammelt werden und Heißwasser muss ebenso wie die fossilen Energieträger aus der Erdkruste gefördert werden.

Der private Verbraucher in den Industriestaaten will die Energie vor allem in Form von Elektroenergie und in Form von flüssigen und gasförmigen Brennstoffen für die Heizung und den Individualverkehr nutzen. Die Industrie benötigt Elektrizität und **Prozesswärme als hochintensive Hitze**. Letztere **kann erneuerbare Energie in der BRD nicht liefern**, allenfalls über Biogas, das aber nur in geringen Mengen anfällt.

Die gewünschten Energieformen sollten jederzeit zur Verfügung stehen. Aber **erneuerbare Energien**, wie z.B. Wind und Sonnenstrahlen, **unterliegen starken tageszeitlichen und jahreszeitlichen Schwankungen und Wetter bedingten Unterschieden** und haben somit ein fluktuierendes (schwankendes) Energieangebot. Eine bessere Verfügbarkeit über Energiespeichertechnik ist bisher technisch noch nicht befriedigend gelöst worden. Eine **zeitunabhängige Bereitstellung** von Energie ist nur aus der Quelle **Biogas, Wassergefälle und Erdwärme** möglich.

Fossile Energie kann ohne große Verluste auf Vorrat gelagert werden. Kohle in Halden, Erdöl in Tanks, Erdgas in unterirdischen Speichern. Fossile Energie kann gut transportiert werden: pipe-line, Tanker, Frachter. Dagegen kann erneuerbare Energie, bis auf Biogas und Holz, nicht gespeichert werden. **Sonne und Wind müssen als Primärenergie genutzt werden, wenn sie anfallen.** „Solarstrom ist Schönwetterstrom“ (Scheer).

Ein weiterer genereller Nachteil erneuerbarer Energie ist, dass man mit Windkraft oder Sonnenenergie **allein keine Energiegrundlastversorgung sichern kann**. Sie sind für eine Energieautarkie in Inseln wenig geeignet. Es müssen immer Hybridlösungen angewendet werden: eine Kombination aus Photovoltaik, Photothermie, Windkraft, Biogas oder Holzverbrennung sowie Wasserkraft (Pumpspeicherkraftwerk). Je mehr Komponenten, je sicherer wird die Stromversorgung. Über ein von Siemens entwickeltes Netzleitsystem (Spectrum Power CC) kann ein **virtuelles Kraftwerk** simuliert werden und die jeweils optimale Kombination vieler kleiner dezentraler Erzeugereinheiten mit den Kraftwerken und deren Auslastung errechnet und realisiert werden. **Nur Wasserkraft, Biomasse und Geothermie sind uneingeschränkt grundlastfähig.**

Die Nachteile der erneuerbaren Energien werden vor allem durch die Vertreter der etablierten Stromindustrie und radikalen Naturschützern vorgebracht. Die Stromindustrie fürchtet um ihren Marktanteil, denn erneuerbare Energien werden vor allem dezentral in kleinen Anlagen gewonnen, der Strommarkt der Stromindustrie wird eingeschränkt.

Stromerzeugung mit Sonnenenergie

Theoretisches Potential

Die Strahlungsenergie der Sonne enthält das 10000-fache des gegenwärtigen Weltenergieverbrauchs.

Die geographischen Kenntnisse beim Anfall der Sonnenenergie sind umfassend vorhanden. Im Durchschnitt von etwa 80 Messstationen aus dem europäischen Strahlungsatlas **fällt 1064 kWh/m²/a an** (in der Sahara 2300). Diese Strahlung kann in etwa **2000 Stunden** von jährlich 8760 aufgefangen werden. Für die Fläche Deutschlands mit 357100 km² fällt ein theoretisches Potential von 1.368 EJ/a an. Das wäre etwa das **100-fache des Primärenergieverbrauchs der BRD**. Aber das ist eine Energiefülle, die technisch nur zu einem geringen Teil genutzt werden kann.

Der Einfall der Sonnenstrahlung ist in Deutschland großen Schwankungen unterworfen. **Langjährig** schwankt die Einstrahlung mit minus 12,8 % und plus 16 % um den 61-jährigen **Mittelwert von 1017 kWh/m²/a**, das heißt, im Minimum 887 und im Maximum 1180 kWh/m²/a.

Erheblicher sind die **Schwankungen innerhalb eines Jahres**. Im Dezember fallen nur **13,9 kWh/m² an** und im Juli dagegen das 10-fache, nämlich **156,8 Wh/m²**. Aber gerade im Winter wird Heizenergie und mehr Strom gebraucht.

Durch die häufige Wolken bedeckte Witterungslage ist der Anteil der **diffusen Strahlung** bei uns hoch, etwa **zwei Drittel**. Im **Sommer** (Mai bis August) können wir **täglich maximal 4 kWh/m²** und im **Winter** (November bis Januar) nur etwa **1 kWh/m²** gewinnen. Auch die Einstrahlung während eines Tages kann im Juni **durch starke Bewölkung um 20 % niedriger** liegen als am Vortag.

Bei der Nutzung der Sonnenenergie werden also erneuerbare Energien mit gegenläufigem Anfall benötigt, wie zum Beispiel Bioenergie und Wasserkraft liefern können.

In den fossilen Energieträgern ist die „Energiedichte“ hoch, in den Sonnenstrahlen niedrig: **es werden große „Sammelflächen“ benötigt**.

Flächenbedarf bei solarer Vollversorgung

Immer wieder wird von den Grünen die Meinung vertreten, dass die Sonnenenergie zukünftig alle Energieprobleme der Menschheit lösen könne. Nun muss aber eingeschränkt werden, dass auf den Landflächen der Erde nur etwa 11 % der insgesamt einfallenden Sonnenstrahlen gewonnen werden können. Das ist zwar 1700-mal so viel Energie, wie die Menschheit braucht, aber wir können nicht alle landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Flächen mit Sonnenkollektoren bestücken. Was bleibt, sind Wüsten und Steppen, mit denen wir nach der Klimaerwärmung ausreichend versorgt sein werden, in 50 Jahren auch in der BRD.

Pro Kopf der Bevölkerung wurden in Deutschland (2003) täglich etwa 85 kWh verbraucht. Berechnet mit die „Stromernte“ der Kollektoren im Dezember, dem Monat mit der geringsten täglichen Einstrahlung (1 kWh/m² Kollektorfläche), müssten **85 m² Kollektorfläche je Einwohner** bereitgestellt werden. Das ergäbe **eine Fläche von 6885 km²**.

Die Gewinnung von Solarenergie wird nicht durch das Strahlenangebot der Sonne, sondern durch das Flächenangebot in unserer dicht besiedelten Landschaft begrenzt. Nun könnte man ja Strom für uns in der Sahara erzeugen und nach Europa liefern, aber auf derartige Prognosen wollen wir uns hier nicht einlassen.

Der Nutzung der Sonnenstrahlen zur Wärme- und Stromerzeugung wird vorgehalten, dass sie **für den Winterbetrieb dimensioniert werden muss**. In einigen Jahrzehnten stehen ja keine fossilen Energieträger für die Zusatzheizung bei großer Kälte mehr zu Verfügung. Notwendig sind außerdem Kurzzeitspeicher (isolierte Wassertanks bzw. Batterien), um die Nacht zu überbrücken.

Technische Potential bei der Erzeugung von elektrischem Strom

1954 wurde in den USA die erste Siliziumsolarzelle mit einem Wirkungsgrad von 5 % gebaut. Der theoretisch maximale Wirkungsgrad liegt bei kristallinem Silizium bei etwa 44 %. Die bisher technisch erreichten Wirkungsgrade liegen bei

amorphes Silizium	6 %
polykristallinem Silizium	12 %
monokristallinem Silizium	16 %
Cl(G)S-Dünnschichtzellen	8 %

Zukünftig werden wohl durch technischen Fortschritt 15 bis 20 % erreicht werden. Im Labor wurden bereits 24,7 % erzielt. Bei der Photosynthese der Pflanzen ist der Wirkungsgrad noch schlechter. Nur 1 % der zur Verfügung stehenden Sonnenstrahlen wird in Kohlenstoff umgewandelt.

Das theoretische Potential von jährlich etwa 1000 kWh/m² kann daher nur zu 10 bis 15 % genutzt werden, weil der Wirkungsgrad der Photovoltaikanlagen beim gegenwärtigen technischen Stand nicht höher liegt. Grosse Einbußen gibt es durch Verschattungen, weshalb Schatten tolerante Systeme Vorteile haben. In Rechnung gestellt werden müssen außerdem noch die Stromverluste durch Spannungsregler und Batterie, wenn eine **Insellösung** vorliegt, die **weltweit zu 80 %** beim Einsatz der Photovoltaik gewählt wird.

Am einfachsten und wirtschaftlichsten funktionieren **Photovoltaiksysteme ohne Speicher**, wie z. B. Taschenrechner, Armbanduhren, Informationstafeln, Messstationen, Notrufsäulen sowie Wochenendhäuser und Bauden fern vom Netz.

Werden netzferne Verbraucher angeschlossen, dann muss eine **Systemspannung von 230 V** erzeugt werden. Der Solargenerator liefert über einen Laderegler, der die angeschlossene **Batterie** vor Überladen schützt, den Strom zum Speicher. Die Batterie hat nur soviel Kapazität, wie abends und nachts an Energie gebraucht wird. Wird ein Verbraucher mit 230 V **Wechselstrom** zugeschaltet oder der Strom ins Netz geliefert, dann wird auch noch eine **Spannungsaufbereitung** von der Zellspannung im Generator von 0,5 V auf 230 V gebraucht.

Eine ausschließliche fotovoltaische Energieversorgung bedingen in Mitteleuropa wegen des

geringen Strahlungsanfalls im Winter sehr große Solargeneratorflächen. Deshalb werden Photovoltaikanlagen meist mit einem Motorgenerator oder mit dem Netz gekoppelt und **decken nur im Sommer den Energiebedarf voll ab.**

Wenn in einem Einfamilienhaus 4 Personen leben, dann kann der durchschnittliche jährliche Energieverbrauch mit 4500 kWh angesetzt werden. Dafür sind etwa **45 m² Module** notwendig, wobei im Winter zusätzlich Stromkapazität aus dem Netz bereitgestellt werden muss (Hybridsysteme). Die solare **Deckungsrate** liegt bei solchen Systemen **etwa bei 50 %.**

Soll ausschließlich Solarstrom auch im Winter erzeugt werden, dann müsste etwa die 5-fache Modulfläche bereitgestellt werden. Die nutzbare Dachfläche eines EFH ist aber maximal nur 100 m². Die dafür benötigten 225 m² können jedenfalls nicht untergebracht werden.

In der BRD gibt es etwa 3000 bis 4000 km² **Dachflächen**, von denen etwa 25 % für Photovoltaikanlagen geeignet sind. Daraus ergibt sich ein **technisches Potential** der **jährlichen Stromerzeugung von 1200 TWh/a durch dezentrale Anlagen.**

In Deutschland gibt es etwa 6660 km² **Fassadenflächen**. Davon können aber höchstens 200 km² für die Anbringung von Photovoltaik-Modulen genutzt werden, weil Anbauten, Fenster, Türen, Verschattungen, Denkmalschutz sowie die Beschränkung auf Süd- bzw. Südwestlage die Anbringung von Modulen ausschließt. Es ergibt sich maximal ein **technisches Potential von 150 TWh/a**

Auch an **Verkehrswegen** wäre die Aufstellung von 2 m hohen Modulwänden denkbar. Bei 228 604 km Straßen des überörtlichen Verkehrs und 45 942 km Schienensträngen und einer Nutzung von 50 % der Streckenlänge könnten theoretisch 40 km² Fläche genutzt werden, was ein technisches Potential von **etwa 40 TWh/a** ergibt. Straßenbegleitende Modulbänder werden aber bestimmt auf Ablehnung der Verkehrsteilnehmer und der Tourismusbranche stoßen.

Werden **alle technischen Potentiale** zusammen-

gezählt, dann ergibt sich eine Leistung von **1390 TWh/a**. Das technische Potential wird durch die zur Verfügung stehenden geeigneten Flächen begrenzt.

In der BRD wurden **2003 etwa 150 MW** installiert und die Solarstromindustrie schätzt ein, dass sich die Investitionen **2004 auf 300 MW verdoppeln.**

Photovoltaik – Kraftwerke wurden in der BRD wie auch in anderen Ländern als Pilotanlagen gebaut: z. B. Espenhain mit 33500 Solarmodulen und **5 MW Spitzenleistung.**

Bei diesen Solarkraftwerken lohnt sich ein Nachführsystem, das je nach Standort die spezifische Energieausbeute um bis zu 40 % steigern kann.

Die Stromerzeugung in solarthermischen Kraftwerken auf der Basis von Parabolrinnen, Solartürmen mit Aufwind oder anderer technischer Lösungen sind in Deutschland wegen der ungenügenden Einstrahlungsverhältnisse nicht wirtschaftlich und könnten in der Sahara oder in Südspanien für Europa Bedeutung gewinnen.

Zusammenfassung

Solarzellen können in der technischen Reife mit anderen Technologien zur Gewinnung erneuerbarer Energien zur Zeit nicht konkurrieren. Gegenwärtig ist zum Beispiel im Vergleich mit windenergetischen Anlagen der Wirkungsgrad vier mal niedriger, die spezifischen Investitionen und die spezifischen Betriebskosten 4 bis 5 mal höher und die Energierücklaufzeiten sind 5 mal länger. Die Zeit für Solarkollektoren ist noch nicht reif. Die Förderung der Solarstromerzeugung sollte solange nicht mehr gefördert werden, bis über eine massive Forschungsförderung über 5 bis 10 Jahre eine Verbesserung aller technischen, technologischen und wirtschaftlichen Kennziffern erreicht worden ist.

Für die Sonneneinstrahlung geeignete Dachflächen sollten vorrangig für solarthermische Anlagen genutzt werden, die einen 4 mal höheren Wirkungsgrad haben und wesentlich wirtschaftlicher betrieben werden können.

Solarwärmegewinnung

Photovoltaik und solarthermische Anlagen konkurrieren bei den zur Verfügung stehenden Flächen. Der höhere Wirkungsgrad der Solarthermik und die Abhängigkeit der Raumheizung von Öl und Erdgas sprechen für den vorrangigen Einsatz von solarthermischen Anlagen auf Dächern.

60 % des Endenergiebedarfs wird in der BRD für Wärme gebraucht. Bei den privaten Haushalten ist über 80 % der verbrauchten Energie Wärme.

Während 8 Monaten im Jahr ist bei uns die gemittelte Temperatur nur 6 °C. Wir müssen in den Räumen in denen wir uns aufhalten heizen, wenigstens auf 20 °C. Durch gute Wärmedämmung kann der Energieaufwand zum Heizen auf 700 W je Person gesenkt werden.

Für die Raumheizung werden in der BRD etwa 2600 PJ/a, was 700 Mrd. kWh entspricht, ge-

braucht. Die Wärme wird zu 80 % mit Öl- und Gasheizkesseln, 8 % in Kohle- und Holzöfen, 8 % durch Fernwärme und 4 % durch Elektroheizung erzeugt.

Genutzt werden für die solare Wärmegewinnung Absorber mit rückseitiger Wärmedämmung und transparenter Frontalabdeckung mit Glas (88 % Transmission). **1 m² Kollektorfläche kann 450 bis 580 kWh Nutzenergie** liefern, bei Südausrichtung und unverschattet.

An kalten Wintertagen, wenn erhöhter Heizbedarf besteht, kann die Strahlungsenergie bei dichter Wolkenschicht auf Werte von 50 W/m² absinken (Jahresdurchschnittswert 1000 W/m²). Die Auslegung von Solarheizungen auf den Winterbedarf ist deshalb teuer. Meist wird deshalb eine Nachheizanlage mit eingebaut und der **solare Deckungsgrad ist zwar im Sommer 100 % aber im Winter nur 20**

bis 30 %.

Hinzukommt, dass bei der Umwandlung von Strahlungsenergie in Warmwasser in einem **Kollektor nur ein Wirkungsgrad von etwa 65 %** erreicht wird. Das ist zwar viel besser als bei der Photovoltaik mit nur 10 %, aber **der Gesamtwirkungsgrad** unter Berücksichtigung der Leitungsverluste (bis 30 % im Gesamtwarmwassersystem) kann auf **etwa 45 %** absinken.

In einem Warmwassersystem, das auch für Dusche und Wanne genutzt wird, müssen wegen der Legionellenabtötung immer **60 °C** eingehalten werden. Der Warmwasserspeicher muss im EFH bei zusätzlicher Raumheizung um 70 l/m² Kollektorfläche vergrößert werden. Eine **Fußbodenheizung** funktioniert mit viel niedrigeren Temperaturen und auch eine **Luftheizung** kann schon bei Kollektoraustrittstemperaturen von **28 °C** betrieben werden. Für den Winterbetrieb sind **Vakuurröhrenkollektoren** gut geeignet, weil sie bei niedrigen Außentemperaturen noch Warmwasser liefern, das für die Heizung geeignet ist. Vakuurröhrenkollektoren haben bei hohen Durchflussraten (70 l/m² d) einen hohen **Solar-systemnutzungsgrad von über 60 %**. **Flachkollektoren liegen 10 bis 20 % niedriger, sind aber halb so teuer.**

Solaranlagen für die Wassererwärmung für Ein- und Zweifamilienhäuser sind heute technisch ausgereift. Auf einem EFH genügen **6 m²** Kollektorfläche, um 60 % des jährlichen Heizbedarfes zu decken, wobei im Sommer das Warmwasser zu 100 % geliefert wird und im Winter eine Nachheizung erforderlich ist. Besser sind **15 m²** Kollektorfläche, um Nachheizenergie zu sparen. Damit können dann 78 % des Warmwasser- und Heizungsbedarfs gedeckt werden.

Kollektorflächen **über 100 m²** (für Schulen, Krankenhäuser, Studentenwohnheime, Wohnblöcke) sind heute noch **selten**. Es gibt Pilotanlagen. Solare Nahwärme mit Anlagen über 3000 m² Kollektorfläche in Verbindung mit Langzeitspeichern (Saisonspeicher) für größere Siedlungen gibt es in Deutschland noch nicht, aber in Schweden.

In der BRD gibt es etwa **3000 km² Dachfläche**, wovon für die Sonnenenergiegewinnung etwa **1000 km² geeignet** ist. Je m² Dachkollektor könnten 5 l Heizöl eingespart werden, sodass **insgesamt 3,75 Mio. t Heizöl ersetzt werden könnten**.

Installiert wurden bis 2001 **erst etwa 5 km³, die 1627 GWh Leistung erbrachten**. Die technische Kapazität der Firmen, die Kollektoren herstellen, liegt bei etwa 1 km². Wir stehen also ganz am An-

fang einer dringend notwendigen Umstellung auf Solarwärme.

Das **technische Potential** bei Dächern wird auf 1662 PJ/a, bei Fassaden auf 449 PJ/a geschätzt, **insgesamt 2111 PJ/a**.

Die **passive Solarenergienutzung** über die direkte und diffuse Strahlung **ohne aktive Technik** wird gegenwärtig in sog. **Passivhäusern** erprobt. Über große Fensterflächen werden die Sonnenstrahlen im Winter hereingelassen und im Sommer werden die Fenster verschattet. Wärmeverluste in der Nacht werden durch gute Dämmung und Spezialfenster weitgehend vermieden. Solche Häuser kommen im Winter fast ohne Heizung aus. Allerdings sind bei derartigen Häusern die Mehrkosten der Wärmedämmung mit etwa 200 €/m² recht hoch. Aber eine Solarheizungsanlage für ein EFH kostet auch etwa 8000 € und damit (120 m² Wohnfläche unterstellt) 66 €/m².

Wärmesammlung im Sommer, Nutzung im Winter. Kostengünstig sind große Anlagen mit 5000 bis 10000 m² Kollektorfläche, die für 500 bis 1000 Einwohner ausreichen. Notwendig ist hierbei ein Speicher mit 15000 bis 30000 m³ Warmwasser, aus dem dann im Winter 8 bis 20 TJ Heizwärme zur Verfügung steht. In EFH ist die Wärme praktisch nur höchstens 2 Tage speicherbar. Diese großen Anlagen haben den Vorteil, dass die Solarenergie vorzugsweise im Sommer, wenn sie 5-fach intensiver als im Winter anfällt, gewinnen. Das Problem ist, dass entsprechende geologische Bedingungen für die unterirdische Speicherung zur Verfügung stehen müssen. Außerdem muss ein Nahwärmenetz geschaffen werden. Eine Pilotanlage arbeitet in Schweden. In Deutschland ist eine solche Pilotanlage nicht geplant.

Zusammenfassung

Der Warmwasserbedarf bis 150 °C liegt in der BRD bei etwa 3200 PJ. Da über eine 1 m² große Kollektorfläche etwa 3 kWh je Tag gewonnen werden können und in der Heizperiode demnach 630 kWh/m² anfallen, sind Kollektorflächen von **1410 km²** notwendig. Das wären 0,4 % der BRD-Fläche. **Installiert wurden bisher etwas über 5 km². Die Herstellerfirmen können jährlich etwa 1 km² liefern.** Wir stehen also ganz am Anfang einer Entwicklung, die sehr schnell erheblich beschleunigt werden muss.

