



IESP

International Expert Group on
Earth System Preservation

EIN ZEHN-PUNKTE-PROGRAMM

**für eine nachhaltige, marktwirtschaftlich ausgerichtete und
global verantwortbare Energiepolitik**

**International Expert Group on Earth System Preservation
(IESP)**

München, 5. Juni 2010

Präambel

Am 16.2.2010 trafen sich 14 Experten und Expertinnen aus der Energiewirtschaft und der Energieforschung in Mannheim zu einem eintägigen Workshop, um die Grundlinien einer nachhaltigen, marktwirtschaftlich ausgerichteten und global verantwortbaren Energiepolitik zu erörtern. Der Workshop verfolgte primär das Ziel, eine fundierte und ausgewogene Darstellung der notwendigen Rahmenbedingungen für ein erfolgsversprechendes Konzept einer konsistenten und zielführenden Energiepolitik zu erarbeiten.

Die Ergebnisse dieses Workshops wurden den Teilnehmern in Form eines Zehn-Punkte-Programms rückgemeldet. Im Verlauf der Monate April und Mai 2010 wurde das hier vorliegende Dokument in intensiver Absprache mit den Teilnehmern und Teilnehmerinnen verfasst. Es soll Evidenz-basierte Empfehlungen für die zukünftigen Weichenstellungen der Energiepolitik der Bundesregierung liefern. Die Autoren und Autorinnen dieses Programms sind davon überzeugt, dass die hier aufgeführten zehn Punkte eine wichtige Orientierung für das im Herbst von der Bundesregierung angekündigte Konzept für die Energiepolitik der kommenden Jahre vermitteln können.

Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Workshops waren:

Prof. Dr. Frank Behrendt, TU Berlin, Institut für Energietechnik; Dipl.-Ing. Kristina Bogner, TU Berlin, Institut für Energietechnik; Prof. Dr. Josef Bugl, IESP München; Dr. Harald Drück, Universität Stuttgart, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik; Prof. Dr. Georg Erdmann, TU Berlin, Institut für Energietechnik; Dr. Guido Harms, BASF, Abteilung Umwelt und Energie; Dr. Julia Kunze, TU München, Physik Department; Dr. Johannes F. Lambertz, RWE Power AG, Vorstandsvorsitzender; Dr. Andreas Löschel, ZEW Mannheim, Forschungsbereich Umwelt- und Ressourcenökonomie; Prof. Dr. Wolfgang Pfaffenberger, Jacobs University Bremen; Dr. Ulrike Potzel, IESP München; Prof. Dr. Ortwin Renn, Universität Stuttgart, Institut für Technik- und Umweltsoziologie; Prof. Dr. Miranda Schreurs, Freie Universität Berlin, Forschungsstelle für Umweltpolitik; Prof. Dr.-Ing. Alfred Voss, Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung.

Kurzfassung

10-Punkte-Programm für eine ökonomisch, ökologisch und sozial verträgliche Energiewende

Effiziente Energienutzung, erneuerbare Energie und Laufzeitverlängerung für Kernenergie sind die Eckpunkte des in diesem Dokument vorgelegten 10-Punkte Programms der International Expert Group on Earth System Preservation (IESP). Das Programm ist das Ergebnis eines Workshops mit 14 Experten und Expertinnen aus der Energiewirtschaft und der Energieforschung. Der Workshop verfolgte primär das Ziel, eine fundierte und ausgewogene Darstellung der notwendigen Rahmenbedingungen für ein erfolgsversprechendes Konzept einer konsistenten und zielführenden Energiepolitik zu erarbeiten und Evidenz-basierte Empfehlungen für die zukünftige zukünftigen Weichenstellungen der Energiepolitik der Bundesregierung zu liefern.

Im Mittelpunkt der Erörterungen, die zu dem 10-Punkte Programm führten, stand die Überprüfung verschiedener Energieoptionen für Wärme, Mobilität und Strom nach den drei übergeordneten Kriterien: Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung, Kompatibilität mit den Prinzipien der sozial-ökologischen Marktwirtschaft und Verantwortungsbereitschaft im Rahmen der internationalen Entwicklung. Dabei wurden folgende zentrale Ergebnisse erzielt:

- Es gibt keinen Energieträger, der nur positive Effekte oder nur negative Effekte auf die drei Säulen der Nachhaltigkeit hätte. Negative Skaleneffekte können jedoch überproportional sein. Deshalb ist es wichtig, auf einen Mix zu achten, bei dem möglichst viele Energieoptionen innerhalb ihres nachhaltig zu vertretenden Einsatzes eingebunden sind. Man muss auch auf andere Lösungsmöglichkeiten ausweichen können, wenn es die Entwicklung erfordert (lernende Organisationen). Daher sollten, wo immer möglich, mehrere Optionen parallel entwickelt werden.
- Investitionen in verbesserte Effizienz lösen die wenigsten Zielkonflikte im Rahmen der drei übergeordneten Prinzipien aus. Dabei lassen sich im Bereich der Wärmenutzung zurzeit mit relativ geringem Aufwand die größten Effizienzgewinne erzielen. Alle anderen Maßnahmen sind dagegen mit einer Mischung aus Vor- und Nachteilen verbunden, die eine politische Abwägung und Gewichtung notwendig macht. Wichtig ist dabei, dass die Konsequenzen aller energiepolitischen Optionen offen und „ehrlich“ dokumentiert und kommuniziert werden.
- Die Treibhausgasemissionen sollten sich an dem internationalen Ziel der 2°C-Grenze ausrichten; auf Deutschland umgerechnet, entspricht dies in etwa einer Verringerung der Kohlendioxid-Emissionen von mindestens 80% bis zum Jahre 2050 auf der Basis der Werte von 1990.
- Die Entwicklung tendiert zur Elektromobilität, sowohl aus Gründen des Klimaschutzes, als auch auf Grund der Verknappung flüssiger Brennstoffe aus fossilen Quellen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass bis zum Jahr 2050 die Mobilität der privaten PKWs zum Großteil

elektrisch sein wird. Elektromobilität bedarf der weiteren Forschung, insbesondere um den Primärenergiebedarf der Fahrzeuge zu senken, die Emissionen zu verringern und die CO₂ Bilanz zu verbessern. Parallel dazu gilt es, das Stromnetz europäisch auszubauen und in Richtung „smart grid“ weiterzuentwickeln.

