

Günter Flach, Heinz Kautzleben und Klaus Steinitz

**Sichere Versorgung der Menschheit mit Energie und Rohstoffen.
Zwischenbericht Teil II zur Tätigkeit des ad-hoc-Arbeitskreises
Energieversorgung der Leibniz-Sozietät**

Wie bereits im ersten Teil des Zwischenberichtes angekündigt wurde, wird im vorliegenden zweiten Teil der Versuch unternommen, die Problemstellungen der Projektaufgabe und erste Aussagen aus den Diskussionen im Arbeitskreis zu beschreiben. Im Anhang 1 werden einige Eckdaten zu den volkswirtschaftlichen Dimensionen der Energie-Problematik beigefügt, die im Arbeitskreis vorrangig behandelt werden. Der Anhang 2 enthält eine umfangreiche Literatursammlung, die gemeinsam mit den in allen Bänden der „Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät“ abgedruckten Beiträgen und den dortigen Literaturangaben die Kenntnisbasis für die Diskussionen im Arbeitskreis und für dessen weitere Tätigkeit veranschaulicht. Die Sammlung ist angesichts der komplexen Problematik nur grob geordnet nach den drei Aspekten: technologische Fragen, zeitliche Entwicklung (d.h. Nachhaltigkeitsstrategie) und räumliche Probleme (d. h. Geopolitik).

Es gibt mehrere Anlässe, daß sich die Mitglieder der Leibniz-Sozietät erneut mit dem Thema „Sichere Energieversorgung“ beschäftigen:

1. Seit einiger Zeit steigen die Verkaufspreise für Energie, insbesondere für Erdöl, Erdgas und deren Folgeprodukte, deutlich an. Die Energieunternehmen und die sie unterstützenden Kreise der Wissenschaft begründen dies einerseits mit der weltweiten akuten und tendenziellen Verknappung der Energierohstoffe und zum anderen mit der ebenfalls akut und tendenziell weltweit stark wachsenden Nachfrage nach ihnen.
2. Es gibt Anzeichen dafür, daß sich das globale Klima auf der Erde verändert. Viele Wissenschaftler vermuten auf Grund von Modellrechnungen, daß dazu merklich der beobachtete Anstieg von CO₂ in der Atmosphäre beiträgt und daß dieser Anstieg mit dem ständig steigenden Energieverbrauch, vor allem an fossilen Energien, verbunden ist. Die Medien haben großen Anteil daran, daß diese Deutung in der Öffentlichkeit weit bekannt ist.

3. In Deutschland, aber nicht nur in Deutschland, werden von staatlichen Stellen große Anstrengungen, einschließlich umfangreicher finanzieller Fördermaßnahmen, unternommen, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung beträchtlich zu vergrößern. Als Begründung wird angegeben, daß der Ausstoß von CO₂ durch die Energiewirtschaft nur durch eine Kombination von höherer Energieeffizienz und Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien nachhaltig verringert werden könne.
4. Es gibt in vielen Ländern und zwischen ihnen heftige Auseinandersetzungen um die zivile Nutzung der Kernenergie, allerdings mit extrem unterschiedlichen Schlußfolgerungen: In einigen Ländern wurde ein Ausstieg – der sog. Atomausstieg – festgelegt. Andere Länder halten an der zivilen Nutzung der Kernenergie fest, bauen sie sogar aus. Als Begründung für den Ausstieg werden die mit der Kernenergie-Nutzung verbundenen Risiken angeführt, als Begründung für den Ausbau, daß der wachsende Energiebedarf nur bei Nutzung der Kernenergie ausreichend gedeckt werden könne.
5. Unübersehbar häufen sich die internationalen Konflikte, auch solche, die mit militärischen Mitteln ausgetragen werden, um die Regionen, in denen große Erdöl- und Erdgas-Ressourcen bekannt sind, aber auch um die Regionen, durch die die Transportwege der Energie von den Förderländern zu den Verbraucherländern führen bzw. führen sollen.
6. In mehreren Ländern müssen große Anstrengungen unternommen werden, um aktuelle Engpässe in der nationalen Energieversorgung zu überwinden und zugleich um den absehbar wachsenden innerstaatlichen Energiebedarf mit Hilfe neuer leistungsfähiger Technologien ökonomisch rentabel und umweltverträglich jederzeit abdecken zu können.
7. Die Überwindung der extremen Ungleichheit bei der Nutzung der begrenzten natürlichen Energieressourcen zwischen den Industrie- und den Entwicklungsländern und die spürbare Erhöhung des Anteils einiger Entwicklungsländer am Primärenergieverbrauch gewinnen zunehmende Bedeutung für die Verringerung der „Nord-Süd-Kluft“ und für die Erfüllung der Millenniumsziele der UN zur Bekämpfung von Armut und Hunger.
8. Es vergeht kein Tag, an dem nicht in den Medien über relevante Fragen seriös oder auch weniger seriös berichtet wird. Vielfach werden dabei Argumente angeführt, die aus wissenschaftlichen Studien stammen sollen. Unverkennbar ist bei vielen Diskussionen die politische Zielstellung. Es kann nicht die Aufgabe der Leibniz-Sozietät sein, in dieser heftig und vielfach konträr geführten Diskussion einen Lösungsvorschlag zu unterbreiten oder eine Stellungnahme abzugeben. Als Wissenschaftsakademie kann

die Sozietät dazu beitragen, die Problematik transparenter zu machen und diejenigen Fakten herauszuarbeiten, die beim gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse objektiv beweisbar sind. Dabei müssen sowohl die naturwissenschaftlich-technischen Aspekte behandelt werden wie auch die wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen. Getreu der bewährten wissenschaftlichen Praxis hat der Arbeitskreis es als erstes unternommen, die Energieproblematik klar zu definieren, festzustellen, was bekannt ist und als gesicherte Erkenntnis gilt.

Energie ist in erster Linie eine physikalische Größe. Wir müssen also die physikalischen Eigenschaften der Energie und die physikalischen Gesetzmäßigkeiten, denen sie unterliegt, kennen und sie einhalten. Die Erde ist in physikalischer Hinsicht ein geschlossenes System, das Energiequellen im Erdinneren besitzt und mit seiner Umgebung Energie austauscht. Die Energie aus dem Erdinneren treibt die endogenen geologischen Prozesse an und beeinflusst die exogenen. Der Stoffaustausch mit der Umgebung der Erde kann vernachlässigt werden. Das Klimasystem als (in geologischen Zeiträumen betrachtet) relativ schnell variabler Teil des Gesamtsystems Erde nimmt höherwertige Energie in Form der Sonneneinstrahlung (Maximum der Leistungsdichte bei etwa 5800 K auf) und gibt Energie in Form von Wärmestrahlung (Maximum der Leistungsdichte bei etwa 260 K) zurück in die Umgebung. Die Temperaturdifferenz ist ein Maß für die nutzbare Energie, die solche natürlichen Prozesse auf unserem Planeten wie die atmosphärischen, hydrologischen, ozeanologischen, biologischen, ökologischen usw. antreibt. Die menschliche Gesellschaft greift in zunehmendem Maße in diesen natürlichen Kreislauf ein, indem sie einerseits immer mehr höherwertige Energie für ihre Weiterentwicklung entnimmt und andererseits neben Entropie auch Stoffabfälle entnimmt. Sollen diese Abfälle einer neuen Verwertung zugeführt werden (geschlossene Stoffkreisläufe), so ist wiederum höherwertige Energie notwendig. Hieraus ergibt sich die grundsätzliche Bedeutung der Energie.

Energie tritt auf der Erde in verschiedensten Formen auf, und nicht jede Form ist gleichwertig zu einer anderen Form. Es gibt hochwertige und minderwertige Formen der Energie. Mit ersteren läßt sich der Entropiewert verringern, mit letzteren nicht. Die primären Energieträger (manchmal auch als „Energierohstoffe“ bezeichnet) sind wie die meisten Rohstoffe als Folge der geologischen Entwicklung auf der Erde ungleichmäßig verteilt. Wenn wir sagen, daß ein bestimmter Rohstoff auf der Erde knapp wird, so meinen wir eigentlich, daß die durch die natürlichen Prozessen lokal konzentrierten Vor-

kommen dieses Rohstoffes fast verschwunden sind und dieser Stoff mehr oder minder gleichmäßig über die Erde verteilt wurde. Die Entropie dieser Stoffmenge hat sich durch die Gleichverteilung vergrößert. Um die Entropie wieder auf ihren ursprünglichen Wert zu verringern, ist Energie notwendig. Energie ist folglich die wichtigste natürliche Ressource, die die Menschheit besitzt.

Wir befassen uns mit der Aufgabe, die in jeder Hinsicht sichere Versorgung der Gesellschaft mit Energie zu gewährleisten. Bei diesem Herangehen an die Energie-Problematik sind die naturwissenschaftlich-technischen Aspekte und die sozialwissenschaftlichen Aspekte untrennbar miteinander verknüpft. Im Anhang 1 sind dazu einige Eckdaten zusammengestellt, die bei allen Betrachtungen als fundamental beachtet werden müssen. Sie zeigen insbesondere die Größenordnungen, die in den Volkswirtschaften und bei globalen Vorgängen auftreten.

Wir beginnen mit einigen historischen Betrachtungen. Eine grundlegende Wende in der Haltung zu den Energiefragen erfolgte in den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts. Man könnte als konkreten Zeitpunkt die Jahre 1972/73 nennen, in denen die OPEC, die Organisation der Erdöl exportierenden Länder, die Abhängigkeit der Industrieländer von ihren Erdöllieferungen nutzte und den Preis für das Erdöl schlagartig auf ein Mehrfaches steigerte. Diese Maßnahme machte der Öffentlichkeit in den Industrieländern (Westeuropa, USA, Japan) bewußt, daß ihre Wirtschaft und Gesellschaft in hohem Maße vom Erdöl abhängig ist und die globalen Ressourcen an diesem Energierohstoff zum überwiegenden Teil von anderen Ländern kontrolliert werden. Den führenden Kreisen in den Industrieländern dämmerte es, daß das „Erdölzeitalter“ unabwendbar dem Ende zugehen könnte.

Nicht zufällig ist, daß 1972 der Bericht an den Club of Rome „Die Grenzen des Wachstums“ erschien. Der Bericht war ein Versuch mit großer Wirkung, bei der zum ersten Mal die Systemtheorie und die neuen elektronischen Computer zur Simulation von globalen Problemen in den Wirtschaftswissenschaften eingesetzt wurden.

Die Versorgungssicherheit mit Erdöl und anderen Energierohstoffen hat schon immer eine große Rolle in der internationalen Politik, einschließlich der Sicherheitspolitik, der führenden Industriestaaten gespielt. Zur Sicherung ihrer ökonomischen Interessen wurden auch militärische Mittel eingesetzt. Die Existenz der militärisch hochgerüsteten Sowjetunion und ihrer Verbündeten hinderte jedoch bis zum Zusammenbruch des sozialistischen Lagers die USA und deren Verbündete weitgehend daran, sich durch Kriege den Zugriff zu den Erdölressourcen zu sichern. Das sollte sich in den neunziger Jahren wieder ändern. Seitdem gehören Kriege wieder zum Instrumentarium zur

Durchsetzung von Forderungen gegenüber Kontrahenten, einschließlich der Forderungen zur sicheren Energieversorgung.

Bis zum „Ölpreisschock“ ging die Mehrheit der Natur- und Technikwissenschaftler bei ihren Forschungen zu Energiefragen davon aus, daß die benötigten Energierohstoffe für die Industrieländer unbeschränkt zur Verfügung stehen würden und sie sich – abgesehen von den betriebswirtschaftlichen Belangen – um sozialwissenschaftliche Fragen nicht zu kümmern bräuchten. Das wurde jetzt schlagartig anders.

Allerdings gab es in der Energieproblematik bereits eine Ausnahme, bei der sozialwissenschaftliche Aspekte in Form der Akzeptanzprobleme schon wichtig waren: die zivile Nutzung der Kernenergie. Im Unterschied zu den anderen primären Energiequellen begann bei der Kernenergie die zivile Nutzung zeitlich (in den fünfziger Jahren) nach der militärischen Nutzung und mußte die zivile Nutzung die freigesetzten Energiemengen, d.h. die damit verbundenen Risiken reduzieren. Eine wesentliche Begründung dafür, die zivile Nutzung der Kernenergie zu beginnen, war, die auf individueller bis zur staatlichen Ebene weit verbreiteten Widerstände gegen die Kernwaffen zu entschärfen. Befürchtungen, daß die Rohstoffe ausgehen würden, und wegen irgendwelcher Auswirkungen auf die Umwelt gab es nicht. Eine besondere Rolle spielte die Möglichkeit, mit der Kernenergie praktisch unbegrenzte Energiemengen bereitzustellen.

Die erste „Ölkrise“ wurde in den Industrieländern schnell überwunden: durch die Erschließung der Erdölvorkommen in Alaska (für Nordamerika) und der Nordsee (für Westeuropa), durch die Inbetriebnahme von zahlreichen Kernkraftwerken und durch vielfältige Maßnahmen zum effizienteren Einsatz von Energie vor allem in der Industrie.

Die Energiekrise in den siebziger Jahren hatte große Auswirkungen auf das Verhalten aller gesellschaftlichen Bereiche der Industrieländer zu den Entwicklungsländern. Die Entwicklungspolitik gewann ein weit größeres Interesse. Sie war bereits politisch wichtig geworden durch die Entlassung der bisherigen Kolonien in die staatliche Selbständigkeit und ihre Aufnahme in die UNO, womit die Entwicklungsländer ein wirksames Forum für die Artikulierung ihrer Probleme erhielten. Im Kontext der „Ölkrise“ wurden Forderungen nach einer „Neuen Weltwirtschaftsordnung“ erhoben. Die in den fünfziger und sechziger Jahren gültige Parole „Entwicklung heißt Wachstum“ wurde aufgegeben bzw. stark relativiert.

Für die Veränderung der Entwicklungspolitik gab es reale Gründe: zum einen die Erfahrung, daß mit Beginn der siebziger Jahre in den Industrieländern die „Goldenen Jahrzehnte“ der wirtschaftlichen Entwicklung in der Nach-

kriegszeit zu Ende gingen, und zum andern, daß der Öffentlichkeit die stürmische Zunahme der Weltbevölkerung – und zwar ausschließlich der Bevölkerung in den Entwicklungsländern bei Abnahme oder Gleichbleiben der Bevölkerung in den Industrieländern – bewußt wurde. Zur Jahrhundertwende war klar geworden, daß allein schon das Bevölkerungswachstum in den Entwicklungsländern zu einem gewaltigen Anwachsen des weltweiten Energiebedarfs führen wird.

In den siebziger Jahren entstand in allen Industrieländern eine breite Umweltbewegung. Der Bevölkerung wurde bewußt, daß durch die umfassende Technisierung in der modernen Gesellschaft die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschen gefährdet werden. Diese Fragen wurden in kürzester Zeit von der Wissenschaft in allen ihren Zweigen aufgegriffen. Die neuen „Umweltwissenschaften“ wurden in atemberaubendem Tempo institutionalisiert, und zwar bei Finanzierung durch den Staat und die sog. Zivilgesellschaft. In den letzten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts war die Umweltverträglichkeit zu einem wichtigen Argument bei den Entscheidungen zu gesellschaftlichen Problemen geworden.

Eine herausragende Bedeutung sollten ab den achtziger und neunziger Jahren die wissenschaftlichen Untersuchungen zum globalen Klima erhalten. Und zwar dadurch, daß es gelang, durch den Einsatz der Systemtheorie und von Höchstleistungsrechnern in Modellen die beobachteten Änderungen der Temperatur und des Gehaltes an CO₂ in der Erdatmosphäre miteinander zu verbinden und Szenarien zur künftigen Entwicklung des globalen Klimas abzuleiten. Die Szenarien wurden von den Medien aller Art in die breite Öffentlichkeit getragen, wo sie von der Umweltbewegung zu politischen Aktionen genutzt wurden. Da der wachsende CO₂-Gehalt der Atmosphäre zu einem beachtlichen Teil durch den Verbrauch von Kohle und Erdöl zur Energiegewinnung erzeugt wird, wurde die vermutete Änderung des globalen Klimas zu einem höchst gewichtigen Argument in den nationalen und internationalen Debatten um die weitere Entwicklung der Energiewirtschaft als einem der wichtigsten Teile der technischen Infrastruktur der Gesellschaft in allen Ländern. Dieses Argument verstärkte und kanalisierte in den Industrieländern den Druck auf die Energiewirtschaft und die relevanten Wissenschaftsbereiche, nicht nur quantitativ die bedarfsgerechte Energieversorgung zu sichern, sondern auch nach Lösungen zu suchen, die bisher bzw. zeitweilig wenig genutzten natürlichen Energiequellen in die Energieversorgung einzu beziehen und die Potentiale zur Erhöhung der Energieeffizienz stärker zu erschließen. Für die Naturwissenschaft und Technik ergaben sich daraus qualitativ neue Aufgaben.