Stromerzeugung mit Windenergie

Bei Wind ist die Antriebsenergie für den Generator kostenlos zu haben, während in herkömmlichen Kraftwerken der Dampf für die Turbinen erst durch Verbrennen von Kohle, Gas oder Uranbrennstoff hergestellt werden muss. Windenergieanlagen von Allgeier (Rotordurchmesser 10 m) sind noch nach 50 Betriebsjahren voll funktionsfähig.

Vor allem gegen die Nutzung der Windkraft läuft gegenwärtig eine Medienkampagne, die sowohl

durch die Stromindustrie als auch von den Naturschutzverbänden und der Tourismusindustrie gefördert wird.

Die Stromindustrie wirft der Windkraftnutzung vor allem vor, dass sie den Strom **diskontinuierlich** liefert. Deshalb müssten immer Kraftwerke bereitstehen, um diese Lieferlücken abzudecken und es wäre dann ja gar nichts gewonnen. Außerdem würde durch die un stetigen Windströme die **Netzstabilität**

gefährdet, wenn Windenergie in großen Mengen anfällt. Windräder seien **im Inland nur 1250 Stunden jährlich in Betrieb**, das sind 17 % von 8760 möglichen Stunden. Statistische Erhebungen haben ergeben, dass Binnenlandanlagen während 500 h Nennlast erreichen, ca. 2000 h 50 % der Nennlast und etwa 7000 bis 8000 h im Jahr in Betrieb sind. **An Küstenstandorten (5 km vom Ufer) wird über 2000 Volllaststunden und im Binnenland ca. 1600 h erreicht.** Dagegen stünden Kohlekraftwerke 4000 bis 6000 h/a und Kernkraftwerke 7000 h/a zur Verfügung.

Windräder gibt es vor allem nördlich der Mainlinie. In Bayern und Baden/Württemberg stehen nur 3 % der Windräder Deutschlands, weil hier die Auslastung nur etwa 1200 Stunden beträgt. Insbesondere unbewaldete Hochebenen und Höhenzüge, die von SW frei angeströmt werden, sind im Binnenland die günstigsten Standorte. Jahresmittelwerte über 25 Jahre liegen aus Schleswig vor, wo Windgeschwindigkeiten von 10,8 m/s gemessen wurden, bei einer Schwankung um den Mittelwert von nur plus/minus 0,5 m/s.

Im Binnenland sind die Windgeschwindigkeiten im Sommer mit 10 bis 12 m/s geringer als im Winter mit 16 m/s. Dagegen sind in den off-shore-Parks über den ganzen Tag konstant und höher (Messungen auf Feuerschiffen).

Morgens steigt die Windgeschwindigkeit in der Regel bis Mittag an und um Mitternacht flaut sie ab. Der Tagesgang der Windgeschwindigkeit folgt mit zeitlicher Verzögerung der Globalstrahlung. Im Binnenland sind nicht immer die technisch erforderlichen 3 m/s vorhanden. Die Schwankungen im Energieanfall sind aber geringer als bei der Photovoltaik und betragen etwa plus/minus 30 %. **Wind und Photovoltaik ergänzen sich nicht.**

Weil von allen erneuerbaren Energien die Windenergie am meisten angegriffen wird, soll hier ausführlich auf das Pro und Kontra eingegangen werden. Alle vorgenannten Argumente wurden klammheimlich von der Stromindustrie selbst ad absurdum geführt.

In der BRD gibt es nur noch 4 Betreiber von Übertragungsnetzen (E.ON, RWE, EnBW und Vattenfall), die in das europäische Verbundnetz eingebunden sind. Jeder Netzbetreiber ist dafür verantwortlich, dass in seinem Bereich ein Gleichgewicht zwischen Last und Erzeugung von Strom besteht. **Nun haben Windböen und kurzzeitige Änderungen des Windangebotes keine negativen Auswirkungen auf das Verbundnetz.** Sie mitteln sich schon auf der Ebene regionaler Verteilernetze aus. Für das Versorgungsgebiet von E.ON wurde ein Windprognosemodell (AWPT) entwickelt, das die zu erwartende Windleistung für bis zu 72 Stunden voraus sagt. Dieses Modell ist **seit 1999 im Einsatz** und hat sich bewährt. RWE hat es 2003 übernommen und Vattenfall Europe passt es gegenwärtig auf sein Netz an. Der Prognosefehler des Modells liegt bei 8 bis 10 % der installierten Netzleistung für den Folgetag und bei 6 % für eine Kurzzeitprognose für die nächsten 1 bis 8 Stunden. Mit diesem Modell konnte der Bedarf an teurer Regelenergie und die Regelverluste erheblich gesenkt werden.

Ohnehin liegt die Netzzuverlässigkeit in Deutschland an der Weltspitze. Das Gezeter der Strom-

industrie soll die Entwicklung des **Windkraftsektors als einziger ernst zu nehmender Konkurrent auf dem Strommarkt** bremsen. Die für die Stromindustrie ungefährlichen Photovoltaik- und weniger gefährlichen Biogasanlagen werden dagegen in Ruhe gelassen oder sogar befürwortet.

Die Besorgnisse der Naturschützer sind z. T. berechtigt. Vor allem gilt die Sorge den Vögeln. Eine Statistik aus den **USA** soll uns aber die Relationen zeigen.

Vogeltod in Mio. Vögel durch:

Hochspannungsanlagen	174
PKW und LKW	70
Telecom-Anlagen	27
Fenster an Gebäuden	500
Katzen	100
Windräder (über 12000)	2

Es ist eigentlich verwunderlich, dass niemand bei uns diese Relationen ins Gespräch bringt. Bei Katzen kann man das ja noch verstehen. Aber auch wir haben etwa 200000 Starkstrommasten in der Landschaft zu stehen und die Vogelverluste an Fenstern und durch den Verkehr sind auch der Industriegeellschaft geschuldet.

Radaruntersuchungen in Dänemark an einem Windrad mit 60 m Rotordurchmesser haben ergeben, dass die Seevögel ihre Flugroute 100 bis 200 m vor den Windrädern ändern und diese überfliegen. Im Binnenland wurde festgestellt, dass Windräder, 200 m von Gehölzen entfernt, nur minimale Verluste bei Fledermäusen verursachen (Dürr).

Ein weiteres Argument gegen die Windkraft ist die **„brutale Zerstörung“ und die „Verspargelung“ der Landschaft.** Auch hier wird einseitig gegen die Windkraft vorgegangen. Kraftwerke mit ihren Kühltürmen und Schornsteinen verschandeln die Landschaft ebenso. Überlandleitungen schlagen Schneisen in den „deutschen Wald“ und sind Spargel in Reihe. Die Resttagebaulöcher der Braunkohle hinterlassen Mondlandschaften usw. Damit soll klargestellt werden, dass Anlagen zur Energiegewinnung schon immer unsere Kulturlandschaft „verschandelt“ haben. Aber haben wir jetzt etwa die Wahl? Klimatod oder erneuerbare Energien ist die Alternative.

Die **Windkraftanlagen off-shore** werden ebenfalls kritisiert. Ein Feld mit 200 Windrädern kann nämlich ein 1000-MW-Kraftwerk ersetzen. Das ist eine ernstzunehmende Konkurrenz für die etablierten Stromkonzerne. E.on hat das schon erkannt und investiert von 2005 bis 2007 etwa 1,1 Mrd. € in Windkraftanlagen in England.

Negative Auswirkungen werden vor allem bei der **Avifauna** gesehen. Rast- und Überwinterungsplätze von Meeresvögeln befinden sich in Meeresgegenden mit 15 bis 20 m Tiefe, die auch bevorzugte Standorte für Windkraftfelder sind. Die Off-shore-Anlagen unterliegen zwar keinen Umweltverträglichkeitsprüfungen, weil diese zurzeit nur für das Staatsgebiet (12 sm-Zone) gelten und nicht für die Ausschließliche Wirtschaftszone (12 bis 200 sm in der Nordsee). Hier gilt die Seeanlagenverordnung und das Seerechtsabkommen der UNO.

Das **Bundesamt für Naturschutz hat Empfehlungen zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen** bereits 2000 erarbeitet, die auch Off-shore-Anlagen betreffen. Es gibt aber noch einen erhebli-

chen Forschungsbedarf. Soviel steht aber fest, dass wenige Eignungsflächen im Rahmen der Landes- und Regionalplanung ausgesucht werden sollen, die konzentriert genutzt werden müssen, damit die Auswirkungen auf die biologische Vielfalt, die Landschaftsästhetik und die Wohnfunktionen entsprechend berücksichtigt werden können. Exponierte Standorte sollen wegen der optischen Wirkung vermieden werden.

Windräder mit 5 MW Kapazität ($h = 175$ m, $d = 150$ m) sind **in 5 km Entfernung von der Küste** noch in gesamter Höhe **sichtbar**, erst ab 20 km verschwinden sie im Dunst.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die **Lärmbelastigung**. Gemessen wurde in 50 m Entfernung 55 dB, was Radiolautstärke im Zimmer entspricht. Im Abstand von den vorgeschriebenen 500 m von Wohngebieten sind Windräder nicht mehr zu hören. Dennoch verlangt der NABU in Niedersachsen Abstände zu Häusern von 5 km. Aus Urteilen zu Standorten von Windrädern geht hervor, dass 300 m Abstand von Einzelbebauungen und 500 m Abstand von geschlossener Bebauung gehalten werden muss, wobei auch Urteile mit 950 m Abstand zu verzeichnen sind. Bei Sonnenschein ist durch Schattenwürfe und ständige „Hell-Dunkel-Blitze“ ein „Disco-Effekt“ zu beobachten. Dennoch wollen laut einer EMNID-Umfrage 88 % der Bevölkerung den weiteren Ausbau der Windkraft.

Theoretisches Potential

Etwa 2 % der Sonnenenergie wird in Wind umgewandelt. Nutzbar ist Wind bei Geschwindigkeiten von 5 bis 20 m/s. Meteorologische Kenntnisse zum Windaufkommen sind vorhanden. Danach sind die Mittelgebirge und Küstenregionen besonders „windhöflich“. Aber auch Bergkuppen im Binnenland sind geeignet. **Windkraftanlagen offshore bringen etwa 40 % mehr Strom als Anlagen im Binnenland.** Die Windgeschwindigkeiten sind höher, der Wind weht häufiger und gleichmäßiger. Im Binnenland waren die Windräder im Durchschnitt nur 1250 Stunden in Betrieb (27 % von 8760 Jahresstunden).

Das Potential wird für die BRD auf 60 % des Strombedarfs geschätzt (ca. 320 TWh), davon $\frac{1}{3}$ im Binnenland und $\frac{2}{3}$ auf See mit 40 m Wassertiefe in der Ausschließlichen Wirtschaftszone.

Technisches Potential

Um 1900 gab es in Norddeutschland noch etwa 30 000 Windmühlen, die dann durch Dampfmaschinen abgelöst wurden und bis auf einige Museumsstücke verschwanden. Mitte 1996 wurde § 35 BauGB (Abs.1, Nr.6) geändert und Windkraft im Außenbereich zugelassen. Das betrifft die 17 000 Kommunen in Deutschland, die aber nach § 35 Abs. 3 einen Planvorbehalt haben.

Das technische Potential **im Binnenland liegt bei 51 000 möglichen Standorten**. Werden diese mit 5 MW-Windkraftanlagen (Repowering) ausgerüstet, dann könnten etwa **225 000 MW** installiert werden, die aber **nur zu 1250 Stunden im Jahr ausgenutzt** werden können.

Die nach dem Auftriebsprinzip gestalteten Flügel von Windkraftanlagen (Rotation 10 bis 30 Mal je Mi-

nute) können ca. **60 % der Windenergie aufnehmen. Der mittlere Wirkungsgrad der Anlagen liegt bei etwa 45 %.**

Eine Windgeschwindigkeit von mehr als 3 m/s ist notwendig, um die Reibungskräfte der Windanlage zu überwinden. Durchschnittlich sind an Land 4 bis 5 m/s zu erwarten. 10 km vor der Küste weht der Wind mit 8 bis 9 m/s, weshalb die Masten auf See niedriger sein können.

Bei einer Verdopplung der Windgeschwindigkeit verachtfacht sich die Leistung. Bei den modernen Blattgeregelten Anlagen (pitchgeregelt) wird durch die Drehung der Kunststoff-Rotorblätter die Nennleistung des Generators mit 1500 U/min nicht überschritten.

Das technische Potential **der vorhandenen ca. 15000 Windturbinen** im Binnenland und an der Küste mit zur Zeit ca. **16 000 MW Leistung, umgerüstet auf 5 MW-Turbinen** ergäbe insgesamt 75 TWh/a, was etwa **17 %** der benötigten Elektrizität entspricht (jetzt 5,5 %).

Im deutschen Küstenmeer (5% der Fläche der AWZ) sind Windparks mit einer Leistung von 25000 MW möglich, die 85 000 bis 100 000 TWh/a erzeugen könnten, etwa **15 %** des heutigen Stromverbrauchs. Bereits Mitte 2002 lagen 30 Anträge für Windparks vor mit einem Investitionspotential von **50 Mrd. €** und erste Pilotparks wurden genehmigt. Drei Forschungsplattformen auf See sind 2003 eingerichtet worden. **Insgesamt ist es durchaus möglich, zukünftig mehr als die Hälfte des Stromverbrauchs aus Windkraft zu erzeugen.**

Minister Trittin hat in einem Strategiepapier das Ziel gesetzt, **bis 2012 etwa 30 000 MW**, vornehmlich in Windparks in der Nord- und Ostsee, zu installieren.

Das Innovationstempo der Windbranche ist hoch. In 15 Jahren hat sich die durchschnittliche Leistung der Windkraftanlagen von 160 kW auf 1550 kW verzehnfacht. Als Prototyp läuft eine Anlage mit 4500 kW im Binnenland. Der Energieertrag bezogen auf die installierte Leistung ist um 40 % gestiegen. Mit 1 kW Leistung wurde 1990 1750 Wh/a Strom erzeugt, 2003 bereits 2450 kWh/a. Diese Entwicklung ist noch nicht zu Ende und für Windparks off-shore werden sicherlich noch leistungsfähigere Anlagen entwickelt. Aber aus physikalischen Gründen gibt es technische Grenzen der Windkraftentwicklung. Bei 120 m Nabenhöhe des Rotors und Rotorendurchmesser von 100 m und Spitzenleistungen von 6 MW ist erst mal eine Grenze erreicht, bei der die Spitzen der Rotorblätter eine Grenzgeschwindigkeit erreichen.

Zusammenfassung

Die Windkraftanlagen sind schon jetzt betriebswirtschaftlich konkurrenzfähig zur konventionellen Stromerzeugung. Die Pläne zum Bau großer Windkraftfelder im Meer sind volkswirtschaftlich und betriebswirtschaftlich die beste Lösung, um schnell den Anteil der erneuerbaren Energie an der Stromerzeugung zu erhöhen. Die Fertigungskapazitäten der Windrad-Industrie mit 5000 MW im Jahr reichen aus, um in 20 Jahren bei gleichzeitigem Repowering der vorhandenen Anlagen etwa 150000 MW Kapazität zu schaffen, die dann verglichen mit den Kohlekraftwerken etwa 70000 MW Kapazität bereitstellen könnten.

Strom und Wärme aus Biomasse

Bei der Biomasse ist eine Speicherung möglich, so dass Angebotsschwankungen des Energieträgers ohne Einfluss sind.

Das bei der Biomassevergärung anfallende **Gas kann kontinuierlich verbrannt** und zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt und **auch für einige Tage gespeichert** werden.

Die Biomasseverwertung zur Gasgewinnung wird selbst durch die CDU/CSU befürwortet, weil dadurch die Bauern - ihre Wähler - einen zusätzlichen Verdienst bekommen. Für die Biomasse-Vergärung kommen aber praktisch nur die im Bauernbetrieb anfallenden Exkremente und organischen Abfälle in Frage, allenfalls nicht als Brenn- oder Nutzholz bestimmte Waldabfälle, wobei das Laub und die Zweige als Humusbildner im Wald verbleiben müssen. Landwirtschaftliche Flächen müssen zukünftig ausschließlich zur Nahrungsgütergewinnung eingesetzt werden, um die wachsende Erdbevölkerung satt zu bekommen.

Für die Bauern hat die Biogaserzeugung folgende Vorteile: Die Restmasse aus dem Fermenter ist als **wertvoller Humusdünger** einfacher zu handhaben und **pflanzenverträglicher** (der organische Stickstoff ist schneller pflanzenverfügbar), die Geruchsbelästigung nimmt erheblich ab und ein Zuverdienst aus der Stromproduktion wird möglich.

Theoretisches Potential

Bäume und Pflanzen sind Sonnenkollektoren überlegen. Sie konzentrieren und speichern Sonnenenergie über einen längeren Zeitraum in einem natürlichen Prozess. Theoretisch ist der **jährliche Biomassezuwachs mehr als 5-mal so groß wie der globale Energiebedarf**. Aber bisher wurde davon nur 1 % weltweit zur Energieerzeugung genutzt. 1 GVE (Großvieheinheit) hat die Gülleproduktion von einem ausgewachsenen Rind oder 5 Kälbern oder 6 Mastschweinen oder 250 Hühnern und liefert je Tag 1,5 m³ Biogas.

Biomasse sind alle Stoffe organischer Herkunft, also Pflanzen- und Zoomasse, wobei aber Torf schon zu den fossilen Energieträgern gezählt wird.

Technisches Potential Biogas

Als Substrate, die in einem Fermenter vergären, können landwirtschaftliche Produkte vom Feld und aus dem Stall sowie feste kommunale Abfälle und organische Deponieabfälle verwendet werden. Im luftdichten Fermenter muss entweder eine Temperatur um **35 °C** (mesophile Bakterien) oder **57 °C** (thermophile Bakterien) eingehalten werden, damit die Gasausbeute optimal wird. Ein großer Nachteil der Biogasgewinnung ist, dass im bakteriellen Abbauprozess keine Wärme entsteht, aber die Bakterien eine hohe Vorzugstemperatur haben. Dadurch müssen etwa **30 % des erzeugten Biogases für die Aufheizung des Fermenters** vor allem in den Monaten von September bis April verwendet werden, was den Wirkungsgrad einer Biogasanlage besonders im Winter beeinträchtigt.

Biogas besteht neben Spurengasen zu 2/3 aus Methan und 1/3 aus Kohlendioxid. Im Methan sind

noch 90 % der Energie des abgebauten Ausgangsmaterials enthalten. Das Gas kann sowohl in Industriefeuerungsanlagen als auch in Verbrennungsmotoren und BHKW verbrannt werden. **Stirlingmotoren** sind zur Biogasverbrennung besonders geeignet, weil der Brennstoff nicht in den Motor gelangt und deshalb der Verschleiß geringer ist.

Die **Biogaserzeugung lohnt sich nur am Entstehungsort der Biomasse**, sonst fressen die Transportkosten den Gewinn auf. Deshalb werden Biogasanlagen vorzugsweise in Landwirtschaftsbetrieben genutzt. Allerdings ist in Landwirtschaftsbetrieben kein hinreichender Wärmeabsatz möglich, so dass in der Regel Biogasmotore für Leistungen bis mehrere MW oder Gas-Dampf-Turbinen mit über 10 MW zum Einsatz kommen und Elektroenergie für den Eigenbedarf erzeugt oder ins Netz eingespeist wird.

Aus 1 kg organische Substanz können 400 bis 600 l Biogas erzeugt werden. Ein m³ Biogas hat einen Energiewert von 6 kWh, was etwa 0,6 l Heizöl oder 0,6 m³ Erdgas entspricht. **Biogas hat also einen Energiegehalt von 2/3 des Erdgases**.

Das Energiepotential für Biogas aus Gülle, Mist, Biomüll und Pflanzen (1,5 Mio. ha) aber ohne Holz wird für die BRD mit ca. **115 PJ/a Strom und 324 PJ/a Wärme** angegeben (Enquete 2001). **2001 wurden 23,8 TWh** erzielt.

In Deutschland gibt es etwa 400 Biogasanlagen, davon 60 % in Bayern. Fast ausnahmslos wird Strom erzeugt. 2002 hatten die Biomassekraftwerke zusammen **500 MW Kapazität**.

Die Angaben zum Biomassepotential sind bei vielen Autoren zu hoch und unrealistisch angegeben. Die gegenwärtige Überproduktion von Nahrungsmitteln und der immense Futtermittelimport werden als ewig während angenommen. Die Bevölkerung in den Futtermittel liefernden Ländern nimmt rasch zu und die Exportprodukte Getreide und Soja werden für den eigenen Bedarf gebraucht. In Europa werden drei wesentliche Produktionsfaktoren, die die Ertragshöhe beeinflussen, zukünftig abnehmen. Bedingt durch den Klimawandel wird das Regenwasser abnehmen, Kalidünger wird in 60 Jahren erschöpft sein, Stickstoffdünger (1 t N benötigt 11000 kWh Herstellungenergie) wird bei Verknappung der fossilen Energieträger teurer. Die Erträge werden in Europa zurückgehen und alle Flächen werden gebraucht, Nahrungsmittel herzustellen. Eine **Energiepflanzenproduktion** als Konkurrenz zur Nahrungsgüterproduktion kann angesichts der täglichen 27000 Hungertoten in der Welt nicht zugestimmt werden. Außerdem gibt es noch Vorschläge, das Erdöl bei der Kunststoffherstellung durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen, auch das steht in Konkurrenz zur Nahrungsgüterproduktion. Auch die Verwendung von Roggen zur Herstellung von Bio-Ethanol (Anlage in Schwedt mit 60000 t Kapazität von 100 000 ha) ist unter diesem Blickwinkel einzuschätzen.

