

IZT

Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung
Institute for Futures Studies and Technology Assessment

**Deutsch-polnische Zusammenarbeit für eine
Nachhaltigkeitsstrategie in Europa aus der
Sicht der Zukunftsforschung**

Rolf Kreibich

Arbeitsbericht Nr. 27/2007

Berlin, Juli 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Zukunftswissen und Zukunftsforschung.....	3
2	Basistrends (Kreibich 2006)	5
3	Kernprobleme des globalen Wandels	7
4	Europa in der globalen Welt	10
5	Nachhaltige Entwicklung.....	12
6	Das Europäische Energie-Delphi-Projekt EurEnDel – ein Beitrag zur Nachhaltigkeit	17
6.1	Ziele und methodisches Vorgehen.....	17
6.2	Rahmen und Auswahl der Experten	19
6.3	Ergebnisse	21
6.4	Ergebnisse nach Technologie-Prioritäten.....	24
6.5	Schlußfolgerungen aus EurEnDel.....	29
7	Literatur	31

1 Zukunftswissen und Zukunftsforschung

Was weiß man heute über die voraussichtlichen Leitplanken der Entwicklung im 21. Jahrhundert? Kann man überhaupt Relevantes hierzu aussagen? Die Zukunftsforschung sagt ja, auch wenn sie sich der prinzipiellen Unsicherheit von Zukunftswissen bewußt ist. Die Wissenschaft verfügt heute gleichwohl über solides und belastbares wissenschaftliches Zukunftswissen, dessen Negierung bei der Zukunftsgestaltung mit großer Wahrscheinlichkeit zu fatalen Folgen führen würde, die Selbstzerstörung der Menschheit eingeschlossen.

Vor diesem Hintergrund lohnt sich ein Blick auf die großen Herausforderungen unserer Zeit und die Megatrends ebenso wie auf das Spektrum der Ziele, Instrumente und Methoden der Zukunftsforschung und ihrer spezifischen Ansätze, um wissenschaftliches Zukunftswissen zu produzieren.

Die Entwicklung von heute wird geprägt durch Globalisierung und Digitalisierung, durch Ökonomisierung und Individualisierung. Nicht nur geballt in Worten, auch in der Realität bestimmen diese Phänomene Zeitgeist und Zeitgeist-Handeln. Die Leitziele Wirtschaftswachstum, globaler Innovations- und Produktivitätswettbewerb, Wissenswirtschaft, offene Finanzmärkte und Shareholder-Value kennzeichnen die weltweit dominierende Wirtschaftsweise. Ökonomische Parameter dominieren alle Lebensbereiche, von der Bildung bis zur Forschung, vom Gesundheitssystem bis zur Kultur, von der Stadt- und Regionalentwicklung bis zum Freizeitverhalten und zur Freizeitgestaltung.

Die meisten Bürgerinnen und Bürger glauben, daß die Welt von morgen nur das hervorbringen kann, was sich heute in zweifellos mächtigen technologischen, ökonomischen, sozialen und kulturellen Trends im Rahmen des herrschenden ökonomischen Mainstreams vollzieht. Wenn es so wäre, dann hieße das aber, daß man sich auch mit den negativen Folgen der heute dominierenden technisch-ökonomischen Entwicklung abfinden müßte, die im Prinzip von nur relativ wenigen Akteuren (Multinationale Konzerne, Multinationale Wirtschafts-Institutionen wie WTO, Weltbank, OECD und IWF, Internationale politische Steuerungseinrichtungen wie UNO, G8, OSZE, EU und ILO) global vorangetrieben wird. Das ist aber angesichts der zunehmenden Belastungsrisiken für das soziale Zusammenleben der Menschen und Völker sowie für die Biosphäre keine vernünftige Option. Im Gegenteil: Viele Parameter weisen aus, daß wir an die Belastungsgrenzen sozialer Disparitäten und globaler Ökosysteme herangerückt sind. Es wäre daher angesichts unseres Wissens über die Folgen der anthropologisch verursachten weltweiten Konflikte und der Eingriffe in die Biosphäre nicht nur töricht, sondern selbstmörderisch, den Dingen einfach ihren Lauf zu lassen.