Die offensichtlichen gewaltigen Unterschiede im Pro-Kopf-Energieverbrauch zwischen den Industrieländern und den Entwicklungsländern wurden fortan zu wesentlichen Argumenten für die Gestaltung der Entwicklungspolitik. Diese hatte Ende der achtziger, Beginn der neunziger Jahre einen neuen Akzent dadurch erhalten, daß durch die Brundlandt-Kommission der UNO der Begriff „sustainable development“ („nachhaltige Entwicklung“) kreiert worden war. Der Begriff wird heute in allen Bereichen der Gesellschaft verwendet, wobei allerdings bisher weder eine ausreichende allgemein akzeptierte Verständigung über den konkreten Inhalt des Begriffes erreicht werden konnte, noch die politischen Instrumentarien zur Durchsetzung der nachhaltigen Entwicklung geschaffen werden konnten. In den Massenmedien und von den politischen Parteien wird „Nachhaltigkeit“ vielfach nur als politisches Schlagwort eingesetzt.

Die Forderung zur nachhaltigen Entwicklung betrifft alle Länder dieser Erde, sowohl die Entwicklungsländer wie auch die Industrieländer. Unklar ist bisher, wie in der Praxis ein weiteres Wachstum der Weltwirtschaft mit der Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung erreicht werden kann, ohne daß ein beträchtlicher Teil der Weltbevölkerung – sicher der schwächste – zurückstehen muß.

Damit schließt sich der Kreis: Die Entwicklungspolitik ist eng mit der Politik der internationalen Beziehungen und der Sicherheitspolitik verknüpft. Das gilt im höchsten Maße für alle die Industrieländer, deren Energiebedarf ausschließlich oder zum großen Teil durch den Import von Energieträgern gedeckt wird. Die Umweltforderungen sind seit einiger Zeit wesentlicher Bestandteil der internationalen und der nationalen Energiepolitik. Die Medien spielen bei der Interessenvertretung aller nur denkbaren gesellschaftlichen Bereiche – einschließlich der Wissenschaft – eine wirksame Rolle. Die Infrastruktur der Energieversorgung kann nur weiter entwickelt werden, wenn alle diese Randbedingungen berücksichtigt werden. Die naturwissenschaftlich-technischen Aspekte gehören zu den einschränkenden Bedingungen, sind jedoch nicht mehr vorrangig.

Erster Ausgangspunkt der Betrachtungen zur sicheren Versorgung mit Energie ist die Annahme, daß der Energiebedarf der Menschheit insgesamt in absehbarer Zeit (zumindest über einige Generationen) nicht sinken, wahrscheinlich steigen wird. Die Begründung dafür ist:

1. Die größten Verbraucher von Energie sind die Industrieländer. Ihre Leistungskraft, ihr Wohlstand und ihre Macht beruhen auf der umfangreichen, bezogen auf den Kopf der Bevölkerung weit überproportionalen Nutzung von Energie.

2. Obwohl der größte Teil der Menschheit in den Entwicklungsländern lebt, ist sein Anteil am Weltverbrauch der Energie absolut und relativ gering. Die Entwicklungsländer haben nicht nur einen moralischen Anspruch darauf, daß ihr Pro-Kopf-Verbrauch in den nächsten Jahrzehnten steigt, was angesichts der demographischen Entwicklung eine absolute Steigerung des Weltenergieverbrauches zur Folge haben wird.
3. Inzwischen gehören die bevölkerungsreichsten Entwicklungsländer zu den Schwellenländern, in denen die Wirtschaft boomt, also der Energiebedarf überproportional steigt.
4. Die Industrieländer sind im eigenen wirtschaftlichen Interesse darauf angewiesen, mit den Schwellenländern zusammenzuarbeiten, werden also deren wirtschaftliches Wachstum nicht bremsen.

Zweiter Ausgangspunkt ist die Erkenntnis, die durch zahlreiche Anzeichen gefördert wird, daß die natürlichen Vorräte an den fossilen und nuklearen Energieträgern, die bisher vor allem in den Industrieländern umfangreich und intensiv genutzt werden, in absehbarer Zeit erschöpft sein werden. In erster Linie betrifft das das universell einsetzbare Erdöl. Die Situation wird erheblich erschwert dadurch, daß die Vorräte zum großen Teil in politisch instabilen Regionen liegen.

Dritter Ausgangspunkt ist die Befürchtung, die durch wissenschaftliche Untersuchungen ausgelöst wird, daß der übermäßige Verbrauch der fossilen Energieträger in absehbarer Zeit das globale Klima in irreversibler Weise verändern wird.

Alle drei Ausgangspunkte sind grundsätzlich unbestritten. Dieser Konsens reicht jedoch als Grundlage für die Energiepolitik nicht aus. Es gibt deshalb eine nahezu unübersehbare Flut von Versuchen, die qualitativen Aussagen durch quantitative Betrachtungen zu untersetzen. Da diese Betrachtungen mit vielen Unbekannten und Annahmen arbeiten müssen, ist die Schwankungsbreite der Ergebnisse so groß, daß sie als wissenschaftliche Grundlage für die notwendigen politischen und konkreten wirtschaftlichen Entscheidungen wenig tragfähig sind. Die Problematik ist äußerst komplex und kann deshalb schon vom Ansatz her mit den heute üblichen wissenschaftlichen Methoden, die sämtlich nur für exakt definierbare Problemausschnitte geeignet sind, nicht umfassend bearbeitet werden, zumindest nicht mit der für quantitative Betrachtungen erforderlichen Tiefe.

Die sichere Versorgung der Menschheit kann nur dadurch gewährleistet werden, daß die einzelnen Länder entsprechend den jeweiligen Gegebenheiten und Möglichkeiten alle verfügbaren natürlichen Energiequellen und -

träger in optimaler Weise gebündelt nutzen. Dabei müssen sie international zusammenarbeiten, mehr oder weniger intensiv, am wirksamsten zum gegenseitigen Vorteil. Für die Industrieländern gibt es zudem langfristig die Möglichkeit, ihre weitere Entwicklung bei absoluter Reduzierung des Energieeinsatzes zu erreichen: Faktor 4, doppelter Wohlstand, halbiertes Verbrauch (von Weizsäcker u. a., 1997).

Zu den naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen der Energie-Problematik

(Die Literatursammlung enthält dazu zahlreiche Arbeiten, die als relevant sofort erkennbar sind, so daß hier auf spezielle Zitierung verzichtet werden kann.)

Um die Problematik wissenschaftlich bearbeiten zu können, muß sie in entsprechend bearbeitbare Teilaufgaben gegliedert werden. Diese Gliederung wird sich an die heute übliche Gliederung in Wissenschaftsgebiete anlehnen. Die Bearbeitung der Problematik als Ganzes muß iterativ erfolgen, in den einzelnen Sachgebieten und bei ständiger Kopplung zwischen ihnen. Offensichtlich ist die Gliederung in die naturwissenschaftlich-technischen und die wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Aspekte. In der wissenschaftlichen Diskussion der Energie-Problematik sind die folgenden Aspekte zu betrachten:

- physikalische und chemische
- technologische
- ökonomische
- ökologische
- geographische
- ideologische.

Am Beginn muß die Bearbeitung der naturwissenschaftlich-technischen Aspekte stehen. Ohne deren ausreichende Kenntnis kann die Bearbeitung der wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Aspekte zu unwissenschaftlichen Spekulationen entarten.

Die Wissenschaft befaßt sich mit den wissenschaftlichen Voraussetzungen für die politischen Entscheidungen, ebenso mit Hilfe von Modellrechnungen mit den möglichen Folgen solcher Entscheidungen. Am Beginn dieser Arbeiten steht die Auflösung bzw. Präzisierung der in der heutigen energiepolitischen Diskussion gebrauchten Begriffe in solche Begriffe, mit denen die Naturwissenschaft und die Technik arbeiten. Selbstverständlich wird dabei der Begriff „Energieverbrauch“ durch den Begriff „Energieumwandlung“ ersetzt.

Besonders diskussionswürdig ist der Begriff „Erneuerbare Energien“. Diese Sammlung muß für die naturwissenschaftlich-technische Betrachtung in mehrere eigenständige Klassen des natürlichen Energieangebotes aufgelöst werden, zumindest in vier: a) direkte Umwandlung der Strahlungsenergie der Sonne in Wärme- und in elektrische Energie; b) Umwandlung der Strömungsenergie von Wind und Wasser in mechanische Antriebsenergie und in Elektroenergie; c) Umwandlung der in der Biomasse gespeicherten Sonnenenergie in Wärmeenergie, Licht und Elektroenergie, Nutzung der Biomasse zur Erzeugung von Treibstoffen; d) Erdwärme – direkte Nutzung für Heizungszwecke und Umwandlung in Elektroenergie. Zu unterscheiden ist unbedingt auch zwischen den traditionellen und den neuen Nutzungsformen der erneuerbaren Energien. Die traditionellen Formen spielen heute noch eine herausragende Rolle in den Entwicklungsländern. Neu, aber nicht ausschließlich neu, ist die Nutzung der natürlichen Angebote zur Erzeugung von Elektroenergie (man denke an die Wasserkraftwerke und die Pumpspeicherwerke).

Am Beispiel der erneuerbaren Energien zeigt sich, daß es bei den naturwissenschaftlich-technischen Betrachtungen zur Energieproblematik in erster Linie darum gehen muß, die Wirkungsgrade der Technologien zur Umwandlung des natürlichen Angebotes zu steigern und deren technische und ökologische Risiken zu minimieren. Zu klären sind gleichzeitig die materiellen Randbedingungen für eine Vergrößerung des Energieausstoßes, besonders bei den Energieformen, die bisher nur in sehr geringem Maße genutzt werden, auf die aber große Hoffnungen gesetzt werden. Dazu gehören die meisten erneuerbaren Energien; sie tragen bisher nur wenige Prozente zur Deckung des Energiebedarfs bei.

Die Aufgabe der Energiewirtschaft besteht bekanntlich darin, das natürliche Angebot von Energie in diejenigen Energieformen umzuwandeln, deren Nutzung in den nachfolgenden gesellschaftlichen Bereichen sich als besonders zweckmäßig erwiesen hat. Die naturwissenschaftlich-technische Bearbeitung befaßt sich folglich intensiv mit den verschiedenen Technologien zur entsprechenden Umwandlung des natürlichen Energieangebotes.

Aus der Sicht der Energiewirtschaft sind die Endverbraucher von Energie:

- private Haushalte
- Landwirtschaft
- Industrie
- Dienstleistungen
- Verkehr.

Die Gesellschaft benötigt die Energie in direkt nutzbaren Formen (Gebrauchsenergie). Die Hauptklassen sind:

- nutzbare Wärme für Heizung und als Prozeßwärme
- mechanische Energie für den Antrieb von stationären Maschinen und im Transport
- elektrische Energie (Strom) – sie ist universell einsetzbar.

Die nutzbare Energie muß aus primären Energieformen erzeugt werden. Für die Nutzbarkeit mit entscheidend sind die Möglichkeiten für Speicherung und Transport.

In der allgemeinen Energiediskussion, an der sich auch viele Nichtexperten beteiligen, werden gewöhnlich drei Klassen von primären Energieträgern bzw. Energiequellen unterschieden:

- fossile Energieträger
- erneuerbare Energien
- Kernenergie.

Bei den fossilen Energieträgern werden folgende Typen unterschieden:

- Kohle
- Erdöl
- Erdgas.

Ihr gemeinsames Merkmal ist, daß sie in geologischen Zeiten durch die Umwandlung von Strahlungsenergie der Sonne durch biologische und geologische (besonders endogene) Prozesse entstanden sind und akkumuliert wurden. Die Energiedichte der fossilen Energieträger ist sehr hoch. Die Gebrauchseigenschaften sind außerordentlich günstig. Die natürlichen Vorgänge bei der Bildung der fossilen Energieträger lassen sich bisher technisch nicht nachbilden. Offensichtlich werden die fossilen Energieträger durch die industrialisierte Gesellschaft viel schneller verbraucht als sie entstehen konnten. Die fossilen Energieressourcen sind begrenzt. Ihre Vorkommen sind an spezifische geologische Bedingungen gebunden und folglich geographisch sehr ungleichmäßig verteilt.

Unter dem Begriff „erneuerbare Energien“ werden unterschiedliche Typen von Energieträgern bzw. -quellen zusammengefasst, deren gemeinsames Merkmal ist, daß sie als Energiequellen nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich erscheinen oder als Biomasse nachwachsen bzw. laufend anfallen. Man kann folgende Typen unterscheiden:

- Strahlungsenergie der Sonne
- Strömungsenergie des Windes
- Strömungsenergie der Flüsse

- Bewegungsenergie des Meeres
- Biomasse in traditioneller wie auch in industriell gewonnener und verarbeiteter Form
- Erdwärme im Ergebnis von Prozessen im Erdinneren.

Die Energiedichten des natürlichen Angebots sind sehr gering. Die bisher bekannten Technologien zur Umwandlung der natürlichen Angebote in Gebrauchsenergie sind – außer bei der Nutzung der Wasserkraft – wenig leistungsfähig. Die traditionelle Nutzung der Biomasse ist sehr umweltschädlich.

Die Kernenergie ergibt sich aus der Bindungsenergie von Atomkernen entweder durch Kernspaltung oder Kernfusion. Für die technische Nutzung wird die Kernenergie in elektrische und thermische Energie umgewandelt. Die Erzeugung und Nutzung von Kernenergie setzt ein beträchtliches industrielles Entwicklungsniveau voraus.

Der Umfang, in dem die verschiedenen primären Energieträger bzw. -quellen durch den Menschen genutzt werden, hängt entscheidend davon ab, welche Technologien zur Umwandlung und Nutzung der Primärenergien zur Verfügung stehen. Die Umstellung auf andere Klassen und Typen von primären Energieträgern bzw. -quellen ist in jeder Volkswirtschaft außerordentlich schwierig, tief greifend, investitions- und zeitaufwendig. Der Investitionsbedarf erfordert gesamtstaatliche Entscheidungen, wozu aber in den meisten Staaten die notwendigen Mechanismen fehlen. Der Zeitaufwand wird gegenwärtig in Jahrzehnten gemessen. Prognosen über die erreichbaren Vor- und Nachteile solcher Umstellungen sind unsicher.

Art und Menge der genutzten primären Energieträger sind ein (pauschales) Maß für das Entwicklungsniveau eines Volkes. Biomasse in traditioneller Form wird vom Menschen seit Urzeiten zum Kochen, Heizen und Beleuchten genutzt. Sie ist auch heute noch in den Entwicklungsländern die überwiegend genutzte Primärenergie. Die industrielle Entwicklung begann mit der Nutzung der fossilen Energieträger. Das gegenwärtig erreichte Entwicklungsniveau beruht quantitativ vor allem auf der Nutzung des Erdöls, qualitativ auf der effizienten Nutzung der Energie.

Alle Klassen und Typen von Primärenergien haben Vor- und Nachteile. Maßgebend sind vor allem die Eigenschaften:

- technologische Nutzbarkeit
- Verfügbarkeit, Transport und Speicherung
- technische Risiken für Mensch und Umwelt.

Erdöl bietet bei weitem die größten Vorteile. Im Verkehr kann Erdöl bisher sowohl quantitativ wie auch qualitativ nicht ersetzt werden. Gemessen am aktuellen Verbrauch werden die Erdölressourcen zuerst erschöpft sein. Die Risiken der Erdölnutzung für Mensch und Umwelt werden in der Gesellschaft weitestgehend akzeptiert. Wegen der geographischen Diskrepanzen zwischen den Zentren des Vorkommens und des Verbrauchs von Erdöl sind die internationalen Konflikte bei diesem Energieträger am größten und gefährlichsten.

Kohle wird heute vor allem für die Erzeugung von elektrischem Strom und von Wärme eingesetzt. Die Reichweite als Energieträger ist bei Kohle am größten. Die Gefährdung der Umwelt, darunter die des globalen Klimas, durch die Nutzung der Kohle ist beträchtlich. Sie kann aber durch technologische Maßnahmen reduziert werden.