Als Biomasse können auch **Holz und Holzabfälle** verwendet werden. Zurzeit werden in Deutschland nur 2/3 des Holzzuwachses genutzt. Das Biomasse-

sepotential aus dieser Quelle beträgt in der BRD etwa:

Restholz	16 Mio. m ³ /a	142 PJ/a
Sägeindustrie	2,2 Mio. m ³ /a	40 PJ/a
Altholz	8 Mio. m ³ /a	81 PJ/a
Zoomasse		130 PJ/a

Insgesamt könnte daraus Gas mit einem Energiegehalt von **393 PJ/a** erzeugt werden. Das wäre etwa **4 % des Gesamtenergieverbrauchs der BRD bzw. 12 % des Gasverbrauchs**. Die Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Biomasse sind damit eher als gering einzuschätzen, haben aber für die landwirtschaftlichen Betriebe eine große Bedeutung. Im holzreichen Finnland wird 20 % des Gesamtenergieverbrauchs durch Biomasse abgedeckt.

Biomasse kann durch Vergasung, Pyrolyse (flüssige Energieträger), Verkohlung (Holzkohle), physikalisch-chemische Verarbeitung (Pflanzenöl) und biochemischen Aufschluss mit Mikroorganismen (Ethanol) als Energieträger genutzt werden.

Beim Verbrennen von Holz entsteht zwar Kohlendioxid, aber nur so viel, wie im Holz gebunden wurde,

also „klimaneutral“. Aber es wird frei und trägt zum Treibhauseffekt bei. Deshalb ist die Vergärung von Biomasse und Herstellung von Biogas für das Klima günstiger.

Aber Holz hat einen **hohen Ligningehalt, den die anaeroben Bakterien** (die in der Evolution früher „erfunden“ wurden) **nicht abbauen können**. Deshalb ist eine **Verbrennung von Stamm- und Derbholz sinnvoller als eine Biogasherstellung** mit diesem Material.

Zusammenfassung

Würden die **technischen Potentiale zur Energiegewinnung aus allen anfallenden pflanzlichen Rohstoffen** zusammengezählt, dann ergeben sich insgesamt nach verschiedenen Literaturangaben **769 bis 1187 PJ/a** (Eurosolar 1993, Kaltschmitt 2002, Helmholz-Ges. 2001). Der **Beitrag der Biomasse zur Strom- bzw. Wärmeversorgung** kann bei einem Jahresbedarf von etwa 9000 PJ/a **nur etwa 10 % betragen**.

Einsparung von Gas und Heizöl durch Holzverbrennung

Der wasserfreie **Heizwert** von lignocellulosehaltiger Biomasse liegt bei **18,5 MJ/kg**. Gegenüber **Steinkohle mit 29,8** sind das **62 %**. Nur Erdöl liegt mit 42,8 MJ/kg wesentlich höher.

In waldreichen Ländern, wie Österreich und Finnland, gibt es bereits große Heizkraftwerke auf der Basis von Hackschnitzelverfeuerung. In der BRD wird die Holzverbrennung meist nur in privaten Haushalten angewendet, in zunehmendem Maße.

Inzwischen steht die Technik für die Hackschnitzelherstellung in Form von Vollerntemaschinen zur Verfügung. Stämme werden zur Trocknung zwischengelagert und verlieren in 2 Jahren so viel Wasser, dass sie nur noch 12 bis 20 % Wassergehalt haben und verarbeitet werden können. Bei der Lagerung ist der Substanzverlust minimal, nur etwa 3 % je Jahr.

Die Heizenergie von 1 m³ luftgetrocknetem Laubholz entspricht bei einem Holzvergaserkessel dem Gegenwert von 145 l Heizöl.

Nun könnte man vorschlagen, dass alle Haushalte klimaneutral auf den Brennstoff Holz umsteigen. Welche Grenzen gibt es hierbei? Je Hektar Wald können im Jahr durchschnittlich bei Eiche 3,7, bei Buche 5,4, bei Fichte 8,2, bei Tanne 7,9 und bei Kiefer 4,7 Festmeter Holz (EFMo.R.) geerntet werden. Ein durchschnittlicher Haushalt verbraucht im Jahr etwa 1500 m³ Erdgas, was etwa 10 m³ Holz

entspricht. **Ein Haushalt braucht also Holz von etwa 2 Hektar Wald**. Da wir in Deutschland etwa 11 Mio. ha Wald haben, könnten etwa 5 Mio. Haushalte mit Holz heizen, also etwa 1/3 der Bevölkerung. Aber dann steht kein Holz mehr für den Bau, für die Industrie, für die Papiergewinnung usw. zur Verfügung. Damit sind die Grenzen aufgezeigt. Es kann **höchstens 20 % des eingeschlagenen Holzes für die Energiegewinnung** abgezweigt werden, Damit könnte etwa 4 TWh Elektroenergie erzeugt oder 1 Mio. Haushalte geheizt werden. **Es gibt aber in der BRD etwa 37 Mio. Haushalte mit durchschnittlich 3,23 Personen je Haushalt, so dass nur etwa 2.7 % der Bevölkerung mit Holz als Heizmaterial versorgt werden könnten.**

Während in den Industrieländern nur etwa 3 % des Energieversorgungsanteils aus Biomasse besteht, sind es in den Entwicklungsländern 35 %. In Äthiopien, Burkina Faso, Tansania, Uganda und Nepal sind es 90 % (Ryan).

Die **Scheitholzheizung** hat gegenüber der **Pellet- und Hackschnitzelheizung** niedrigere spezifische Investitionskosten, niedrigere Betriebskosten und geringere Wärmegestehungskosten als eine Ölheizung. Sie ist auch aus Gründen des geringeren Energieaufwandes für die Brennstoffbereitstellung den anderen Heizungen vorzuziehen.

Pflanzenöl als Treibstoff

Pflanzenöl kann in umgerüsteten Dieselmotoren verbrannt werden. Der 1898 entwickelte erste Dieselmotor lief auch mit Pflanzenöl! Ein Umbau der Motoren ist heute notwendig, weil z.B. Rapsöl eine andere Viskosität als DK hat und deshalb eine fei-

nere Zerstäubung und ein größerer Brennraum notwendig sind.

Wenn man bedenkt, dass vor der Motorisierung der Landwirtschaft für die Fütterung der Pferde und Zugochsen etwa 13 % der Ackerflächen benötigt

wurde, so ist die Verwendung von Rapsöl für **Traktoren** durchaus vertretbar. Dafür genügt Natur belassenes Rapsöl.

Bei den heute bestimmenden kapitalistischen Marktverhältnissen ist eine Linderung des Hungers in der Dritten Welt durch Speiseölexporte unwahrscheinlich und eine derartige Forderung, obwohl aus humanitärer sozialgerechter Sicht richtig, geht an der Marktmacht vorbei.

Auch in kleinen Ölmühlen, die täglich 0,5 bis 25 t Ölsaaten verarbeiten ist eine Ölgewinnung möglich. Nach Entfernen des Fremdbesatzes wird die Ölsaate auf 7 Gewichtsprozent getrocknet und auf 40 °C vorgewärmt. Schneckenpressen mit Leistungen von 5 bis 1000 kg/h quetschen die Saaten dann aus. Nach mehreren Tagen Sedimentation kann das Öl gefiltert und verwendet werden. Pflanzenöl kann auch durch Kaltpressen gewonnen werden.

Pflanzenöl hat folgende **positive Eigenschaften**: Emissionsneutral, schwermetall-, benzol- und schwefelfrei, schwer entflammbar, biologisch abbaubar und ungiftig.

Kritiker der Rapsölverwendung als Treibstoff geben zu bedenken, dass der verwendete Mineralfertilizer, die Pestizide und der eingesetzte Dieselmotoren zum Anbau von Raps bereits 40 bis 60 % des Energiegehaltes des geernteten Rapses ausmachen. Weiterhin wird eingewendet, dass es bei niedrigen Außentemperaturen Kaltstartprobleme gibt und außerdem die EURO-4-Abgasgrenzwerte nicht eingehalten werden können.

Auf 1 ha Raps kann man 1000 bis 1700 l Öl gewinnen, je nach Ertrag. Auf den in der **BRD angebaute 1 Mio. ha Raps (8,3 % der Ackerfläche) könnten 1,2 Mio. t Öl erzeugt werden, 2001 waren es 0,43 Mio. t.**

Stromerzeugung mit Wasserkraft

Auch bei der Wasserkraft gibt es Schwankungen innerhalb eines Jahres und über die Jahre, z.B. 1991 = 83 % und 1995 = 110 % vom Mittelwert. Flüsse haben im Jahr beim Abfluss Schwankungen von plus/minus 15 % durch Schmelzwasser- und Hochwasserspitzen. Es gibt aber nur eine langsame Änderung und keinen vollständigen Ausfall der Energie wie bei Windflauten oder in der Nacht ohne Sonnenstrahlung.

Bei der Wasserkraft sind fast alle Standorte für große Stauanlagen bereits genutzt und es werden vor allem noch Standorte für kleine Anlagen unter 1 MW an Bächen und kleinen Flüssen gesucht. Bisher haben die über 5000 Kleinkraftwerke nur 8,3 % der Wasserkraftstromerzeugung geliefert.

Die Naturschützer und Angler sind gegen einen Ausbau von Wasserkraft an Bächen. Aber **überall dort, wo früher eine Wassermühle gestanden hat, ist auch Gefälle für ein Kleinkraftwerk vorhanden.** Es soll im 19. Jahrhundert einmal 80 000 kleine Wassertriebwerke in Deutschland gegeben haben. Fallstufen von ehemaligen Mühlenwehren sind „romantisch“, Fallstufen von kleinen Kraftwerken werden häufig abgelehnt.

Verbraucht wurden im Jahr 2000 28 Mio. t Diesel bei insgesamt 55 Mio. t Kraftstoffen aller Art. Damit ist klar, dass Pflanzenöl höchstens etwas für die Landwirtschaftsbetriebe ist, weil damit nur etwa 5 % des DK-Verbrauchs abgedeckt werden kann.

In der EU hat die Kommission Ziele vorgegeben: 2005 = 2 %, 2010 = 5,75 % und 2020 = 20 % als Mindestbestandteil an den Dieselmotormengen.

RME (Rapsölfettsäure-Methyl-Ester)

Wird das Pflanzenöl aus betriebswirtschaftlichen Gründen den herkömmlichen Dieselmotoren angepasst, muss es einer mehrstufigen chemischen Verarbeitung in großtechnischen Anlagen unterzogen werden. In einer Umesterungsanlage wird Rapsöl zu Rapsölfettsäure-Methyl-Ester umgewandelt. Dazu wird Methanol eingesetzt, das aus Erdgas gewonnen wird. Nach Reinigung des Treibstoffes und Entfernung des Katalysators durch Destillieren entsteht **Biodiesel**, der aber nur begrenzt wintertauglich und giftig ist. Bei längerer Lagerung entmischt er sich. Bei der Veresterung fallen große Mengen Glycerin an, die auf dem Weltmarkt schwer absetzbar sind.

Eine derartige Anpassung des Rohstoffes Pflanzenöl an die bestehenden fossilen Motorkonzepte muss wegen der Energieverschwendung abgelehnt werden. Die Erdölkonzerne sind aber daran interessiert, dass Pflanzenöl an ihren Tankstellen dem DK beigemischt und als Biodiesel verkauft wird.

Die Tankstellenpreise für Biodiesel liegen 6 bis 10 ct/l niedriger als Diesel, folgen aber dem Dieselpreis. Der Biodieselabsatz betrug 2002 550 000 t, davon nur 3 % naturbelassen. 2004 soll schon ein Absatz von 1,2 Mio. t erreicht werden.

Theoretisches Potential

Während in Norwegen 99 %, in Österreich 72 % und in der Schweiz 58 % der Elektroenergie aus Wasserkraft gewonnen wird, sind es in der BRD nur 5 %.

Wenn an allen möglichen Standorten an Bächen und Flüssen kleine Wasserkraftwerke gebaut bzw. wieder in Betrieb genommen würden, dann könnte der Anteil der Elektroenergiegewinnung aus Wasserkraft verdoppelt werden. Die vorhandenen Wasserkraftwerke an großen Flüssen werden zurzeit etwa zu 70 % genutzt. Die meisten Wasserkraftwerke liegen im Süden der BRD an Donau und Rhein und ihren Nebenflüssen. Bayern deckt seinen Strombedarf zu 19,1 % aus Wasserkraft. **Die größten Wasserkraftreserven befinden sich in den neuen Bundesländern.**

Das Energiepotential des Wassers ist das Produkt aus der Erdbeschleunigung ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$), dem Wasserdurchsatz (m^3/s) und der Fallhöhe. Eine größere Fallhöhe kann demnach die geringere Wassermenge eines Gebirgsbaches ausgleichen. **Der Wirkungsgrad** der Francis- und Kaplan turbinen ist **hoch und liegt bei 80 bis 95 %.**

Technische Kapazität

Vorteilhaft ist bei der Wasserkraft, dass sich Wasserturbinen schnell schalten lassen und damit für die Deckung von kurzzeitigen Lastspitzen im elektrischen Leistungsbedarf sehr gut geeignet sind.

In der BRD gibt es 75 Wasserkraftwerke von 10 bis über 50 MW und 571 Werke bis 10 MW. Außerdem noch **33 Pumpspeicherwerke**. Letztere haben zusammen etwa **10000 MW** Kapazität, die als **Regelkapazität** zur Verfügung stehen. **12 %** der Wasserkraftanlagen sind im Eigentum von Energieversorgungsunternehmen und **produzieren 90 % des Stromes** aus Wasserkraft, insgesamt **14293 GWh/a**.

Wärmelieferung aus Geothermie

Der **Wärmestrom aus dem Erdinneren** liegt, in Abhängigkeit von der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeit der Erdhülle, bei etwa **65 mW/m²**. Dieser Wärmestrom an der Erdoberfläche ermöglicht aber keine wirtschaftliche Nutzbarkeit. Demgegenüber ist die Einstrahlung der Sonne auf die Erdoberfläche 20 000 – fach höher.

In **3 bis 4 m Tiefe** bleibt die Erdtemperatur **mit 8 bis 10 °C Sommer und Winter** gleich. Der Tageseinfluss der Sonne ist noch bis 1,5 m tief messbar. Die Jahresperiode konnte noch in Tiefen von 30 m nachgewiesen werden, ist aber im Winter in 10 m Tiefe nur um 1 °C niedriger als im Sommer.

Der **Temperaturgradient der Erdrinde ist im Mittel 20 bis 30 K je Kilometer**, wobei es örtlich Steigerungen auf das Doppelte gibt. Island versorgt sich zu 100 % mit Energie aus Erdwärme, die beim Auseinanderdriften der amerikanischen und eurasischen Kontinentalplatte an die Oberfläche kommt.

Bei der Nutzung oberflächennaher bzw. hydrothermalen Erdwärme sowie der mit tiefen Sonden gewinnbaren Energie kann, **trotz der zusätzlichen Nutzung einer Wärmepumpe, üblicherweise ein Temperaturniveau von 60 bzw. maximal 100 °C am Anlagenausgang kaum überschritten werden** (Kaltschmitt).

Geothermie ist grundsätzlich grundlastfähig. Aber um Temperaturen über 100 °C zu erhalten, die zur Stromerzeugung technisch notwendig ist, muss man mehrere km tief bohren, was hohe Investitionen erfordert. In 3 bis 4 km Tiefe herrschen in Deutschland etwa 100 bis 130 °C und an besonders günstigen Standorten bis zu 170 °C, die dann zur Stromgewinnung genutzt werden können. Deshalb wird Erdwärme **gegenwärtig vorrangig im Niedertemperaturbereich für die Wohnraumheizung verwendet**.

Oberflächennahe Erdwärmenutzung

In den obersten 100 Metern unter der Erdoberfläche kommen Temperaturen über 20 °C selten vor und werden durch solare Einstrahlung, Wärmeleitung im Boden und zirkulierendes Grundwasser beeinflusst. Deshalb muss im Regelfall nach dem Wasserentzug aus dem Boden eine Einrichtung zur Temperaturerhöhung, eine so genannte Wärmepumpe, nachge-

Daneben gibt es noch über 5500 private Klein-Wasserkraftwerke, die Leistungen weit unter 1 MW haben und nur 2,9 GWh/a ins Netz lieferten.

Würden die alten Wasserkraftwerke, die in den 70er Jahren stillgelegt wurden, wieder modernisiert in Betrieb genommen, dann könnten **1000 GWh/a zusätzlich** erzeugt werden.

Speicherwerke werden nur bei Bedarf zugeschaltet. Der Strom aus Pumpspeicherkraftwerken mit etwa 4 TWh/a kann nicht als Naturenergie gewertet werden, weil ja Elektroenergie notwendig ist, um das Wasser in das Speicherbecken hoch zu pumpen. Derartige „Energiespeicher“ sind aber notwendig, um in Zeiten des Spitzenbedarfes die Stromnachfrage befriedigen zu können.

schaltet werden.

Die Wärme wird dem Boden über horizontal (bis 1,5 m tief) oder vertikal (etwa 100 m tief) verlegte Rohre, in denen Wasser mit Frostschutzmittel zirkuliert, entnommen. Die dem Boden entzogenen Wärmemengen schwanken zwischen 10 und 35 W/m².

Theoretisches Potential

Bei horizontalen Erdreichkollektoren können bis zu **360 MJ/m²/a Wärme** entnommen werden. Das theoretische Potential liegt damit in Deutschland bei **130 EJ/a**. Es fällt aber nur Erdwärme bis etwa 100 °C an, die ausschließlich für die Bereitstellung von Niedertemperaturwärme in Wohnhäusern und bei Kleinverbrauchern genutzt werden kann. Bei der Heizung werden in der Regel 1800 Betriebsstunden angesetzt.

Technisches Potential

Das theoretische Potential ist nicht voll erschließbar, weil nur die an den Gebäuden unmittelbar liegenden Flächen (5,8 % der Flächen in Deutschland) sinnvoll nutzbar sind. Auch scheiden Gebiete mit sehr hoher Bebauungsdichte und Grundwasserschutzgebiete aus. Nur knapp ein Drittel der Gebäude- und Freiflächen sind technisch verfügbar. Aus anderen Gründen, wie dünne Besiedlung, vorhandene Infrastruktur im Boden und anderweitige Gebäudenutzung sind auch davon nur 40 % auch technisch verfügbar.

Es verbleibt die Nutzung von Erdwärme mit **940 J/a** und durch Erhöhung dieser Wärmemenge **durch Wärmepumpen 1253 PJ/a. Das sind etwa 50 % der in Deutschland benötigten Raumwärme.**

Wärmepumpen

Die Entwicklung erdgekoppelter Wärmepumpen begann 1945 in den USA, in Europa erst 1970. Eine Wärmepumpe ist ein Gerät, welches bei einer bestimmten Temperatur Wärme aufnimmt (kalte Seite) und diese nach der Zufuhr von Antriebsenergie bei einem höheren Temperaturniveau wieder abgibt (warme Seite).

Die Leistungszahl von Elektrowärmepumpen, nämlich das Verhältnis von abgegebener Nutzwärmeleistung zur verbrauchten elektrischen Antriebsleistung

tung (25 %) als Wirkungsgrad, sinkt mit zunehmender Differenz zwischen Wärmequelle im Boden und Wärmenutzungsanlage im Haus. Der mit Wärmepumpen derzeit realisierbare **Wirkungsgrad liegt bei 50 bis 65 %**. Die Netzverluste in den Röhren liegen bei Einfamilienhäusern bei 12 bis 17 %.

2001 gab es in Deutschland 13042 Wärmepumpen, davon 4827 für die Warmwasserversorgung und 8215 für die Raumheizung. **Typische thermische Leistungen liegen zwischen 10 und 100 kW. Über 90 % dieser Anlagen wurden in Wohnhäusern installiert.** Bei wachsenden Grundstückspreisen und kleiner werdenden Baugrundstücken kommen immer mehr vertikale Sonden zum Einsatz.