Die Zukunftsforschung sagt sehr deutlich: Es kann keine Entwarnung geben, wenn weltweit die Krisen-, Kriegs- und Terrorgefahren und die gigantischen Stoff-, Energie-

und Schadstoffströme weiter steigen und lokale sowie globale Sozial- und Ökosysteme jederzeit kollabieren können und die Lebensgrundlagen systematisch zerstört werden. Vor diesem Hintergrund ist es jedenfalls sinnvoll und nützlich, mit der Brille der wissenschaftlichen Zukunftsforschung auf die großen Herausforderungen und die Megatrends zu blicken, die das gesellschaftliche Leben und das natürliche Lebensumfeld in den nächsten Jahrzehnten prägen werden, wenn die Rahmenbedingungen in Wirtschaft und Politik sowie die Entwicklung und Verwertung der wissenschaftlich-technischen Innovationen im wesentlichen so weiter verlaufen wie bisher.

Was kann die moderne Zukunftsforschung an Orientierungs- und Handlungswissen beitragen?

„*Zukunftsforschung* ist die wissenschaftliche Befassung mit möglichen, wahrscheinlichen und wünschbaren Zukunftsentwicklungen (Zukünften) und Gestaltungsoptionen sowie deren Voraussetzungen in Vergangenheit und Gegenwart“ (Kreibich 1995).

Die moderne Zukunftsforschung beschäftigt sich also nicht mit *der* Zukunft, sondern mit *Zukünften*. Das ist plausibel, denn jede Einzelperson, jede Gruppe, jede politische Institution hat nicht nur eine feststehende Zukunft, sondern Zukünfte vor sich, also Alternativen. Es ist nur aus der historischen Entwicklung von Wissenschaft, Kultur und Politik zu erklären, daß unsere Sprache für das Wort Zukunft keinen Plural besitzt. Ähnlich verhält es sich mit so wichtigen Begriffen wie „Rationalität“ oder „Vernunft“ - denn natürlich gibt es verschiedene Rationalitäten und verschiedene Vernünfte und eben auch verschiedene Zukünfte.

Die Zukunftsforschung befaßt sich in der Regel mit komplexen, dynamischen Systemen und Prozessen. Zukünfte entwickeln sich nicht entlang von Fachdisziplinen und einzelnen Praxisbereichen, sondern diese übergreifend und zwischen ihnen. Anders als einzelne Fachdisziplinen versucht die Zukunftsforschung immer globale Zusammenhänge und Entwicklungen einzubeziehen, das heißt relevante globale Trends zu beachten, die für die lokale, regionale und nationale Ebene besondere Bedeutung haben. Die Zukunftsforschung basiert auf dem Wissensstand von Vergangenheit und Gegenwart und versucht, in einer vernetzten und holistischen Betrachtungsweise sowohl die inhaltlichen Erkenntnisse der Einzeldisziplinen sowohl der Natur- und Ingenieurwissenschaften als auch der Sozial-, Geistes- und Kulturwissenschaften einzubeziehen. Ihre vorrangige Leistung besteht darin, diese Erkenntnisse sowie die zahlreichen Methoden der Wissenschaften im Hinblick auf Zukunftsanalysen und Zukunftswissen zu bündeln und so zu verknüpfen, um mit Hilfe spezifischer zukunfts wissenschaftlicher Methoden und Techniken neue Erkenntnisse für Orientierung und Gestaltung zu erarbeiten.

2 Basistrends (Kreibich 2006)

Vor diesem Hintergrund haben wir am IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung zahlreiche grundlegende Zukunftstrends auf ihre Relevanz für zukünftige Entwicklungen untersucht und bewertet. Aus einer Gesamtzahl von 50 grundlegenden Zukunftstrends, die durch Auswertung nationaler und internationaler Zukunftsstudien selektiert wurden, konnten anschließend in drei Zukunftswerkstätten die wichtigsten Basistrends ermittelt werden. Die Zukunftswerkstätten waren jeweils mit Experten aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Kultur sowie Vertretern der Zivilgesellschaft und der Bürgerschaft aus gesellschaftlich relevanten Organisationen und Institutionen besetzt.