Die Gefährdung des Klimas durch die Nutzung von Erdgas ist relativ gering. Die Reichweite der Erdgasressourcen ist noch wenig bedenklich. Gewinnung, Transport, Speicherung und Einsatz von Erdgas sind mit beachtlichen technischen Risiken verbunden.

Die Technologien zur Gewinnung und Nutzung der erneuerbaren Energien sind – bis auf die zur Nutzung der Strömungsenergie der Flüsse – zurzeit noch ungenügend entwickelt. Das Potential der erneuerbaren Energien zur ausreichenden Deckung des Energiebedarfs der modernen Industriegesellschaft kann deshalb noch nicht sicher eingeschätzt werden.

Die Kernenergie wird gegenwärtig in den verschiedenen Ländern ganz unterschiedlich betrachtet. Streitpunkt sind vor allem die mit der Gewinnung und Nutzung der Kernenergie verbundenen Risiken. Die Auseinandersetzung zwischen Befürwortern und Gegnern der zivilen Nutzung der Kernenergie spielte auch im Arbeitskreis eine Rolle. Es scheint notwendig, zunächst auf folgende Fragen Antworten zu finden, die aus wissenschaftlich-technischer Sicht belegbar sind: Wie groß ist das Potential der Kernenergie aus der Sicht der Kernbrennstoffe? Wie weit werden die technischen Risiken der Kernenergieanlagen beherrscht? Wie weit und wo können die radioaktiven Rückstände sicher zwischen- und endgelagert werden? Welche Verbindungen gibt es zwischen der zivilen und der militärischen Nutzung der Kernenergie und der Kerntechnik generell? Können solche Verbindungen von Regierungen genutzt werden und könnten das auch Terroristen tun? Ist die Forderung logisch und zwingend „Wer gegen die militärische Nutzung der Kernenergie ist, muß auch gegen die zivile Nutzung der Kernenergie sein, und wer gegen

die zivile Nutzung der Kernenergie ist, muß in viel höherem Maße gegen die militärische Nutzung der Kernenergie sein“?

Die sofort einleuchtende Forderung, Energie rationell und effizienter zu nutzen und mit ihr sparsam umzugehen, muß in allen Bereichen konkret umgesetzt werden. Welche Möglichkeiten hat dabei die staatlich betriebene Energieforschung? Gibt es durchgreifende naturwissenschaftlich-technische Entwicklungen (Innovationen) zu deren Erfüllung? Das wirksamste Mittel dürfte die Gestaltung der Energiepreise sein.

Energieerzeugung und –nutzung können grundsätzlich nicht ohne Risiko für Mensch und Umwelt erfolgen. Über die Risiken für Mensch und Umwelt bei der Verwendung der primären Energiequellen Kohle, Erdöl, Erdgas, Wasserkraft und traditionelle Biomasse liegen jahrzehntelange praktische Erfahrungen, gekoppelt mit eingehenden und allseitigen wissenschaftlichen Untersuchungen, vor. Das gleiche gilt für die Gebrauchsenergie Elektroenergie. Intensiv untersucht wurden die Risiken bei der zivilen Nutzung der Kernenergie. Wenig untersucht wurden bisher die Risiken für Mensch und Umwelt bei der Nutzung der Windkraft, der Meeresenergie, der Erdwärme, der neuartigen Nutzung der Biomasse. Praktisch keine Erfahrungen gibt es über die Risiken bei der direkten Nutzung der Strahlungsenergie der Sonne.

Die Bereitschaft, mit einer Handlung ein Risiko einzugehen, wächst mit der Höhe des absehbaren Gewinns. In unserer Thematik müssen die Risiken mit den Energiemengen verglichen werden, die aus den verschiedenen primären Energieträgern bzw. -quellen gewonnen werden können. Die erreichbaren Energiemengen sind durch langjährige praktische Erfahrungen und durch wissenschaftliche Untersuchungen sehr genau bekannt für die Nutzung von Kohle, Erdöl, Erdgas, Wasserkraft, traditionelle Biomasse und auch Kernenergie. Über die erreichbaren Erträge bei den oben genannten weiteren Energiequellen gibt es noch keine praktischen Erfahrungen, nur theoretische Abschätzungen.

Zu wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Problemen

Die Energieversorgung der Menschheit ist eine der wichtigsten Herausforderungen in der Gegenwart und Zukunft. Sie ist eine Aufgabe, die (1) gesamtgesellschaftlichen Charakter trägt, nur in engem Zusammenhang und Wechselwirkung mit der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung, insbesondere den ökonomischen, sozialen und ökologischen Entwicklungsprozessen, gelöst werden kann; die (2) einen besonders langfristigen Charakter aufweist, da die hierfür erforderlichen tief greifenden Umwälzungen eine sehr lange

Vorbereitungs- und Realisierungszeit erfordern; die (3) durch ihren globalen Charakter gekennzeichnet wird, die letzten Endes nur als gemeinsame Aufgabe aller Regionen und Länder der Welt, vor allem durch gemeinsame Anstrengungen der Industrieländer und der Entwicklungsländer, gelöst werden kann. Mit der Langfristigkeit – Zeiträume von mehreren Jahrzehnten, zunächst bis Mitte des 21. Jahrhunderts – sind vielfältige Unsicherheiten, Unwägbarkeiten und Risiken der Voraussage verbunden, die sich sowohl auf die gesellschaftlichen, vor allem die politischen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Rahmenbedingungen, also auch unmittelbar auf die Energien selbst, von der Verfügbarkeit und Gewinnung der Primärenergieträger, über ihre Umwandlung und ihren Transport, bis zum Einsatz der Gebrauchs-/Endenergie, beziehen. Es geht dabei um eine wirksame Verflechtung nachhaltiger Energieentwicklung vor allem mit den Feldern

- Erhaltung und Schutz der natürlichen Umwelt im regionalen, nationalen, EU und globalen Maßstab
- Wirtschaft – Effizienz, Wachstum, Struktur
- Beschäftigung – Überwindung der Massenarbeitslosigkeit, Schritte zu einer Vollbeschäftigung neuer Art
- sozialer Zusammenhalt, soziale Gerechtigkeit und soziale Sicherheit
- Einschränkung der Nord-Süd-Kluft
- Erhaltung des Friedens, Verhinderung militärischer Konflikte.

Die langfristige Energiesicherung ist ein konstitutives Element des Nachhaltigkeitsproblems. Das bedeutet, daß die Wege zur Energiesicherung den Nachhaltigkeitskriterien entsprechen müssen, und zugleich, daß die Art und Weise, wie die Energiesicherung erfolgt, maßgeblich über Erfolg und Misserfolg einer nachhaltigen Entwicklungsstrategie entscheidet. Die spezifische Stellung der Energie in einer umfassenden Nachhaltigkeitsstrategie wird u.a. darin sichtbar, daß mehrere der zentralen Nachhaltigkeitsdefizite in Deutschland und der sie abbildenden Indikatoren direkt auf die Energie gerichtet sind: Abbau nicht erneuerbarer Ressourcen/Verbrauch nicht erneuerbarer Energieressourcen, Klimawandel/CO₂-Emissionen, ungleiche globale Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten/CO₂-Emissionen pro Kopf im internationalen Vergleich.(Coenen, Grunwald, 2003). Ohne eine nachhaltige Energiesicherung wird es auch keine ökonomische, soziale und ökologische Nachhaltigkeit geben. „Nur durch einen grundlegenden Umbau der Energiesysteme lässt sich eine nicht-nachhaltige Entwicklung wieder in nachhaltige Bahnen lenken“ (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung, 2003).

Insgesamt gewinnt die Umweltproblematik im nationalen und globalen/internationalem Maßstab an Bedeutung, in der gesellschaftlichen Realität, im öffentlichen Bewusstsein und in der Politik. Dies ist jedoch ein sehr widersprüchlicher Prozess: insgesamt bleiben umweltpolitische Maßnahmen hinter den Erfordernissen zurück; in der Politik und im öffentlichen Bewusstsein waren nach einem Aufschwung in den siebziger und achtziger Jahren die neunziger Jahre durch einen Abschwung gekennzeichnet. Vor allem die Zuspitzung der sozialen Probleme (Eskalation der Massenarbeits- und Langzeitarbeitslosigkeit, Abbau sozialer Sicherungssysteme, Rückgang der realen Nettoarbeitseinkommen, Ausbreitung von Armut) und die prekäre Situation der öffentlichen Haushalte wirken sich zunehmend hemmend auf das Umweltbewusstsein und den Einsatz ökonomischer Ressourcen (Investitionen, Mittel für F/E) zur Lösung von Umweltproblemen aus. Die Energieproblematik spielt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle sowohl im Hinblick auf die weiter hohe Inanspruchnahme nicht erneuerbarer Energieressourcen als auch der insgesamt hohen Umweltbelastungen durch den CO₂-Ausstoß.

Seit den sechziger/siebziger Jahren vollziehen sich wesentliche Veränderungen im Reproduktionsprozess in Richtung eines höheren Drucks auf eine höhere Effizienz der eingesetzten Ressourcen und tief greifender Veränderungen der Produktionsstrukturen – Schrumpfen traditioneller Produktionen zu Gunsten von Hightech sowie moderner und auf den Menschen bezogenen Dienstleistungen, die für die langfristige Energiesicherung von großer, zunehmender Bedeutung sind. Einerseits sind die Anforderungen an die Verbesserung der Ressourceneffektivität bei den Energieträgern auf Grund der teilweise sprunghaften steigenden Kosten der Energiebereitstellung, besonders bei Erdöl und Erdgas, und der notwendigen Senkung der Umweltbelastungen außerordentlich hoch; andererseits eröffnen die neuen Technologien und Strukturveränderungen qualitativ neue Möglichkeiten für die Erhöhung der Energieeffizienz und -produktivität.

Zwischen der Bereitstellung von Energie, vor allem den Preisen für die verschiedenen Gebrauchsenergien und der regionalen Verteilung der Energie über die verschiedenen Regionen der Welt einerseits und der sozialen Gerechtigkeit andererseits bestehen vielfältige Abhängigkeiten und Widersprüche. In Deutschland und den anderen EU-Ländern sind vor allem die unteren Einkommensgruppen von den überproportional ansteigenden Energiepreisen betroffen, wodurch die soziale Schieflage und Ungerechtigkeit noch verstärkt wird. Diejenigen Entwicklungsländer, die über keine oder nur unzureichende

eigene Energievorkommen verfügen, werden bei der Energiebereitstellung in mehrfacher Beziehung negativ betroffen und stark benachteiligt: die ungleiche Verteilung des Energieverbrauchs zwischen Industrieländern und Entwicklungsländern hat sich nicht entschärft, die Entwicklungsländer mit einem Anteil an der Bevölkerung von über 75% haben einen Anteil am Primärenergieverbrauch von nur 35%; die rasant angestiegenen Preise für Erdölimporte treffen sie weit stärker als die Industrieländer, verschlingen die Einnahmen aus den Exporten, die unzureichende Energieversorgung von Hunderten Millionen Menschen wird reproduziert, rund zwei Milliarden Menschen haben keinen Zugang zu Elektrizität.

Die Sicherung der langfristigen Energieversorgung von Industriestaaten, insbesondere der USA, zunehmend aber auch bevölkerungsreicher Entwicklungsländer mit einem hohen Wachstumstempo, ist heute ein Feld zwischenstaatlicher und internationaler Konfrontationen, die bis zu bewaffneten Konflikten gehen können. Besonders gefährlich ist die imperialistische Strategie der USA zur geostrategischen Sicherung und Beherrschung der wichtigsten Energieressourcen der Welt. Die Auswirkungen dieser Politik treffen vor allem die ärmeren Staaten und schränken deren Chancen zur Lösung ihrer Probleme noch mehr ein. Die USA-Aggression gegen den Irak und die anhaltende Besetzung des Irak sind ein entscheidender Faktor für die Erhöhung der Erdölpreise.

Aus diesen objektiven Tendenzen und Zusammenhängen der langfristigen Energiesicherung ergeben sich tief greifende und komplexe Auswirkungen auf die ökonomische und soziale Entwicklung sowie neue größere Herausforderungen zur Lösung der Umweltprobleme. Sie sind mit tiefen Einschnitten in die Produktions- und Lebensweise verbunden und betreffen alle Ebenen des Wirtschaftens und des Lebens, die lokal-regionale Ebene, die nationalstaatliche, die überstaatlichen regionalen Zusammenschlüsse wie EU u.a. sowie die globale Ebene.

Eine nachhaltige Energiesicherung erfordert im 21. Jahrhundert einen grundlegenden Paradigmenwechsel. Dies gilt zumindest in dreifacher Beziehung. Erstens für die Energieeffizienz: Sie muß gegenüber der bisherigen Entwicklung in neuen Dimensionen und Tempi erhöht werden; die Senkungsraten des spezifischen Energieverbrauchs müssen die Wachstumsraten der gesamtwirtschaftlichen Leistung (gemessen – wenn auch unvollständig und verzerrt – im Bruttoinlandsprodukt) spürbar und dauerhaft übertreffen. Zweitens für die Energieträgerstruktur: Das Zeitalter, in dem die fossilen Energieträger Grundlage der Energieversorgung waren, geht in diesem Jahrhundert

ihrem Ende zu; die erneuerbaren Energien müssen zunehmend an deren Stelle treten. Drittens für eine neue Qualität in den Beziehungen der Energiesicherung zur Lösung der dringlichsten sozialen Probleme, vor allem weltweiter Armut, Hunger, und Massen- und Langzeitarbeitslosigkeit: Ohne spürbare Fortschritte bei der Lösung der sozialen Probleme, national, EU-weit und global, haben nachhaltige ökologische Entwicklung, und darin eingeschlossen nachhaltige, langfristige weltweite Energiesicherung, kaum eine Chance.

Die vorliegenden Prognosen zur Energiewirtschaft Deutschlands und insbesondere zur Weltenergiewirtschaft können nicht als sichere, zuverlässige Voraussagen über die zukünftige Entwicklung angesehen werden. In den verschiedenen Prognosen kommen einige Probleme und Widersprüche bisheriger Einschätzungen zur Entwicklung des Energieverbrauchs zum Ausdruck. Weitgehende Übereinstimmung gibt es über die Richtungen der notwendigen Veränderungen, starke Differenzen jedoch über das Ausmaß und das Tempo dieser Veränderungen in den verschiedenen Etappen, z.B. bis 2020 oder bis 2050. Das gilt für die Entwicklung des Gesamtbedarfs an Energie, die Reduzierung des CO₂-Ausstoßes, das Tempo der Erhöhung der Energieeffizienz, die Strukturveränderungen, besonders innerhalb des Primärenergieaufkommens, und die Veränderung der regionalen Struktur des Energieverbrauchs zu Gunsten der Entwicklungsländer.

Entsprechend der Prognose des World Energy Councils wird sich der Gesamtbedarf 2050 gegenüber 1990 z.B. nach der berechneten Maximalvariante auf das 2,75fache und nach der Minimalvariante auf das 1,6fache erhöhen. Der Strukturanteil der fossilen Energien soll gegenüber 78% in 1990 bis 2050 in der Maximalvariante auf 60% und in der Minimalvariante auf 52% reduziert werden. Nach anderen prognostischen Einschätzungen, die stärker von den Nachhaltigkeitserfordernissen abgeleitet sind, wird von einem auch gegenüber der Minimalvariante wesentlich geringeren Ausmaß der Zunahme des Primärenergieverbrauchs, einer stärkeren Reduzierung des Einsatzes fossiler Energien, einem stärkerem Zuwachs bei den erneuerbaren und einem geringeren Anteil der Kernenergie ausgegangen.

Ein Grundproblem der langfristigen Energiesicherung ist die Einschränkung und schließlich die Überwindung der Nord-Süd-Disparitäten bei der Nutzung der weltweiten Energiere Ressourcen. Zunächst müßte eingeschätzt werden, um wie viel der Primärenergiebedarf an fossilen Energieträgern in Deutschland und den anderen Industrieländern reduziert werden müßte, damit die Entwicklungsländer die notwendigen energetischen Spielräume erhalten, um die wirtschaftliche Nord-Süd-Kluft bis 2050 spürbar zu

verringern. Die Einschätzungen über die Verringerung der Unterschiede im Pro-Kopf-Verbrauch an Energie und zur Reduzierung der CO₂-Emission sollten von dem Grundsatz abgeleitet werden, daß jeder Erdbewohner dasselbe Recht auf die Nutzung der natürlichen Energieressourcen hat.