Erdwärme im tiefen Untergrund

Theoretisches Potential

Aus dem Erdinneren kommt ein mittlerer Wärmestrom von $0,063 \text{ W/m}^2$, das wären $0,7 \text{ EJ/a}$. Die Erdtemperatur nimmt je 100 m Tiefe um 3°C zu. In 40 km Tiefe herrschen etwa 1000°C . In thermischen Anomalien in der norddeutschen Tiefebene, in Bayern (Molassebecken), der schwäbischen Alp und im Oberrheintal kann für die Raumwärmeerzeugung verwendbares Tiefenwasser mit 40 bis 120°C gewonnen werden. Zur Heizung von Wohnungen, Schwimmbecken, Fischzuchtbecken, Gewächshäusern und zur Holz Trocknung kann dieses Warmwasser genutzt werden. Die geologischen Voraussetzungen für die Tiefenwassergewinnung sind aber nur an begrenzten Standorten und in großen Tiefen zu finden. In 2000 m Tiefe kann Wasser mit 100°C und in 5000 m Tiefe mit 200°C gefunden werden. Das Potential hydrothermalen Geothermies nutzt etwa 3000m tief auf einer nutzbaren Fläche von $125\,000 \text{ km}^2$ wäre 1980 PJ/a bei einer Nachfrage von 1077 PJ/a

Das theoretische Potential dieser Tiefenwärme deckt also den Wärmebedarf aller Wohn- und Arbeitsräume in Deutschland.

Zur Stromerzeugung sind geothermische **Wärmeverkommen von 150 bis 170°C** geeignet.

Technisches Potential

Für die Herstellung von Bohrsonden wird die gleiche Technik angewendet wie für die Gewinnung fossiler Energieträger. Eine solche **Sonde** hat eine Lebens-

dauer von 30 Jahren und kostet etwa **5 Mio. €**. Anlagen zur Nutzung der Energie des tiefen Untergrundes mit Hilfe von tiefen Sonden haben **installierte thermische Leistungen im Erdwärmeteil zwischen 100 kW und maximal 5000 kW**.

Es gibt zwei Wege, das heiße Wasser zu gewinnen. Wenn Heißwasser im Untergrund vorhanden ist, wird es über eine Bohrung hoch gepumpt. Ist nur das heiße Gestein vorhanden, dann muss Wasser in die Tiefe gepumpt werden, erhitzt sich und wird zurück geholt (derzeit gibt es einige Pilotanlagen).

Wenn **nur Raumheizung** vorgesehen ist, ist das geothermische Potential **im Sommer ungenutzt**. Der technische Entwicklungsstand geothermischer Wärme- und Energieerzeugungsanlagen ist bei den einzelnen technischen Komponenten sehr unterschiedlich. Während die Bohrtechnik, die 50 % der Investitionskosten ausmacht, technologisch ausgereift ist, befindet sich die Stimulationstechnik zur Steigerung der Ergiebigkeit geothermischer Reservoirs noch im Pilotstadium. Auch bei der Anpassung der Kraftwerkstechnik gibt es offene Probleme.

Die technische Nutzung der thermalen Tiefengewässer **befindet sich in Deutschland noch im Versuchsstadium**. Bisher gibt es nur Pilotanlagen im Leistungsbereich unter 1 MW bei der Stromerzeugung und mit bis zu $22\,200 \text{ MWh/a}$ geothermischer Wärmelieferung. **Wirtschaftlich ist Geothermie nämlich nur, wenn eine Kraftwärmekopplung zu Stande kommt, indem über 150°C heißes Wasser zur Stromerzeugung genutzt und dann in ein bestehendes Fernwärmenetz eingespeist wird.**

Die potentielle mangelnde Wärmenachfrage ist der wesentliche Hemmschuh für eine größere geothermische Stromerzeugung.

Zusammenfassung

Durch **oberflächennahe (bis 400 m tief) Geothermie** könnte mit Wärmepumpen etwa 28 % des Wärmebedarfs der Haushalte gedeckt werden. Durch **hydrothermische Geothermie**, bei der unterirdische Heißwasserspeicher angezapft werden, könnte noch einmal 29 % des Wärmebedarfs gedeckt werden, zusammen **57 % des Wärmebedarfs der Haushalte**. Bisher wurde etwa **700 MW installiert**. Da die Investitionskosten hoch sind, muss abgewogen werden, welche erneuerbaren Energien zuerst genutzt werden sollen.

Notwendigkeit der Energiespeicherung für erneuerbare Energien

Bei fossilen Energieträgern ist die Lagerung großer Mengen relativ einfach zu lösen: Kohle auf Halde, Erdöl im Tank, Erdgas in unterirdischen Speichern. Aber bereits die Verflüssigung von Erdgas verbraucht 17 % des Energiewertes des Gases.

Weil Strom nicht speicherbar ist, muss im Sekundentakt genau so viel Strom ins Netz eingespeist werden wie von den Stromkunden nachgefragt wird. Bisher üblich und bewährt sind Pumpwasserspeicher, bei denen die Energie für das Pumpen zu 75 bis 80 % zurück gewonnen werden kann.

Die Lagerung von Strom und Wärme ist nach wie vor technisch nicht befriedigend gelöst. Die Speicherung von Strom als mechanische Energie durch **Pumpspeicherkraftwerke** mit einem Wirkungsgrad von 75 bis 80 % ist noch die beste Lösung. Seltener werden Schwungradspeicher angewendet, die bei Stromausfall über 10 bis 20 sek. etwa 2 MW in das Mittelspannungsnetz abgeben können. Kompressionsspeicher sind investitionsintensiv und werden selten angewendet.

Die Lagerung von Strom in **Batterien** und Brennstoffzellen ist wenig effizient, denn Bleisäurebatterie-

rien arbeiten z. B. nur mit einem **Wirkungsgrad von 75 %**. Stromspeicherung in Batterien ist deshalb energetisch **nicht sinnvoll**.

Sonnenenergie kann über **Warmwasser auch in unterirdischen Speichern** gelagert werden. Wasser hat nur eine **nutzbare Energiedichte 50 kWh/m³** und deshalb werden große Speichervolumina gebraucht. In sogenannten Aquiferen kann in tieferen porösen Steinschichten etwa 70 °C heiße Sole gepumpt werden, die dann bei Bedarf mit 30 bis 60 °C wieder heraufgeholt werden kann. Mit diesem Warmwasser kann dann geheizt werden (Reichstagsgebäude). Bei solarthermischer Wärmegewinnung ist je Quadratmeter Kollektorfläche ein saisonaler Speicher von 2,15 m³/m² notwendig. Für einen Tagesstahl-tank-Speicher genügen 0,07 m³/m² Fassungsvermögen.

Bei der Thermochemischen Wärmespeicherung mit Silikagelen, die eine hohe innere Oberfläche haben (300 bis 800 m²/g), wird Wasserdampf adsorbiert und es wird eine dreifach höhere Energiedichte als bei Wasser erreicht, nämlich 150 kWh/m³. Notwendig ist aber ein viel größerer technischer Aufwand und an Prototypen wird geforscht.

Vorbild für die **chemische Speicherung von Sonnenenergie** ist die Photosynthese der Pflanzen, deren chemische Wirkungsweise noch weitgehend

ungeklärt ist. Weniger als 1 % der auftreffenden Sonnenenergie wird durch die Photosynthese gespeichert, was dennoch die 10-fache Menge des derzeitigen Weltenergieverbrauchs ausmacht. Die photokatalytische Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff (Knallgas) rückt in den Mittelpunkt der Forschung, weil die biologische Konstruktion der Photosynthese große Leistungen bei einem Wirkungsgrad von nur 1 % vollbringt bei normalen Umgebungstemperaturen. **Die chemische Modellierung der Photosynthese ist eigentlich der Hauptweg der alternativen Energiequellen**, der bisher aber nur in der Grundlagenforschung begangen wurde.

Die „Grünen“ sehen in der Zukunft ein „**Wasserstoffzeitalter**“, denn Wasserstoff könnte bei einem Überangebot an Solarenergien in südlichen Breitengraden hergestellt und importiert werden. Für den Transport soll der durch Elektrolyse von Wasser hergestellte Wasserstoff unter Druck verflüssigt und dann transportiert werden. Eine Umkehrung der Elektrolyse in Verbrennungsmotoren in einer „kalten Verbrennung“ zu Strom in Wasserstoff-Sauerstoff-Zellen soll fossile Kraftstoffe ersetzen. Über das Stadium der Grundlagenforschung ist diese Idee bisher noch nicht gekommen.

Ergänzung und Potentiale erneuerbarer Energien

Wasserkraft, Photovoltaik und Biomasse ergeben zusammen eine recht gleich bleibende Tagesarbeit. Windkraft erhöht diese Leistung, kann aber in etwa 10 Perioden im Jahr an wenigen Tagen ausfallen. Damit wird klar, dass **nachfragegeführte Biomassekraftwerke** und **Wasserspeicher-Kraftwerke** bei einer Vollversorgung mit erneuerbaren Energien notwendig sind.

Der **Speicherbedarf** liegt durch den Ausgleich der verschiedenen regenerativen Energien bei etwa 5 % des jährlichen Energieaufkommens unter der Voraussetzung, dass sich der Verbrauch mehr als bisher an die Erzeugung anpasst und ein optimaler Einsatz von Biomasse-BHKW und Pumpspeichersanlagen erfolgt.

Hybridsysteme in Insellage mit einem **Energiemix** von Windkraft, Biogasaggregaten, Photovoltaik und Batteriesystem haben sich im Betrieb bewährt (Pellworm, Fehmarn).

Insgesamt könnten mit erneuerbaren Energien etwa

554 TWh/a erzeugt werden (BMUNR 2004). Gegenüber dem zurzeit absehbaren **zukünftigen Verbrauch von etwa 600 TWh/a** sind also **Energieeinsparungen von 50 TWh/a** notwendig und auch möglich. Bei den einzelnen Energien ist eine **Stromerzeugung** in TWh/a zu erwarten:

Wasserkraft	24 TWh/a
Windkraft	165 TWh/a
Photovoltaik	105 TWh/a
Biomasse	60 TWh/a
Geothermie	200 TWh/a

Für die **Wärmebereitstellung** könnten erzeugt werden:

Biomasse	200 TWh/a
Geothermie	300 TWh/a
Solarthermie	290 TWh/a

Mit insgesamt **820 TWh/a** kann der **Wärmebedarf zu etwa 80 % aus erneuerbaren Energien** gedeckt werden.

Erzeugungskosten erneuerbarer Energien

Bemerkung: Die hier angegebenen Zahlen sind aus verschiedenen Literaturquellen zusammengestellt und können daher nur eine Tendenz angeben.

Spezifische Investitionen

Eine Gesellschaft muss immer diejenigen Energietechnologien bevorzugen, die die geringsten Kosten bei den Investitionen verursachen. Das ist neben den spezifischen Energielieferkosten die wichtigste Kennziffer.

Spezifische Investitionskosten in €/KW Kraftwerkskapazität

	kW	€/kW
Photovoltaik		
ins Netz (BP-Solaranlage Merseburg)	4000	4000
ins Netz (Shell-Solaranlage Espenhain)	5000	4000
Ins Netz	100	6000
Ins Netz	10	7000
1000-Dächer-Programm	Ø 3,6	13000
Insellösung mit Batteriespeicherung der Energie		20000
Windenergie		
Binnenland	>1500	800-1100
Off-shore	>1500	1700
Wasserkraft		
Neubau, Kleinanlagen	100	9189
modernisiert, reaktiviert	100	3068
modernisiert, reaktiviert	5000	2556
Holzverbrennung		
Pellettheizung EFH		1000
Stromkraftwerk	1000	5200
Stromkraftwerk	10000	2700
Stromkraftwerk	20000	2350
Biogasanlagen		
Biogasanlage	25	6000
Biogasanlage	150	3533
Biogasanlage	500	3260
Biogasanlage	1000	5200
Biogasanlage	20000	2350
Klärgasanlage	50	4000
Klärgasanlage	200	2500
Deponiegasanlage	200	2500
Geothermie		
Oberflächennahe Erdwärme		1020-1100
Tiefenwärme		8800
Solarthermie		
EFH		400
mit saisonalem Speicher	ab 100	700
Kohlekraftwerk		
Kohlekraftwerk		1300
mit Kohlendioxidabscheidung		2375
Brennstoffzellen	200	2500
Öl- und Gasheizung		
EFH		500

Spezifische Stromkosten in €/KWh

	€/kWh
Photovoltaik	
ins Netz (BP-Solaranlage Merseburg)	129 (Ziel 90)
Anlage mit Akku	250
Insellösung mit Hybridsystem	250-500
50 MW Parabolrinne-kW mit 9-h-Speicher	16
Windenergie	
Durchschnitt 2003	4-6 (Küste 3)
Binnenland	10

Küstennähe	8
Off-shore	6
Biogas	
große Anlagen	5-10
kleine Anlagen	15-20
Braunkohleheizkraftwerk	
500 kW	7
Holzkraftwerk	
20 kW	7
Wasserkraft	
kleine Anlagen	5-10
reaktivierte Anlagen 1 MW	6
Neubau 1 MW	10
Geothermie	
Tiefenwärme (Ziel Großanlagen 6)	18-22
oberflächennahe Wärme	5-10
Wärmepumpe	5-8
Kohle	4
Durchleitungskosten	1-1,5

Werden allerdings die externen Kosten von fossilen Energieträgern berücksichtigt, sind die dann zurechenbaren Energiekosten 2-- bis 4-mal höher.

Strom aus Photovoltaik ist etwa 20-mal teurer als konventionelle Energie. **Nur dort, wo bei Insellage die Kosten für einen Stromanschluss genauso hoch sind wie die Kosten für die Errichtung eines PV-Moduls mit Batteriespeicher, hat die Photovoltaik Berechtigung.**

Spezifische Wärmekosten in Cent/KWh

	cent/kWh
Photothermie	
EFH (5 m ²)	20-45
Mehrfamilienhaus (200 m ²)	10-13
Großanlage für Siedlung (2000m ²) mit Speicher für den Winter	7 (3-30)
Holzheizung	
EFH Scheitholz 12 kW	6
EFH Pellets, Hackschnitzel 12 kW	8
Heizwerk 200 kW	3-5
Heizwerk 5000 kW	1-3
Biogas	
Kleinanlagen	15
Großanlagen	5-10
(Erdgas ist halb so teuer wie Biogas)	
Wärmepumpenanlage	
EFH Außenluft	17
Geothermie	
Erdsonde	20
Großanlage mit 180 °C Wasser und 200 m ³ /h Fördervolumen	8
fossile Energieträger	
Nahwärme	8-16
Heizöl/Erdgas EFH	7-8

Nach Einschätzung durch das BMBF kann der Energieträger Wasserstoff nach heutigem Erkenntnisstand frühestens in 30 bis 50 Jahren Bedeutung bekommen unter der Voraussetzung, dass preiswerte Energiequellen zur Verfügung stehen. Derzeit wird eingeschätzt, dass **flüssiger Wasserstoff 50-**

mal teurer als Benzin hergestellt werden kann. Die Forschungsförderung der Wasserstofftechnologie in größerer Breite wäre damit nicht mehr zu rechtfertigen. Deshalb liegt der **Schwerpunkt der Forschung bei der Brennstoffzellentechnologie.**

Die Stomerzeugungskosten werden durch die Stromdurchleitungskosten erhöht. Leitungsverluste

treten weniger bei Hochspannungsleitungen über große Distanzen (2 bis 3 Cent/kWh/1000 km) als vielmehr vor allem in den lokalen Verteilungssystemen auf (12 %).

..

Externe Kosten der Energiegewinnung

Eine Studie der EU (Extern-E-Projekt) über 10 Jahre, geführt in 15 Mitgliedsstaaten, hat die externen Kosten, die nicht im heutigen Strompreis enthalten sind, im Jahre 2001 ausgewiesen.

Es handelt sich um die **Auswirkungen** von Klimaänderungen, Gesundheitsschäden, Materialschäden, Ernteverlusten und Beeinträchtigung von Ökosystemen durch moderne Kraftwerke, **die die Volkswirtschaft zu tragen hat.** Hinzu kommen die Vermeidungskosten für den Kohlendioxidausstoß. Es ergeben sich in Deutschland jährliche Kosten in Höhe von 12 Mrd. €. Werden die staatlichen Subventionen hinzugerechnet, **dann liegen die volkswirtschaftlichen Kosten der herkömmlichen Stromversorgung in der gleichen Größenordnung wie die Kosten erneuerbaren Stromes.**

Angaben in Cent/kWh für externe Kosten

Atomstrom	0,7
mit Entsorgung der KW und Endlagerung des strahlenden Materials	200
Erdgas	1-4
Steinkohle	2,5-15
Braunkohle	3,5-15
Erdöl	3-11

Daraus wird ersichtlich, dass der Strom aus fossilen Energieträgern eigentlich doppelt bis dreifach so teuer ist, wenn die Auswirkungen auf die Umwelt mitgerechnet würden.

Die Vermeidung von Kohlendioxid-Emissionen bleibt z. B. im Strompreis unberücksichtigt.

Angaben in Tonnen Kohlendioxid je GWh

Kohle	751-962
Erdöl	726
Erdgas	428

Die **Vermeidungskosten** für die Kohlendioxid-Emissionen werden vom Deutschen Windenergie Institut mit etwa **37 €/t Kohlendioxid** angegeben, die Enquete-Kommission „Erneuerbare Energie...“ gibt **40 bis 100 €/t** an. **Der Strompreis würde sich dadurch auf 9 Cent/kWh erhöhen.**

Energierücklaufzeiten

Bereits in den 70-iger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde erkannt (Georgescu-Roegen), dass man zwischen „**machbaren**“ (feasible) und „**lebensfähigen**“ (viable) Energietechnologien unterscheiden muss. **Lebensfähig ist eine Technologie dann, wenn sie sich selbst energetisch reproduzieren kann.**

In diesem Zusammenhang wurde auch der Begriff „**grauer Strom**“ geprägt. Graue Energie (energie grise, embodied energy) ist die Summe aller Energieaufwendungen, die in ein Produkt oder eine Dienstleistung gesteckt wurde, bis das Produkt vom Konsumenten genutzt wird plus die Summe aller Energieaufwendungen, die anfällt, bis es nach dem Gebrauch entsorgt ist. Also vom Erzabbau bis zur Entsorgung auf der Deponie.

Die Bestimmung der grauen Energie eines Produktes oder einer Energiegewinnungstechnologie lässt die Beantwortung von zwei kritischen Fragen zu.

- **Was nützt ein Energiesystem, das zwar Energie liefert, aber insgesamt mehr Energie in Form grauer Energie verschlingt?**

- **Was nützt eine Energiesparmaßnahme, die zwar an einem Ort zu einer Einsparung führt, aber insgesamt mehr graue Energie erfordert als sie dort einspart?**

Die zentrale Frage für das Fortbestehen und den Fortschritt der menschlichen Gesellschaft ist, ob es gelingt, für die Lieferung eines Quantums gebrauchsfertiger Energie eine wesentlich geringere Menge Energie für die Herstellung dieses Quantums aufzuwenden. Dabei muss die Bedingung erfüllt sein, dass immer nur so viel Energie verbraucht wird, wie die Natur reproduziert

Die Beantwortung dieser Fragen ist noch wichtiger als die Frage nach den Gewinnungskosten für leicht oder schwer zugängliche Ressourcen. Kostenmäßig ist eine Ressource erschöpft, wenn sie unzugänglich oder unerschwinglich teuer geworden ist. Aber diese Frage ist zweitrangig.

Zuerst muss die Frage nach der grauen Energie beantwortet werden. Wenn nämlich der Einsatz von Primärenergie zur Erzeugung von Endenergie zunimmt, dann kommt der Tag, wo die Energiewirtschaft ihre gesamte eigene Produktion verschlingt

(Spray). Schon jetzt wird für eine bestimmte Menge Endenergie in der Regel mehr als das doppelte an Primärenergie benötigt.

Auch der Begriff „**Energieerntefaktor**“ drückt das Verhältnis der von einer Energieerzeugungsanlage während ihrer Lebensdauer erzeugten Energie zu dem benötigten Aufwand an Primärenergie für den Bau, Unterhalt und Betrieb dieser Anlage aus (Heinloth). Oder anders ausgedrückt: **Der Energieerntefaktor gibt an, wie viel mal mehr kommerziell nutzbare Energie ein System liefert als hineingesteckt werden muss.**

Da zurzeit die Sonnenkollektoren mit fossiler Energie hergestellt werden, ist zu untersuchen, ob die Solarenergie auch sich selbst regenerieren kann. Georgescu-Roegen meint: „Der wahre Sachverhalt ist, dass jedes gegenwärtige Rezept zur direkten Nutzung der Solarenergie gleichsam ein „Parasit“ der aktuell angewandten Technologie ist, die hauptsächlich auf fossilen Brennstoffen basiert“. Die solare Technologie würde nur so lange existieren, wie der „Wirt“ überlebt, ist seine Meinung, die allerdings vor 30 Jahren geäußert wurde. Diese Meinung wird hier dennoch erwähnt, weil sie das Problem in aller Schärfe darstellt.

Auch die **Wasserstoffherzeugung** durch Elektrolyse, die bereits in Anlagen mit 100 MW erprobt wurde, hat einen Energieerntefaktor von unter 1. Es ist noch nicht abzusehen, ob die Weiterentwicklung der Technik zu einem viel besseren Erntefaktor führt und ob Wasserstoff ein sinnvoller sekundärer Energieträger ist.

Abgesehen davon, dass alle bisherigen Technologien der Energiegewinnung, die auf fossilen Brennstoffen basieren, mehr Energie verbrauchen, als sie an Endenergie liefern, muss untersucht werden, ob sich Solarenergie selbst regenerieren kann.