Wir sprechen von Basistrends der gesellschaftlichen Entwicklung, wenn mindestens drei Kriterien erfüllt sind: Der Trend muß *fundamental* in dem Sinne sein, daß er starke bis grundlegende Veränderungen im Bereich der menschlichen Sozialentwicklung und/oder des natürlichen Umfelds bewirkt. Der Trend muß mindestens *mittelfristig* (ca. 5 bis 20 Jahre) oder *langfristig* (über 20 Jahre) starke Wirkungen und Folgen auslösen. Mit dem Trend müssen starke *globale* Wirkungen und Folgen verbunden sein.

Die Bewertung erfolgte also nach 3 einfachen Kriterien:

a) Trend (Stärke)	stark	mittel	schwach
b) Wirkungen/Folgen: global	stark	mittel	schwach
c) Wirkungen/Folgen: zeitlich	lang	mittel	kurzfristig.

Hieraus ergab sich die in der nachfolgenden Abbildung wiedergegebene Rangfolge der wichtigsten 10 Basistrends.

Abb. 1 Zukunftsentwicklungen – Basistrends (Kreibich 2006):

- **Wissenschaftliche und technologische Innovationen**
- **Belastungen von Umwelt und Biosphäre/Raubbau an Naturressourcen**
- **Bevölkerungsentwicklung und demografischer Wandel**
- **Wandel zur Dienstleistungs-, Informations- und Wissenschaftsgesellschaft**
- **Globalisierung von Wirtschaft, Beschäftigung und Mobilität**
- **Soziale Disparitäten zwischen Erster und Dritter Welt, Extremismus, Terrorismus**
- **Individualisierung der Lebens- und Arbeitswelt**
- **Erhöhung der Personen- und Güterströme weltweit**
- **Verringerung der Lebensqualität (nach UN- und Weltbank-Indizes)**
- **Beschäftigungsentwicklung und Massenarbeitslosigkeit**

Auch wenn es sich nicht um ein strikt repräsentatives Selektions- und Bewertungsverfahren handelt, sind die Ergebnisse im Hinblick auf Zukunftswirkungen und Zukunftsfolgen und somit hinsichtlich ihrer Bedeutung für sozialen, ökonomischen und ökologischen Wandel höchst aufschlußreich.

Die größten Herausforderungen der Zukunft liegen im Bereich dieser zehn Basistrends.

Die Entwicklung der „Moderne“ im 20. und 21. Jahrhundert spiegelt sich in erster Linie in den beiden Megatrends „*Wissenschaftliche und technologische Innovationen*“ und „*Umweltbelastungen/Raubbau an den Naturressourcen*“ wider. Es kann angesichts der empirischen Befunde keine Zweifel geben, daß der erste Megatrend in besonderer Weise von der rasanten Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien, vor allem von deren Miniaturisierung (Mikrosystemtechnik, Mikroprozessoren, „Pervasive Computing“ - Sensor- und drahtlose Übertragungstechnik in Verbindung mit Computern und modernen Datennetzen) sowie den weltweiten Forschungen und wissenschaftlichen Qualifizierungen charakterisiert wird.

Der zweite Megatrend wird von den Belastungen der Öko- und Sozialsysteme durch die Folgen der industriegesellschaftliche Produktion und Konsumtion und eine sich mehr und mehr globalisierende Wirtschaftstätigkeit geprägt. Um ihre Bedeutung für zukünftiges Handeln anzudeuten, sollen einige Zahlen und Fakten zur Weltentwicklung in Er-

innerung gerufen werden, die sich auf die Erfolgs- und auf die Schattenseite der wissenschaftlich-technisch-wirtschaftlichen und sozialen Dynamik der Industriekultur beziehen:

In keiner anderen Hochkultur haben sich auch nur annäherungsweise solche Veränderungen vollzogen wie in der durch Wissenschaft und Technik geprägten Industriegesellschaft. Wir haben in den Industrieländern einen grandiosen Wohlstand erreicht und in den letzten 100 Jahren die Produktivität im Produktionsbereich um über 4000% erhöht und im Bürobereich allein in den letzten 50 Jahren ebenfalls um über 4000%. Durch diese Produktivitätssteigerung konnte das Realeinkommen in diesen 100 Jahren um ca. 3500% gesteigert und die Lebenszeit der Menschen fast verdoppelt, im Durchschnitt in Deutschland um 38 Jahre verlängert werden. Diese Veränderungen gelten in ähnlicher Weise für alle industrialisierten Länder. Somit ist zunächst festzuhalten, daß sich in diesen Zahlen die Erfüllung langgehegter Zukunftsvisionen und Menschheitsträume widerspiegeln. Es ist im Vergleich zu früheren Gesellschaften ein enormer materieller Wohlstand zu verzeichnen. Hier liegt der Schlüssel dafür, daß wir nach wie vor primär in den Perspektiven von Technikentwicklung, Produktivitätssteigerung, Wirtschaftswachstum und materieller Wohlstandsmehrung die zentralen Leitziele für Zukunft und Fortschritt sehen.