- Ein Basisangebot an Strom (jederzeit gesicherte Leistung) muss garantiert werden. Dies kann zurzeit nur durch fossile Rohstoffe, Kernenergie und Wasserkraft erfolgen. Eine nur auf erneuerbaren Quellen beruhende Stromversorgung erscheint nach heutigem Kenntnisstand zumindest kurzfristig nicht möglich. Langfristig ist aber ein möglichst hoher Anteil an erneuerbarer Energieversorgung anzustreben.
- Eine Laufzeitverlängerung für Kernkraftwerke ist mit den Prinzipien der Nachhaltigkeit vereinbar. Zum ersten stellt es eine volkswirtschaftliche Verschwendung von Gütern dar, wenn Kernkraftwerke vor Ende ihrer technisch-wirtschaftlichen Lebensdauer abgeschaltet werden; zum zweiten würde es ökologisch die Klimaproblematik verschärfen, wenn fossile Energieträger mehr als notwendig genutzt würden, um die ausfallende Kernkraft zu ersetzen; und zum dritten widerspricht es dem Ziel der Sozialverträglichkeit, wenn durch Reduzierung von Kapazität das Angebot verknappt und damit die Strompreise in die Höhe getrieben würden.
- Internationale Rahmenbedingungen: Die deutsche Energiepolitik muss sich in die europäische Energiepolitik einordnen und auf die internationale Energiepolitik ausrichten. Sie sollte sich wesentlich stärker und fokussierter in den internationalen Dialog zur Zukunft der globalen Energieversorgung einbringen.

Von besonderer Bedeutung ist die künftige Energieforschung. Das primäre Ziel der Forschungsförderung im Bereich Energie sollte es sein, die Entwicklung neuer Technologien zur Energieumwandlung, zum Energietransport und zur Energiespeicherung sowie die Steigerung der Effizienz bereits vorhandener Technologien voranzutreiben. Vor allem wenn der individuelle Nutzen für den Forschenden eher klein und neues Wissen schnell zum Gemeingut wird, kann Forschungsförderung einen wichtigen Beitrag leisten, dass neue Technologien bis zur Marktreife geführt, umweltverträgliche Modifikationen bestehender Technologien zügiger umgesetzt und Maßnahmen zum effizienteren Verhalten im Energieverbrauch entwickelt und praktisch erprobt werden. Über die Förderung von Forschungen hinaus muss die Wissenschaft im Rahmen der Politikberatung den systemischen Charakter der Energieversorgung intensiver beleuchten. Jedes Drehen an einer Stellschraube im komplexen System Energieversorgung zeitigt oft viele unbeabsichtigte Effekte bei anderen Größen, die man zum einen durch gezielte Folgenforschung so weit wie möglich im Voraus bestimmen und zum anderen durch geeignete Monitoring-Programme frühzeitig erkennen kann.

DAS ZEHN-PUNKTE-PROGRAMM

1. Die Energiepolitik Deutschlands sollte sich an drei grundlegenden Prinzipien orientieren:
 - **Der nachhaltigen Entwicklung:** Hinter diesem Konzept steht die Beachtung von ökonomischen (Versorgungssicherheit, Effizienz), ökologischen (Klimaschutz, Emissionsminderung, Abfallvermeidung bzw. ökologische Verträglichkeit über den gesamten Lebenszyklus) sowie sozialen (soziale Gerechtigkeit, individuelle Lebensqualität und gesellschaftliche Akzeptabilität) Zielen. Diese Ziele gelten nicht nur für die Belange der jetzigen Generation, sondern müssen auch die Auswirkungen auf kommende Generationen mit einbeziehen. Zwischen den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Wirtschaftlichkeit, ökologische Angemessenheit und Sozialverträglichkeit) bestehen häufig auf der operativen Ebene Zielkonflikte. Ob die drei Dimensionen als gleichrangig zu betrachten sind, ist über eine demokratisch legitimierte Abwägung zu entscheiden, bei der je nach Kontextbedingungen im Ergebnis eines der drei Ziele stärker oder schwächer gewichtet werden kann. Ein Königsweg dafür ist heute nicht erkennbar.
 - **Der sozial-ökologischen Marktwirtschaft:** Damit ist eine Steuerungspolitik verbunden, die dem Staat das Recht zur Setzung von Rahmenbedingungen für funktionierende Märkte sowie zur nachhaltigen Nutzung ökologischer Ressourcen, zur Forschungsförderung und auf – im Rahmen des Haushaltsrechts angemessene – finanzielle Anreiz- und Sanktionsinstrumente gibt. Nicht kompatibel mit diesem Ziel sind planwirtschaftliche Vorgaben, etwa Anweisungen an die Energieanbieter, welche Energieformen sie zu welchen Konditionen anbieten dürfen und welche Maßnahmen sie konkret durchführen müssen, um CO₂-Emissionen zu reduzieren. Kritisch sind auch Vorschriften, die darauf abzielen, die Konsumentensouveränität bei den Energienutzern erheblich einzuschränken.
 - **Der Verantwortung im Rahmen der internationalen Gemeinschaft (internationale Verantwortung):** Damit ist eine Einbindung nationaler Energiepolitik in europäische und globale Zusammenhänge gemeint. Einerseits müssen bei Ausgestaltung der nationalen Energiepolitik die Auswirkungen auf das globale Klima als auch die Folgen für Entwicklungs- und Schwellenländer mit bedacht werden; andererseits muss vor dem Hintergrund wohlverstandenen Eigennutzes auch das Verhalten der internationalen Gemeinschaft mit seinen Wirkungen auf Deutschland in die nationale Energiepolitik einbezogen werden.

2. Um eine nachhaltige, marktorientierte und in den internationalen Kontext eingebundene Energiepolitik umzusetzen, sollte man die im politischen Raum bereits akzeptierten Vereinbarungen bzw. Leitlinien als wichtige Orientierungspunkte der nationalen Energiepolitik aufgreifen. Darunter fallen vor allem:
- Die Treibhausgasemissionen sollten sich an dem internationalen Ziel der 2°C-Grenze ausrichten; auf Deutschland umgerechnet, entspricht dies in etwa einer Verringerung der Kohlendioxid-Emissionen von mindestens 80% bis zum Jahre 2050 auf der Basis der Werte von 1990.
 - Der Emissionshandel sollte möglichst zu einem funktionsfähigen globalen System mit verbindlichen Obergrenzen und handelbaren Zertifikaten für Nutzungsrechte (Cap and Trade) weiter entwickelt werden, wobei multilaterale wie bilaterale Vereinbarungen als Lösungsansätze dienen können.
 - Der Anteil der erneuerbaren Energieträger an der gesamten Energieversorgung muss weiter zunehmen. Die Bestrebungen der Bundesregierung, den Ausbau der regenerativen Energieversorgung zu unterstützen, sind angesichts der negativen Konsequenzen eines drohenden Klimawandels, der Abhängigkeit von Importen bei Öl und Gas und aufgrund der Begrenztheit der fossilen Energieträger grundsätzlich sehr zu begrüßen, auch wenn auf die Energiekunden damit zusätzliche finanzielle Belastungen zukommen.
 - Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung beträgt heute 16,1%. Bei entsprechenden Rahmenbedingungen und Anreizstrukturen ließe sich dieser Anteil bis 2020 auf mindestens 25% steigern. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung liegt heute bei ca. 8,4%. Nach den Plänen der Bundesregierung soll dieser bis 2020 auf 18 % ausgeweitet werden. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Endenergieverbrauch sollte ebenfalls nach den Plänen der Bundesregierung bis 2020 auf 20% und bis zum Jahre 2050 auf ca. 50% ausgebaut werden. Das Erreichen dieser sehr anspruchsvollen Ziele ist nur realistisch, wenn entsprechende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten hinreichend früh angestoßen und angemessen unterstützt werden.
 - Beim Umbau der Energieversorgung ist das Ziel der Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Dies schließt eine jederzeit ausreichende gesicherte Verfügbarkeit an Kraftwerksleistung ebenso ein wie die Sicherstellung der zusätzlich notwendigen Infrastruktur. Für die verschiedenen Nutzungen und Einsatzbereiche der Energie soll zudem ein dynamischer Mix an Energieträgern und Energietechnologien angestrebt werden, um mögliche Ausfälle oder Engpässe flexibel ausgleichen zu können.
 - Der notwendige Systemwechsel im Energiesystem soll erreicht werden, ohne dabei den Wirtschaftsstandort Deutschland zu gefährden. Insofern muss darauf geachtet werden, dass die Auswahl der Maßnahmen nach Gesichtspunkten der Kosteneffizienz erfolgt.