Ein weiterer Begriff, der in diesem Zusammenhang gebraucht wird, ist die „**energetische Amortisationszeit**“, d.h. die Zeit, die ein Energiesystem benötigt, um die Energie zu erzeugen, die zur Herstellung, zum Bau und zur Entsorgung des Systems benötigt wird.

Da die Umwelt betriebswirtschaftlich kein ökonomischer Faktor ist, wird sie oft bei den Energieberechnungen vergessen. Aber die Entsorgung von Kohlendioxid muss den fossilen Kraftwerken angerechnet werden. Zurzeit sind Beseitigungs- und Depositionstechnologien im Forschungsstadium und ihre Anwendung würde, das ist heute schon klar, die aus fossilen Brennstoffen gewonnene Energie wesentlich verteuern. Auch muss die gefahrlose Lagerung von strahlenden Abfällen und Abrissmaterial von AKW's dem Atomstrom angelastet werden, was bisher nicht gemacht wird. Diese externen Kosten der fossilen und atomaren Energiegewinnung fallen bei den erneuerbaren Energien nicht oder nur in sehr geringem Umfang an.

Hauptstreitpunkt bei der Gewinnung erneuerbarer Energie ist die Photovoltaik. Hierzu gibt es viele Veröffentlichungen. Während die Autoren einig sind, dass der Aufwand an grauer Energie bei Technologien mit mechanischer Energieübertragung, wie Wasser- und Windkraftwerke, besonders klein ist, wird die Photovoltaik von vielen Autoren generell in Frage gestellt und **eine auf Kollektoren basierende Technologie zur Produktion von**

Strom als nicht lebensfähig bezeichnet. Solarzellen würden 13 Jahre Stromlieferung benötigen, um die Energie zu produzieren, die zu ihrer Herstellung notwendig ist. Nun wird aber immer wieder behauptet, dass Solarzellen 20 Jahre produzieren können. Andere Autoren (Friedl, C. 1995 und Körblein, A. 1995) geben die Energierücklaufzeit von Solarzellen mit 9 bis 10 Jahren an. Aber offensichtlich sind diese Angaben noch geschönt, denn die Siliziumgewinnung durch Verhüttung benötigt 200 kWh/kg Reinsilizium, aber in den Berechnungen für die Solarkollektoren werden nur 20 kWh/kg angegeben. Nun wird zwar das weniger reine Silizium für die Kollektoren verwendet, aber die Produktion von Silizium ist ein einheitlicher Prozess mit etwa 20 Arbeitsschritten.

Die technologische Entwicklung geht weiter und es wurden Cadmium-Tellurit-Dünnschichtmodule für die Anbringung an Fassaden entwickelt und als Forschungsergebnis eine Beschichtung mit Iridium und Kupferindiumsulfid, die in nur 5 Arbeitsschritten hergestellt werden kann. Die technische Entwicklung wird sicherlich neue und kostengünstigere Kollektoren hervorbringen, aber es bleibt der Nachteil, dass Sonnenlicht eine geringe Energiedichte hat und auf großen Flächen gesammelt werden muss.

Eine auf Kollektorflächen basierende Technologie zur Produktion von Strom muss in unseren Breitengraden erst noch ihre Lebensfähigkeit beweisen. Von allen erneuerbaren Energien hat die Photovoltaik bei weitem die längsten Energierücklaufzeiten.

Bei **solarthermischen Anlagen** für die Raumheizung und Warmwasserbereitung sind die Energierücklaufzeiten wesentlich niedriger. Der Energieaufwand für den Bau und die Installation eines 35 m² - Kollektorsystems wird mit 6 % Anteil an der Wärmeleistung angegeben. Bei einem 65 m² - Kollektorsystem, das 2/3 des Wärmebedarfs eines EFH deckt, sollen es 16 % sein. Im letzteren Fall kann der Primärenergiebedarf bei reiner Ölheizung auf 40 % abgesenkt werden.

Da etwa 40 % des Gesamtprimärenergiebedarfs auf das Konto Heizung und Warmwasser gehen, sind auf den Dächern solarthermische Kollektoren den photovoltaischen Kollektoren unbedingt vorzuziehen.

Allerdings ist der Anteil der grauen Energie in % der erzeugten Energie bei erneuerbaren Energien sehr hoch, wobei die externen Kosten außer Acht gelassen wurden (Spreng, 1995):

bei der Raumheizung	
Heizöl	1,4 %
Gas	2,0 %
Kohle	0,8 %
Holz (Scheite)	39,5 %
bei der Warmwasserbereitung	
60 % Solar, 40 % Strom	7,5 %
100 % Solar	77,6 %
Erdwärme(Wärmepumpe)	62,1 %

Bei **Wasserkraftanlagen** wird der Energiebedarf für die Herstellung des Staudamms und der Energiezentrale in 2 bis 3 Jahren Betriebszeit erzeugt. Während des Betriebes fällt ganz wenig indirekter Strombedarf an. Während der Betriebszeit eines Wasserkraftwerkes wird für 100 kWh Stromerzeugung auch nur etwa 1 kWh grauer Energieaufwand

gebunden.

Bei der **Erzeugung von Biogas aus Biomasse** werden bei einem 70 m³-Fermenter jährlich etwa 130 GJ erzeugt. Die Anlage und der Betrieb hat einen indirekten Energieverbrauch von 30 GJ, d.h. **die graue Energie beträgt 23 %**. Grund für diesen vergleichsweise ungünstigen Wert ist die Notwendigkeit der Erwärmung der Biomasse und das Umrühren.

Bei der **Windenergie**, die ebenfalls eine maschinenbautechnische Lösung der Energiegewinnung hat, beträgt die **graue Energie 13 %** des erzeugten Windstromes. Gegenüber den alten Windmühlen, die nur einen Wirkungsgrad von 15 % der durch-

strömenden Windenergie hatten, laufen moderne Windräder mit einem Wirkungsgrad von 40 %.

Auch die Energierücklaufzeiten von **Wärmedämmplatten** wurden untersucht. Werden 10 Jahre Amortisationszeit in Ansatz gebracht, dann ist ab 24 cm Plattenstärke der Energieverbrauch größer als die eingesparte Heizenergie. Werden aber **50 Jahre Amortisationszeit** in die Berechnung eingegeben, solange steht ein Haus mindestens, dann ergibt sich bei **38 cm Plattenstärke** noch eine **Heizenergieeinsparung**. Die üblichen Plattenstärken von 10 cm führen also zu einer erheblichen Gesamtenergieeinsparung.

Die Interessen der Stromindustrie

Das Energiewirtschaftsgesetz von 1935 hatte die **Gebietsmonopole** der Stromkonzerne über 60 Jahre lang festgeschrieben. Auf Betreiben der EU wurde 1998 dieses Gesetz geändert und das Monopol aufgehoben. Der Strommarkt sollte auch in Deutschland liberalisiert werden und verschiedene Stromanbieter sollten in einen fairen Wettbewerb treten. Aber die Strommonopole halten nichts von Wettbewerb und fusionierten zu noch größeren Monopolen.

Die bisherigen 8 großen Stromanbieter schlossen sich in **4 Konzernen zusammen: RWE, E.on, EnBW und Vattenfall teilten sich den Strommarkt mit etwa 50 Mrd. €**.

RWE mit Sitz in Essen und 40 000 MW Kraftwerkskapazität ist der Marktführer und setzt allein auf verschiedenen Marktsegmenten 43,9 Mrd. € um und erzeugt 103 Mrd. kWh Strom. Wichtigste Einnahmequelle ist der Stromverkauf von **18 Braunkohlekraftwerken** im rheinischen Revier.

E.on ist der zweitgrößte Stromkonzern, dessen Strom vor allem in den **14 AKW (BRD=18)** erzeugt wird, insgesamt 85 Mrd. kWh Strom. Die beiden Marktführer liefern etwa 80 % des Stromes in Deutschland. E.on will bis 2007 etwa 1,1 Mrd. € in Windkraftanlagen in England investieren.

RWE und E.on halten zugleich die Mehrheit bei 41 der 54 regionalen Verteilerunternehmen und an mehr als 130 Stadtwerken.

Das restliche Fünftel des Strommarktes teilen sich **Vattenfall** (10000 MW) und **EnBW**. Letzterer erzeugt 64 Mrd. kWh Strom.

Jeder der 4 großen **Konzerne kontrolliert für sein Strommarktgebiet das Verteilernetz und die Stromleitstellen**. Damit bestimmen sie auch die Durchleitungsgebühren für konzernfremden Strom. Das **Oligopol der 4 großen Konzerne ist in Gefahr**.

- Die EU fordert die Ausgabe und den Handel mit Emissionszertifikaten für Klimaschadgase, die ab 2005 EU-weit eingeführt werden.
- Die EU fordert die Einrichtung einer Regulierungsbehörde für den Wettbewerb in den Stromnetzen.
- Die Regierungspolitik zur Förderung erneuerbarer Energien führt zum Verlust von Marktanteilen und damit von Umsätzen durch dezentrale

demokratisch oder individuell kontrollierte Energieversorgungsstrukturen..

- Fremde Firmen wollen in Deutschland effektive Gaskraftwerke bauen, womit ebenfalls der Verlust von Marktanteilen droht.
- Industrieunternehmen wollen eigene Heizkraftwerke für die benötigte Prozesswärme und Lieferung von Überschussstrom ins Netz bauen.
- Die rotgrüne Regierung will den Kohlendioxid ausstoß senken, der vorrangig von den Kohlekraftwerken verursacht wird.
- Die getätigten Investitionen in Großkraftwerke könnten nach der Abschreibungsdauer nicht mehr gewinnträchtig weiter genutzt werden.
- Die zur Reife entwickelte Energietechnik für fossile Energien wird nicht mehr gebraucht und die Hersteller dieser Technologien müssten sich wirtschaftlich umstrukturieren.

Diesen Angriff auf ihren Markt und ihre Profite wollen die Stromkonzerne abwehren, befinden sich aber in einer ungünstigen Situation. In den nächsten beiden Jahrzehnten müssen Stromkapazitäten mit 40 000 MW, von insgesamt 120 000 MW, erneuert werden, was etwa 30 bis 40 Großkraftwerke betrifft. Die zum Teil 30 Jahre alten Braunkohle- und Steinkohlekraftwerke sind abgeschrieben und bringen dadurch eine hohe Rendite. So lange es geht, wollen die Stromkonzerne sie am Netz lassen. Das bisherige System zentraler Großkraftwerke wollen die Konzerne beibehalten und keine Konkurrenz aufkommen lassen.

An welchen Fronten kämpfen nun die 4 großen Konzerne um ihren Profit?

1. Bei den erneuerbaren Energien ist nur die Windkraft wirklich gefährlich. Innerhalb von nur 5 Jahren konnte die Windkraft durch Förderung der Bundesregierung ihre Leistung von 3000 auf 14 500 MW steigern und 5 % des Stromes liefern. Durch Gesetz festgelegt, müssen die Stromkonzerne diese Konkurrenz dulden und den Strom zu Festpreisen in ihre Netze aufnehmen. Selbst wollen sie nicht in die Windbranche groß einsteigen, obwohl ihnen das laut Gesetz möglich ist. Nur der Marktführer RWE hat die Zeichen der Zeit erkannt und steigt in ein Pilotprojekt an der Nordsee ein. Er betreibt selbst 65 MW von den installierten 14500 MW

- Windkraft. Andererseits wird gegen die Windenergie eine Dauerkampagne in der Presse geführt und Landschaftsschützer und Naturschutzverbände für die Interessen der Strommultis eingespannt. Es wurde erreicht, dass sich der größte Financier für Windparks, die Commerzbank, zurückzog. Die Windrädlerindustrie sucht sich ihre Absatzgebiete im Ausland. Dennoch wird vom Umweltminister Trittin angestrebt, in 20 Jahren 25000 MW Windenergie zu installieren, die dann 15 % des Strombedarfs decken. Ein anderes Argument der Strommultis ist, dass Windstrom viel Regelenergie verbraucht und Mehrbelastungen bis zu 2,5 Cent/kWh mit sich brächte. Deshalb müssten die Strompreise erhöht werden. Auch wurde versucht, über Klagen der Windenergie „unzulässige Subventionen“ nachzuweisen. Aber BVG, BGH und EU-Gerichtshof lehnten die Klagen ab.
2. Eine Regulierungsbehörde für die Stromdurchleitung fürchten die Stromkonzerne erst mal nicht. Die Regulierungsbehörde kann zwar die Entflechtung der Stromproduktion von den Durchleitungsnetzen fordern, aber die Stromdurchleitungsgebühren setzen die Eigentümer, die Konzerne, fest, die Strompreise ohnehin. Eine vorherige Genehmigung der Netzentgelte für die Stromdurchleitung ist durch die zu schaffende Regulierungsbehörde nicht vorgesehen. In der **EU** zahlen die Verbraucher im Durchschnitt **5 Cent/kWh** und **in Deutschland 9 Cent/kWh**, also fast doppelt so viel. Mit hohen Durchleitungsgebühren, die 40 % des Strompreises ausmachen und die für die Mitbewerber und Billiganbieter oft doppelt so hoch sind wie die Stromkosten, werden die Newcomer in den Konkurs gezwungen. Die Monopolpreise der Strommultis bleiben dadurch weiter erhalten. Vom Jahr 2000 an sind die Strompreise ständig gestiegen und für 2005 sind weitere Preissteigerungen bereits angekündigt. Die deutschen Haushalte zahlen 5 Mrd. € zuviel für ihren Strom, weil die Entgelte zur Nutzung des Netzmonopols zu hoch sind (Verbraucherzentrale).
 3. Es gibt eine enge Verflechtung zwischen Energiekonzernen und der Politik. Die Konzerne besolden Abgeordnete der Landtage und des Bundestages sowie lokale Politiker mit Managergehältern als Nebenverdienst (Meyer, Arentz). Die Stromkonzerne haben das Wirtschaftsministerium fest in ihrer Hand. Der ehemalige Wirtschaftsminister Müller wurde Chef des Kohlekonzerns RAG und Minister Clement geht zusammen mit der Opposition gegen die Energiepolitik seiner eigenen Regierung vor. Vom Wirtschaftsministerium werden alle möglichen Mittel eingesetzt, um im Gesetzgebungsprozess die Interessen der Stromkonzerne durchzusetzen und den Multis „Renditesicherheit für 35 Jahre“ sowie Investitionssicherheit und Marktgarantie für fossile Großkraftwerke zu garantieren und den Netzbetrieb nicht „kaputtregulieren“ zu lassen, wie Staatssekretär Adamowitsch (früher Manager bei RWE) versprach. Die zuständigen Ministerien sind zu Agenturen der Energiekonzerne geworden (Scheer).
 4. Als Ersatz für die verschlissenen Braunkohlekraftwerke bieten sich Gaskraftwerke an. Sie haben einen höheren Wirkungsgrad (bis 60 %) und stoßen nur halb so viel Kohlendioxid aus wie die Kohlekraftwerke. In Deutschland kommt bisher nur 9 % des Stromes aus Erdgas. Mögliche ausländische Konkurrenten, die Gaskraftwerke in der BRD bauen wollen, werden durch die Bürokratie und Gesetzesverschleppung von ihren Investitionsabsichten abgehalten. Die Stromkonzerne wollen für 10 Mrd. € neue Braunkohlekraftwerke bauen. Wenn ihre Pläne nicht genehmigt werden, dann drohen sie mit einem Investitionsboykott. *Erdgas wird mit Unterstützung der Bundesregierung teuer gehalten, indem auf Erdgas die Mineralölsteuer erhoben wird, aber für Kohle und Uran bei Verstromung Steuerfreiheit herrscht.* Die Absicht der Strommultis ist, bis zum Jahre 2030 den Kohleanteil am Strommix noch zu erhöhen. Solange fossile Energie billig zur Verfügung steht, ist es betriebswirtschaftliches Muss, diese Vorräte zu verschwenden, statt in energieeffiziente Technologien zu investieren, ganz zu schweigen von alternativen Energieformen, die sich gegen die konkurrenzlos billige fossile Energie nur mit staatlicher Unterstützung durchsetzen lässt.
- Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es den Strommonopolisten weitgehend gelungen ist, die Entwicklungen auf dem Strommarkt in ihrem Interesse zu lenken und zu beeinflussen, um ihre marktbeherrschende Monopolstellung zu sichern. Die Bundesregierung traut sich nicht, dieses Machtmonopol ernsthaft anzutasten und verfolgt eine Salamtaktik der kleinen Schritte. Die Stromkonzerne müssen aber zur Kohlendioxid-Reduzierung und zum Einstieg in erneuerbare Energien gezwungen werden.** Die Bemühungen der Bundesregierung mit dem **Erneuerbare-Energiegesetz (EEG)** mit Abnahmegarantie und Mindestvergütung für in das Netz eingespeisten Strom aus erneuerbaren Energien, der **Biomasseverordnung** und dem **2. Gesetz zur Änderung des EEG** zur Vergütung von Sonnenstrom sind nicht ausreichend, um den Stromkonzernen mit erneuerbaren Energien ernsthafte Konkurrenten wachsen zu lassen.

Die Energiepolitik der EU

Die EU will im Interesse des Wirtschaftswachstums und der Liberalisierung der Märkte Monopole abbauen und den freien Wettbewerb fördern, um allen

Anlegern Zugang zum Strommarkt zu garantieren und die Preise und Netzgebühren zu drücken. Diese Politik ist zwar im Interesse der gesamten EU-

Wirtschaft, aber nicht im Interesse der Strommonopole. In der BRD werden die Vorgaben der EU nur widerwillig durchgesetzt, weil die Strommonopole einen großen Einfluss auf die Regierung haben. Außerdem ist die Direktionsebene der EU-Kommission fest in der Hand der konventionellen Energiewirtschaft (Köhne, WWF).

Die EU-Kommission strebt bis zum Jahre **2010** einen Anteil an **erneuerbaren Energien von 12 % an**. Mit welchen Maßnahmen dieses Ziel erreicht werden soll, bleibt den Mitgliedsländern überlassen. Die Maßnahmen der EU-Kommission sind auf folgende Ziele gerichtet:

- Fairer Zugang der erneuerbaren Energien zum Energiemarkt
- Förderung der erneuerbaren Energien durch Steuer- und Finanzmaßnahmen der Mitgliedsstaaten
- Anwendung der Bioenergie im Verkehr und zur Wärme- und Stromversorgung
- Verschärfung der Vorschriften für Gebäude unter Berücksichtigung von erneuerbaren Energien
- Förderung von Forschung und Technologieentwicklung sowie Förderung von Anwendungsbeispielen

Weißbuch der EU-Kommission von **1997**

„Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger“

„Erneuerbare Energiequellen sind heimische Energiequellen, die dazu beitragen können, die Abhängigkeit von Energieeinfuhren zu verringern“ Damit ist das Ziel nicht die Verringerung der Emissionen, sondern ein wirtschaftsstrategisches Ziel.

Der Anteil der EE wäre „auf einem unannehmbar niedrigen Niveau“ und es wird ein Entwicklungsziel

vorgegeben, die EE von 1995 mit 6 % Anteil am Bruttoenergieverbrauch (vor allem Wasserkraft) auf 12 % im Jahre 2010 zu verdoppeln. Der größte Anstieg wird bei Biomasse (Energiepflanzen) erwartet, dann Windenergie und Solarthermie. Von Photovoltaik und Geothermie wird nur ein geringer Beitrag erwartet.

Grünbuch der EU-Kommission vom 29.11.2000

„Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit“

„Wenn nichts unternommen wird, wird die Union ihren Energiebedarf in 20 bis 30 Jahren zu 70 % aus eingeführten Produkten decken (gegenüber 50 % zum gegenwärtigen Zeitpunkt)“. Die daraus entstehenden wirtschaftlichen Risiken sind hoch. Nicht nur wegen der Preisabhängigkeit, sondern auch, weil die Erdölausbeute kontinuierlich zurückgeht und in 25 Jahren die Hauptvorkommen im Mittleren Osten erschöpft sind. Bei Erdgas ist zwar eine langfristige Versorgung durch Russland, Norwegen und Algerien möglich, aber auch hier besteht ein Preisrisiko. Die EU-Kommission kommt zu dem Schluss: „Mittelfristig sind die EE die einzige Energiequelle, bei der die EU unter den gegebenen Umständen einen gewissen Handlungsspielraum zur Vergrößerung des Angebotes hat. Sie kann es sich nicht leisten, diese Energieform zu vernachlässigen.“ Deshalb müssten die Vergünstigungen für EE mindestens auf das Niveau von Erdöl, Kohle und Kernenergie angehoben werden.

Richtlinie zur Förderung der Stromerzeugung aus EE im Elektrizitätsbinnenmarkt (27.9.2001)

Insbesondere bei Wasserkraft, Biomasse und Windenergie sollen bis 2010 etwa 40 000 bis 100 000 MW Leistungskapazität geschaffen werden.

Die Energiepolitik der BRD

Politische Förderprogramme für erneuerbare Energie gehören inzwischen weitgehend zur Selbstverständlichkeit jeder Bundesregierung. Aber noch sind diese überwiegend „politisches Schmuckwerk“ und damit immer noch „Bestandteil des Zukunftsversagens“ der Regierung (Scheer). Von der Politik wurde bisher nur die Atomenergie schwerpunktmäßig massiv gefördert.