3 Kernprobleme des globalen Wandels

Mit dem ersten Megatrend haben wir aber auch den zweiten Megatrend ausgelöst, die Belastung der Natur und der Biosphäre und den Raubbau an den natürlichen Ressourcen, gewissermaßen die Kehr- oder Schattenseite der glänzenden Technologie- und Wirtschaftsentfaltung: Die Weltbevölkerung wächst jeden Tag um 250.000 Menschen. Täglich wird die Atmosphäre mit 60 Millionen Tonnen Kohlendioxid aus Kraftwerken, Heizungen und Kraftfahrzeugen belastet. Täglich wird die Fläche von 63.000 Fußballfeldern Regenwald vernichtet, wodurch unsere wichtigste Kohlendioxid-Reduktions- und Sauerstoff-Produktionsmaschine systematisch zerstört wird. Wir vernichten durch anthropogene Eingriffe täglich 20.000 ha Ackerland und 100 bis 200 Tierarten. Das sind Daten der OECD und des deutschen Umweltbundesamtes, die die Alarmglocken zum schrillen Läuten bringen müssen.

Die dramatischsten Folgen zeigen sich beim Artensterben: Wir wissen, daß ungefähr 36 Millionen Tier- und Pflanzenarten auf der Erde existieren und hochkomplexe Lebens- und Wirkungsgemeinschaften bilden. Mit fortwährendem Artenverlust werden zunehmend systematische Zusammenhänge der globalen und lokalen Ökosysteme zerstört, wobei der Mensch als komplexes Wesen am Ende der Nahrungs- und Ressourcenketten besonders stark gefährdet ist. Es läßt sich leicht ausrechnen, daß die Nahrungs- und Lebensnetze bald reißen, wenn dieser Trend nicht gestoppt wird.

Aber auch die sozialen Entwicklungen sind höchst beunruhigend: Bei globaler Betrachtung läßt sich feststellen, daß der Gewinn aus dem Naturvermögen zwischen den 20% Reichsten und den 20% Ärmsten 60:1 beträgt (Atlas der Weltentwicklung 2001). Zusätzlich werden jene Länder und deren Menschen, die nur einen geringen Gewinn aus dem Naturvermögen ziehen, durch die reichen Länder mit Abgasen und Müll extrem belastet.

Die Ergebnisse der Klimakonferenz vom Oktober 2004 in Peking haben deutlich vor Augen geführt, welche Folgen mit der weiteren Erwärmung der Erdatmosphäre und dem damit verbundenen Klimawandel zu erwarten sind:

1 Grad Erwärmung:	Ökosysteme in Afrika, Australien und Regenwald Amazoniens stark gefährdet
2 bis 2,5 Grad Erwärmung:	Landwirtschaft in Südasien wird weitgehend zerstört. Polare Ozeane (7% des Wassers der Weltmeere) schmelzen in 100 Jahren vollständig
3 Grad Erwärmung:	Anstieg der Meeresspiegel global 3 – 5 Meter
Allgemein – weltweit:	Extreme Wetterwechsel; Anstieg der Wind-, Hurrikan – und Flutkatastrophen

Quelle: FTD 2.11.2004 (FTD 2004)

Die drei im Februar, April und Mai diesen Jahres vorgelegten Klimaberichte der Vereinten Nationen (United Nations 2007) haben die Dramatik des Klimawandels und möglicher Folgen nicht nur bestätigt, sondern noch verstärkt. Die jetzt in Gang gekommenen weltweiten heftigen Diskussionen und ersten globalen und regionalen Klimaschutz-Beschlüsse und Maßnahmen sind nicht nur dringend zu begrüßen, sondern aus der Sicht der Zukunftsforschung seit mindestens 30 Jahren überfällig.