3. Neben den drei Grundprinzipen der nationalen Energiepolitik gibt es drei weitere Randbedingungen, die man als Resilienzstrategien bezeichnen kann. Sie sind darauf ausgerichtet, die Wahrscheinlichkeit von möglichen unbeabsichtigten Fehlentwicklungen im Rahmen komplexer und vernetzter Zusammenhänge zu verringern. Darunter fallen:
- Ein Systemwechsel muss flexibel bleiben. Man muss auf andere Lösungsmöglichkeiten ausweichen können, wenn es die Entwicklung erfordert (lernende Organisationen). Daher sollten, wo immer möglich, mehrere Optionen parallel entwickelt werden.
 - Die Optionen sollten immer vollständig auf alle ihre Wirkungen - soweit heute schon übersehbar - überprüft werden, insb. daraufhin, ob sie technisch umsetzbar, im gesamten Lebenszyklus ökologisch verträglich, wirtschaftlich effizient und sozial integrierbar sowie akzeptabel sind. Die Entwürfe für ganze Energiekonzepte (Szenarien, Simulationen etc.) müssen sich zudem an den Kriterien der Konsistenz, Kohärenz, Relevanz und Transparenz messen lassen. Wichtig ist vor allem, dass alle Szenarien die dort unterstellten Annahmen und Entwicklungstendenzen offen legen.
 - Die deutsche Energiepolitik muss zum einen mit den energiepolitischen Zielen anderer Staaten (vor allem innerhalb der Europäischen Union) kompatibel sein, zum anderen kann sie auch Impulse für andere Staaten und Staatengemeinschaften aussenden. Bislang ist das internationale Gewicht Deutschlands in der Energieforschung wie in der Energiepolitik gering, weil die deutsche Politik selten mit einer Stimme spricht. Das hängt unter anderem damit zusammen, dass die Zuständigkeiten der Energiepolitik auf verschiedene Ministerien (Umwelt, Wirtschaft, Wissenschaft, Verkehr, Außenpolitik) verteilt sind. Ein koordiniertes Auftreten würde Deutschlands Einfluss in der internationalen Energiepolitik stärken.
4. Energiepolitische Maßnahmen müssen sich an dem Leitbild der sozial-ökologischen Marktwirtschaft orientieren. Marktwirtschaftliche Prozesse sind die besten Garanten für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit und der Sicherung von Ressourcennutzungseffizienz. Sie erfordern eine Energiepolitik, die einerseits externe Kosten internalisiert - damit die Preise auch die ökologische Wahrheit wiedergeben - und setzen andererseits auch einen funktionsfähigen Wettbewerb voraus, der die effiziente Nutzung aller Ressourcen sicherstellt. Dabei geht es nicht nur um die Energieträger, sondern auch um die chemischen Elemente und Materialien, die für Bau und Betrieb von Energietechnologien gebraucht werden, sowie um Kostenvergleiche für die Inanspruchnahme von Senken (für CO₂ oder Abfälle). Mit dem Prinzip der sozial-ökologischen Marktwirtschaft kompatibel sind:
- *Ordnungspolitische Maßnahmen*. Sie sind immer dann notwendig, wenn Gefahren oder nicht akzeptable Risiken für Gesundheit und Umwelt drohen. Die Politik ist aufgefordert, durch Grenzwerte und Standards Obergrenzen für Risiken festzulegen, die der Gesellschaft noch gerade zugemutet werden dürfen. Allerdings sollte stets abgewogen werden,

ob und warum ein staatliches Eingreifen gerechtfertigt ist. Darüber hinaus wirken ordnungspolitische Eingriffe umso besser, je breiter die Akzeptanz unter den Betroffenen ist. Dazu müssen die Beweggründe für ordnungsrechtliche Eingriffe und die sich daraus ergebenden Konsequenzen deutlich dargelegt und kommuniziert werden.

- *Wirtschaftliche Anreize.* Gebühren für hohen Energieverbrauch, finanzielle Unterstützung für energieeffiziente Techniken und erneuerbare Energien und Steuervergünstigungen auf bestimmte energieeffiziente Produkte können helfen, Verbraucher zum Energiesparen zu motivieren. Dies soll aber im Rahmen einer sozial-ökologischen Marktwirtschaft erfolgen. Das bedeutet, dass nach erfolgreicher Internalisierung externer Kosten die wirtschaftlichen Anreize auf die Überwindung von Hemmnissen bei der Nutzung energieeffizienter Techniken und der Einführung kosteneffizienter CO₂-Minderungsmaßnahmen konzentriert sowie staatliche Unterstützungen auf die Markteinführung neuer Energietechniken beschränkt werden sollen. Subventionen sind nur dort angemessen, wo positive Effekte für die Volkswirtschaft und / oder die Umwelt zu erwarten sind.
 - *Forschungsförderung.* Das primäre Ziel der Forschungsförderung im Bereich Energie sollte sein, die Entwicklung neuer Technologien zur Energieumwandlung, zum Energietransport und zur Energiespeicherung sowie die Steigerung der Effizienz bereits vorhandener Technologien voranzutreiben. Vor allem wenn der individuelle Nutzen für den Forschenden eher klein und neues Wissen schnell zum Gemeingut wird, kann Forschungsförderung einen wichtigen Beitrag dazu leisten, dass neue Technologien bis zur Marktreife geführt, umweltverträgliche Modifikationen bestehender Technologien zügiger umgesetzt und Maßnahmen zum effizienteren Verhalten im Energieverbrauch entwickelt und praktisch erprobt werden.
 - Über die Förderung von Forschungen hinaus muss die Wissenschaft im Rahmen der *Politikberatung* den systemischen Charakter der Energieversorgung intensiver beleuchten. Jedes Drehen an einer Stellschraube im komplexen System Energieversorgung zeitigt oft viele unbeabsichtigte Effekte bei anderen Größen, die man zum einen durch gezielte Folgenforschung so weit wie möglich im Voraus bestimmen und zum anderen durch geeignete Monitoring-Programme frühzeitig erkennen kann. Zudem zeigt sich, dass negative Auswirkungen auf Umwelt und Sozialwesen bei vielen Energieträgern erst ab bestimmten Größenordnungen auftreten (Skaleneffekte). Bestes Beispiel dafür ist die Ausweitung der Nutzung der Biomasse für Energiezwecke, bei der mit zunehmendem Einsatz Konflikte mit Zielen der Ernährungssicherheit, sozialen Gerechtigkeit und Biodiversität zu Tage traten.
5. Von besonderer und globaler Bedeutung für die künftige Energiepolitik ist die Vermeidung irreversibler Klimaauswirkungen. Weltweit ist der globale Klimawandel eine ernsthafte Bedrohung, beispielsweise für die Versorgung der Menschen mit Trinkwasser und Lebensmitteln sowie für den Schutz vor Naturgefahren. Das Klima stellt ein globales