Den Industrieländern kommt eine hohe Verantwortung und Verpflichtung bei der Unterstützung der Länder der „Dritten Welt“ für die Energiesicherung – eine unverzichtbare Grundlage für die Verringerung der Unterschiede im ökonomischen Entwicklungsniveau – zu. Dabei geht es um zwei Grundforderungen: Einmal um die Einhaltung der für die Industrieländer notwendigen Reduktionsziele für den Energieverbrauch, vor allem beim Einsatz fossiler Energieträger. Dabei sind erhöhte Bemühungen Deutschlands erforderlich, damit diese Ziele auch in den wirtschafts- und umweltpolitischen Leitlinien der EU sowie bei den OECD-Ländern zugrunde gelegt und umgesetzt werden. Hierdurch müssen die notwendigen Freiräume für eine absolute Erhöhung des Energieeinsatzes in den Entwicklungsländer geschaffen werden. Zum anderen gilt es, diese Länder wirksamer zu unterstützen bei der Anwendung neuer Technologien, vor allem von Technologien die an ihre spezifischen Bedingungen angepasst sind, zur Erhöhung der Effizienz bei der Gewinnung und beim Einsatz von Energie sowie bei der Nutzung der in diesen Ländern verfügbaren Ressourcen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Es gilt dabei die unnötigen Umwege der schrankenlosen extensiven Entwicklungsphase des Energiebedarfs in den Industrieländern bis weit in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts so weit wie möglich zu vermeiden. Dies liegt im Interesse vor allem der Entwicklungsländer selbst aber auch der Industrieländer.

Die Bestimmung der Entscheidungsspielräume für eine langfristige Energiesicherung könnte nach einem groben Muster etwa in folgender Weise erfolgen: Als erstes gilt es, ausgehend von den Erfordernissen des weltweit notwendigen Übergangs zu einer ökologisch nachhaltigen Entwicklung, die sich bei der Energie insbesondere aus der Reduzierung des CO₂-Ausstoßes und der Verfügbarkeit fossiler Brennstoffe ergibt, und dem voraussichtlichen Wirtschaftswachstum, die objektiven Anforderungen an die Steigerung der Energieeffizienz im umfassenden Sinne und an die Erhöhung des Strukturanteils erneuerbarer Energien abzuleiten. Auf dieser Grundlage ist es dann vor allem Aufgabe der Politik, die konkreten Ziele und die Prämissen zu bestimmen sowie die Regelungen, Anreizsysteme und institutionellen Bedingungen im nationalen, EU und im globalen Maßstab zu schaffen, um diesen Erfordernissen gerecht werden zu können.

Es gibt einen relativ großen Entscheidungsspielraum mit sehr vielen Alternativen und Varianten, die zu bewerten sind (Technologiefolgenabschätzung) und die auch, vor allem soweit sie Probleme und Risiken des gesellschaftlichen Zusammenlebens betreffen oder weitgehende Auswirkungen auf kommende Generationen haben, der öffentlichen, demokratischen Diskussion und Meinungsbildung unterbreitet werden müssen. Alle ernsthaften Untersuchungen zur nachhaltigen Energiesicherung kommen zu der Schlußfolgerung, daß diese mit einer Fortsetzung der gegenwärtig dominierenden neoliberalen Orientierung auf „mehr Markt“ und bessere Verwertungsbedingungen des Kapitals nicht lösbar ist. Sie setzt vielmehr eine weitaus stärkere staatliche und zivilgesellschaftliche Einflußnahme in Verbindung mit einer wirksameren Förderung von Wissenschaft/Forschung und darauf beruhenden Innovationen voraus. Die Umsetzung einer Strategie entschiedener Steigerung der Energieeffizienz, beschleunigter Erhöhung der Anteile erneuerbarer Energien und Senkung der Anteile fossiler Energien sowie, damit verbunden, der Begrenzung der CO₂-Emissionen, ist in hohem Grade politisch determiniert. Die politischen Einflüsse im nationalen Maßstab reichen von der Bereitstellung der erforderlichen ökonomischen und wissenschaftlich-technischen Ressourcen, über die Gestaltung solcher Instrumente und Regulierungsmechanismen, die Energieeinsparungen sowie eine grundlegende Erhöhung der Anteile regenerativer Energieträger stimulieren, bis zur Förderung eines die Umwelt schonenden und Energie sparenden Verhaltens der Menschen, die auch Veränderungen in der Lebensweise einschließen. Die globale Dimension nachhaltiger Energiesicherung und Reduzierung des CO₂-Ausstoßes erfordert auch und besonders im internationalen Maßstab ein koordiniertes, gemeinsames Vorgehen, dem sich bisher vor allem die USA aber auch andere Länder widersetzen.

Die bisherigen Beratungen des Arbeitskreises zur Energiesicherung haben, ähnlich wie im bisherigen gesellschaftlichen Diskurs, in einer Reihe wichtiger Fragen nicht zu einem Konsens geführt. Meinungsdivergenzen bestehen insbesondere zu folgenden Problemen:

- Welche Perspektive hat die Atomenergie, darin eingeschlossen die technische Realisierung von Hochtemperaturreaktoren sowie Fusionsreaktoren, wie sind die damit verbundenen Risiken im Verhältnis zu anderen Technologien der Energieerzeugung zu bewerten?
- In welchem Tempo können sich die erneuerbaren Energien unter Berücksichtigung ökonomischer Kriterien entwickeln, kann die Begrenzung der CO₂ Emission in dem notwendigen Umfang allein durch die erneuerbaren ohne Kernenergie erreicht werden?

- Von welchen realistischen Zielsetzungen in der Entwicklung des Energiebedarfs in Deutschland, in den OECD-Ländern und in den Entwicklungsländern sowie weltweit sollte ausgegangen werden?
- Wie kann eine gerechtere Nutzung der Energieressourcen und der Verteilung der CO₂-Emission im globalen Maßstab, insbesondere zwischen „Nord“ und „Süd“, erreicht werden? Gibt es realistische Chancen, die bisherige Dominanz der wirtschaftlichen Interessen der USA gegenüber einer zukunftsorientierten Verringerung der CO₂-Emission durchzusetzen?

Zu aktuellen internationalen Fragen des Energie-Bereiches

Im Arbeitskreis wird versucht, in der aktuellen Energiediskussion, in der die verschiedensten Gruppeninteressen artikuliert werden, die wissenschaftlichen Schlüsselfragen herauszufinden und sie interdisziplinär und komplex zu diskutieren. Die Geo-/Erdwissenschaftler sind offensichtlich bei der Lösung folgender Probleme gefragt: Welche primären Energiequellen gibt es, wie stark sind sie, wie sind sie geographisch verteilt? Wie stark und in welchen Zeiträumen reagiert die natürliche Umwelt auf die Ausbeutung und den Verbrauch der primären Energiequellen? Das sind beides Fragen an die physische (naturwissenschaftlich-technische) Abteilung der Erdwissenschaften. Darüber hinaus und ebenso stark ist jedoch auch die sozial- (oder gesellschafts-) wissenschaftliche Abteilung der Erdwissenschaften gefragt; diese wird vor allem durch die ökonomische und politische Geographie vertreten.

Jede menschliche Gruppierung setzt in mehr oder weniger großem Maße Energie ein. Jedoch sind die Territorien, über die die einzelnen Gruppierungen verfügen, ganz verschieden mit natürlichen Energiequellen ausgestattet. Im Energie-Bereich sind Handel, Zusammenarbeit und auch Konflikte zwischen den Gruppierungen folglich unvermeidlich. Eine grundsätzliche These ist, daß in der modernen Gesellschaft die Energiefragen nicht individuell gelöst werden können. Dezentrale Lösungen zur Befriedigung des Energiebedarfs bleiben Insel- bzw. Nischenlösungen. Sie funktionieren nur unter bestimmten geographischen Gegebenheiten. Für die Lösung der Energieprobleme kommt deshalb die entscheidende Rolle den Staaten zu und sie wird von ihnen de facto auch so wahrgenommen.

Es wird seit wenigen Jahrzehnten allgemein anerkannt, daß 1. der Energieverbrauch der Menschheit als Ganzes ständig – anscheinend unaufhaltsam – wächst, 2. die Gefahr wächst, daß die bisher genutzten primären Energiequellen in absehbarer Zeit erschöpft sein werden und 3. der gewaltige Energieverbrauch sich in absehbarer Zeit für die Menschen negativ auf die

natürliche Umwelt auswirken kann. Es muß etwas getan werden! Wer muß womit beginnen? Die Antwort darauf kann nur durch detaillierte Analyse der Fakten gefunden werden. Es genügt nicht zu sagen, daß der Energieverbrauch der Menschheit als Ganzes wächst. Wichtig ist die Differenzierung: Der Energieverbrauch der Industrieländer wächst, weil der Verbrauch pro Kopf der Bevölkerung bei etwa gleich bleibender Bevölkerungsstärke wächst. Dagegen wächst der Energieverbrauch der Entwicklungsländer schon bei etwa gleich bleibendem Pro-Kopf-Verbrauch, weil die Bevölkerungszahl zunimmt. Hinzu kommt, daß der Energieverbrauch der sog. Schwellenländer, insbesondere der beiden bevölkerungsreichsten Länder VR China und Indien, noch zusätzlich deshalb wächst, weil ihre Wirtschaft in jüngster Zeit rasant wächst. Die Ansprüche der Entwicklungsländer an die Energieressourcen der Welt wachsen relativ und absolut. Konflikte mit den Industrieländern sind absehbar. Es genügt nicht zu sagen, daß die bisher genutzten primären Energiequellen in absehbarer Zeit erschöpft sein werden und für die Menschheit neue primäre Energiequellen erschlossen werden müssen. Wichtig ist die Differenzierung: Vor allem in den Industrieländern sind die bisher genutzten Ressourcen bereits heute weitgehend erschöpft. Diese Länder sind schon seit längerem auf Energieimporte angewiesen, und diese kommen aus Entwicklungsländern. Verschärft wird die Situation dadurch, daß nur einige wenige Entwicklungsländer über so große Ressourcen verfügen, daß sie exportieren können. Und in den meisten dieser Exportländer sind die politischen Verhältnisse alles andere als stabil. Ebenso wichtig ist, daß innerhalb der Gruppe der Industrieländer die USA auch bezüglich der Energieproblematik eine absolut herausragende Position besitzen. Ihr Energieverbrauch ist seit mehreren Jahrzehnten sowohl absolut wie auch im Pro-Kopf-Verbrauch weit größer, als es die Energieressourcen innerhalb des eigenen Territoriums ermöglichen. Ihren Zugriff auf die Energieressourcen in anderen Ländern der Welt sichern sie aggressiv mit ökonomischen, finanziellen und militärischen Mitteln. Die USA besitzen das weltweit größte Potential zur Erkundung, Erschließung und Gewinnung der primären Energiequellen. Neue Akzente hat die Energieproblematik durch den Zerfall der Sowjetunion erhalten. Die ehemalige Sowjetunion hatte innerhalb ihres Territoriums einen bedeutenden Anteil an den bekannten primären Energieressourcen der Welt erkundet. Alle ihre Nachfolgestaaten, soweit sie etwas davon abbekommen haben, sind eifrig bemüht, sie auf dem Weltmarkt gewinnbringend zu veräußern, was bei den Industriestaaten, aber auch bei VR China und Indien, auf großes Interesse stößt und großes Engagement ausgelöst hat. Allerdings: die Energie muß erst einmal auf

den Weltmarkt gebracht werden. Bei Erdöl und Erdgas heißt das: Es müssen Rohrleitungen von den Fördergebieten zu den Verbraucherländern, zumindest zu den Häfen mit Zugang zu den Weltmeeren, gebaut werden.

Wichtig ist die Differenzierung zwischen den verschiedenen Klassen von primären Energiequellen nach ihrem Gebrauchswert. Die Kernenergie muß gesondert betrachtet werden. Den höchsten Gebrauchswert in der modernen Welt hat das Erdöl. Alle Länder sind deshalb am stärksten am Energieträger Erdöl interessiert. Die Auseinandersetzungen dazu sind am größten und werden weltweit geführt. Erdgas besitzt bisher vor allem regionale Bedeutung, da der Transport hauptsächlich über Rohrleitungen erfolgen muß. Eine Alternative mit wachsender Bedeutung ist die Verflüssigung, die auch den Transport in Tankern und Tankfahrzeugen ermöglicht. Kohle ist weltweit reichlich verfügbar, ihr Transport und ihr Einsatz sind bequem. Hinderlich ist ihr Image als Verursacher von Klimaänderungen. Kohle ist in vielen Entwicklungsländern, insbesondere in VR China und Indien, am besten verfügbar. Die kommerziellen erneuerbaren Energien spielen in den internationalen Auseinandersetzungen im Energiebereich bisher keine aktive Rolle, höchstens als Argument in den Diskussionen zum anthropogenen Klimawandel. Wasserkraft wird in einigen Ländern, auch Entwicklungsländern, in denen die notwendigen geographischen Voraussetzungen bestehen, zur Deckung des Strombedarfs intensiv genutzt.

Die gegenwärtige Energiediskussion wird wesentlich durch den Interessengegensatz zwischen den Industrieländern und den Entwicklungsländern, in denen der weitaus größte Teil der Menschheit lebt, bestimmt. Macht, Leistungskraft und Wohlstand der Industrieländer beruhen letztlich auf dem vielfach höheren Einsatz von Primärenergie, wobei der von ihnen betriebene Raubbau auf Kosten der Entwicklungsländer unbestreitbar ist. Zu dem Entwicklungsweg, den die Industrieländer gegangen sind und dem sie de facto auch heute noch folgen, gibt es bisher noch keine im volkswirtschaftlichen Maßstab praktisch erprobte Alternative. Die Entwicklungsländer, unter ihnen besonders die Schwellenländer, folgen deshalb auf ihrem Weg zur höheren Entwicklung dem historischen Weg der Industrieländer. Dabei ist zu erwarten, daß die Gefährdung der globalen Umwelt, die von den Industrieländern durch die von ihnen praktizierte Nutzung der Primärenergie eingeleitet wurde, durch die beschleunigte Entwicklung der Entwicklungsländer vergrößert wird. Ob die jetzt propagierte Strategie der nachhaltigen Entwicklung von allen Ländern akzeptiert und umgesetzt werden wird, muß abgewartet werden. Viel wird davon abhängen, daß die Industrieländer mit gutem Beispiel voran-

gehen und den praktischen Nachweis für eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung der ganzen Gesellschaft auf diesem Wege erbringen.

Energiepolitik ist letztlich auch Machtpolitik. Das wird für jedermann durch das Verhalten der USA erkennbar. Als einziger verbliebener Supermacht sind deren Interessen weltweit. In das Verhalten der USA werden alle anderen Industriestaaten einbezogen, ob sie wollen oder nicht. Allerdings muß jeder einzelne dieser Staaten auch seine eigenen Interessen verfolgen, die nicht zuletzt durch seine geographischen Gegebenheiten bestimmt werden. Die Bundesrepublik Deutschland muß im Rahmen der Europäischen Union handeln, entsprechend ihrer geographischen Lage – am Westrand von Eurasien, in der Nähe der Krisenregion von Nordafrika bis Zentralasien, in der sich der weitaus größte Teil der weltweiten Erdöl- und Ergasressourcen der Welt befindet. Die sich jedoch unter der militärischen Aufsicht durch die USA befindet. Zumindest arbeiten die USA intensiv daran, eine solche Aufsicht zu erringen. Es lohnt sich, die geopolitische Strategie der USA, insbesondere in Eurasien, und deren Verflechtung mit ihrer weltweit angelegten Energiepolitik eingehender zu betrachten.

Während die Nutzung der fossilen primären Energiequellen – und damit auch die relevanten internationalen Beziehungen – in hohem Maße von den geographischen Gegebenheiten des Landes bestimmt wird, ist eine solche Abhängigkeit bei der Nutzung der Kernenergie nicht sofort erkennbar. Die geringe Abhängigkeit machte es den Industriestaaten möglich, die von den OPEC-Staaten in den siebziger Jahren ausgelöste Energiekrise u.a. durch forcierte Nutzung der Kernenergie zu überwinden. Heute ist jeder Staat, der die wissenschaftlichen und technologischen Voraussetzungen besitzt bzw. sie sich beschaffen kann, in der Lage, im politisch gewollten Umfang Kernenergie für die zivile Nutzung zu erzeugen. Der internationale Vertrag über die Nichtweitergabe von Massenvernichtungswaffen, bei denen an erster Stelle die Kernwaffen stehen, ist dafür kein Hindernis. Die Behandlung des Irans zeigt jedoch, daß dieser Vertrag von den USA als ein solches Hindernis eingesetzt wird.