Der Millenniumsbericht der Vereinten Nationen (United Nations 2000) hat neben einer neuen globalen Energiestrategie, die primär auf Energieeffizienztechniken, Regenerativen Energien sowie neuen Energiespeichertechnologien für Wärme und Strom beruht, das Trinkwasserproblem zu Recht als eine zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts hervorgehoben: Schon heute haben 2,4 Milliarden Menschen kein sauberes Trinkwasser mehr – vor allem in Asien, Afrika und Lateinamerika. Die Folgen für Ernährung, Gesundheit, Konflikte und Verteilungskämpfe sind vorprogrammiert, wenn nicht alsbald einschneidende Maßnahmen einer globalen finanziellen Hilfe und wissenschaftlich-technologischen und sozialen Kooperation greifen.

Vor diesem Hintergrund lassen sich die Kernprobleme des globalen Wandels in der Biosphäre sowie die wichtigsten Krisenbereiche, die das soziale Zusammenleben auf

dem begrenzten Globus in den kommenden Jahrzehnten prägen werden, wie folgt zusammenfassen:

- Klimawandel
- Verlust biologischer Vielfalt
- Süßwasserverknappung und –verseuchung
- Verschmutzung der Weltmeere und der Anthroposphäre
- Bodendegradation und Wüstenbildung
- Gesundheitsgefährdungen durch globale Seuchen und Zivilisationskrankheiten
- Gefährdung der Ernährungssicherheit
- Wachsende globale Entwicklungsdisparitäten
- Zunahme der grenzüberschreitenden Migration
- Ausbreitung nicht-nachhaltiger Lebensstile.

Die auf der Schattenseite des technisch-industriellen Fortschritts meßbaren Belastungspotentiale lassen keinen anderen Schluß zu, als daß wir bei einem Fortschreiten auf dem Pfad der gigantischen Energie-, Rohstoff- und Schadstoffströme in weniger als 80 Jahren unsere natürlichen Lebens- und Produktionsgrundlagen zerstört haben werden.

Auch hinsichtlich der weiteren Basistrends lassen sich einige relevante Aussagen machen:

So gibt es weitgehende Übereinstimmung über die Bedeutung der weltweiten Bevölkerungsentwicklung und der damit verbundenen langfristigen Folgen. Wir können mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, daß die Zahl der auf der Erde lebenden Menschen im 21. Jahrhundert mindestens auf 9 bis 10 Milliarden ansteigen wird. Das muß bei unveränderten Rahmenbedingungen und den bisher viel zu kurzfristig und kurzatmig konzipierten globalen Zukunftsstrategien zu einer zunehmenden Verschärfung der ökologischen Probleme und der Disparitäten zwischen Erster und Dritter Welt führen. Auch in Zukunft wird ohne grundlegende Umsteuerung das Verhältnis zwischen den 20% Reichsten und 20% Ärmsten trotz Weltbank- und IWF-Programmen weiter auseinandergehen - *das* zentrale Problem von inter- und intragenerativer Gerechtigkeit und Chancengleichheit.

4 Europa in der globalen Welt

Die Massenarbeitslosigkeit ist ein gewichtiger Basistrend im Rahmen der weltweit dominierenden neoliberalen Wirtschaftskonzepte. Dieses heute in Europa auf der politischen Agenda ganz oben stehende Problem ist auch eine globale Geißel. Denn wer arbeitslos ist, leidet nicht nur unter Wohlstandsverlust, sondern ist in starkem Maße als Persönlichkeit bedroht und belastet die Staatskasse. Dabei sollten aber zwei zentrale Erkenntnisse im Auge behalten werden. Es gibt sowohl in Europa als auch weltweit viel Arbeit und das bisher rigide verteidigte klassische Erwerbsarbeitsmodell ist sicher nicht die geeignete Form in der sich global wandelnden Arbeitswelt sinnvoll zu arbeiten, um sinnerfüllt zu leben. Im Hinblick auf eine neue flexible Arbeits-, Beschäftigungs- und Freizeitkultur bieten sowohl die großen sozialen und ökologischen Herausforderungen, die Globalisierung als auch die neuen wissenschaftlichen Technologien erhebliche Entwicklungschancen und Lösungsmöglichkeiten. Sie müssen jetzt in allen Ländern Europas im Sinne der Nachhaltigkeit aktiv und innovativ genutzt werden.