Gemeinschaftsgut dar, aus dem alle Nutzen ziehen können und von dessen Veränderungen alle - allerdings in unterschiedlichem Maße - betroffen sein werden. Das Prinzip der internationalen Verantwortung (Prinzip 3) gebietet es, alles daran zu setzen, einen global wirksamen Klimaschutz zu initiieren. Dies ist eine schwierige Herausforderung, weil bei Gemeinschaftsgütern kollektiv verbindliche Vereinbarungen schwer zu erreichen sind (Trittbrettfahrer-Verhalten). Im Grundsatz wäre ein globales Emissionshandelssystem mit strengen Obergrenzen (Cap and Trade System) gut geeignet, um die notwendigen Klimaschutzziele zu realisieren. Nach heutigem Stand könnte die weitere politische Entwicklung zu folgenden drei Alternativen führen:

- **Alternative A:** Es kommt zu einem weltweiten Emissionshandelssystem (Cap and Trade), dann entsteht ein globaler Preis für CO₂-Emissionen. Voraussetzung ist, dass die Bedingungen für den Handel weltweit ähnlich ausgestaltet sind. Ebenso müssten die rechtlichen Rahmenbedingungen so festgelegt werden, dass ausreichend Anreize und Sanktionen zur Durchsetzung eines normgerechten Verhaltens vorhanden sind. Die wirtschaftlichen Auswirkungen hängen dabei auch insbesondere von der Verteilung der Emissionsrechte ab. Ein global wirksames Emissionshandelssystem würde vor allem die Länder begünstigen, die in die Entwicklung von CO₂-freien bzw. CO₂-armen Technologien investiert haben und diese auf dem internationalen Markt anbieten können.
- **Alternative B:** Bilateral versuchen sich die Länder zu harmonisieren und auf gegenseitige Verpflichtungen zur Reduktion von Emissionen zu einigen. Dann entsteht ein regionales Emissionshandelssystem, z. B. bilateral zwischen Europa und den USA. Das kann dann wirksam werden, wenn sich die großen Emittenten wie die USA, Russland, Europa, Brasilien, China und Indien einigen. In diesem Fall wäre Alternative B in den Auswirkungen weitgehend mit Alternative A vergleichbar.
- **Alternative C:** Es kann keine global wirksame Vereinbarung getroffen werden. Falls Deutschland bzw. Europa dann an ihrem Emissionshandelssystem festhalten, dessen Reduktionsziele nicht allein mit no-regret-Maßnahmen (d.h. Maßnahmen, die auch andere Ziele besser erfüllen können) zu erreichen sind, droht die Abwanderung von energieintensiven Unternehmen ins Ausland, sofern kein Grenzausgleichsmechanismus festgelegt wird. Da dies mit Gefahren für den internationalen Handel verbunden ist, wäre dies sowohl für das Klima wie auch für die deutsche Wirtschaft äußerst kontraproduktiv.

Deutschland verfolgt gegenwärtig Alternative A. Wenn Alternativen A oder B nicht greifen, bliebe nur die Alternative C. Dies führt zwangsläufig dazu, die deutschen und europäischen Klimaschutzabkommen nochmals überdenken zu müssen. Zwar kann der „First mover effect“ Vorteile im Hinblick auf Technologietransfer und Effizienz generieren: Bei einem negativen Wettbewerb um die kostengünstigsten Standortbedingungen würde sich dies aber kaum auszahlen. Insbesondere müsste bei Alternative C geprüft werden, in welchen Branchen eine Vorreiterrolle möglich ist und wo durch Trittbrennfahrer Nachteile entstehen könnten, die zu ernsthaften wirtschaftlichen Beeinträchtigungen führen würden.

6. Für alle Bereiche der Energieversorgung (Elektrizität, Wärme und Mobilität) hat die Erhöhung der **Effizienz** Vorrang vor allen anderen Maßnahmen, da sie in der Regel die drei Prinzipien von Punkt 1 mit den geringsten Zielkonflikten erfüllen hilft. Allerdings muss dabei klar definiert werden, welche Effizienz gemeint ist. Effizienz kann sich sowohl auf die Primärenergie, den Ressourceneinsatz insgesamt, auf die CO₂-Emissionen oder auch auf die Kosten beziehen. Diese verschiedenen Bezugspunkte sind nicht kongruent. So kann zum Beispiel ein besonders stromsparendes Gerät viel teurer in der Anschaffung sein, als es je an gesparten Stromkosten wieder einspielt.

Seit 1973 hat die Erhöhung der Energieeffizienz einen besonderen Stellenwert in der Energiepolitik von Bund, Ländern und Kommunen erhalten. So ist es gelungen, die Wachstumsrate des Energieverbrauchs deutlich unter die des Bruttoinlandsprodukts zu drücken - auch wenn damit noch keine Energie eingespart werden konnte. Dafür ist unter anderem der „Rebound – Effekt“ verantwortlich, d. h. die Effizienzgewinne wurden durch Mehrverbrauch überkompensiert. Wenn effizientere Geräte öfter und intensiver zum Einsatz kommen, wenn effizientere Autos vermehrt und über größere Strecken gefahren werden, wenn die Wärmedämmung zur Erhöhung der Zimmertemperatur und/oder zur Vergrößerung der beheizten Fläche führt, ist wenig erreicht. Allerdings ist ein direktes Eingreifen des Staates in die Konsumentensouveränität des Verbrauchers mit dem Prinzip der sozial-ökologischen Marktwirtschaft nicht vereinbar.

7. Im Bereich der **Wärmenutzung** lassen sich zurzeit mit relativ geringem Aufwand die größten Effizienzgewinne erzielen. Der Wärmemarkt macht rund 40% der gesamten Endenergienutzung in Deutschland aus, und ca. 30% der Energie wird für die Beheizung von Gebäuden verwendet.