Die Thematik „Sichere Versorgung ... mit Energie und Energie-Rohstoffen“ erfordert wissenschaftliche Betrachtungen, die auch bei der Beschränkung des Themas auf Deutschland eine globale, zumindest überregionale Dimension haben. Dazu eine erste, mehr umwelt- und wirtschaftspolitische Begründung: Die Forderung nach einer Umstellung der Energiewirtschaft wird aus der Befürchtung abgeleitet, daß die heutige Art der Energiegewin-

nung und des Energieeinsatzes das globale Klima in irreversibler Weise verändert. Der Anteil Deutschlands an der Einwirkung auf das globale Klima dürfte nicht bedeutend sein, da Deutschland flächenmäßig relativ klein ist und anscheinend auch nicht an einer bezüglich des Einflusses auf das Klima kritischen Stelle der Erdoberfläche liegt. Forderungen aus Deutschland zur Umstellung der Energiewirtschaft weltweit, um das globale Klima nicht zu gefährden, sind folglich nur dann glaubhaft und wirksam, wenn Deutschland sich auch in diesen Fragen als untrennbarer Teil der internationalen Staatengemeinschaft versteht und engagiert. Es darf international keinesfalls der Eindruck entstehen, daß Deutschland dabei irgendwelche nationalen Interessen verfolgt. Ansonsten würde international die in Deutschland dazu geführte Diskussion als rein akademisch und ohne praktische Bedeutung betrachtet werden.

Wichtiger ist die praktische Begründung: Deutschland ist beim heutigen Stand des Energieeinsatzes in Wirtschaft und Gesellschaft lebensnotwendig auf den Import von primären Energieträgern angewiesen. Der Energiebedarf in Deutschland ist quantitativ und qualitativ wesentlich größer als er aus einheimischen Quellen gedeckt werden kann. Deshalb muß jede Diskussion zur Energieversorgung für Deutschland die Wahl von entsprechenden Lieferländern und deren wirtschaftliche und politische Interessen einbeziehen. Offensichtlich sind die Zahl und die geographische Verteilung der Lieferländer umso schwieriger zu bestimmen, je anspruchsvoller in quantitativer und qualitativer Hinsicht der Energiebedarf in Deutschland ist. Als Lieferländer kommen in erster Linie die Länder mit großen Energieressourcen in Frage, die unmittelbar benachbart sind, zumindest sollen sie nicht allzu weit entfernt sein. Von großer Bedeutung sind auch die Transitländer für die Anlieferung der Energierohstoffe. Die deutschen Interessen kollidieren mit den Interessen vieler anderer Länder, darunter mit denen der Weltmacht USA.

Nun auch die geopolitische Begründung: Wie bei allen Ländern hängen Leistungskraft, Wohlstand und Macht Deutschlands vom quantitativen und qualitativen Energieeinsatz ab. Deutschland ist eine Mittelmacht mit manchen globalen Ambitionen, deren Handlungsfreiheit jedoch in vielfacher Hinsicht, nicht zuletzt auch geopolitisch beschränkt ist. Um die Energiewirtschaft in Deutschland bei tendenzieller Reduzierung des Einsatzes von Kohle, Erdöl und Erdgas auf den Einsatz der erneuerbaren Energien unter Verzicht auf die Kernenergie umstellen zu können, müssen auch diese Fragen befriedigend beantwortet werden.

Zur Verbindung naturwissenschaftlich-technischer und sozialwissenschaftlicher Erkenntnisse als Grundlage für wissenschaftlich und nicht primär politisch begründete Entscheidungen

Entscheidungen, die perspektivische Lebensfragen der Menschheit betreffen, und um solche handelt es sich bei den Fragen perspektivischer Energiesicherung, sind immer politische Entscheidungen. Das Problem ist nicht, daß eine politische Entscheidung getroffen wird, sondern daß diese sich oft nicht bzw. zu wenig auf sichere wissenschaftliche Erkenntnisse stützt (häufig: stützen kann). Unser Anliegen besteht darin, politische Entscheidungen durch wissenschaftliche Erkenntnisse, Analysen und Argumente zu untermauern, so weit wie möglich zu objektivieren. Dabei sollten wir uns vor absoluten Urteilen hüten, wie: Auf das große Potenzial der Kernenergetik einschließlich Brüter- und Fusionstechnologien kann nicht verzichtet werden. Oder umgekehrt: In der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts muß die vollständige Ablösung des atomaren und fossilen Energieverbundsystems durch erneuerbare Energien erfolgen.

Um die Art und Weise und die bisherigen Ergebnisse der engeren Verbindung von sozialwissenschaftlichen mit naturwissenschaftlichen Argumenten zu charakterisieren, ist es notwendig, die in diesem Zusammenhang relevanten Beziehungen zwischen beiden Wissenschaftsgebieten etwas näher zu betrachten. Die beiden Gebiete haben im Zusammenhang mit der perspektivischen Versorgung der Menschheit mit Energie einen unterschiedlichen, spezifischen Gegenstand und argumentieren auch auf verschiedenen Ebenen. Die naturwissenschaftlich-technischen Disziplinen zeigen technisch mögliche Richtungen des Einsatzes von Primärenergie zur Energiegewinnung und der Bereitstellung verschiedener Formen von Gebrauchsenegie, deren Entwicklungs- und Effizienzpotenziale auf, während die sozialwissenschaftlichen (einschließlich der ökonomischen) Wissenschaften die verschiedenen Optionen bewerten und die ökonomischen, ökologischen und sozialen Konsequenzen – Technikfolgebewertung – aufzeigen sowie Aufgaben und Anforderungen an die weitere naturwissenschaftlich-technische Entwicklung begründen. Die Verbindung zwischen beiden erfolgt im Innovationsprozess, der Umsetzung technischer Prinzipien und ihrer breiten Anwendung. Die beiden Gebiete haben jedoch nicht nur unterschiedliche, spezifische Aufgaben und zu untersuchende Fragen zum Gegenstand, sondern müssen bei solchen Problemstellungen, die nur gemeinsam bearbeitet und gelöst werden können, zusammen wirken. Hierzu gehören insbesondere Einschätzungen zu ihren Ri-

siken, zu ihren Beiträgen für die Versorgungssicherheit und zu den Potenzialen der Erhöhung der Effizienz beim Einsatz und der Umwandlung bestimmter Energien sowie zur Erweiterung ihrer Nutzung. Die Unsicherheiten, Schwankungen in den prognostizierten Ergebnissen und Irrtumswahrscheinlichkeiten im Hinblick auf die zeitliche Realisierung grundsätzlich neuer technologischer Entwicklungen sowie des hierfür notwendigen Ressourceneinsatzes (z.B. zeitliche Realisierung des Hochtemperaturreaktors und des Fusionsreaktors, Entwicklung des Energiebedarfs insgesamt und nach größeren Weltregionen, Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz) erschweren eine komplexe gesellschaftliche und ökonomische Bewertung verschiedener technisch-technologischer Optionen. Die langfristige Energieentwicklung muß auf fundierten naturwissenschaftlich-technisch Erkenntnissen und darauf aufbauenden gesellschaftlichen, ökonomischen, sozialen und ökologischen Bewertungen beruhen. Diese setzen sich jedoch nicht spontan in eine optimale Energieentwicklung um. Hierzu bedarf es politischer Entscheidungen, insbesondere für eine langfristige Energiestrategie. Diese sind aus einem doppelten Grund notwendig: erstens weil aus den verschiedenen möglichst umfassend bewerteten Optionen die zu realisierenden Ziele und Aufgaben einer zukunftsorientierten, nachhaltigen und sicheren Energieversorgung – Erreichen der Klimaschutzziele, Veränderung der Energieträgerstruktur, Perspektive der Kernenergie, Erhöhung der Energieeffizienz, Stärkung der staatlichen Ressourcen für die Energieforschung, darunter für die erneuerbaren Energien – festgelegt werden müssen. Zweitens weil eine allein marktwirtschaftliche Regulierung das Erreichen der Ziele und Aufgaben der Energiestrategie verhindern wird. Hierfür ist eine stärkere gesellschaftliche Regulierung, der Einsatz staatlicher Instrumente, die ökonomische Förderung gewünschter und Benachteiligung unerwünschter Tendenzen einschließlich der Anwendung staatlicher Sanktionen notwendig.

Zur Ausarbeitung einer langfristigen Energiestrategie – Was können wir dazu sagen?

Bei den Studien zur Ausarbeitung einer langfristigen Energiestrategie gehen alle Bearbeiter selbstverständlich von der bestehenden Situation aus und von der Einschätzung, was im betrachteten Zeitraum möglich sein könnte. Und jeder hat eine Vision, was erstrebenswert ist. Es dürfte hilfreich sein, diese Umstände und ihre Konsequenzen für den praktischen Wert der entwickelten Strategien zu beschreiben.

In einer hoch entwickelten Gesellschaft gehört die Energiewirtschaft zu den grundlegenden Bereichen der Volkswirtschaft, die Vorleistungen für alle weiteren gesellschaftlichen Bereiche erbringt. Veränderungen ziehen Folgeänderungen in allen weiteren Bereichen nach sich. Änderungen in der Energiewirtschaft sind aufwendig, teuer und brauchen Zeit. Für grundlegende Veränderungen muß man Zeiträume von mindestens einem Jahrzehnt ansetzen, zumeist noch längere. Entscheidungen zu tief greifenden Veränderungen erfordern zudem die Zustimmung von großen gesellschaftlichen Bereichen, in denen viele Menschen tätig sind, die selbstverständlich ausgeprägte allgemeine und spezielle Interessen haben.

Am Anfang einer jeden langfristigen Energiestrategie muß ganz sicher die Forderung stehen, daß generell und überall mit dem natürlichen Energieangebot so rationell und effizient wie möglich umgegangen werden muß. Am effektivsten läßt sich in der modernen Gesellschaft diese Forderung mit ökonomischen Anreizsystemen durchsetzen. Gefragt sind hier vor allem die technischen und ökonomischen Wissenschaften aller Art. In unserem Arbeitskreis werden wir dazu wohl kaum mehr sagen können.

In der Gegenwart kann man wegen der vielfältigen überregionalen, sogar globalen Verflechtungen nicht mehr hoffen, eine Energiestrategie, die für einen längeren Zeitraum gelten soll, für ein Land isoliert von allen anderen Ländern ausarbeiten zu können. Jedes Land bildet für sich ein offenes System. Allein die Erde kann als geschlossenes System betrachtet werden. Die energetischen Einflüsse durch die Sonne sind ausreichend gut bekannt. Die entsprechenden Modelle sind allerdings nur sehr allgemein (pauschal, global). Entsprechend kann man auch keine detaillierten Aussagen erwarten. Die Trends sollten wir aber erkennen können. Die Trends können und müssen wir dann als Randbedingungen für strategische Betrachtungen für die einzelnen Länder und Regionen beachten. Je weiter die Strategie in die Zukunft reichen soll, umso notwendiger ist es, die weltweiten Verflechtungen und die globalen Gesetzmäßigkeiten zu beachten. Im Arbeitskreis könnten wir dazu beitragen, diese Problematik herauszuarbeiten.

Weltweit zu behandeln ist offensichtlich die vermutete Einwirkung des CO₂-Ausstoßes beim Umgang mit den fossilen Energieträgern auf die Entwicklung des globalen Klimas. Bisher unklar geblieben ist zum Beispiel aus allen diesen Modelluntersuchungen, wie sich die vermutete Einwirkung des CO₂-Ausstoßes in den verschiedenen Regionen auswirken wird (als Anstieg des Meeresspiegels, Häufung von extremen Wettererscheinungen oder ähnliches). Dennoch steht außer Frage, daß es Risiken gibt, die gefährlich sein können, und der CO₂-Ausstoß deshalb generell reduziert werden muß. Damit

muß sofort begonnen werden, und es muß soviel wie möglich getan werden. Im Arbeitskreis haben wir diesen Komplex ausgiebig behandelt.

Niemand kann mehr bestreiten, daß die Weltressourcen an fossilen Energieträgern, besonders an denen mit den günstigsten Gebrauchseigenschaften: Erdöl, in absehbarer Zeit erschöpft sein werden. Wann das endgültig der Fall sein wird, kann niemand exakt sagen. Ein Jahrhundert werden die Ressourcen aber kaum noch ausreichen. Der Ersatz muß vorbereitet werden, je früher und effektiver umso besser. In erster Linie sind dabei die hoch entwickelten Länder gefordert, die ihren Wohlstand diesen Ressourcen verdanken und sie bisher am ausgiebigsten genutzt haben und nutzen. Sie werden es nicht verhindern können, daß die Entwicklungsländer diese „schönen Dinge“ ebenfalls ausgiebig nutzen wollen, wodurch die Forderung nach dem Ersatz noch verstärkt wird.

Die praktische Vernunft sagt, daß jedes Land wahrscheinlich nur noch eine Generation lang Zeit hat, einen unter seinen spezifischen Bedingungen quantitativ und qualitativ ausreichenden Ersatz zu finden, d.h. die entsprechenden, möglichst zukunftsfähigen Energietechnologien zu finden und zu erproben. In allen Diskussionen darüber, welche anderen Energietechnologien die Technologien auf der Basis der fossilen Energieträger eventuell ergänzen oder ersetzen könnten, werden heute drei Kategorien genannt:

- a. die nichtkonventionellen fossilen Energieträger,
- b. die modernen erneuerbaren Energien,
- c. die Kernenergie.

Von den relevanten Untersuchungen müssen drei grundsätzliche Fragen beantwortet werden:

- a. Ist das Potential der Technologie quantitativ ausreichend, um den Energiebedarf der Menschheit, eventuell auch nur des betreffenden Landes, zu decken?
- b. Können die Risiken der Technologie ausreichend beherrscht werden?
- c. Ist die Technologie zukunftsfähig?

Anscheinend können die erforderlichen Untersuchungen nicht im wünschenswertem Maße wissenschaftlich objektiv geführt werden. Unübersehbar ist, daß die Auftraggeber nur Ausarbeitungen bezahlen und bekannt machen, die ihren Interessen entsprechen. Dabei können auch die Interessenlagen in der Wissenschaft nicht ausgeschlossen werden. Am schwierigsten dürfte die Untersuchung der Frage sein, ob eine Technologie als zukunftsfähig angesehen werden kann. Dabei werden die eingangs erwähnten Visionen eine große Rolle spielen, und das müßten wir so wohl auch explizit sagen.

Anhang 1

Energieversorgung – einige aussagekräftige Eckdaten

Beziehung zwischen Wirtschaftskraft (Entwicklungsstand) und Primärenergieverbrauch

Am Anfang des 21. Jahrhunderts gilt für die hoch- und höher entwickelten Länder (USA, Kanada, Europäische Union, ehemalige Sowjetunion, Türkei, Israel, Japan, Australien, Neuseeland, Südafrika):

Einwohnerzahl	$1,5 \cdot 10^9$
PEB pro Kopf	$50 \cdot 10^3 \text{ kWh a}^{-1}$
BSP pro Kopf	$15 \cdot 10^3 \text{ US\$ a}^{-1}$

und für die wenig entwickelten Länder (Mittel- und Südamerika, Afrika (ohne Südafrika), Asien (ohne Japan und Westasien), Ozeanien (ohne Australien und Neuseeland)):

Einwohnerzahl	$4,5 \cdot 10^9$
PEB pro Kopf	$7 \cdot 10^3 \text{ kWh a}^{-1}$
BSP pro Kopf	$1 \cdot 10^3 \text{ US\$ a}^{-1}$.

Es besteht für die ganze Welt in den letzten Jahrzehnten eine ausgeprägte lineare Korrelation zwischen dem Bruttonozialprodukt pro Kopf (BSP, $\text{US\$ a}^{-1}$) und dem Primärenergiebedarf pro Kopf (PEB, 10^3 kWh a^{-1})

$$\text{BSP} = c^{(W)} \cdot \text{PEB}$$

mit der Energiekennziffer $c^{(W)} = 0,14 \text{ US\$ kWh}^{-1}$. Die Energiekennziffer $c^{(W)}$ der wenig entwickelten Länder hat heute immer noch den gleichen Wert, wie er für die ganze Welt im Jahr 1970 (vor der globalen Energiekrise) galt, in den hoch- und höher entwickelten Ländern ist die Energiekennziffer dagegen etwa um einen Faktor 2 gestiegen.

Primärenergieverbrauch zu Beginn des 21. Jahrhunderts

Weltweit hat der Primärenergieverbrauch in den letzten drei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts um ca. 70 % zugenommen.