Die Regierung will den Energie-Strukturwandel „im Konsens“ bewältigen. Aber „Energiekonsens“ ist das Synonym für die möglichst lange Weiternutzung herkömmlicher und die Abwehr erneuerbarer Energien (Scheer). Kein Politiker will sich mit der Energiewirtschaft anlegen, weil diese die ständig verfügbare Energie für die Gesellschaft bereitstellt.

Die Förderinstrumente des Staates

- Investitionskostenzuschüsse als nicht rückzahlbare (verlorene) Zuschüsse sind als Investitionsanreize gedacht und haben sich bei privaten Haushalten bewährt. In der Regel werden 10 bis 20 % der Investitionskosten abgedeckt.
- Verbilligte Darlehen (Zinsverbilligung) für Investitionen bei etwa 30 bis 50 % Eigenkapitalanteil

werden für gewerbliche Investoren ausgereicht, aber auch für Privathaushalte. Im 100000–Dächer–Programm wurden 100 % der Investitionskosten finanziert.

- Steuervergünstigungen für EE. Bei Biogas für die Heizung entfällt die Mineralölsteuer ebenso wie für Biodiesel. Insgesamt betragen diese Vergünstigungen im Jahre 2001 etwa 530 Mio. €.
- Betriebskostenzuschüsse sind durch das EEG für die Stromeinspeisung vorgesehen, indem ein Mindestvergütungssatz, der über dem ansonsten erzielbaren Marktpreis liegt, festgesetzt wurde. Der Öffentliche Haushalt wird dadurch nicht belastet, es erfolgt eine Umverteilung auf alle Stromkunden. Je Haushalt 2002 waren es 4,50 € zzgl. MWSt.

Maßnahmen der BRD-Regierung zu EE

Deutschland gilt in Europa als Vorreiter bei der Einführung von EE, insbesondere bei Windenergieanlagen und der Photovoltaik, aber auch bei Biodiesel ist Deutschland führend.

Bereits unter der **Kohl-Regierung** wurden zur Ent-

wicklung der EE Weichen gestellt:

- Stromeinspeisegesetz 1991
- 250 MW – Windprogramm 1998/1991
- Kreditprogramme 1990 bis 1998 (3 Mrd. €)
- Energieforschungsprogramm 1990 bis 1998 (1 Mrd. €)
- 100 – Dächer – Photovoltaik- Programm (4 MW von 1991 bis 1995)
- Marktanreizprogramm für EE von 1994 bis 1999 mit jährlich 10 Mio. €
- Änderung des BauGB für Windkraftanlagen

Rot-Grün hat ab 1998 folgende Maßnahmen in der Koalitionsvereinbarung aufgelistet:

- Energierechtsänderungen für faire Marktchancen für EE
- Förderung nachwachsender Rohstoffe
- 100000–Dächer–Programm für Photovoltaikanlagen

Ökologische Steuerreform (1.4.1999)

Deutschland hat die Ökosteuer im nationalen Alleingang eingeführt. Sie hat sich bei den EU-Ländern und auch bei vielen Nichtmitgliedstaaten durchgesetzt.

Durch die Ökosteuer erhöhte sich das Gesamtaufkommen an Energiesteuern von 34,1 Mrd. € (1998) auf 52,7 Mrd. € (2003) um 55 %. Das erfolgte in 5 Stufen in 5 Jahren.

Die Steuersätze für DK und VK wurden angehoben. Mit dem Fortführungsgesetz vom 16.12.1999 wurde die Mineralöl- und Stromsteuer eingeführt. Auch auf Heizbrennstoffe (Erdgas, Heizöl) wurden die Steuern erhöht.

88 % der zusätzlichen Einnahmen wurden für die Rentenfinanzierung eingesetzt, 9 % für die Haushaltskonsolidierung und nur 3 % für ökologische Programme.

Belastet wurden bei dieser Reform vor allem die privaten Haushalte (1,5 Mrd. €), die mehr zahlten als sie durch niedrigere Rentenbeiträge einsparten. Belastet wurde auch Handel und Verkehr mit 1,5 Mrd. € und die Land- und Forstwirtschaft mit 0,47 Mrd. €.

Entlastet wurde vor allem die Industrie mit 1 Mrd. €. Die Umverteilung funktionierte so, wie das Kapital es wollte: Belastung der Konsumenten – Entlastung der Wirtschaft.

Für die Biodieselproduktion war die Ökologische Steuerreform ein Entwicklungsimpuls, da Biodiesel 14,2 ct/l billiger angeboten werden konnte als DK.

Für die Wärme- und Strombereitstellung bringt die Ökologische Steuerreform keine Vorteile.

Weitere Maßnahmen der Bundesregierung waren:

- Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung
- Maximalwerte für den Primärenergieverbrauch von Gebäuden
- Energetische Sanierung vorhandener Gebäude
- Autobahnmaut
- Einrichtung eines Kompetenzzentrums „Deutsche Energie-Agentur“ (dena)
- Exportinitiative EE

Förderprogramme der Bundesregierung

- EEG vom 1.4.2000, als das wichtigste Instrument, mit dem garantierte Mindestpreise für Strom aus EE für 20 Jahre Dauer festgesetzt

wurden. Eingespeist wurden 2001 17,8 TWh (etwa 45 % der Stromerzeugung aus EE), für die 1,54 Mrd. € vergütet wurden (im Durchschnitt 8,64 ct/kWh)

Für **Windkraft** wird 2003 in den ersten 5 Jahren 8,8 ct/kWh garantiert (2002 waren es 9 Cent/kWh) Danach verringert sich der Preis je nach Standort um jeweils 1,5 % je Jahr.

Für **Solarstrom** werden für die 2003 errichteten Anlagen 45,7 ct/kWh gezahlt (2002 waren es 48 ct/kWh), Die Vergütung wird jährlich um 5 % gesenkt.

Für Biomasse (ab 26.1 2003) werden 2003 bis 0,5 MW = 10, bis 5 MW = 9, bis 20 MW = 8,5 Cent/kWh vergütet. Die jährliche Absenkung beträgt 1 %.

Für Wasserkraft wird ohne zeitliche Begrenzung bis 20 MW = 8,95 und über 20 MW = 7,16 Cent/kWh gezahlt, ohne Absenkung.

Für Geothermie wird bis 20 MW = 8,95 und über 20 MW = 7,16 Cent/kWh gezahlt, ohne Absenkung

Für Geothermie wird bis 20 MW = 8,95 und über 20 MW = 7,16 Cent/kWh gezahlt, ohne Absenkung.

- Marktanreizprogramm zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien vom 1.9.1999 Strom aus EE wird wie konventioneller Strom besteuert. Um hier einen Ausgleich zu schaffen, wurden Fördermittel über das Marktanreizprogramm bereitgestellt. Die Richtlinie vom März 2002 sieht folgende Förderungen vor:
 - Solarkollektoranlagen 92 €/m² (Höchstbetrag je Anlage 25 000 €)
 - Holzheizungen mit automatischer Beschickung 55 €/kW (max. 250 000 €)
 - Biogasanlagen bis 70 kW Leistung erhalten einen Restschuldenerlass von 15000 € je Anlage (über 70 kW kein Erlass).
 - Photovoltaikanlagen für Schulen ab 1 kW erhalten 3000 € Zuschuss.
 - Oberflächennahe Geothermie 103 €/kW (Teilschuldenerlass max. 1 Mio. €)
 - Darlehen bis 100 % des Investitionsbetrages werden für 10 Jahre mit 4,49 % eff. p. a. verzinst.

Eine Vielzahl von weiteren Förderprogrammen, davon 6 bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und 3 bei der Deutschen Ausgleichsbank (DtA) bestehen neben dem EEG und dem Marktanreizprogramm. Sie wurden zu verschiedenen Zeiten, mit verschiedenen Zielstellungen aufgelegt. Außerdem gibt es noch Fördermaßnahmen durch die einzelnen Bundesländer (seit 1991 1 Mrd. €) in unterschiedlicher Höhe und unterschiedlichen Schwerpunkten. Im Einzelnen sind das folgende Programme: 100000–Dächer–Programm, ERP-Umwelt- und Energieprogramm, DtA-Umweltprogramm, Gebäudesanierungsprogramm, DtA-Umweltschutz- Bürgerschaftsprogramm, KfW-Umweltprogramm für Unternehmen, KfW-Infrastrukturprogramm.

Lange Laufzeiten, niedrige Zinssätze, mehrere tilgungsfreie Jahre kennzeichnen diese Programme.

Die Erfolge von Rot-Grün bei der Energiewende

Primärenergieverbrauch

Seit 1990 hat sich in 11 Jahren die EE von 190 PJ auf 390 PJ im Jahre 2001 verdoppelt. Damit lag der **Anteil der EE am Primärenergieverbrauch bei 2,7 %**. Dabei muss beachtet werden, dass davon 54 % auf feste Biomasse (Holz) und 21,6 % auf Wasserkraft entfallen, die als EE schon immer genutzt wurden und keinen „Erfolg“ der Bundesregierung darstellen. Nur **0,65 % der Primärenergie wurden aus „echten“ EE** (Windenergie, Photovoltaik, Photothermie, Geothermie, Biogas, Deponie- und Klärgas) **gewonnen**.

Nach 11 Jahren Förderung der EE ist das ein außerordentlich mageres Ergebnis. **Von einer „Energiewende“ kann nicht im Ansatz gesprochen werden**.

Besonders mager ist das Ergebnis bei der propagandistisch hochgespielten und dadurch populären Photovoltaik, die nur 0,1 % des Primärenergieverbrauchs deckt. Auf diesem Gebiet, so die programmatische Aussagen der Grünen, könnte die Stromversorgung Deutschlands allein gedeckt werden. Das 100000-Dächer-Programm war nur ein Tropfen im Ölozean.

Energiepolitische Grundpositionen der Ökologischen Plattform bei der PDS und der AG Wirtschaftspolitik beim PV der PDS, UAG Struktur- und Technologiepolitik

Entwurf (02.12.2004) nach Beratung in der BAG Umwelt-Energie-Verkehr und im Koordinierungsrat der Ökologischen Plattform bei der PDS

Vorbemerkung

Die PDS hat **1996** auf der 1. energiepolitischen Konferenz in Hannover „**Energiepolitische Grundpositionen und Herausforderungen**“ angenommen, die auf der 2. Energiepolitischen Konferenz **1999** in Leipzig präzisiert und aktualisiert wurden: „**Energiepolitische Grundforderungen und Herausforderungen der PDS**“. Ebenso fanden die auf der **3. Energiekonferenz 2002** in Rostock beschlossene stärkere Hinwendung zu erneuerbaren Energien und die Auswertung der Erfahrungen in M-V Berücksichtigung. Diese Dokumente fanden Eingang in die hier zur Diskussion vorgestellten Forderungen.

Es ist an der Zeit, die Positionen der PDS auf dem Gebiet der Energiepolitik zu überarbeiten und neu zu bestimmen, auf der Grundlage der von der 1. Tagung des 9. Parteitages ausgegebenen Politikfelder: Kritische Einschätzung, Gestaltungsvorschläge und zukunftsorientierte Visionen.

Stromverbrauch

Bei der Stromversorgung wurde ein Anteil von 7,8 % aus EE erreicht. Dabei muss aber beachtet werden, dass die Wasserkraft mit 4,7 % Anteil (60 %) und die Biomasse mit 1 % (13 %) beteiligt ist und die „neuen“ EE, die Windkraft mit 2,1 % (27 %) beteiligt ist. Also auch bei Strom nur 3,3 % „echte“ EE als Ersatz der fossilen Brennstoffe.

Raumwärmebereitstellung

Der Anteil der EE ist auf 3,9 % gestiegen. Hier hat aber die feste Biomasse (Holz) einen Anteil von 93,5 %, sodass auf „echte“ EE (Solarthermie, Geothermie, Biogas) nur 6,5 % entfallen. **Aus „echter“ EE werden also nur 0,25 % der Raumwärme gedeckt.**

Fazit

Eine Energiewende, die diesen Namen verdient, wurde von Rot-Grün nicht durchgesetzt und von den Energiemonopolen erfolgreich verhindert. Wenn die Entwicklung so weiter dümpelt, dann werden die von der Bundesregierung versprochenen Klimagasreduzierungen keinesfalls erreicht.

Für den im Parteiprogramm der PDS geforderten sozial gerechten und ökologischen Umbau der Produktion und Lebensweise spielen Fragen der langfristigen Energieerzeugung und –nutzung eine wesentliche Rolle. Im Parteiprogramm der PDS von 2003 heißt es: **„Eine Schlüsselrolle im ökologischen Umbau spielt die solare Energiewende, Energieeinsparung, erhöhte Energieeffizienz und die Entwicklung erneuerbarer Energien weisen den Weg aus der Sackgasse atomar fossiler Energiewirtschaft“**

Eine Konzeption zur Energiepolitik liegt mit dem Thesenpapier der AG Wirtschaftspolitik, UAG Struktur- und Technologiepolitik „Innovationen für eine solare Energiewende“ vom 11.11.2004 vor und stimmt mit den nachfolgenden Politikaussagen im Wesentlichen überein.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit, Vereinfachung, Verständlichkeit und Medienwirksamkeit werden nur 7 grundsätzliche Thesen vorgeschlagen und zur Diskussion gestellt.

Die derzeitige Energieerzeugung und –nutzung ist in Deutschland und der ganzen Welt nicht nachhaltig.

Sie **basiert zu 97 % auf fossilen und atomaren Ressourcen** und damit auf endlichen Ressourcen. Sie führt durch Klimagas-Emissionen zu Klimaveränderungen. Die Prozesse der Globalisierung und Liberalisierung führen von jedem Ansatz zur Nachhaltigkeit weg. Die Energiepolitik der Regierung hat nur marginale Erfolge und bleibt ein Faktor der Umweltzerstörung. Die herrschenden Machtstrukturen in der Energiewirtschaft sind eine wesentliche Ursache für zukünftige menschheitliche Existenzprobleme, Kriege und Menschenrechtsverletzungen. Sie blockieren die Lösung des Klimaproblems. Diese Strukturen sind monopolistisch und antidemokratisch. Das sind Gründe, warum sich der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung erst auf 8% erhöht hat. **Der Anteil der erneuerbaren Energie am Primärenergieverbrauch beträgt erst 3 %.**

Warum ist eine Energiewende in historisch kurzer Frist notwendig und auch möglich?

- **Aus Gründen der Daseinsfürsorge für uns und unsere Nachkommen.**
80 % aller heutigen Umweltprobleme hängen direkt oder indirekt mit der Bereitstellung, der Umwandlung, dem Transport, der Nutzung oder der Entsorgung von Energie zusammen. Der zunehmende Ausstoß von Kohlendioxid und anderen Klimagasen hat das Weltklima bereits verändert und führt innerhalb von 100 Jahren zu einer irreversiblen Warmzeit, die zu Dürregebieten in Südafrika, dem Mittleren Osten, Südeuropa und Australien und damit zu Hungerkatastrophen und Völkerwanderungen führen wird. Die herrschenden Machtstrukturen in der Energiewirtschaft blockieren die Lösung der Klimaprobleme und sind Grund für zukünftige menschheitliche Existenzprobleme. Die Regierungen der Industrienationen ignorieren ihre Pflicht zur Daseinsfürsorge der Bevölkerung und Bewahrung der Generationengerechtigkeit und unterstützen die Energiemonopole bei der Profiterwirtschaftung und der Zerstörung unserer Naturgrundlagen.
- **Aus wirtschaftlichen Gründen ist eine schnelle Energiewende notwendig, weil die Ressourcen knapper und teurer werden und endlich sind.** Nach Recherchen amerikanischer Ölmonopole wird ab 2020 die Erdölförderung rückläufig sein und sich in 40 bis 50 Jahren erschöpfen. Der Rohstoff Öl wird dann nur noch mit hohem Aufwand zu fördern sein und die Preise werden steigen. Auch die Reserven an Erdgas und Uran werden in 50 bis 60 Jahren erschöpft bzw. nur mit hohem energetischem Aufwand gewinnbar sein. Die länger verfügbare Kohle ist für die Verbrennung viel zu kostbar und muss für künftige Generationen bewahrt werden.
- **Aus sicherheitspolitischen Gründen ist eine schnelle Energiewende notwendig.** Die Abkehr von der fossilen Energiewirtschaft ist Voraussetzung für eine Friedenspolitik. Deutschland muss sich aus den von den USA begonnenen Rohstoffkriegen heraushalten. Die Verteidigung einer geplanten amerikanischen Erdöltrasse am Hindukusch ist der falsche Ansatz,

die Energieprobleme zu lösen und zieht den Terrorismus in unser Land. Der Kampf um die Energieressourcen führt zu Eroberungskriegen und Menschenrechtsverletzungen. Nur eine antiimperialistische Sicherheitspolitik schützt unser Volk.

- **Die Entwicklung erneuerbarer Energien hilft, die für Deutschland wichtige Exportwirtschaft zu sichern.** Der Weltenergieverbrauch wächst schnell, insbesondere in China und Indien mit jährlich 20 – 30 % Zuwachsrate. Die Energievorräte werden dadurch noch schneller verbraucht werden. Alle Staaten versuchen, die Industrialisierung nach westlichem Vorbild einzuführen, was den Energieverbrauch schnell anwachsen lässt. Auch die Entwicklungs- und Schwellenländer werden in einigen Jahrzehnten an die Endlichkeit der Energievorräte stoßen. Deutschland hat einen Vorsprung in der Entwicklung und Anwendung erneuerbarer Energien erreicht, muss diesen weiter ausbauen und sowohl das Know-how als auch die Ausrüstungen in diese Länder exportieren.
- **Weil alternative Technologien wie die Wasserstofftechnologie erst in etwa 20 bis 30 Jahren zur Verfügung steht, die Atomverschmelzung erst in etwa 70 Jahren Praxisreif sein könnte und auch die clean-coal-Technologie noch nicht zur Verfügung steht.** Atomverschmelzung anstelle von Atomspaltung ist, wenn überhaupt, erst nach der Energieressourcenerschöpfung verfügbar und wird noch größere Endlagerprobleme des vermehrt anfallenden Atom Mülls schaffen. Die Einführung der Brennstoffzelle ist von der Gewinnung von Wasserstoff durch Sonnenenergie in Großanlagen abhängig. Das kann in Deutschland mit der geringen Sonneneinstrahlung wirtschaftlich kaum gelöst werden, allenfalls in der Sahara. Die clean-coal-Technologie benötigt genau so hohe Investitionen wie Windräder, bezogen auf die Energiekapazität. Ungelöst ist der sichere Verbleib des abgeschiedenen Kohlendioxids. Wir lehnen deshalb jegliche technische Entwicklung zur Bewahrung der fossil-nuklearen Energiebasis grundsätzlich ab, weil sie die Energiewende nur hinauszögern und verhindern würde. Diese Entwicklungen dienen nur den Interessen der Energiemonopole.

Das alles sind die wesentlichen Gründe für eine schnelle Energiewende, die in historisch kurzer Frist gemeistert werden muss. Eine Umorientierung auf erneuerbare Energie, drastische Energieeinsparungen und eine Steigerung der Energieeffizienz ist aus wirtschaftlichen, ökologischen und sicherheitspolitischen Gründen notwendig.

Die energiepolitischen Ziele müssen sowohl in Zwischenschritten unter Nutzung gegebener politischer, wirtschaftlicher und technologischer Spielräume als auch über die Gewinnung der Bevölkerungsmehrheit für ein schnelles Tempo der Energiewende realisiert werden.

Energiepolitische Ziele der PDS

1. **Die effiziente Nutzung und der sparsame Verbrauch von Energie haben Vorrang vor**

der Erhöhung der Energieproduktion und dem Umbau der Energiestruktur.

Es gibt in Deutschland ein **Energie-Einsparpotential von 20 bis 30 %**, das derzeit weitgehend brach liegt.

Warum hat sich der Energieverbrauch ständig erhöht und alle Mahnungen und Appelle zum Energiesparen blieben ohne Wirkung?

Die Strommonopole haben kein Interesse an Einsparungen. Im Gegenteil, die Auslastung der Überkapazitäten, die Markterweiterung und die Erhöhung des Absatzes bringen die geforderte Rendite. Die Anstrengungen der Regierung, über Gesetze die Energieeinsparung anzuregen, sind völlig ungenügend. In Israel ist z.B. die Ausrüstung von Neubauten mit fotothermischen Anlagen seit 1980 gesetzliche Pflicht. Energieeinsparungen an und in Gebäuden, in denen 40 % der Gesamtenergie verbraucht werden, müssen gesetzlich vorgeschrieben und verbindlich sein. Der Anteil der unsanierten Gebäude liegt bei ca. 80 %.

Die Regierung muss bei den Verbrauchern und Erzeugern sparende Verhaltensweisen und Produkte fördern und die zukünftig notwendige generelle Veränderung der Verhaltensweisen, insbesondere bei der Jugend, verbreiten und fördern.

Die Industrie muss Auflagen erhalten, wann welche Sparmaßnahmen realisiert sein müssen, z. B. 3-l-Auto.