- **Energieeinsparung im Gebäudebereich:** Die möglichen Einspareffekte liegen hier besonders auf der Hand, vor allem dann, wenn eine bauliche Sanierung um eine energetische Sanierung ergänzt wird. Möglichkeiten dazu gibt es viele: Anreize für Renovierung im Gebäudebestand, Energieausweis (Umsetzung und Prüfung) oder der Einbau energiesparender Technologien. Die Umsetzung erfolgt jedoch schleppend, weil Sanierungen Zeit kosten, Vermieter oft keine Anreize für eine energetische Sanierung sehen, die Energiekosten für Wärme oft intransparent für den Nutzer bleiben und energetisch sanierte Wohnungen nicht sichtbar attraktiver sind als schlecht wärmege-dämmte Wohnungen.

75% der Bestandsgebäude in Deutschland sind älter als 20 Jahre. Energetische Modernisierung im Altbaubestand betrifft gegenwärtig weniger als 2% der Gebäude pro Jahr. Die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen dauert daher unter diesen Voraussetzungen zu lange. Insofern ist die von der Bundesregierung angepeilte Effizienzsteigerung von 3% sehr optimistisch. Was kann die Bundesregierung tun, um das unbestreitbar hohe Einsparungspotenzial besser auszuschöpfen?

- Allgemein sollten zur Verringerung des Energieverbrauchs im Gebäudebereich Anreize geschaffen werden, die nicht technologie-, sondern zielorientiert sind, also dem Ziel dienen, Energie so effektiv wie möglich einzusparen. Wenn sich über eine Zuordnung von externen Kosten veränderte Preisrelationen einstellen, werden sie eine Steuerungsfunktion ausüben, bei der alle Optionen, von Technologien zur Energieeinsparung über Kraft-Wärme-Kopplung, Wärmepumpen bis zur Solarthermie, stärker genutzt werden. Dabei können sich diejenigen Techniken, die besonders effektiv und kostengünstig sind, langfristig durchsetzen.
- In vielen Gebäuden machen die Betriebskosten bereits 50-60% der Gesamtkosten aus. Die Kaltmiete verliert an Bedeutung gegenüber den Nebenkosten. Daher werden diejenigen, die in der Lage sind, Gebäude mit geringeren Betriebskosten anzubieten, langfristige Vorteile haben. Allerdings können die Renovierungskosten zurzeit noch nicht vollständig auf die Mieten aufgeschlagen werden. Das muss im Mietrecht besser geregelt werden, um die Attraktivität energetischer Sanierungen für Vermieter zu erhöhen. Eine interessante Alternative ist auch das Modell des Contractings, das aber bisher nur in geringem Umfang in Deutschland Fuß fassen konnte. Hier sollte man durch staatliche Vorgaben und steuerliche Anreize bessere Marktbedingungen schaffen.
- Der Gebäude-Energieausweis ist eine gute Idee, im Vollzug gibt es jedoch noch einige Defizite. Wichtig ist hier u.a. eine deutlich bessere Ausbildung des Fachpersonals. Fehlende Fachkompetenz bedeutet eine massive bundesweite Herausforderung im Ausbildungsbereich des Handwerks: Dem Mangel an Fachkräften muss auch hier durch gezielte Ausbildungsinitiativen energisch begegnet werden.
- Forschung im Wärmesektor sollte sich vor allem auf effizientere Wärmebereitstellungstechniken und auf Wärmespeichertechniken konzentrieren, denn für letztere gibt es bisher noch keine zufriedenstellenden Lösungen. Bedarf besteht insbesondere bei der Entwicklung von Speichern mit hohen Energiedichten und mobilen Speichern sowie bei der Reduktion der Wärmeverluste. Zusätzlich zur Verbesserung der Energieeffizienz ist die Weiterentwicklung und Optimierung von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien erforderlich.
- **Energieeinsparung in der Industrie:** Bei der Industrie ist zusätzlich der Bereich der Hochtemperaturwärme relevant. Es bieten sich vor allem zwei Möglichkeiten: Effizienzsteigerung und Sanierung alter Anlagen. Darüber hinaus können Betriebe auch die erneuerbaren Energieträger stärker nutzen (insb. im niederen Temperaturbereich liegt dort hohes Potential mit Solarthermie, Geothermie). Da die meisten Betriebe nach Gesichtspunkten der Wirtschaftlichkeit handeln, helfen hier staatliche Informationen und finanzielle Anreize (über Steuervergünstigungen oder Zuschüsse), um bei der Nutzung von Wärme Primärenergie einzusparen.

8. **Mobilität:** Die Entwicklung tendiert zur Elektromobilität, sowohl aus Gründen des Klimaschutzes, als auch auf Grund der Verknappung flüssiger Brennstoffe aus fossilen Quellen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass bis zum Jahr 2050 die Mobilität der privaten PKWs zum Großteil elektrisch sein wird. Innovationen werden hier relativ schnell marktrelevant, da die Lebensdauer von Fahrzeugen viel kürzer ist als die von Kraftwerken oder Gebäuden. Allerdings bestehen in der öffentlichen Diskussion zum Teil völlig überzogene Erwartungen an den Durchbruch der Elektromobilität im Markt. Der dazu notwendige Forschungs- und Entwicklungsbedarf ist immens.

Elektromobilität bedarf der weiteren Forschung, insbesondere um den Primärenergiebedarf der Fahrzeuge zu senken, die Emissionen zu verringern und die CO₂ Bilanz zu verbessern. Eine einseitige Fokussierung auf Batterieentwicklung sollte vermieden werden; alternative Antriebssysteme wie zum Beispiel Brennstoffzellen müssen parallel weiterentwickelt werden. Die Zeitspanne, bis Elektroautos konkurrenzfähig, bezahlbar und einsatzbereit sind, sollte durch Autos mit besonders effizienten Verbrennungsmotoren und durch den Einsatz von Hybridfahrzeugen (Verbrennungsmotor mit Batterie) überbrückt werden.

Im Straßengüterverkehr werden dagegen weiterhin die fossilen Energieträger (auch Biokraftstoffe der zweiten Generation und Bio-Methan) dominieren. Durch Verlagerung des Transports von LKWs auf Schiffe und Züge könnte viel Energie eingespart werden. Dazu ist ein europaweiter Logistik-Systemausbau notwendig. Der momentane Trend geht jedoch in die entgegengesetzte Richtung: Der Schienenverkehr wird weiterhin reduziert und abgebaut. Durch den kontinuierlichen Anstieg des Güterverkehrs auf der Straße nimmt der ökologische Fußabdruck des Güterverkehrs stetig zu. Hier kann die Politik durch eine Veränderung der Rahmenbedingungen wie z.B. einer höheren Maut-Gebühr für LKWs oder ein Zertifikatesystem auf bestimmten Strecken dazu beitragen, den Trend umzukehren.