Anteil der Energieträger an der Primärenergieversorgung weltweit:

Erdöl	34,8 %	
Kohle	23,5 %	
Erdgas	21,1 %	
Kernenergie	6,8 %	
Erneuerbare Energie	13,8%	
davon: brennbare EE und Abfälle		11,0 %
Wasserkraft		2,3 %
andere		0,5 %
davon: geothermische Energie		0,442 %
Sonnenergie		0,039 %
Windenergie		0,026 %
Gezeitenenergie		0,004 %

Anteil der Weltregionen am Primärenergieverbrauch:

Nordamerika	29 %
Austral-Asien	28 %
Europa	21 %
GUS	10 %
Süd- und Mittelamerika	5 %
Naher Osten	4 %
Afrika	3 %

Verbrauch von Endenergie

Der Primärenergiebedarf ist im Mittel um etwa einen Faktor 1,4 größer als der Bedarf an Endenergie. Etwa 20 % der Endenergie werden im globalen Mittel in Form von elektrischer Energie geliefert, der Rest besteht zum größten Teil aus chemischer Energie.

Energie wird als Endenergie in verschiedenen Sektoren für verschiedene Aufgaben benötigt. Den größten Bedarf an Endenergie haben die Sektoren

Industrie, Verkehr, private Haushalte, Kleinverbraucher.

(Unter Kleinverbrauchern versteht man i. A. die Einrichtungen, die eine ähnliche Form des Energiebedarfs haben wie die privaten Haushalte. Dazu gehören Gebäude der öffentlichen Verwaltung, Krankenhäuser, Gastronomiebetriebe, Krankenhäuser usw.)

Der relative Anteil dieser vier Sektoren beträgt

in den hoch- und höherentwickelten Ländern

30 % 30 % 30 % 10 %,

in den wenig entwickelten Ländern (bedingt durch den geringeren Lebensstandard)

40 % 20 % 20 % 20 %.

Mit der Endenergie werden in den hoch- und höher entwickelten Ländern in jedem dieser Sektoren anteilig die folgenden Aufgaben bewältigt:

	Bewegung	Raumwärme	Prozesswärme	Beleuchtung und Information
(Anteil der Elektroenergie)	(36%)	(33%)	(31%)	(0,5%)
Industrie	30%	6% (1%)	3 % (1 %)	21 % (5 %)
Verkehr	30%	30 % (7 %)		
Priv. Haushalte	30%	25 % (5 %)		
Kleinverbraucher	10%			

Bei der Raumwärme sind die Temperaturen kleiner als die Körpertemperatur, bei der Prozesswärme höher. Der Anteil der Endenergie, die für Beleuchtung und Information benötigt wird, ist so gering, daß er bei Diskussionen über die Entwicklung der Weltenergieversorgung nicht berücksichtigt werden muß.

Anteil der Energieträger an Erzeugung von Elektroenergie im Jahre 2000 weltweit:

Kohle	39 %
Kernenergie	17 %
Erdgas	17 %
Erdöl	8 %
Erneuerbare Energien	19 %
Davon: Wasserkraft	17 %
Brennbare EE und Abfälle	1 %
Andere	1 %

*Förderung, Reserven und Ressourcen der nicht-erneuerbaren Energierohstoffe im Jahre 2001**(Quelle: BGR 2002)*

Förderung – insgesamt 334 EJ	
davon: Erdöl	44,0 %
Hartkohle	24,5 %
Erdgas	24,0 %
Uran	4,6 %
Weichbraunkohle	2,8 %
Reserven – insgesamt 35.477 EJ	
davon: Hartkohle	49,8 %
konventionelles Erdöl	17,9 %
konventionelles Erdgas	14,4 %
nicht-konvent. Erdöl	7,8 %
Thorium	2,6 %
Uran	1,8 %
nicht-konvent. Erdgas	0,2 %
Ressourcen – insgesamt 194.051 EJ	
davon: Hartkohle	53,5 %
nicht-konvent. Erdgas	25,1 %
Weichbraunkohle	6,3 %
nicht-konvent. Erdöl	5,4 %
Uran	3,7 %
konventionelles Erdgas	3,5 %
Thorium	0,6 %

Regionale Betrachtung der nicht-erneuerbaren Energierohstoffe im Jahre 2001

(Quelle: BGR 2002)

Verbrauch nicht-erneuerbarer Energierohstoffe (EJ)

Region	Erdöl	Erdgas	Kohle	Uran	Gesamt	Anteil
Europa	32	16	14	10	72	20,7%
GUS	7	18	8	2	35	10,0%
Afrika	5	2	4	0	11	3,1%
Naher Osten	9	6	0	0	15	4,4%
Austral-Asien	41	10	43	5	98	28,3%
Nordamerika	45	25	25	8	102	29,6%
Lateinamerika	9	3	1	0	13	3,8%
Welt insgesamt	147	80	94	25	346	100,0%

Anteil spezieller Staatengruppen:

OECD	91	57	46	22	217	62,6%
EU-15	26	17	9	8	61	17,5%
OPEC	11	11	1	0	23	6,7%

Förderung nicht-erneuerbarer Energierohstoffe (EJ)

Region	Erdöl	Erdgas	Hart- kohle	Weich- braun- kohle	Uran	Gesamt	Anteil
Europa	14	10	4	5	0	32	9,7%
GUS	17	23	8	1	3	53	15,8%
Afrika	16	4	5	0	2	27	8,1%
Naher Osten	45	7	0	0	0	52	15,5%
Austral-Asien	16	9	41	2	4	71	21,3%
Nordamerika	27	24	23	2	6	81	24,3%
Lateinamerika	13	3	1	0	0	18	5,3%
Welt insgesamt	147	80	82	9	15	335	100,0%

Anteil spezieller Staatengruppen:

OECD	43	35	33	10	9	130	38,8%
EU-15	7	7	2	2	0	18	5,4%
OPEC	61	12	2	0	0	75	22,5%

Reserven nicht-erneuerbarer Energierohstoffe (EJ)

Region Gesamt	Erdöl		Erdgas		Kohle		Uran	Thorium	
	konv.	nicht-konv.	konv.	nicht-konv.	Hart-kohle	Weichbraunk.			
Europa	139	42	213	6	4.054	569	4	252	2.276
GUS	629	397	1.787	3	4.460	144	146		7.567
Afrika	470	24	375		917	0	78	21	1.881
Naher Osten	3.961	418	1.869		5				6.254
Austral-Asien	252	126	393	3	5.552	719	268	270	7.584
Nordamerika	354	1.297	240	48	5.198	522	133	108	7.900
Lateinamerika	546	460	224		480	0	18	255	1.984
Welt insgesamt	6.354	2.761	5.105	60	17.666	1.954	644	905	35.447
Anteil spezieller Staatengruppen:									
OECD	507	1.736	542	53	8.014	1.456	398	498	13.204
EU-15	59	43	144	3	750	398	12	0	1.378
OPEC	4.741	837	2.326	3	108	38			8.053

Ressourcen nicht-erneuerbarer Energierohstoffe (EJ)

Region Gesamt	Erdöl		Erdgas		Kohle		Uran	Tho- rium	Gesamt
	konv.	nicht-konv.	konv.	nicht-konv.	Hart-kohle	Weichbraunk.			
Europa	152	84	226	1.869	11.963	1.779	259	293	16.625
GUS	890	1.255	3.048	6.073	45.359	3.533	1.304		61.463
Afrika	434	251	355	2.764	5.049	3	859	176	9.891
Naher Osten	904	502	1.350	3.649	30	28	5		6.469
Austral-Asien	268	962	720	8.012	22.214	1.893	2.930	59	37.057
Nordamerika	573	5.523	866	5.851	18.292	4.895	1.372	176	37.548
Lateinamerika	304	1.883	313	4.560	978	92	526	293	8.948
Welt insgesamt	3.525	10.460	6.879	32.779	103.884	12.224	7.256	996	178.002
Anteil spezieller Staatengruppen:									
OECD	759	5.858	1.143	10.059	35.800	1.422	3.040	469	58.549
EU-15	62	42	98	1.174	8.976	976	184		11.513
OPEC	1.209	2.092	1.669	5.524	357	202	74		11.125

*Struktur des Energieverbrauchs in Deutschland zu Beginn des 21. Jahrhunderts
(Quelle: AG Energiebilanzen)*

Primärenergieverbrauch 2004 (in Mill. T SKE):

Energieträger		Anteile in %
Mineralöle	179,4	36,4
Erdgas	110,4	22,4
Steinkohlen	66,2	13,5
Braunkohlen	56,2	11,4
Kernenergie	62,2	12,6
Wasser- und Windkraft	5,6	1,2
Außenhandelsaldo Strom	- 0,8	- 0,2
Sonstige	13,4	2,7
Insgesamt	492,6	100,0

Struktur des Energieverbrauches nach Sektoren 2000 (in Mill. T SKE):

		Anteile in %
Primärenergieverbrauch	490,0	
Verbrauch und Verluste im Energiesektor	138,3	28,2
nichtenergetischer Verbrauch	37,4	7,6
Endenergieverbrauch insgesamt	314,3	64,1
davon: Verkehr	93,8	19,1
Industrie	82,3	16,8
Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	138,2	30,1

Anhang 2

Projekt-Aufgabe „Sichere Versorgung der Menschheit mit Energie und Rohstoffen“ – Sammlung der berücksichtigten und von weiterführenden Publikationen

Die Sammlung ist nur grob geordnet. Sie enthält nur einige der Publikationen, die von den Autoren der Vorträge in den Workshops verwendet wurden und dort bereits zitiert wurden.

Die in der Sammlung aufgeführten Publikationen sind zum großen Teil allgemein verständlich. Soweit die Quellenangabe unvollständig ist, ist der Artikel im Internet zu finden.

Am Ende der Sammlung werden relevante Suchbegriffe genannt, zu denen im Internet in Wikipedia, der freien Enzyklopädie, ausführliche Darstellungen mit weiterführenden Links zu finden sind. Die Artikel werden laufend aktualisiert. Die Adresse von Wikipedia lautet: <http://de.wikipedia.org/wiki/>

Klimawandel und Energie

1. Was der Klimawandel kostet. 10. UN-Klimaschutzkonferenz. Berliner Zeitung, 15.12.2004
2. Claudia Kemfert: Die ökonomischen Kosten des Klimawandels. Wochenbericht des DIW Berlin 42/04
3. Umwelt – Acht Jahre sind vergangen, seit im japanischen Kyoto das internationale Klimaschutzabkommen unterzeichnet wurde. Heute tritt es in Kraft. Berliner Zeitung, 16.02.2005
4. Auswärtiges Amt: Klimaschutz. Stand Februar 2005
5. Das Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen
6. Das Kyoto-Protokoll hält Klimawandel nicht auf. Die Welt, 16.02.2005
7. BMU: Klimaschutz Aktuell, Info zum Thema. 16.02.2005: H. Graßl: Warum die Klima-Skeptiker Unrecht haben
8. ICSU: A Framework for the International Polar Year 2007-2008. November 2004
9. Deutsche Kommission für das Internationale Polarjahr 2007/08: Der deutsche Beitrag zum Internationalen Polarjahr 2007/08. Eine Vision für Forschung und innovative Technologien. 08.12.2004
10. Richard B. Alley: Das sprunghafte Klima. Spektrum der Wissenschaft, März 2005, S. 42 ff
11. Verdienste um den Klimaschutz. Das Kyoto-Protokoll fördert die Reduktion von Treibhausgasen. Einige Projekte sind erstaunlich lukrativ. Berliner Zeitung, 21.07.2005
12. Stefan Rahmstorf: Klimadebatte. Das ungeliebte Weder-noch. Die Zeit,

- 10.02.2005, Nr. 7, www.zeit.de
13. Marcel Crok: Risse im Klima-Konsens. *Technology Review* Nr. 3/2005. www.heise.de/tr/artikel/56529
 14. R. Glaser, Ch. Beck, H. Stangl: Zur Temperatur- und Hochwasserentwicklung der letzten 1000 Jahre in Deutschland. Klimastatusbericht 2003, DWD. www.geographie.uni-freiburg.de/Publikationen/GlaserBeckStrangl2004/TemperaturUndHochwasserentwicklung
 15. Stefan Militzer: Klima, Umwelt, Mensch (1500-18000): Studien und Quellen zur Bedeutung von Klima und Witterung in der vorindustriellen Gesellschaft. <http://mitglied.lycos.de/mili04/>
 16. Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet e.V. (ZUM): Wissenschaftliche Fakten zur Atmosphäre, Strahlung, CO₂, Wetter, Klima, Thermodynamik. Global Warming früher. www.zum.de/Faecher/Materialien/beck/13/bs13-73.htm
 17. Jörg F. Negendank: Klima im Wandel: Die Geschichte des Klimas aus geobiowissenschaftlichen Archiven. www.gfz-potsdam.de/bib/pub/Schule/neg_kiw_0209.pdf
 18. KIHZ – Natürliche Klimavariationen in Historischen Zeiten bis 10.000 Jahren vor heute. Sommerschule September 2001: Holozäne Klimavariabilität: Synthese von Proxydaten und Klimamodellen. www.gfz-potsdam.de/pb3/pb33/kihzhome/kih06/summerschool
 19. AWI: Paleoklimadynamik – Konzept: Regionale und globale Klimaänderungen auf Paläozeitskalen. www.awi-bremerhaven.de/Modelling/Paleo/Konzept.html
 20. EGBs E-Learning: Umweltbelastung und Umweltschutz. Informationen aus der Vergangenheit – Eisbohrkerne und andere Proxydaten. www.biokurs.de/Skripten/bs11-32.htm
 21. Ottmar Edenhofer: Globales Umweltmanagement angesichts des Klimawandels. www.pik-potsdam.de/~edenhof/stdzfinal.pdf

Energetik - Allgemein

1. K. Viemann: Die Energieträger der Welt: Vorkommen, Reichweite, Ressourcenverteilung und weltpolitische Auswirkungen. Studienarbeit TU Braunschweig, Juli 2003
2. R. Klingholz (Berlin-Institut): Energie. Ca. 2002
3. Misereor, Das Hilfswerk: Energie ist knapp. 2005
4. Was kommt nach dem Öl? Die Energien der Zukunft. National Geographic Deutschland, August 2005, S. 40 ff
5. Bundesverband WindEnergie e.V. BWE, Hintergrundinformation: Externe Kosten. Die vergessenen Kosten der Energieversorgung. www.wind-energie.de
6. Dietrich Pelte: Die Zukunft unserer Energieversorgung. Physikalische Grundlagen und Folgerungen. SS 2002. <http://energie1.physik.uni-heidelberg.de/vrslg/>

Energie-Bilanzen

1. World Energy Council. Survey of Energy Resources 2001. Overview

2. AG Energiebilanzen: Primärenergieverbrauch in Deutschland 2004 auf Vorjahresniveau
3. AGEb, AG Energiebilanzen: Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland
4. BP Global: Record Demand drove Energy Markets in 2004. Press Release 14.06.2005
5. BP Statistical Review of World Energy: 2003 in Review,
6. BP 2004 Statistical Review of World Energy
7. EUROSTAT: Energieverbrauch 2002 im Ländervergleich
8. K. Siekermann (HAW Hamburg): Welt-Energieverbrauch pro Kopf und Jahr. 23.06.05
9. Energie, Statistiken. www.erdkunde-wissen.de, 21.09.05
10. BWE Hintergrundinformation: Endliche Rohstoffe. www.wind-energie.de

Kohle

1. DEBRIV Bundesverband Braunkohle: Braunkohle in Deutschland 2005 – Profil eines Industriezweiges (15.05.05)
2. GVSt Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus: Steinkohle 2004. Sichere Energie wichtiger denn je. Oktober 2004
3. W. Clement, Rede, 21.04.2005 zur Eröffnung der Veranstaltung „Energimix der Zukunft“.
4. F. May, J.P. Gerling, P. Krull (BGR): Underground Storage of CO₂. Ca. 2002
5. RAG und STEAG: Energien für das neue Jahrtausend. Studie 2002

Erdöl, Erdgas

1. Learn-Line, Agenda 21: Erdöl, Erdgas: Daten, Statistiken, Infografiken. 30.05.05
2. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung: Erdöl- und Erdgasreserven in der Bundesrepublik Deutschland am 1. Januar 2005
3. P. Kehrer (BGR): Das Erdöl im 21. Jahrhundert – Mangel oder Überfluß. Vortrag 10.03.2000
4. H. Rempel (BGR): Geht die Kohlenwasserstoff-Ära zu Ende? Vortrag 23.05.2000
5. Deutsche Energie-Agentur, 2. Mobilitätsdiskurs „Schritte zu einer postfossilen Mobilitätskultur“, 27.04.2005: J. Schindler: Das Ende des billigen Erdöls / E. Kuhla, Berichterstatter 1. Teil: Das Ende des billigen Erdöls: Worauf haben wir uns einzustellen? / Voigt: Entwicklung des Verkehrsaufkommens: Weltweite Prognosen
6. Kampf ums Erdöl. Die Suche nach dem letzten Tropfen. Süddeutsche Zeitung, Wissen. 01/2005, S. 52 ff
7. Gas aus dem langen Lindwurm. Ingenieure wagen sich in die Tiefsee und erschließen das Gasfeld Ormen Lange vor der Küste Norwegens. Berliner Zeitung, 25.05.2004
8. Vorbei an Feindesland. Die neue Pipeline von Baku nach Ceyhan versorgt Europa