2. **Erneuerbare Energien müssen die fossilen und nuklearen Energieträger bis 2025 zu 80 % ablösen. Bis 2050 muss die Vollversorgung mit erneuerbarer Energie durch einen optimalen Mix aller solaren Energieträger, durch neue Energiespeichertechnologien und effiziente Energiesparttechnologien erreicht werden.**

2.1. Kritische Einschätzung der bisherigen Regierungspolitik

Die von der Bundesregierung vorgesehene Zeitschiene (bis 2020 etwa 20 % erneuerbare Energie) ist nicht ausreichend, um den Klimaveränderungen wirkungsvoll zu begegnen. Eigentlich müsste die Zielstellung in noch kürzerem Zeitraum erreicht werden, weil die Klimaveränderungen bereits jetzt spürbar sind. **In den letzten 15 Jahren ist durch Förderprogramme der Regierung Kohl und Schröder der Anteil der erneuerbaren Energien bei Strom auf etwa 8 %, bei Wärme auf etwa 4 % und beim Primärenergieverbrauch auf etwa 2,7 % angestiegen.** Diese „Erfolge“ der Regierungstätigkeit müssen aber relativiert werden. Zieht man die schon lange vorhandene Wasserkraft und die Holzverbrennung in Haushalten ab, dann sind es nur noch **0,86 % Anteil der EE am Primärenergieverbrauch.** Wenn dann noch Klärgas, Deponiegas und Müll, die nicht unbedingt als EE eingestuft werden können, abgezogen werden, dann bleibt für die Anteile **Windkraft, Biogas, Photovoltaik, Solarthermie und Geothermie** als neue Energieträger der EE **nur noch 0,4 % Anteil am Primärenergieverbrauch** übrig. Bei diesen Resultaten der Regierungspolitik kann nicht von einer

„Energiewende“ gesprochen werden, obwohl das EE-Gesetz die richtige Weichenstellung war, die aber nicht mit Konsequenz verfolgt wurde.

2.2. Gestaltungsvorschläge

Kann eine schnelle Energiewende finanziert werden?

Ein Drittel der deutschen Großkraftwerke, die mit Kohle und Atomenergie laufen, sind abgeschrieben und müssen bis 2020 erneuert werden. Dafür sind 30 bis 60 Mrd. € erforderlich, die die Energiemonopole aufbringen können. In den 10 Jahren von 1988 bis 1997 wurden in die Stromversorgung 64 Mrd. € investiert. Jährlich werden in Anlagen der EE, vorwiegend von privaten Investoren, vor allem in Windkraftanlagen, etwa 5 Mrd. € investiert. Da wir in Deutschland etwa 120 000 MW Kraftwerkskapazität haben, aber nur einen Spitzenbedarf von 80 000 MW, können ohne weiteres Kraftwerke mit 40 000 MW stillgelegt werden, ohne neue bauen zu müssen.

In den nächsten 20 Jahren stehen also etwa 130 bis 160 Mrd. € für Investitionen im Energiesektor zur Verfügung, wenn so weiter investiert wird wie bisher. Werden diese Mittel auf den Ausbau von EE konzentriert, dann kann die notwendige Energiewende finanziert werden. Die von den Energiemonopolen zurückgehaltenen Einnahmen aus den überhöhten Netzegebühren in Höhe von 10 Mrd. € reichen aus, um den Strom der Off-shore-Felder der Windkraft über Hochspannungsleitungen zu den Verbrauchern im Inland zu transportieren.

Reicht die industrielle Kapazität des Anlagenbaues aus, um in 20 Jahren die notwendigen Ausrüstungen bereitzustellen?

Die Kapazität der Herstellung von **Windrädern** ist gegenwärtig etwa 3000 MW/a. Wird diese Kapazität auf **5000 MW je Jahr** erweitert, dann könnten in 20 Jahren etwa 100 000 MW Kapazität geschaffen werden. Die Erweiterung der Wasserkraftkapazitäten ist vom Anlagenbau ohne große Probleme zu bewältigen, werden doch hier nur noch etwa 1 000 bis 2 000 MW zu erschließen sein. Die bestehenden Kapazitäten für **Photovoltaikmodule** betragen derzeit etwa **4500 MW/a.** Auch hier würde eine 20 jährige Produktionsauslastung zu 90 000 MW Kapazität führen. Auch auf dem Gebiet der **Photothermie** und der Errichtung von **Biogasanlagen** ist die Anlagenbaukapazität ausreichend, um das gesteckte Ziel bis 2025 zu erreichen.

Ist EE grundlastfähig?

Einzelne Windkraft- oder Photovoltaikanlagen sind nicht grundlastfähig. Versorgungssicherheit ist aber durch einen Mix erneuerbarer Energien, Schaffung virtueller Kraftwerke und Spitzenlastabdeckung (etwa 20 %) durch Biogasanlagen und zusätzliche Pumpspeicherkraftwerke zu gewährleisten. Bei der Zusammenschaltung von Windrädern gleicht sich das Windangebot aus und mittelt sich schon auf der Ebene regionaler Verteilernetze aus. Ein deutschlandweites Verbundnetz könnte auch die anderen erneuerbaren Energien, die nicht grundlastfähig sind, wie z.B. Photovoltaik, ein-

schließen und ausgleichen. Aber ein deutschlandweites Netz ist gar nicht notwendig.

Ist dezentrale regionale Stromversorgung möglich?

Wir sind für die weitgehende elektrische Selbstversorgung von Dörfern und Kleinstädten in regionalen dezentralen Netzen. Für die **ländliche regionale Versorgung** von Haushalten und Gewerbebetrieben schlagen wir eine weitgehende Versorgungsautonomie mittels erneuerbarer Energie vor. Ein **Strommix** aus Windkraft, Biogaskraftwerken, kleinen Wasserkraftwerken sowie kleinen Pumpspeicherkraftwerken und ein **Wärmemix** aus Thermovoltaik, Holzverbrennung und oberflächennahe Geothermie ist unser Vorschlag.

Das Ziel, bereits bis 2025 die solare Vollversorgung herzustellen, ist technisch, wirtschaftlich und finanziell machbar und muss nicht bis 2050 verschoben werden, wenn die Bundesregierung mit Konsequenz die Energiewende herbei führt.

2.3. Entwicklungsziele bei den einzelnen Arten der erneuerbaren Energien

Langfristszenarien der Energieversorgung hat für strategische Entscheidungen eine große Bedeutung. Heute korrespondieren die verkündeten Ziele der Emissionseinsparungen nicht mit dem Anstieg der aus erneuerbaren Quellen gewonnenen Energie. Deshalb müssen Zielstellungen bei der Entwicklung erneuerbarer Energien mit dem angestrebten Ausstieg aus den fossilen Brennstoffen übereinstimmen. Werden die Treibhausgasemissionen bereits 2012 um 21 % gesenkt (Regierungsverpflichtung Kyoto) und die EE sollen erst 2020 20 % am Energiemix ausmachen, dann wird klar, dass die Emissionsreduzierungen nicht erreicht werden können. Die Bundesregierung will den Anteil an EE bis 2030 auf 38 % und bis 2050 auf 80 % steigern. Das sind versprochene Ziele, die dazu notwendigen konkreten Maßnahmen werden nicht genannt. Da erhebliche Einschränkungen der Emissionen eigentlich infolge der prekären Klimlage sofort erfolgen müssten, kann ein Langzeitszenario der Energieversorgung nur die volle Ausschöpfung der technischen Kapazitäten der EE beinhalten, die dann 100 % des Primärenergieverbrauchs decken müssen.

Deutschland benötigt zurzeit etwa 80 000 MW Kraftwerkskapazität (Spitzenlast). Vorhanden sind 120 000 MW. Nur 80 000 MW müssen durch die erneuerbaren Energien bereitgestellt werden, abgesehen von den möglichen Energieeinsparungen.

Windkraft: In Deutschland gibt es 51 000 Standorte für Windräder im Binnenland für ca. 150 000 MW und Off-shore Windkraftfelder für ca. 25 000 MW. Werden alle Standorte im Verlauf einer Repoweringaktion über 20 Jahre mit 5-MW-Windrädern ausgestattet, dann stünden insgesamt 280 000 MW zur Verfügung. Da Windkraftanlagen nur die Hälfte der Betriebszeit von Kohlekraftwerken und nur ein Drittel der Betriebszeit von Kernkraftwerken haben, kann die am Netz anliegende Kapazität nur mit etwa **100 000 MW** in Ansatz gebracht werden. **Alein**

aus Windkraft könnte die Stromversorgung Deutschlands gesichert werden. Der diskontinuierliche Stromanfall, vor allem im Binnenland, spricht für eine Eignung dieser Energiequelle für die Herstellung von Wasserstoff als Energieträger. Windkraftanlagen müssen in entsprechender Entfernung von Wohnungen und Vogelrastplätzen und Vogelschutzgebieten aufgestellt werden, wo sie Menschen und Tiere nicht belästigen oder schädigen.

Photovoltaik: Wegen der hohen spezifischen Investitionen, den sehr hohen Betriebskosten, der langen energetischen Rücklaufzeiten und dem geringen Wirkungsgrad sollten Photovoltaikanlagen vorläufig nur in Großanlagen (mehr als 5 MW) realisiert werden, die in optimaler nachgeführter Südausrichtung einen höheren Wirkungsgrad haben. Standorte in Restlöchern der Braunkohleförderung stehen ausreichend zur Verfügung. Insgesamt sollten vorläufig nicht mehr Kapazitäten als etwa **10 000 MW** geschaffen werden. Die bisherigen Fördermittel sollten in die Forschung umgeleitet werden, um bei der Photovoltaik dem theoretisch möglichen Wirkungsgrad von 40 % nahe zu kommen. Sind kostengünstige Photovoltaikanlagen mit hohem Wirkungsgrad in 10 bis 15 Jahren entwickelt, dann müssen sie die dann noch vorhandenen fossilen Kraftwerke ersetzen.

Biogasanlagen: Biogaskraftwerke sind nur ab einer Größe von mindestens 2 MW rentabel zu betreiben. Kleinanlagen sind unrentabel. Deshalb sollten die Fördermittel auf Großanlagen, die von mehreren Landwirtschaftsbetrieben gemeinsam betrieben werden, konzentriert werden. Insgesamt kann aus Biogas etwa **10 000 MW** bereitgestellt werden, die grundlast- und spitzenlastfähig sind.

Geothermie zur Wärmebereitstellung: Mit Wärmepumpenanlagen und oberflächennaher Erdwärme könnten **50 % der benötigten Raumwärme** bereitgestellt werden. Es wird aber Elektroenergie für die Wärmepumpe gebraucht, was bei der Wärmeerzeugung mit Photothermie in viel geringerem Maße der Fall ist.

Photothermie: Die Kollektoren haben einen Wirkungsgrad von etwa 65 % und die Warmwasseranlagen von etwa 40 %. Nachteilig ist die Auslegung der Anlagen auf Winterbetrieb, wenn eine geringe Sonneneinstrahlung vorliegt. Daher sollten Anlagen mit Saison-Speicher entwickelt und errichtet werden. Nur noch Vakuumröhrenkollektoren in Kombination mit Fußbodenheizungen sollten gefördert werden. Mit Photothermie lässt sich etwa **70 % des Raumwärmebedarfs in Deutschland abdecken.**

2.4. Zielführende Maßnahmen im Zeitraum 2005 bis 2025

Stromversorgung

Der vorhandene Kraftwerkspark mit 120 000 MW bietet die Möglichkeit, die **Atomkraftwerke sofort aus dem Netz** zu nehmen, ohne dass die Versorgung gefährdet würde. Allerdings ist Voraussetzung, dass es zwischen den beiden größten Strommonopolen RWE und E.on zu einer Übereinkunft kommt, da E.on 14 von den

17 in Deutschland vorhandenen AKW's betreibt. Der Rückbau der Atomkraftwerke kann im Zeitraum 2005 bis 2010 erfolgen.

Bis zum Jahr 2025 kann die erneuerbare Energie nicht den Strombedarf voll decken, wodurch bis dahin stillzulegende Braunkohlenkraftwerke durch neu zu bauende **Gaskraftwerke mit etwa 10 000 MW** ersetzt werden müssen. Der Kohlendioxidausstoß kann dadurch verringert werden.

Erhöhung der Anzahl und Kapazität der vorhandenen 33 **Pumpspeicherkraftwerke** mit z.Zt. etwa 10 000 MW auf **14 000 MW**.

Nachrüstung aller Kohlekraftwerke mit **solaren Speisewasser-Vorwärmanlagen** im Zeitraum von 2005 bis 2010, womit 10 % der Kraftwerksleistung aus Solarwärme kommen können.

Reduzierung des Erdgasverbrauchs in der Industrie für Wärme- und Wärmebehandlungsöfen um bis zu 45 %, indem die Abgasenergie in den Produktionsprozess zurückgeführt wird (DREBS-System).

Ziel ist, dass durch die Entwicklung der erneuerbaren Energie der Kraftwerkspark mit fossilen Brennstoffen im Jahre 2025 nur noch aus Gaskraftwerken mit einer Kapazität von 20 000 MW besteht.

Entwicklung der Stromkapazitäten aus erneuerbarer Energie

Erhöhung der Kraftwerkskapazität der **Wasserkraftwerke** von 5 000 MW auf **8 000 MW**. Große Wasserkraftreserven gibt es in den neuen Bundesländern.

Erhöhung der Kapazität der **Windkraftanlagen** von 5 000 MW (ständig am Netz) auf insgesamt **68 000 MW** (Umgerechnet auf 4000 Betriebsstunden im Jahr). Entwicklung von off-shore-Windparks mit 30 000 MW und von Anlagen an der Küste und im Binnenland durch Repowering auf 38 000 MW.

Schaffung von Stromerzeugungskapazitäten (gegenwärtige Kapazität 500 MW) durch Bau von großen **Biogasanlagen** mit etwa **10 000 MW**. Genossenschaftlicher Zusammenschluss mehrerer großer Landwirtschaftsbetriebe, vorrangig in den neuen Bundesländern.

Zurückstellung der Förderung von **Photovoltaikanlagen**, bis sie durch verstärkte Forschung einen Wirkungsgrad von 30 % erreicht haben sowie niedrigere spezifische Investitionskosten. **Nach 2025** bis 2050 Installierung von **20 000 MW Kapazität zur Schrittweisen Ablösung der Gaskraftwerke**.

Kapazitäten – Mix und Kapazitäten – Umfang zur Stromerzeugung 2025 (MW)

Wasserkraft	8000
Windkraft	68000
Biogasgewinnung	10000
Pumpspeicherkraftwerke	14000
Erdgaskraftwerke	20000
Insgesamt	120000

(Die Überkapazität dient der Erzeugung von Kraftstoffen für Fahrzeuge bzw. für das Betreiben von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen)

Wärmeversorgung

Schrittweise Verdrängung der Gas- und Ölheizungen, vor allem in den privaten Haushalten

durch verbindliche Einführung erneuerbarer Energien.

Nachrüstung der **EFH** in den Stadtgebieten mit **Solarröhrenkollektoren** und **Fußbodenheizung** (bei Neubauten) mit einem solaren Deckungsgrad von 70 % bei Warmwasser und Raumheizung. Erhöhung der Herstellerkapazitäten für die Kollektoren von jetzt 1 km²/a auf 5 km²/a.

In **Gemeinden mit bis zu 1000 Einwohnern** Schaffung von zentralen Kollektorflächen mit bis zu 10 000 m² Fläche und Warmwassertanks mit bis zu 30 000 m³ für den Winterbetrieb. Anschluss aller Haushalte über ein **Fernwärmenetz**.

Anschluss der **Geschoßbauten in den Städten** an ein **Fernwärmenetz**, um die Abwärme der Kraftwerke zu nutzen. Erhöhung des Anteils der Geschoßbauten am Fernwärmenetz von gegenwärtig **15 % auf 40 %** bis 2025.

Nutzung von **oberflächennaher Erdwärme** über **Wärmepumpen** zur Heizung von EFH und Geschoßbauten.

Durchsetzung des **Niedrigenergiehausstandards** insbesondere durch bessere Wärmedämmung (für Neubauten Pflicht, für Altbauten Fördermaßnahmen).

Deckung des Wärmebedarfs für die Raumheizung und Warmwasserbereitung bis 2025 vollständig aus Solarthermie, Erdwärme und Kraft-Wärme-Kopplung.

2.5. Regionale dezentrale Energieautarkie

Wir sind für die weitgehende **Selbstversorgung** von Dörfern und kleinen Städten mit Strom und Wärme mit **regionalen dezentralen Netzen**. Für diese ländliche regionale Selbstversorgung von Haushalten und Gewerbebetrieben schlagen wir eine weitgehende **Versorgungsautonomie mit erneuerbaren Energien** vor. Ein **Strommix** aus Windkraft, Biogaskraftwerken, kleinen Wasserkraftwerken sowie kleinen Pumpspeicher-Kraftwerken und ein **Wärmemix** aus Thermovoltaik mit Saisonspeichern, Holzverbrennung in waldreichen Gegenden und oberflächennaher Geothermie ist unser Vorschlag. Die Strom- und Gasnetze sind auf die dezentralen Anforderungen und die fluktuierenden Angebote der erneuerbaren Energien auszurichten (Virtuelle Kraftwerke).

3. Die Regierung der BRD muss (auch im Alleingang) die Energie- und Klimaschutzziele im Interesse der Daseinsfürsorge für die Bevölkerung durchsetzen. Das Primat der Politik bei der Erreichung der Energie- und Klimaschutzziele muss im Interesse der Bevölkerungsmehrheit erzwungen werden.

Welche Verpflichtungen hat der Staat auf der Grundlage der Verfassung?

Nach **Art. 20a GG** (Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen in Verantwortung für die künftigen Generationen) muss der Staat die natürlichen Lebensgrundlagen durch Gesetze, vollziehende Gewalt und Rechtsprechung schützen. Damit steht er in der Pflicht, die Energie-monopole, die die natürlichen Lebensgrundlagen mit ihrer fossil-nuklearen Wirtschaft zerstören, zu lenken, zu fördern, zu verhindern, Rah-

men zu setzen und abzustrafen. Ersatzinvestitionen in fossile Großkraftwerke müssen deshalb ab sofort unterbunden werden.

Nach **Art. 15 GG** (Vergesellschaftung) können die Verteilernetze in Treuhandschaft des Bundes genommen werden, um den Wettbewerb zu ermöglichen. Ein ordnungspolitisches Eingreifen in bestehende Monopolstrukturen ist notwendig, um die Blockade der Monopole gegenüber erneuerbaren Energien aufzuheben. Die Erdöl-Monopole Shell und BP haben in Deutschland je eine Photovoltaik-Großanlage mit 5 bzw. 4 MW errichtet und zeigen den Strommonopolen den Weg in die Zukunft.

Die Bundesrepublik muss sich konsequent für die Festlegung von anspruchsvollen Energie- und Klimaschutzziele in EU-Bereich und weltweit einsetzen, damit eine länderübergreifende Energiewende herbeigeführt wird.

Energiemonopole blockieren erneuerbare Energie

Die Machtstrukturen der Energiewirtschaft verhindern die notwendige Veränderung der Energiepolitik und eine Strukturentwicklung hin zur Einsparung von Energie und der Verwendung erneuerbarer Energie. Die Energiemonopole führen Kampagnen gegen erneuerbare Energie und gegen den Ausstieg aus der Atomenergie und sie investieren nicht in erneuerbare Energien. Notwendig sind deshalb die Brechung der Dominanz und Priorität der Ökonomie und eine Ablehnung des Dogmas des stetigen ökonomischen Wachstums. Solange es Kapitalismus gibt, werden ökologische und ökonomische Ziele in Widerspruch stehen. Kurzfristige Renditerwartungen bestimmen auch die Energieentscheidungen. Ein freier Markt kann weder sozial noch nachhaltig sein.

Die Wirtschaft sollte eigentlich sowohl die natürlichen Ressourcen als auch die soziale Basis unseres Lebens sichern und die Umweltzerstörung verhindern. Derzeit erfolgt gerade das Umgekehrte. Der Raubbau an den natürlichen Ressourcen, der Arbeitsplatzabbau und der Abbau der sozialen Basis sichern der Wirtschaft Gewinne und globale Ausdehnung. Der von der Regierung akzeptierte Vorrang der Ökonomie verhindert, dass die erforderlichen Nachhaltigkeitsziele erreicht werden können.

Ein ordnungspolitisches Eingreifen in bestehende Monopolstrukturen ist auch notwendig, weil die Energieversorgung eine Angelegenheit der öffentlichen Daseinsfürsorge ist. Die Energieversorgung, insbesondere der Netzbereich, muss schrittweise in kommunale und staatliche Hände überführt bzw. rückgeführt werden.

Aufgaben der Regierung

Die Regierung muss für die Stromindustrie gesetzlich fixierte Rahmenbedingungen schaffen, weil „Märkte“ nicht automatisch nachhaltig sind. Freiwillige Selbstverpflichtungen der Industrie müssen detaillierte technologische Zielsetzungen und bei Nichteinhaltung rechtlich gesicherte Pönalen enthalten.