Auch auf der Verbraucherseite kann mehr für die Verbesserung effizienter Verhaltensweisen getan werden. Durch gute Stadtentwicklung können Infrastrukturen entwickelt werden, die den Bürgern das Energiesparen leicht machen. Z.B. können die Kosten des Nahverkehrs mit den Kosten für die Benutzung der Straßen (road pricing) und von Parkplätzen besser abgestimmt werden. Um mehr Menschen dazu zu bewegen, öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen, sollte deren Attraktivität gesteigert werden. Initiativen wie Kombi-Pakete, Park-and-Ride-Programme, ansprechende Gestaltung der öffentlichen Verkehrsmittel und Haltestellen u.a.m. sollten von Kommunen, den Ländern und dem Bund vorangetrieben werden.

9. **Stromversorgung:** Die Stromversorgung steht häufig im Mittelpunkt der Diskussion, obwohl sie nur mit knapp 20% an der gesamten Energieversorgung beteiligt ist. Eine ausreichende Versorgung mit Strom ist zentral für die Funktionsfähigkeit moderner Industriestaaten und für die individuelle Lebensqualität eines Landes. Der Strom hat den Vorteil, am Ort seines Verbrauchs emissionsfrei zu sein. Ein weiteres Vordringen der elektrischen Energie verbunden mit dem Einsatz CO₂-armer Stromerzeugung kann also helfen, die oben postulierten Ziele einer nachhaltigen Energieversorgung zu erreichen. Grundsätzlich sollten folgende Rahmenbedingungen für einen effektiven Strom-Mix in Deutschland gelten:

- Auch die energiepolitischen Eingriffe und Maßnahmen im Bereich der Stromerzeugung müssen kompatibel mit den drei Grundprinzipien sein, die in Punkt 1 aufgeführt wurden. Das bedeutet zum einen, dass ökologische, ökonomische und soziale Konsequenzen in ihrem Wechselspiel bedacht werden müssen. Zum anderen müssen die Maßnahmen kompatibel mit den Prinzipien der sozial-ökologischen Marktwirtschaft sein. Der Staat darf weder vorschreiben, in welchem Ausmaß welcher Energieträger zum Einsatz kommt, noch kann er festlegen, wie viel Energie die Verbraucher nachfragen dürfen. Schließlich müssen die Maßnahmen die internationale Versorgungslage und den Nachholbedarf der Entwicklungs- und Schwellenländer im Auge behalten.
- Ein Basisangebot an Strom (jederzeit gesicherte Leistung) muss garantiert werden. Dies kann zurzeit nur durch fossile Rohstoffe, Kernenergie und Wasserkraft erfolgen. Eine nur auf erneuerbaren Quellen beruhende Stromversorgung erscheint nach heutigem Kenntnisstand zumindest kurzfristig nicht möglich. Deshalb muss jederzeit ausreichend gesicherte Leistung aus anderen Quellen – Speicher, vor allem aber auch konventionelle Reservekraftwerke – bereit stehen. Ein gesamteuropäischer Netzausbau (Supergrid) ist ebenso erforderlich wie die Entwicklung zu „smarten“ Verteilnetzen. Unter welchen Bedingungen eine ausschließlich auf erneuerbare Energie aufbauende Stromversorgung technisch möglich, ökonomisch realistisch und sozial verträglich ist, sind Fragestellungen, die noch weiter erforscht werden müssen.
- Die Schwankungen beim Energieangebot durch erneuerbare Energien lassen sich jeweils ausgleichen, wenn das Stromnetz entsprechend breit (europaweit) angelegt ist und flexible Einspeisebedingungen ermöglicht werden. Dies erfordert einen weiteren intensiven Netzausbau, der jedoch auf Genehmigungsprobleme stoßen kann. Ein zentraler Punkt bleibt die Problematik der Speicherung: Mit den heute vorhandenen Speichertechnologien können bisher nur kurzfristige Bedarfsspitzen oder z.B. Windflauten ausgeglichen werden. Für den Fall, dass die von erneuerbaren Energien gelieferte Strommenge über einen Zeitraum von mehreren Tagen oder Wochen nicht ausreicht, um den Bedarf zu decken, sind zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit konventionelle Kraftwerke notwendig.

- Um alle Chancen und Risiken der Optionen zur Stromerzeugung ausgewogen bewerten zu können, sind Informationen über den gesamten Lebenszyklus und zu den jeweils zu erwartenden Folgen für Wirtschaft, Umwelt und Sozialwesen einzuholen. Verlässliche Daten sind z.B. zu folgenden Aspekten zu ermitteln und vergleichen: energetische Kosten, CO₂-Emissionen insgesamt (Abbau der Rohstoffe, Herstellung der Energieträger und Produktion der Energie), zeitlicher Rahmen der Entwicklung, Daten zur CO₂-Neutralität, zur Endlichkeit der Rohstoffe und über Folgen in Bezug auf nationale Sicherheit und Abfallbehandlung (einschließlich Endlager-Lösungen).
- Chancen und Risiken jeder Option müssen auf der Basis der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Präferenzen der Bürgerinnen und Bürger abgewogen werden. Abwägungen setzen voraus, dass die Sachurteile nach bestem Wissen und die Werturteile (Auflösung von Zielkonflikten) nach demokratisch legitimierten Kriterien unter Einbeziehung der Werte der betroffenen Menschen getroffen werden.

Elektrischer Strom kann durch erneuerbare Energien, fossile Energieträger, aber auch durch Kernenergie und in ferner Zukunft möglicherweise durch Kernfusion erzeugt werden. Der Transport von Strom ist deutlich optimierbar und neue Technologien zur Stromspeicherung in größerem Maßstab sind noch zu entwickeln. Von besonderer Bedeutung sind hier die Zeitpunkte, ab wann adäquate Infrastruktur für die Energieerzeugung und -nutzung aufgebaut ist und der erzeugte Strom verbraucht werden kann. Hier spielen die langen Investitionszyklen der Energiewirtschaft eine wesentliche Rolle. Klare Angaben für die Zeitschienen anzugeben, in denen verschiedenen Optionen erneuerbarer, fossiler und nuklearer Energien zum Einsatz kommen werden, sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Dennoch ist es für die Erstellung eines Energiekonzeptes wesentlich, Zeitschienen für jede Option verfügbar zu haben, um eine gewisse Planungssicherheit zu ermöglichen. Es besteht grundsätzlich Einigkeit darüber, dass der Anteil der fossilen Energien im Strombereich reduziert und der Anteil der erneuerbaren Energien ausgebaut werden sollte. Die Zukunft der Kernenergie ist dagegen umstritten. In dieser Situation sind folgende Empfehlungen angebracht:

- **Kernspaltung:** Der weiterhin bestehende Ausstiegsbeschluss bis zum Jahre 2021 würde bedeuten, dass ein Großteil der Kapazität der Kernkraftwerke durch Kohle- oder Gaskraftwerke ersetzt würde. Erneuerbare Energien können zwar einen Teil der Stromerzeugung übernehmen, keinesfalls aber die gesamte Leistung der Kernkraftwerke ersetzen. Somit würde die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern weniger stark sinken als möglich. Dies widerspricht allen drei Prinzipien aus Punkt 1. Zum ersten stellt es eine volkswirtschaftliche Verschwendung von Gütern dar, wenn Kernkraftwerke vor Ende ihrer technisch-wirtschaftlichen Lebensdauer abgeschaltet werden; zum zweiten würde es ökologisch die Klimaproblematik verschärfen, wenn fossile Energieträger mehr als notwendig genutzt würden; und zum dritten widerspricht es dem Ziel der Sozialverträglichkeit, wenn durch Reduzierung von Kapazität das Angebot verknappt und damit die Strompreise in die Höhe getrieben würden. Es wäre auch im internationalen Kontext kaum

zu rechtfertigen. Die Laufzeitverlängerungen von deutschen KKWs birgt gegenwärtig ein CO₂-Einsparungspotential (von etwa 150 Mio t CO₂/a) im Vergleich zu einer Lösung durch Kohlekraftwerke und ist gleichzeitig auch wirtschaftlicher als der alternative Neubau von fossilen Kraftwerken, der stets mit einem großen Ressourceneinsatz verbunden ist. Wenn die Sicherheit der vorhandenen Kernkraftwerke gewährleistet ist, kann eine Laufzeitverlängerung eine sinnvolle Option sein. Ein Großteil der Einkünfte aus der Verlängerung sollte dann aber auch für den erforderlichen Umstieg in eine nachhaltigere Energieversorgung ausgegeben werden. Zudem sind erhebliche Anstrengungen im Bereich der Bereitstellung eines geeigneten Endlagerkonzeptes für nukleare Abfälle erforderlich. Bei der Weiterentwicklung der Energie aus Kernspaltung gibt es ein erhebliches Potential für die Steigerung der Sicherheit und die deutliche Verkürzung der Zeiträume für die Endlagerung. Ob diese Entwicklungen ausreichen, um der nuklearen Option noch eine längerfristige Chance einzuräumen, kann gegenwärtig niemand vorhersehen.

Zweifellos ist aber zum jetzigen Zeitpunkt ein weiterer Ausbau der Energie aus Kernspaltung in Deutschland nicht durchsetzbar. Auch wenn die Nutzung der Kernspaltung wie geplant auslaufen sollte oder nur als Brücke in das nachfossile Zeitalter eingesetzt werden soll, sind Forschungen zur weiteren Entwicklung von Reaktoren und zur Verbesserung der Entsorgung dringend notwendig. Denn die schon jetzt vorhandenen Abfallmengen müssen sicher und sozialverträglich entsorgt werden. Zudem wird zumindest vorerst die Energieversorgung mit Hilfe der Kernspaltung weltweit fortgeführt, so dass Deutschland im Sinne des Prinzips der globalen Verantwortung in der Pflicht steht, substantielle Beiträge zur Sicherheit von Kraftwerken international zu leisten.

- **Kernfusion:** Die Möglichkeit, die Kernverschmelzung als Energiequelle zu nutzen, verspricht viele Vorteile wie nahezu unerschöpfliche Brennstoffreserven, hohe Energiedichte, geringes Abfallvolumen und minimale Emissionen. Allerdings ist auch die Fusion nicht ohne Probleme: Bislang ist es technisch noch nicht gelungen, einen energieerzeugenden Prototyp zu entwickeln, die Frage der ökonomischen Rentabilität ist weiterhin offen, das Problem des Tritium-Einschlusses (dieses Wasserstoffisotop entsteht bei der Fusion und ist wegen seiner Radioaktivität gesundheitsgefährdend) ist ebenfalls noch nicht zufriedenstellend gelöst, und die Akzeptanz von Fusionskraftwerken bleibt fraglich. Zentral ist hier die Investition in weitere Forschungen. Sollte es gelingen, durch Fusion Energie in großen Mengen zu erzeugen, so hätte dies das Potenzial, die Grundlast der Energie auch bei wachsender Elektromobilität für viele Jahrhunderte zu decken. Diese Chance darf nicht ungenutzt bleiben.
- **Fossile Energieträger:** Der Bedarf an Energiedienstleistungen wird weltweit steigen, zum einen durch das Bevölkerungswachstum, zum anderen durch den Nachholbedarf von Nationen, die bisher weniger stark industrialisiert sind. Da im Moment weltweit 80% des Energiebedarfs durch fossile Energieträger gedeckt werden, ist zu erwarten, dass fossile Energieträger auch in der kurz- bis mittelfristigen Zukunft eine große Rolle für die

Stromversorgung spielen werden. Um den Klimaschutzanforderungen zu genügen, stehen drei Wege offen: entweder eine drastische Reduktion des Verbrauchs, der sich aber nicht kurzfristig realisieren lässt. Das gilt für Deutschland, aber insbesondere für die Schwellenländer, die weiterhin auf fossile Energieträger zur Stromerzeugung setzen werden. Der zweite Weg führt über eine weitere Effizienzsteigerung von fossilen Kraftwerken, um aus den fossilen Energieträgern das Maximum an Energiedienstleistung zu generieren. Der dritte Weg besteht in der Erforschung und Erprobung von CCS (Carbon Capture and Storage), auch wenn nach heutigem Stand der Technik der Wirkungsgrad der Kohlekraftwerke reduziert würde.

Dabei ist zu beachten, dass CCS-Lösungen kaum über einen längeren Zeitraum als 100 Jahre eingesetzt werden können (dann werden Kapazitätsgrenzen der Lagerung erreicht) und sich von daher auch eher als mittelfristige Brückentechnologie eignen, zumal sich hier ein Zielkonflikt mit der Nutzung von tiefer Geothermie auftun könnte. Zudem muss die Sozialverträglichkeit von CCS-Lösungen sichergestellt werden: Darunter fallen bessere Information, mehr Klarheit und Transparenz über die weiteren Entwicklungsziele sowie konstruktive Bürgerbeteiligung vor Ort.

- **Erneuerbare Energieträger:** Erneuerbare Energien nehmen im Energiemix eine immer wichtigere Rolle ein. Um sie für die Stromerzeugung intensiver zu nutzen, ist jedoch ein EU-weiter Ausbau des Stromnetzes zum frühest möglichen Zeitpunkt erforderlich. Ausreichende Kapazität an Stromspeicher und leistungsfähige Verbundnetze müssten parallel dazu zum Einsatz kommen. Zudem ist wegen der Fluktuationen in der Bereitstellung von Energie zu bestimmen, mit welcher Art von Residualkraftwerken man die Energieversorgung sicherstellen will, wenn erneuerbare Energien über ca. 30-40% anwachsen. Daher sollten die Anbieter von fluktuierender Stromenergie verpflichtet werden, die Versorgung auch bei hohen Ausbauraten der erneuerbaren Energien sicherzustellen. Wenn diese die Kosten zur Anpassung an die nachgefragte Leistung selbst aufbringen, wäre dies ein Schritt in Richtung fairer Marktbedingungen.