- und die USA mit Öl vom Kaspischen Meer. Berliner Zeitung 24.05.2005
9. Erdöl und Erdgas im Iran. Commodity Top News Nr. 23. BGR 2005
 10. Erdöl und Erdgas im Irak. Commodity Top News Nr. 18. BGR 2003
 11. Erdöl/Erdgas Materialien. Terra-Alexander-Datenbank.
www.klett-verlag.de 13.07.05
 12. Ein zweiter Golf? Mittelasiens Öl- und Gaspotential. PGM 5/2003.
www.klett-verlag.de
 13. Erdölreserven am Arabischen Golf. Terra-Alexander-Datenbank. 2003.
www.klett-verlag.de
 14. Erdöl und Erdgas aus deutschen Quellen. www.erdoel-erdgas.de
 15. Die Nordsee im Öl. Greenpeace. <http://webplaza.pt.lu>
 16. Carmen Junghanns: Die Erdöl- und Erdgaslagerstätten der Nordsee. 2000.
www.geo.tu-freiberg.de
 17. Infoblatt Alternativen zum Erdöl. Terra-Alexander-Datenbank. 2004.
www.klett-verlag.de
 18. Infoblatt Transportwege des Erdöls. Terra-Alexander-Datenbank. 2004.
www.klett-verlag.de
 19. Erdöl-Lagerstätten. Terra-Alexander-Datenbank. www.klett-verlag.de 13.07.05
 20. Entstehung von Erdöl. Terra-Alexander-Datenbank. 2003. www.klett-verlag.de
 21. Kazakhstan International Oil and Gas Exhibition and Conference (KIOGE), Almaty, Kazakhstan, 2005. www.bisnis.doc.gov
 22. Moscow International Oil and Gas Exhibition and Conference (MIOGE) 2005.
www.mioge.ru
 23. Caspian Oil and Gas Exhibiton and Conference, Baku, Azerbaijan, 2005.
www.caspianoilgas.co.uk
 24. Petroleum Economist. www.petroleum-economist.com
 25. 18th World Petroleum Congress, 25-29 September 2005, Johannesburg, RSA.
www.18wpc.com
 26. Neftegaz. www.neftegaz.ru

Kernenergie

1. Bundesamt für Strahlenschutz: Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland. Übersicht Stand 15.11.2003
2. Energie-Fakten: Wir über uns (Initiative). 30.05.05
3. Energie-Fakten: 30.05.05
4. FAQs zur Entsorgung radioaktiver Abfälle. Ist eine langfristig sichere Endlagerung radioaktiver Abfälle in Gesteinen der Erdkruste möglich?
5. F. Umbach: Nuclear Energy Issues: Global Dimensions and Security Challenges. Im Symposium „Nuclear Issues in the Post-September 11 Era. March 2003“
6. IPPNW/EUROSOLAR: Fakten zur Atomenergie. Hintergrundinformationen. Info 09.09.2004
7. E. Melzer: Nukleare Waffen und Kernenergie – das wirkliche Risiko. 23.03.2001

8. N. Gottschalk, C. Hubig, N. Mazous (Uni Stuttgart): Untersuchung zur Nachhaltigkeit der Kernenergie. Studie 31.05.2002
9. INRA (Europe) for European Commission, DG Energy and Transport: European and Radioactive Waste. Report, 19.04.2002
10. Auswärtiges Amt: IAE0 (Internationale Atomenergie-Organisation) Stand Juni 2004
11. Agenda 21, Lexikon: IAE0 (Internationale Atomenergie-Organisation) / IAEA (International Atomic Energy Agency). 19.06.05
12. Anti-Atom-Lexikon: Länderübersicht – Anzahl der AKW (2001). 19.06.05
13. International Atomic Energy Agency: Latest News and Announcements. 19.06.05
14. IAEA: Nuclear Safety and Security. 19.06.05
15. IAEA: The Promise of Underground Geological Repositories. Staff Report 23.01.2003
16. IAEA: Country Waste Profile Reports for Reporting Year 2000. Country Germany
17. ITAS-News 14.01.05 (Technikfolgenabschätzung Theorie und Praxis 13 (Dez. 2004), Nr. 13): Konferenzbericht – Technik in einer fragilen Welt
18. EU-Projekt – The Institutionalisation of Ethics in Science Policy
19. ITAS-Workshop zur Endlagerung nuklearer Abfälle in Deutschland
20. ITAS-Tagung „Nachwachsende Rohstoffe – Forschungsprojekte für den Ländlichen Raum“
21. International Energy Agency (IEA). An Overview. Home 28.06.05
22. OECD, Nuclear Energy Agency (NEA): Society and Nuclear Agency: Towards a Better Understanding. Report 2002
23. OECD, NEA: The Strategic Plan of the Nuclear Energy Agency 2005-2009
24. Ein heißes Geschäft: In Karlsruhe lagern seit Jahren 70 Tonnen Atommüll. Das strahlende Material soll jetzt in Glas eingeschmolzen werden. Berliner Zeitung, 19.07.2005
25. Nuclear energy – The benefits of an unpopular sector. RTDinfo, Nr. 40, February 2004
26. Nuclear energy – There are risks and risks. RTDinfo, Nr. 40, February 2004
27. Nuclear energy – Waste management: a crucial matter. RTDinfo, Nr. 40, February 2004
28. Eberhard Wagner: Wie ist der Stand beim Ausstieg aus der Kernenergie in Schweden? www.energie-fakten.de
29. David Gugerli: Kernenergienutzung – ein nachhaltiger Irrtum der Geschichte? Nova Acta Leopoldina NF 91, Nr. 339, 331-342 (2004)

Erneuerbare Energien

1. BMU: Entwicklung der erneuerbaren Energien – Aktueller Sachstand – Stand November 2004
2. T. Promny: Hausarbeit Alternative Energien. Ca. 2003
3. Bundesverband WindEnergie e.V.: BWE Marktübersicht 2005, www.wind-energie.de

4. BWE Hintergrundinformation: Datenblatt Windenergie in Deutschland. Zuletzt aktualisiert: 13.04.2005. www.wind-energie.de
5. DENA: Deutsche Energie-Agentur startet energiewirtschaftliche Studie zur Integration von Windkraftwerken in das Verbundsystem. Hintergrundpapier zur Pressekonzferenz der DENA am 08.09.2003
6. Windkraft schwächt Energieversorgung. Studie der Deutschen Energie-Agentur. Berliner Zeitung, 10.01.2005
7. Zwischen Sturm und Flaute. Alternative Energie – Könnte die Windkraft Europas Hochspannungsleitungen lahm legen? Berliner Zeitung, 11.01.2005
8. Deutsche Energie-Agentur: Netzstudie. (Ankündigung) 14.01.05
9. P. Pentschew, M. Kuntz (Uni Rostock): Untersuchungen zur Umwandlung der Meereswellenenergie in elektrische Energie mit Hilfe von Piezoelementen. Ca. 1998
10. Sonnenstrom statt Frankenwein: In der Nähe von Würzburg entsteht das größte Solarkraftwerk der Welt. Berliner Zeitung 10.05.2005
11. Blumenthal, Gert (Herausgeber): Solarzeitalter – Vision und Realität. Konferenzband einer Tagung vom 11. bis 13. September 2003 auf Schloß Augustusburg. Abhandlungen der Leibniz-Sozietät, Band 13, trafo verlag 2004
12. Bescheidener Anfang. Heute geht das erste deutsche Erdwärmekraftwerk ans Netz bei Neustadt-Glewe. Berliner Zeitung, 12.11.2003
13. Das deutsche Ausbaupotential Erneuerbarer Energien im Stromsektor. EUROSOLAR-Studie über die Möglichkeiten eines Verzichts auf neue konventionelle Großkraftwerke. Version 21.12.2004, Aachen
14. DLR: Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region. Executive Summary, Stuttgart 16.04.2005
15. Misereor, Das Hilfswerk: Energie aus Wasser und Wind. 2005
16. Irm Pontenagel: Keine Alternative. Allein die Erneuerbaren Energien haben eine Zukunft. Eurosolar.org, 01.06.05
17. Die primäre Energiewirtschaft wird wieder primär. Antwort auf die fossile Energiekrise. 7. Eurosolar-Konferenz, 17.-18.02.2005
18. Ludwig Lindner: Wie sind die Aussichten einer solaren Wasserstoffwirtschaft? www.energie-fakten.de
19. Photovoltaik. www.energieinfo.de/eglossar/
20. Photovoltaisches Kraftwerk. www.energieinfo.de/eglossar
21. Performance von Photovoltaik-Anlagen. www.bine.info/meta/
22. Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft e.V. (UVS): Hintergrundinformationen. www.solarwirtschaft.de
23. UVS: Solarenergie für Deutschland. www.solarbusiness.de
24. Energie-evolution.de: Nachhaltige Energieversorgung mit regenerativen Technologien. Startseite. Die Seite zur Energiewende. www.energie-evolution.de
25. Energie-Evolution: Die Energiewende. www.energie-evolution.de/wende/wende.htm

26. Energie-Evolution: Konventionelle Energieerzeugung.
www.energie-evolution.de/konventionell/konventionell.htm
27. Energie-Evolution: Wasserkraft. www.energie-evolution.de/wasser/wasser.htm

Energie-Effizienz

1. Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Grünbuch über Energieeffizienz oder Weniger ist mehr.
2. European Commission, DG for Energy and Transport: Intelligent Energy – Europe. EIE is the Community's support programme for non-technological actions in the field of energy efficiency and renewable energy sources. Overview 29.06.2005

Energieforschung

1. Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur Energieforschung. 04.01.1999
2. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen WBGU: Jahresgutachten 1996. Welt im Wandel – Herausforderung für die deutsche Wissenschaft. Zusammenfassung für Entscheidungsträger
3. Rat für Nachhaltige Entwicklung: Effizienz und Energieforschung als Bausteine einer konsistenten Energiepolitik. Endfassung vom 11.10.2004
4. Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Forschungsvorhaben im Auftrage des BMU. Kurzfassung, Februar 2004
5. Konzept der Energieforschung der Schweiz 2004 bis 2007. Zusammenfassung
6. BMWA: Innovation und neue Energietechnologien. Das 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. 1. Juni 2005-07-05
7. Schwerpunkt Wasserstoff. Energie für die Zukunft. Viel zu teuer oder die beste Wahl? (mit weiterführenden web-links). Spektrum der Wissenschaft, Juni 2005, S.86 ff
8. BMU: Förderkonzept „Photovoltaik Forschung 2004-2008“, Stand: Juni 2004

Meinungsumfragen zur Zukunftsenergie

1. Das Orakel hat geschrieben ... und gibt Empfehlungen für die künftige europäische Energieversorgung ab. Berliner Zeitung, 26.11.2004
2. EurEnDel. Technology and Social Visions for Europe's Energy Future – A Europe-wide Delphi Study. Version 1.2, July 2004, Summary Report, November 2004

Energiepolitik

1. K. Töpfer: Rede zur Konferenz „Energie für morgen. Vom Öl zum solaren Wasserstoff“. 01.03.2002
2. M. Deshaies (Geograph. Institut, Uni-Marburg): Energie und Umwelt in Frankreich und Deutschland. 30.05.05
3. Rat für Nachhaltige Entwicklung – News 08.12.2004: Perspektiven nach dem Öl
4. J. Auer (Deutsche Bank Research): Energieperspektiven nach dem Ölzeitalter. Workshop DBR 02.12.2004
5. Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Mitteilung der Kommission an den Rat und an das Europäische Parlament „Die Zusammenarbeit mit den Ent-

- wicklungsländern im Energiebereich“. 17.07.2002
6. BMU, Mitteilung: Atomausstieg steht nicht in Frage. 03.03.2005
 7. The White House: National Energy Policy. Overview. Reliable, Affordable, and Environmental Sound Energy for America's Future. 2002
 8. National Commission on Energy Policy: Bipartisan Commission Issues Strategy to Address Long-Term U. S. Energy Challenges. Press Release 14.01.2005
 9. F. Umbach (DGAP): Chinas Energiepolitik. Globale Dimensionen und Auswirkungen. In: Internationale Politik 1/2001
 10. Hans-Josef Fell, MdB: Globale Solarwirtschaft – Eine Chance auch für Entwicklungsländer. 29.06.2005
 11. O. Preuß (Financial Times Deutschland): Energie für die Zukunft. Bei innovativen Energieträgern sollte Deutschland eine Pionierrolle spielen. 20.04.2005
 12. KfW: Förderung der Entwicklungsländer Energie und Umwelt. September 2003
 13. K. Traube, H. Scheer: Kernspaltung, Kernfusion, Sonnenenergie – Stadien eines Lernprozesses. Solarzeitalter 2/98, S. 22 ff
 14. Verknappung fossiler Energieressourcen. Beschluß der BAG Energie, 12.2003. www.energienetz.de
 15. Peter Hennicke, Michael Müller: Weltmacht Energie. Herausforderung für Demokratie und Wohlstand. Hirzel-Verlag, Stuttgart, 2005
 16. Herrmann Scheer: Energieautonomie. Eine neue Politik für erneuerbare Energien. Kunstmann, München, 2005
 17. Die deutsche Kreditanstalt für Wiederaufbau versucht in Brasilien Einfluss auf die Privatisierung der Energiewirtschaft zu nehmen. www.german-foreign-policy.com 13.07.05
 18. Klaus-Peter Schmid: Die kleine Ölkrise. Der Rohstoff kostet so viel wie nie zuvor – trotzdem schadet das der Wirtschaft kaum. Die Zeit, 43/2004. <http://zeus.zeit.de> 13.08.04
 19. Rot/grüne Energiepolitik – was ist das? Meinungsbeeinflussung durch Politik und Medien. www.klimaschutz-durch-kernenergie.de 12.08.05
 20. Energy Policy Act 2005. <http://energycommerce.house.gov>
 21. Manfred Mai: Steuerungstheoretische Überlegungen über die veränderte Rolle des Staates bei technischen Infrastrukturen. Vortrag 15.06.2001. www.politik.uni-essen.de
 22. Warum hat sich in Deutschland kein integrierter nationaler Mineralölkonzern gebildet? www.diplomica.com/db/diplomarbeiten8140.html
 23. Hans-Heinrich Sander: Deutsche Energiepolitik in der Sackgasse? – Konsequenzen aus dem AkEnd-Prozess. Rede 10.05.05 in Nürnberg. www.umwelt.niedersachsen.de
 24. Ottmar Edenhofer: Energiepolitik in globaler Verantwortung. www.stimmen-der-zeit.de/StdZ_09_03_5_Edenhofer.pdf
 25. Leopoldina: Deutsche Energieforschung und Energiepolitik auf dem Prüfstand. Thesenpapier 17.12.2003. www.sturmlauf.de/SingleDocs/Leopoldina.pdf