Aufgaben der Energiegesetzgebung sind: Beschränkung der Oligopolbildung und Erhöhung der Marktzutrittschancen, Erhöhung der Ak-

teursvielfalt, Abbau von Behinderungen, Interessenentflechtung der Marktstufen, Herstellung von Markttransparenz sowie Abbau von Vorrechten und Subventionen. Die zersplitterten Energie-Förderprogramme müssen zu einem übersichtlichen Gesamtkonzept zusammengefasst werden.

Ganz wichtig sind Festsetzungen der Regierung, die den **Neubau weiterer nuklearer und fossiler Großkraftwerke verhindern** sowie die Umlenkung der geplanten Investitionen auf EE, vorrangig auf die Schaffung von off-shore-Windparks. Für den Neubau von fossilen Großkraftwerken, wenn sie schon nicht verhindert werden können, kommen nur **Gaskraftwerke** in Frage, für die aber auch keine staatlichen Mittel bzw. Kredite ausgereicht werden dürfen.

Von der Regierung muss ein **langfristiges Energieversorgungsprogramm** erarbeitet werden, auch, um Planungssicherheit für die Energieunternehmen zu schaffen. Das gegenwärtig noch gültige Energieprogramm der Regierung stammt aus dem Jahre 1996. Der Ende März 2004 vorgelegte Allokationsplan sieht keine klimaverträgliche Kraftwerkserneuerung vor. Das Energiekonzept des BDI vom Januar 2004 darf nicht realisiert werden.

Die Bundesregierung muss **Einfluss auf die EU-Gesetzgebung** nehmen, um Regelungen zur Nachhaltigkeit voranzutreiben.

Die finanziellen Rückstellungen der Stromindustrie zum Rückbau der Kernkraftwerke müssen in einen öffentlich-rechtlichen Fonds überführt werden.

An grundsätzlichen energierelevanten Entscheidungsfindungen müssen alle gesellschaftlichen Gruppen demokratisch teilhaben können. Die Bundesregierung muss auf außenpolitischem, wirtschaftlichem und militärischem Gebiet eine „**Antierdölstrategie**“ entwickeln und durchsetzen.

4. In Forschung und Entwicklung ist ein Prioritätenwechsel notwendig.

Seit 1991 sind die Mittel des Bundes für die Energieforschung von ca. 700 Mio. €/a um etwa 40 % zurückgefahren worden. Der Anteil der Energieforschung an der gesamten Forschungsförderung des Bundes beträgt derzeit kapp 5 %.

In den letzten 27 Jahren hat die Bundesregierung 72 % der Energieforschungsmittel bei der Atomenergie eingesetzt. Nur 15 % wurden der EE zugeteilt. Dieses Verhältnis muss umgekehrt werden. Forschungen im nuklearen Sektor müssen eingestellt werden, bis auf Forschungen zu Problemen der Entsorgung der nuklearen Abfälle. Auch die clean-coal-Technologie sollte nicht mehr gefördert werden, weil damit keine nachhaltige Lösung des Energieproblems möglich ist. Die derzeitige von den Konzerninteressen bestimmte Forschungs- und Energiepolitik führt weg von einer Energiewende.

Erneuerbare Energieträger müssen entschieden mehr gefördert werden. **Notwendig ist**

eine Verzehnfachung der Bundesmittel für erneuerbare Energien. Für Photovoltaik wurden bisher nur 0,77 Mrd. € und für Windkraft 0,33 Mrd. € zur Verfügung gestellt. Schwerpunkte bei der Forschung zu erneuerbaren Energien müssen die Erhöhung des Wirkungsgrades der Photovoltaik, die Energiespeicherung, der Ausgleich bei diskontinuierlicher Stromerzeugung, Einsparttechnologien, energiesparende Werkstoffe bzw. Werkstoffsubstitutionen sein. Hierzu gibt es Vorschläge im Material „Innovation für eine solare Energiewende“ der UAG Struktur- und Technologiepolitik der AG Wirtschaftspolitik der PDS. Ebenso müssen Forschungsmittel für Forschungen auf dem Gebiet dezentraler Energieproduktions- und Verbrauchsgebiete bereitgestellt werden.

Das Know-how muss in die Schwellen- und Entwicklungsländer exportiert werden, um auch dort einen Beitrag zur Reduzierung des Klimagasausstoßes zu bewirken und 2 Mrd. Menschen den Zugang zu Energiedienstleistungen zu ermöglichen.

Notwendig ist die Einrichtung einer **internationalen Agentur für erneuerbare Energien (I-RENA)**, die vor allem den Wissens- und Technologietransfer in die Entwicklungsländer fördert. Mindestens ist eine Gleichberechtigung zu den fossilen (IEA) und den nuklearen (IAEA) Agenturen herzustellen. Der EURATOM-Vertrag muss abgeschafft werden.

5. Die Klimagasemissionen sind parallel zur Einführung erneuerbarer Energien bis 2025 um 80 % zu senken.

Das Kyoto-Abkommen sieht völlig ungenügende Reduzierungen des Kohlendioxidausstoßes vor und wird durch den Beitritt Russlands nun endlich in Kraft treten, aber die Realität ist, dass weltweit der Kohlendioxidausstoß weiter ansteigt und nicht sinkt. Schuld daran sind vor allem die USA, die dem Abkommen nicht beitreten wollen, aber 35 % des Kohlendioxidausstoßes verursachen. Deshalb ist es notwendig, dass ein Industrieland als Hauptverursacher der Emissionen, die BRD, mit gutem Beispiel vorangeht und zeigt, dass eine Senkung ohne Verlust von „Standortvorteilen“ und ohne Störung des Wirtschaftsablaufes möglich ist.

Wir fordern, dass die von verschiedenen Gremien anvisierten Klimaschutzziele: bis 2020 40 %, bis 2050 80 % Senkung gegenüber dem Basisjahr 1990 sowohl Gesetzeskraft erhalten als auch durch entsprechende klimaschutzrelevante Maßnahmen in der Wirtschaft ihre Unterbreitung finden.

6. Beschleunigter Ausstieg aus der Atomstromproduktion nicht erst 2020 mit konsequentem umweltverträglichem Rückbau.

Die Energiereserven an Stromerzeugungskapazität sind mit etwa 30 000 bis 40 000 MW in Deutschland so groß, dass ohne Gefährdung der Netzstabilität ein sofortiger Ausstieg möglich ist. Die Versuche der CDU/CSU, Atomkraftwerke für die Lösung der Klimaprobleme anzupreisen, findet nicht unsere Zustimmung, auch, weil in 50 Jahren die Uranlagerstätten erschöpft sind und dann keine Erze mit wirtschaft-

lich gewinnbarem Urangehalt mehr vorhanden sind, der Atommüll uns noch Tausende von Jahren erhalten bleibt und dann doch auf erneuerbare Energien umgestiegen werden muss.

Zurzeit entsprechen die gesetzlichen Ausstiegsfristen den technischen Restlaufzeiten der AKW und schmälern den Profit der der Energiekonzerne nicht.

Die Vorschläge der CDU/CSU/FDP, die Klimagasreduktionen über den Bau von 50 bis 70 Atomkraftwerke zu erreichen, führt, abgesehen von den Strahlungsrisiken, zu ungelösten und nicht lösbaren Entsorgungsproblemen und zu hoher Terroranfälligkeit. Wenn die CSU an der Donau 50 AKW bauen will, dann müsste alle 6 km ein neues AKW gebaut werden. Das sollte die CSU mal den Bayern vorschlagen.

7. Einführung einer Primärenergiesteuer bei den fossilen und nuklearen Stromerzeugern für die Deckung der externen Kosten für die Entsorgung des ausgestoßenen Kohlendioxids und Atommülls.

Da die gegenwärtige Ökosteuer keine Lenkungswirkung auf den Energieverbrauch zeigt und auch nicht energiepolitisch gewirkt ist, muss die Ökosteuer in eine ökologisch wirksame **Primärenergiesteuer** umgewandelt werden, mit der auf der Grundlage des Energiegehaltes der einzelnen Energieträger der tatsächliche Energieverbrauch und die externen Kosten besteuert werden. Die Förderung von erneuerbarer Energie durch Preisstützungen kann dann entfallen. Die höheren Strompreise, die die externen Kosten für die Entsorgung des Kohlendioxids und die Entsorgung und Endlagerung des Atommülls enthalten, stellen einen volkswirtschaftlich realen Strompreis dar und führen zu höheren Einsparungen bei privaten Verbrauchern und in der Industrie. Wir sind gegen die Subventionierung der Kohleförderung und für den Abbau von Subventionen für die fossil-nukleare Energiewirtschaft weltweit. Wir sind gegen eine finanzielle Verantwortung des Staates für die Entsorgung radioaktiver Abfälle. Fernziel ist es, durch Ökosteuern einen sozial- und wirtschaftsverträglichen Strukturwandel hin zu erneuerbaren Energien durchzusetzen und den Anteil an erneuerbaren Energien bis 2025 auf 80 % zu steigern.

Auswirkungen auf die Führungstätigkeit der PDS

In der Führungstätigkeit der PDS muss die alternative Energiepolitik einen höheren Stellenwert einnehmen. Der parlamentarische und außerparlamentarische Einfluss der PDS für eine sozial-ökologische Energiewende muss erhöht werden. Die solare Energiewende muss zu einem Eckpunkt linker Reformstrategien für den Aufbau einer sozial gerechten und ökologisch verträglichen Gesellschaft werden, weil von einer Energiewende alle Fragen der Sicherung der menschlichen Existenz, eine friedliche Entwicklung und die Stärkung regionaler Demokratiestrukturen betroffen sind. Die gegenwärtige fossil-atomare Energieversorgung ist das deutliche Merkmal dafür, dass eine bloße Fortschrei-

bung des bisherigen Leitbildes der industriellen Wachstumsgesellschaft keine Perspektive mehr hat. Eine Fortführung zentraler PDS-Energiekonferenzen und Konferenzen auf Länder-ebene ist dringend notwendig.

Zur konsequenten Realisierung der Beschlüsse der Bundesregierung und für weitere konkrete Schritte zu einer nachhaltigen Energieversorgung muss sowohl ein stärkerer Druck auf die Regierung über die Parlamente ausgeübt werden als auch die Mobilisierung von Mehrheiten für eine radikale Energiewende, für den Klimaschutz und die Ressourcenschonung organisiert werden.

Verbündete

Um diese Ziele zu erreichen, muss die PDS mit allen Menschen und Organisationen, die die Notwen-

digkeit einer sofortigen Lösung des Energieproblems erkannt haben, wie z.B. die Gewerkschaften und NRO's, wie z.B. attac, BUND, NABU, WWF usw. und nicht zuletzt die Naturwissenschaftler-Initiative „Verantwortung für Frieden und Zukunftsfähigkeit“ eng zusammenarbeiten, um eine breite Front der Meinungsbildung auf diesem Gebiet zu erreichen und um gemeinsam für Veränderungen zu kämpfen. Die Zahl der Mitstreiter wächst und die PDS wird sich an allen Aktionen in diese Richtung beteiligen. Der Druck auf die Regierung und die schwarz-gelbe Opposition muss entschieden erhöht werden und Energiepolitik muss in der PDS einen höheren Stellenwert erhalten.

Begriffe

Primärenergie = Energieträger die in Lagerstätten in der Natur vorgefunden werden und noch nicht umgewandelt oder umgeformt wurden. Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Uran, Laufwasser, Brennholz, Biomasse, Sonneneinstrahlung, Wind, Erdwärme usw.

Sekundärenergie = auch Nutzenergie = Durch Umwandlung aus Primärenergie gewonnenes Heizöl, Benzin, Diesel, Flüssiggas, Fernwärme, Licht usw.

Endenergie = Energie, die vom Endverbraucher (Betrieb, Haushalt, Gebäude) eingekauft wird (Heizöl, Erdgas, Fernwärme, Elektrizität).

Energiereserven = Vorkommen, die bekannt und sicher gewinnbar sind.

Energieressourcen = alle bekannte und vermuteten Vorkommen, die sich aber aus geologischen

oder wirtschaftlichen Gründen nicht oder noch nicht erschließen lassen.

Begriffsklärung nach Quaschnig:

Theoretisches Potential ist das physikalische Angebot in Deutschland in definierten Zeiten

Technisches Potential ist das unter gegenwärtigen und zukünftig absehbaren technischen Randbedingungen nutzbare Potential

Wirtschaftliches Potential ist das unter Berücksichtigung der internen und externen Kosten wirtschaftlich sinnvoll zu erschließende Potential

Das **Erwartungspotential** liegt niedriger als das wirtschaftliche Potential, weil wirtschaftliche und politische Gegenkräfte sowie gesetzliche Lücken die Markteinführung hemmen.

Literatur

Auswahl von grundlegenden Veröffentlichungen, die eine Übersicht zum jeweiligen Problem zum Inhalt haben und in denen weitere umfangreiche Literaturangaben zu finden sind.

Als Grundlage für eine spezifische Diskussion sollte die angeführte Literatur als Minimum ausgewertet werden.

Berichte der Enquete-Kommissionen des 11. und 12. Deutschen Bundestages

Schutz der Erdatmosphäre (1988)

Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre (1990)

Klimaänderung gefährdet globale Entwicklung (1992)

Bericht über Landwirtschaft und Wälder (1993)

Schutz der Erdatmosphäre (1995)

Nachhaltige Energieversorgung (2002)

Staiß, F.: Jahrbuch Erneuerbare Energien 02/03

Bundestagsfraktion Bündnis 90/ Die Grünen: Grüne Eckpunkte für ein Reformprogramm in der Energiepolitik (11/03)

Scheer, H.: Solare Weltwirtschaft
Sonnenstrategie

Amery, C.; Scheer, H.: Klimawechsel – Von der fossilen zur solaren Kultur

Heinloth, K.: Energie und Umwelt – Klimaverträgliche Nutzung von Energie

Fabian, P.: Leben im Treibhaus – Unser Klimasystem und was wir daraus machen

Rosenkranz, G.; Schumann, H.: Dokumentation – Machtkampf um den Energiemix

Rehm, M.: Lastmanagement und dynamische Stromtarife in regenerativen Energieversorgungssystemen

Heier, S.: Nutzung der Windenergie – Ein Informationspaket

Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturverträglichen Windkraftanlagen
Wolfrum, O.: Windkraft: Eine Alternative, die keine ist
Kaltschmitt, M.; Huenges, E.; Wolff, H.: Energie aus Erdwärme
Kruse, H.; Heidelck, R.: Heizen mit Wärmepumpen – Ein Informationspaket
Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe Gülzow: Energetische Nutzung von Biomasse durch Kraft-Wärme-Kopplung
Schiffer, H. : Energiemarkt BRD
Peuser, F. A.; Croy, R.; Kehrmann, U.; Wirth, H. P. : Solare Trinkwassererwärmung mit Großanlagen – Ein Informationspaket
Luboschik, U.; Peuser, F. A.; Meyer, F.: Sonnenenergie zur Warmwasserbereitung und Raumheizung

Schmid, J.: Photovoltaik – Ein Informationspaket
Heisterkamp, N.: Flächendeckende Erfassung und Beschreibung der solaren Strahlung
Henning, H.: Chemische Speicherung von Sonnenenergie – eine alternative Energiequelle
Spreng, D.: Graue Energie – Energiebilanzen von Energiesystemen
Armin, M.: Integrierte Konzepte zum Einsatz der Solarenergie in der Kraftwerkstechnik
Kaltschmitt, M.: Biogas – Potentiale und Kosten
Bayrische Landesanstalt für Landtechnik: Biogasanlagen Monitoring
Kaltschmitt, M.; Hartmann, H.: Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken, Verfahren

Impressum für die „tarantel“

Herausgeber: SprecherInnenrat der Ökologischen Plattform bei der PDS, Kleine Alexanderstr 28, 10178 Berlin, oekoplattform@pds-online.de

Die „tarantel“ ist über die Homepage www.pds-online.de verfügbar. Einige ältere Ausgaben sind auch unter: www.oekologische-plattform.de abrufbar.

Ältere Papierausgaben der „tarantel“ können, so weit vorhanden, bestellt werden (Bundesebene).

Kontaktadressen

Bundesebene

Ökologische Plattform
Kleine Alexanderstr. 28, 10178 Berlin, oekoplattform@pds-online.de, www.oekologische-plattform.de,
Manfred Wolf, Tel. 030/2411127,
manfredwolfberlin@web.de

BAG Umwelt, Energie, Verkehr
Sprecher: Prof. Dr. Wolfgang Methling, Schloßstr. 6-8, 19053 Schwerin, Tel. +49-(0)385-5888000,
wolfgang.methling@um.mv-regierung.de

Bayern

PDS, Eva Bulling-Schröter, Schwanthaler Str. 139, 80339 München, Tel. 089/51086092, Fax 089/51086093, info@pds-bayern.de, [info@bulling-schroeter](mailto:info@bulling-schroeter.de)

Berlin

Delia Hinz, MdA, umweltpolitische Sprecherin der PDS-Fraktion, Niederkirchnerstr. 5, 10111 Berlin, Tel. 030/23252594, Fax 23252539, Delia.Hinz@pds.parlament-berlin.de
Roland Schnell, Kieler Str. 3, 10115 Berlin, Tel. 030/39889981, Mobil 0160/7112247,
schnell@fnbb.org

Brandenburg

AG Umwelt der PDS Brandenburg
Sprecherin: Dr. Annemarie Kersten, Kiezstr. 35a, 14547 Wittbrietzen, Tel./Fax 033204/34842,
annemariekersten@web.de
Karin Lück, Französische Str.5a, 15374 Müchberg, Tel. 033432/70036, klueck@yahoo.de
Dr. Dagmar Enkelmann, MdL, BürgerInnenbüro Brauerstr. 8-10, 16321 Bernau, Tel. 03338/459543,
wkb-d.enkemann@t-online.de
Carolin Steinmetzer, MdL, umweltpolitische Sprecherin, PDS-Landtagsfraktion, Am Havelblick 8, 14473 Potsdam, csteinmetzer@aol.com
Interessengemeinschaft Dritter Weg, Haus der Volkssolidarität, Wehrstr., 01968 Senftenberg, Tel. 03573/80234, Fax 80230
Peter Ligner, Wensickendorfer Weg 11 16547 Birkenwerder, Tel. 03303/503660, Fax 503659, P.Ligner@t-online.de (Lokale Agenda 21, Berlin/Brandenburg, Runder Tisch Nachhaltiges Berlin/Brandenburg)
Erika Schulz, Dorfkern 5c, 16515 Hohenbruch, Tel. 033051/25709. erika-schulz@t-online.de

Marko Ferst, Köpenicker Str. 11, 15537 Gosen, Tel. 03362/882986, marko@ferst.de (Mitglied im Koordinierungsrat der ÖPF), www.umweltdebatte.de

Hamburg

Joachim Täubler, Budapester Str. 31, 20359 Hamburg, sand-hh@web.de (SAND-Systemoppositionelle Atomkraft Nein Danke Gruppe Hamburg), www.nadir.org/sand

Hessen

Ökologische Plattform Hessen
Hajo Zeller, Weidenhäuser Str. 78/80, 35037 Marburg Tel. 06421/163873, Hajo.Zeller@web.de
Claudia Fittkow, Im Flatich 3, 34132 Kassel, Tel. 0561/9402573. ClaudiaFittkow@t-online.de

Mecklenburg-Vorpommern

Birgit Schwebs, umweit-, verkehrs- und energiepolitische Sprecherin der PDS-Fraktion, PDS-Fraktion, Lennestr.1,19053 Schwerin, Tel. 038203/63519, PDS.Landtag-MV.de

Niedersachsen

Ökologische Plattform Niedersachsen
Eckehard Jänicke, Elisenstr. 40, 30451 Hannover, Tel. 0511/9245911

Sachsen

ADELE - ökologische Plattform Sachsen
Sabine Kunze, Jahnstr. 1, 02929 Rothenburg, Tel. 035891/35290, an-sa-kunze@t-online.de
Michael-Alexander Lauter, Schrammsteinstr. 9, 04207 Leipzig, Tel. 0341/9424882, im.lauter@pimacom.net
Dr. Reinhard Natke, Miltitzer Allee 2b, 04207 Leipzig, Tel. 0162/9037343, drnatke@web.de

Sachsen-Anhalt

AG Umwelt Sachsen-Anhalt
Frigga Schlüter-Gerboth, Ernst-Haeckel-Str. 5, 06122 Hall, Tel. 0345/29418-63, Fax-64

Thüringen

Tilo Kummer (umweltpolitischer Sprecher der PDS-Fraktion), Arnstädter Str. 51, 99096 Erfurt, Tel. 0361-3772317, kummer@pds-fraktion-thueringen.de

linke und ökologische Medien

Tageszeitung „Neues Deutschland“
(verantwortlich für die Umweltseite) Jörg Staude, Alt Stralau 1-2, 10245 Berlin, Tel. 030/29390786, wiso@nd.online.de
Rabe Ralf, Umweltzeitung für Berlin und Brandenburg, Prenzlauer Allee 230, 10405 Berlin, Tel. 030/44339147

(Veränderungen und Ergänzungen bei den Adressen bitte an den Bundeskontakt melden.)
Spenden für die „tarantel“ und ÖPF: Berliner Bank AG, BLZ 10020000, Konto 4384840000, C.VWZ-831.141 Ökologische Plattform