Zurzeit werden zentrale (z.B. Desertec) und dezentrale Lösungen (Photovoltaik auf Dächern) in der politischen Diskussion als Gegensatzpaare gehandelt. Will man die ehrgeizigen Ausbauziele bis 2050 einhalten, müssen zentrale und dezentrale, regionale und internationale Lösungen kombiniert werden. Eine einseitige Priorität für zentrale oder dezentrale Lösungen ist für die angestrebte Zielsetzung wenig hilfreich.

Wesentlich in der Betrachtung erneuerbarer Energieerzeugungssysteme sind nicht-lineare Skaleneffekte: So kann z.B. ein Energie-Mix aus bis zu zehn Prozent Biomasse allen Kriterien der Nachhaltigkeit entsprechen; bei wesentlich größeren Anteilen der Biomasse wachsen die Nachteile überproportional, z.B. im Bereich Artenschutz, Nahrungsmittelsicherheit und soziale Gerechtigkeit. Für viele Energieträger gilt der Grundsatz: Je größer der Anteil einer Energieoption an der gesamten Energieversorgung wird, desto eher

entsteht ein Problem für die Nachhaltigkeit. Daher ist ein Mix aus kleineren Anteilen vieler Energietechniken der Dominanz einer einzigen Technik vorzuziehen.

Den Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien werden große Exportchancen zugeschrieben. Im Hinblick auf Wirtschaftsförderung müssen die tatsächlichen Vorteile von Markteinführungsbeihilfen zugunsten der deutschen Industrie hinterfragt werden. Die sich schnell entwickelnden Massenmärkte wie z.B. China oder die USA bilden eigene Industrien im Bereich erneuerbare Energien heraus. Noch hat in diesem Feld die deutsche Industrie einen Vorsprung, den es zu pflegen und weiter auszubauen gilt.

Im Bereich der regenerativen Energien werden sehr viel mehr Innovationen benötigt. Dazu ist sowohl eine intensive Forschungsförderung, besonders im Grundlagenbereich, als auch eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete und marktwirtschaftlich kompatible Industriepolitik vonnöten, die die Lasten für die Entwicklung regenerativer Energien minimiert und fair auf die Gesellschaft verteilt.

10. Für die Schaffung und Beeinflussung der Rahmenbedingungen durch die Politik sind abschließend folgende Leitlinien für politisches Handeln zu beachten:

- In der Energieversorgung ist eine Mischung von Staat und Markt unabdingbar, in der die hauptsächlichen Allokationsentscheidungen durch den Markt getroffen werden und die Politik dafür sorgt, dass die externen Kosten (Nutzen) eingepreist werden und die Wettbewerbsbedingungen fair sind.
- Bei den heute wirksamen Anreizstrukturen des Marktes geben die Preise die externen Kosten für Umwelt, Versorgungssicherheit und Soziales nur bedingt wieder. Daher sind Maßnahmen zur Internalisierung dieser Kosten notwendig, damit die Preise auch die „ökologische und soziale Wahrheit“ widerspiegeln.
- Damit der angestrebte Umbau der Energieversorgung auch zeitgerecht erfolgen kann, ist die Problematik des Wissens- und Informationsmanagements zentral. Das betrifft sowohl die Nachwuchsförderung wie die Investitionen in Bildung, Forschung und Kommunikation bzw. Bürgerbeteiligung. Ohne gut ausgebildete Handwerker, Installateure, Ingenieure und Wissenschaftler sind alle Ausbauziele nicht zu erreichen. Dies gilt für alle Energie-Optionen.
- Forschungspolitik ist zentral für folgende Bereiche:
 - allgemeine Systemforschung (gegenseitige Abstimmung von Optionen, Skaleneffekte, Auswirkung von Mix),
 - Speicherfragen (Strom und Wärme),
 - Weiterentwicklung der bestehenden und neuen Techniken zu mehr Dauerhaftigkeit, Nutzerfreundlichkeit, Kosteneffizienz und ökologischer Verträglichkeit,

- Entwicklung grundlegend neuer Energietechniken, die wir uns heute noch nicht vorstellen können (Grundlagenforschung),
- Fragen der Organisationsform, zivilrechtliche Maßnahmen zur Verfolgung der Ziele.

Zudem sollte die integrative und systemische Energieforschung fester Bestandteil der universitären Lehre, der staatlichen und privaten Forschungsförderprogramme und der Ressortforschung werden.

- Für alle Energieträger gilt: Investitionen in verbesserte Effizienz lösen die wenigsten Zielkonflikte im Rahmen der drei grundlegenden Prinzipien (Punkt 1) aus. Alle anderen Maßnahmen sind dagegen mit einer Mischung aus Vor- und Nachteilen verbunden, die eine politische Abwägung und Gewichtung notwendig macht. Wichtig ist dabei, dass die Konsequenzen aller energiepolitischen Optionen offen und „ehrlich“ dokumentiert und kommuniziert werden.
- Es gibt keinen Energieträger, der nur positive Effekte oder nur negative Effekte auf die drei Säulen der Nachhaltigkeit hätte. Negative Skaleneffekte können jedoch überproportional sein. Deshalb ist es wichtig, auf einen Mix zu achten, bei dem möglichst viele Energieoptionen innerhalb ihres nachhaltig zu vertretenden Einsatzes eingebunden sind.
- Internationale Rahmenbedingungen: Die deutsche Energiepolitik muss sich in die europäische Energiepolitik einordnen und auf die internationale Energiepolitik ausrichten. Sie sollte sich wesentlich stärker und fokussierter in den internationalen Dialog zur Zukunft der globalen Energieversorgung einbringen.

Dieses Dokument wurde erstellt im Rahmen der Projektarbeiten der:

International Expert Group on Earth System Preservation (IESP)

Die IESP ist eine Nichtregierungsorganisation von Vertretern aus Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft, die aus Besorgnis um die großen aktuellen Herausforderungen der Menschheit, vor allem der Klimaveränderung, der Süßwasserverknappung, der Gefährdung der Biodiversität und der Zunahme sozialer Ungleichheit nach Lösungen suchen, die mit den Kriterien der Nachhaltigen Entwicklung entsprechen, unter demokratischen Bedingungen umzusetzen und mit den Prinzipien der sozial-ökologischen Marktwirtschaft vereinbar sind. Hauptsitz der Gruppe ist in München. Der Leiter der Gruppe ist Prof. Peter Wilderer vom Institute of Advanced Studies on Sustainability, in München.

Verantwortlich für den Inhalt: Prof. Josef Bugl, Mannheim und Prof. Ortwin Renn, Stuttgart

Kommentare und Anmerkungen bitte senden an: ortwin.renn@sowi.uni.stuttgart.de