Geopolitische Aspekte des Energiebereiches

1. P. Reuber: Conflict Studies and critical geopolitics – theoretical concepts and recent research in political geography. Abstract. GeoJournal, January 2000
2. F. Umbach (Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik): Internationale Energiesicherheit zu Beginn des 21. Jahrhunderts. 2004
3. F. Umbach (DGAP): Europäische Energiesicherheit. Die Problematik internationaler Ordnungspolitik zu Beginn des 21. Jahrhunderts. In Reader Sicherheitspolitik. Redaktionsschluß 15.10.2002
4. R. Nabiev: Geopolitische Neuordnung im Kaukasus, Mittleren Osten und im Zentralasien. Eurasisches Magazin 06-03, 25.06.2003
5. German Foreign Policy: Hintergrundbericht : Deutsche „Geopolitik“ und der Kampf um die Energiequellen. 23.08.2004
6. German Foreign Policy: Informationen zur deutschen Außenpolitik ca. 2003: Bundesregierung will Expansion deutscher Energiekonzerne fördern. BDI-Positionen zur Energiepolitik. Plädoyer für „Moderne Geopolitik“ bei deutscher Energieversorgung
7. P. Knoedel (BP Deutschland): Geopolitik und Energieversorgung. 10.04.2001
8. German Foreign Policy, 05.12.2004: Unbeherrschbar. Bericht über „Gazprom“.
9. Beziehung voller Energie. Hannover-Messe – Erdöl und Erdgas aus Russland werden immer wichtiger für die deutsche Wirtschaft. Berliner Zeitung, 11.04.2005
10. Weltordnung – Indien hat 1,1 Milliarden Einwohner, eine boomende Wirtschaft und besitzt Kernwaffen – so ein Land haben die USA lieber zum Partner als zum Gegner. Und man kann viele AKWs dorthin verkaufen: Die neue atomare Allianz / Energiemarkt Indien - Türöffner für die amerikanische Nuklear-Industrie. Berliner Zeitung, 20.07.2005
11. Wer bestimmen kann, wie die Pipeline-Karte aussieht ... wird die Zukunft eines riesigen Teils der Welt bestimmen. Brisante Pipelines am Kaspischen Meer. 2002. www.uni-kassel.de
12. Hella Engerer, Christian von Hirschhausen: Die Energiewirtschaft am Kaspischen Meer: Enttäuschte Erwartungen – Unsichere Perspektiven. DIW, Berlin, Juli 1998. Diskussionspapier Nr. 171. www.diw.de/deutsch
13. Reinhard Blomert: Der Traum ist ausgeträumt. Wird die Petroleum-Ära im Krieg der Kulturen enden? Berliner Zeitung, 1.0/11.09.2005, Magazin
14. William Engdahl: Demokratie oder Energie und Geopolitik. Washingtons Interesse an der Ukraine. 2005. www.swg-hamburg.de
15. Parwini Zora, Daniel Woreck: Indien beteiligt sich am Kampf ums Öl. April 2005. World Socialist Web Site. www.wsws.org
16. Gerhard Ott: Globale Aspekte einer nachhaltigen Energieversorgung. 18.03.2002. www.econsense.de/pdf/2_veranstaltungen_und_dialog/
17. Peter Knoedel: Faszination Wissenschaft. Geopolitik und Energieversorgung. Konrad-Adenauer-Stiftung, 10.04.2001. <http://www1.kas.de/aktionsthemen/>

18. William Engdahl: Läuft Washington gegen den „BRIC-Wall“? Kalter Krieg um Energie. Mit einem strategischen Bündnis fordern Brasilien, Russland, Indien und China die Vereinigten Staaten heraus. Freitag, 11.03.2005
19. Bestimmen Medien und Banker das Regelwerk? Energie ist Element der Infrastruktur. 4. Internationales Energiesymposium, Salzburg-Fuschl, 24.09.2003. www.energysymposium.at
20. GTZ- Konferenz 29.09.05: Mission Statement. Energieeffizienz – Gemeinsames Bemühen um die Verringerung der Energieabhängigkeit
21. Friedemann Müller: Sicherheit der Energieversorgung – Zu kompliziert für Europas Politiker? Stiftung Wissenschaft und Politik Berlin, August 2003. www.swp-berlin.org
22. Rudolf Botzian: Multilaterale energietechnische Zusammenarbeit. Verbindung zum G8-Aktionsplan für Klima, Energie und nachhaltige Entwicklung. Stiftung Wissenschaft und Politik Berlin, August 2005. www.swp-berlin.org
23. Friedemann Müller: Geopolitische Marktstörungen bei endlichen Ressourcen. Z. f. Energiewirtschaft 29 (2005) 3. www.swp-berlin.org
24. F. William Engdahl: Mit der Ölwanne zur Weltmacht. Der Weg zur neuen Weltordnung. Studien von Zeitfragen. 36. Jg. Internetausgabe 2002. www.jahrbuch2002.studien-von-zeitfragen.net/Weltmacht 02.10.05
25. Der Ölfaktor in Bushs „Krieg gegen die Tyrannei“. August 2005. www.das-gibt's-doch-nicht.de/seite3580.php

Strategie der nachhaltigen Entwicklung

1. Umweltschulen: Energie und nachhaltige Entwicklung. 20.06.05
2. Rat für Nachhaltige Entwicklung: Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. 2002
3. Bundesregierung: Fortschrittsbericht zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie September 2004
4. Stellungnahme der Bundesregierung zu den Empfehlungen des Rates für Nachhaltige Entwicklung zu „Effizienz und Energieforschung als Bausteine einer konsistenten Energiepolitik“. BMWA, April 2005
5. WBGU Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen: Welt im Wandel – Energiewende zur Nachhaltigkeit. Jahresgutachten 2003. Zusammenfassung für Entscheidungsträger.
6. ITAS-Dissertationsprojekt „Zielkonflikte im integrativen Nachhaltigkeitskonzept der HGF – Auftreten und Lösungsmöglichkeiten am Beispiel der nationalen Bioenergieziele Deutschlands“
7. BRICS+G: Sustainability and Growth in Brazil, Russia, India, China, South Africa and Germany. Ein Kooperationsprojekt der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit und des Rates für Nachhaltige Entwicklung. Ab 2005
8. Rat für Nachhaltige Entwicklung – Bericht „Evaluierung der Nachhaltigkeitspolitik in Deutschland. Konferenz im Rahmen des Projektes BRICS+G Sustainability and Growth“, 09.06.2005

9. OECD-DAC Policy Brief: Strategien für nachhaltige Entwicklung. September 2001
10. Rat für Nachhaltige Entwicklung – News 26.01.2005: Lissabon-Strategie: Wie wird die EU zum erfolgreichsten Wirtschaftsraum der Welt?
11. Rat für Nachhaltige Entwicklung – News 23.02.2005: US-Report skizziert die Welt im Jahr 2020
12. Rat für Nachhaltige Entwicklung – News 29.06.2005: Europa lebt auf Kosten anderer. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen WBGU: Jahresgutachten 2004. Welt im Wandel – Armutsbekämpfung durch Umweltpolitik. Zusammenfassung für Entscheidungsträger, 2004.
13. Karl-Werner Brand, Volker Fürst: Bedingungen einer Politik für Nachhaltige Entwicklung – Endbericht. Oktober 2001. www.gsf.de/ptukf/bmbf/
14. Reinhard Coenen, Armin Grunwald (Hrsg.): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland – Analyse und Lösungsstrategien. Berlin: edition sigma. 2003
15. Wachstum, Wachstum über alles. Debatte. www.attac.de/debatte/wachstum_xvi.php 17.08.05
16. Jürgen Leibiger: Die Linke und das Wirtschaftswachstum. Versuch einer Positionsbestimmung. 2003. www.attac.de/debatte/sozialismus_supplement.pdf
17. Manuela Risch, Andreas Wolf: Wirtschaftswachstum. Eine Auseinandersetzung mit den Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit. Aargau, 03.09.2004. www.naturama.ch/projekte/nachhaltigkeit/Wirtschaftswachstum.pdf
18. Ernst Ulrich von Weizsäcker, Amora Loins, Hunter Lovins: Faktor vier, doppelter Wohlstand, halbiertes Verbrauch. Der neue Bericht des Club of Rome. Droemer Knaur, 1997

Geopolitik, Sicherheitspolitik

1. German Foreign Policy: Hintergrundbericht: Deutschland auf dem Wege zur Atommacht. 14.01.2002
2. German Foreign Policy: Hintergrundbericht: Das deutsche „Netzwerk raumwissenschaftlicher Forschungseinrichtungen“. 16.10.2002
3. German Foreign Policy: Hintergrundbericht: Bundesakademie für Sicherheitspolitik. 21.03.2004
4. Bundesregierung: Aktionsplan der G8 zur Nichtverbreitung von Massenvernichtungswaffen. 22.06.05
5. H. Großmann (Dresdener Studiengemeinschaft Sicherheitspolitik DSS): Der Irak und die Geopolitik der USA. Vortrag 23.02.2003
6. E. Woit (DSS): Geostrategische und ideologische Aspekte der EU-Integration Europas. Vortrag 27.11.2004
7. B. Teschke: Geopolitik und Marxismus. In: Historisch-Kritisches Wörterbuch des Marxismus, Band 5, 2001, S. 322–344
8. R. Freitag-Wirminghaus (Bundes für politische Bildung): Zentralasien und der Kaukasus nach dem 11. September: Geopolitische Interessen und der Kampf gegen den Terrorismus. In: Politik und Zeitgeschichte B 8/2002

9. Z. Brzezinski: Die einzige Weltmacht. Amerikas Strategie der Vorherrschaft. 1997
10. H. Münkler (HU Berlin): Die neuen Kriege. Berliner Zeitung, 24./25.11.2004
11. Erich Reiter: Ein Essay zur neuen globalen Geopolitik.
www.bmlv.at/pdf_pool/publikationen/ 13.07.05
12. Horst Großmann: Eurasien – geopolitischer Angelpunkt.
www.sicherheitspolitik-dss.de 13.07.05
13. Martin Malek: Russland – eine Großmacht? Bestandsaufnahme und Zukunftsperspektiven. Studien und Berichte zur Sicherheitspolitik 4/2003.
www.bmlv.gv.at/pdf_pool/publikationen/
14. Rußland zwischen NATO und ESVP. Auf dem Weg zur Eurasischen Union? Eurasisches Magazin Ausgabe 03-05 www.eurasischesmagazin.de
15. China wird langfristig doch zur Supermacht aufsteigen. Eurasisches Magazin 03-05
16. Rußland wird ein eurasischer Integrationsknoten. Eurasisches Magazin 03-05
17. Rußland und Europa. „Putin ist kein Diktator“. Eurasisches Magazin 03-05
18. Land der Zukunft. Neue Weltmacht Indien. Eurasisches Magazin 09-04
19. Massenvernichtungswaffen. Die EU braucht keine Atombombe. Eurasisches Magazin 10-04
20. G8 Gleneagles Summit, 6-8 July 2005. Chair's Summary.
www.g8.gov.uk/servlet/
21. Die USA. <http://www.uni-muenster.de/PeaCon/s-eliten/weltpolitik>
22. Amnesty International Deutschland. Themenbericht. Allgemeine Erklärung der Menschenrechte. <http://www2.amnesty.de>
23. Johannes Winter: Die Entwicklungspolitik im Wandel der Zeit. 29.03.2004.
www.weltpolitik.net/print/1468.html
24. Christian Hacke: Zuviel Theorie? Zuwenig Geschichte? Eine kritische Zwischenbilanz der Disziplin der Internationalen Beziehungen in Deutschland. Studie 2003.
www.politik.uni-bonn.de
25. Mark Mauderer: Brasilien: Zwölf Jahre liberaler Reformkurs vor dem Ende?
www.weltpolitik.net/print/1511.html
26. Hans Wagner: Aufstieg Chinas. Weltmacht des „Asiatischen Jahrhunderts“. Eurasisches Magazin 07-05. www.eurasischesmagazin.de
27. Kai Ehlers: Strategiedebatte: Rußland – ein Entwicklungsland neuen Typs. Eurasisches Magazin 09-05. www.eurasischesmagazin.de
28. Alexander Rahr: Rußlandpolitik: Berlin – Moskau: 2005 bis 2008. Eurasisches Magazin 09-05. www.eurasischesmagazin.de
29. Emanuel Todd: Weltmacht USA. Ein Nachruf. Piper Verlag München, 2004
30. Detlef Bimboes: Strategiedebatte: Rußlands Rolle als Rohstoffschleuder ist tragisch. Eurasisches Magazin 09-05. www.eurasischesmagazin.de
31. Alexander Pilny: Das Asiatische Jahrhundert. Eurasisches Magazin 09-05.
www.eurasischesmagazin.de
32. Kay Möller, Markus Tidten: China und Japan: der ungeheilte Bruch. SWP-Aktuell 20. Mai 2005. www.swp-berlin.org

33. Rahul Peter Das: Europa im Strategiefeld Eurasien.
www.bmlv.gv.at/pdf_pool/publikationen/09_sse_01_ege.pdf
34. Wladimir Maximenko: Der Kampf gegen Eurasien. Ein Jahrhundert US-amerikanischer Geostrategie in der Alten Welt. 24.04.2001.
www.eussner.net/print_artikel_2004-10-29_23-24-08.html
35. Tim Johnson: A 21st century powerhouse: China rising. Jul. 18,2005
www.realcities.com/mld/kwashington/12161566.html
36. Ulrich Berger, Christoph Stein: Der Aufstieg Chinas zur politischen und wirtschaftlichen Weltmacht. Heise Telepolis 28.04.2005.
www.telepolis.de/r4/artikel/19/19949/1.html
37. Alexander Skiba: Geostrategische Aspekte der Türkei. Kann Europa von den USA lernen? FU Berlin, Otto-Suhr-Institut. 15.03.2003.
www.geopowers.com/Machte/Sudflanke/Skiba_T_urkei.pdf
38. Dietrich von Kyaw: Die strategische Bedeutung der Türkei für die Europäische Union. Vortrag in der Europäischen Akademie Berlin, 13.10.2003.
www.eab-berlin.de/berichte/k-o/berichtkyaw131993.pdf
39. Geopolitik und Antiterrorkampf. Peter Gowan über die globalen Strategien der USA. SoZ-Sozialistische Zeitung, Juni 2002, Seite 11.
www.vsp-vernetzt.de/soz/020611.htm
40. Markus Kaiser: Eurasien: Neo-imperialistischer Diskurs oder gesellschaftliche Realität? Working Paper No 337, 2001. www.uni-bielefeld.de/sdrc

Allgemeines

1. Eric Hobsbawm: Das Zeitalter der Extreme. Weltgeschichte des 20. Jahrhunderts. Dtv, 4.Auflage 2000
2. Parviz Khalatbari: Aus dem Gleichgewicht. Die globalen Probleme aus demographischer Sicht. Scripta Mercaturae Verlag, St. Katharinen 2001
3. Helwig Schmitz-Glitzner: Das neue China. Von den Opiumkriegen bis heute. C.H. Beck, München. 3. aktualisierte Auflage 2004
4. Peter J. Bowler: Viewegs Geschichte der Umweltwissenschaften. Vieweg Braunschweig/Wiesbaden. 1997
5. Donald Cardwell: Viewegs Geschichte der Technik. Vieweg Braunschweig/Wiesbaden. 1997

Relevante Suchbegriffe in Wikipedia

<http://de.wikipedia.org>

(Das Datum bezeichnet den letzten Tag der Durchsicht des Artikels und damit den letzten Stand der Bearbeitung.)

Club of Rome. 14.08.05	Wasserstoffwirtschaft. 27.09.05
Die Grenzen des Wachstums. 14.08.05	Geothermie. 27.09.05
Brundtland-Bericht. 14.08.05	OPEC. 04.06.05
Entwicklungstheorie. 14.08.05	Ölkrise. 13.08.05
Industrieland. 14.08.05	Geopolitik. 21.06.05
Entwicklungsland. 14.08.05	Geopolitische Kriegstheorien. 13.07.05
Schwellenland. 14.08.05	Nahostkonflikt. 04.06.05
OECD Organisation for Economic Co- operation and Development. 28.06.05	Imperialismus. 22.06.05
Wirtschaftswachstum. 14.08.05	Neokolonialismus. 22.06.05
Bruttoinlandsprodukt. 18.08.05	Project for the New American Century. 22.06.05
Makroökonomie. 29.08.05	Der Krieg der USA gegen den Terroris- mus. 22.06.05
Globalisierung. 03.10.05	Staat. 07.09.05
Nachhaltigkeitswissenschaft. 04.08.05	Menschenrechte. 13.08.05
Kyoto-Protokoll. 16.2.05	Afrika-Eurasien. 02.10.05
Infrastruktur. 09.08.05	Eurasien. 02.10.05
Energieversorgung. 09.08.05	Indien. 21.09.05
Kategorie: Energieversorger. 30.09.05	Wirtschaft Indiens. 21.09.05
Kategorie: Mineralölunternehmen. 30.09.05	Brasilien. 07.09.05
Kraftwerksmanagement. 30.09.05	
Energie. 30.09.05	
Größenordnung (Energie). 30.09.05	
Energiebilanz (Umwelt). 30.09.05	
Primärenergie. 30.09.05	
Sekundärenergie. 30.09.05	
Endenergie. 30.09.05	
Nutzenergie. 30.09.05	
Energieträger. 21.06.05	
Erdöl. 04.06.05	
Erdgas. 05.06.05	
Kernenergie. 14.07.05	
Atomkraftgegner. 07.08.05	
Atomausstieg. 04.08.05	
Erneuerbare Energie. 04.05.05	
Photovoltaik. 27.09.05	
Brennstoffzelle. 27.09.05	