Die nachfolgende Übersicht enthält die wichtigsten Entwicklungsbereiche für Wissenschaft, Technologieentwicklung, Technologietransfer sowie Wirtschaft und Beschäftigung für Europa in der globalen Welt. Europa hat auf allen diesen Gebieten gute bis ausgezeichnete Voraussetzungen und ist in der Lage, hieraus eine konstruktive Nachhaltigkeitsstrategie zu entwickeln, bei der es viele Gewinner und keine Verlierer gibt:

Die wichtigsten Entwicklungsfelder für eine europäische Nachhaltigkeitsstrategie:

- **Die Welt braucht dringend sauberes Trinkwasser**
Europa hat die besten Wassergewinnungs-, Wasserreinigungs- und Wiederverwendungssysteme
- **Die Welt braucht dringend saubere Energie**
Europa hat gute Energieeffizienztechniken und Regenerative Energiesysteme in allen Sektoren: Industrie, Haushalte, Kleinverbraucher, (Verkehr)
- **Die Welt braucht dringend materialsparende Produkte und Produktionsverfahren**
Europa hat große Erfahrungen in: Wieder- und Weiterverwendung von Produkten und Teilprodukten; Wieder- und Weiterverwertung von Wertstoffen; ökologischer Produkt- und Verfahrensentwicklung; Kreislaufwirtschaft; Mikrosystemtechnik; Informations- und Kommunikationstechnik; Telematik; Entmaterialisierung von Produkten und Prozessen
- **Die Welt braucht dringend Gesundheit und Gesundheitsdienste**
Europa hat leistungsfähige Gesundheitsdienstleistungen, Präventionsdienstleistungen, medizinische Dienstleistungen, Medizintechniken, Präventions- und Wellnesstechniken, Pharmaprodukte

- **Die Welt braucht dringend effiziente, ökologische und sozialverträgliche Infrastrukturen**
Europa hat leistungsfähige Schienen- und Wasserstraßentechniken; ausgezeichnete Informations- und Telekommunikationssysteme;
große Leistungspotentiale in der Logistik und in der Gütertransport- und Schnittstellentechnik: Straße → Schiene, Straße → Wasserstraße, Straße → „Leichter als Luft-Technologien“, Containertechniken; Verladetechniken etc.
- **Die Welt braucht Organisations-, Beratungs- und Ausbildungsdienste**
Europa hat große Erfahrungen in der Organisation komplexer Infra-, Stadt-, Raum-, Produktions- und Distributionssysteme; eine breite Palette qualifizierter Beratungskapazitäten;
Europa könnte die Weltspitze in Systementwicklung, Logistik und Organisation für viele Bau-, Infrastruktur-, Produktions- und Mobilitätsprojekte einnehmen
- **Die Welt braucht innovatives, energie- und materialsparendes, solares und soziales Bauen**
Europa hat hierfür zahlreiche Modellprojekte entwickelt; aber die Architekten, die Bauingenieure, die Investoren und die Bauindustrie sind weitgehend traditionistisch geprägt; Europa könnte aber auf diesem Gebiet der hohen Ressourcenverbräuche (Energie, stoffliche Rohstoffe diverser Art) weltweit Schrittmacher sein.

5 Nachhaltige Entwicklung

Die deutsch-polnische Zusammenarbeit sollte sich in dem zu gründenden Netzwerk mit einer Nachhaltigkeitsstrategie auf diese für Europa so zukunftssträchtigen Entwicklungsfelder konzentrieren. Dabei müssen die folgenden Nachhaltigkeits-Leitziele im Rahmen eines Optimierungsprozesses zu einer Win-Win-Strategie für alle Beteiligten verknüpft werden:

Leitperspektiven für eine Nachhaltige Entwicklung

- Sicherung von wirtschaftlicher Entwicklung und Beschäftigung
- Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und Schonung der Naturressourcen
- Sicherung von sozialer Gerechtigkeit und Chancengleichheit
- Erhaltung und Förderung einer differenzierten Kultur
- Vermeidung von superrisikanten Techniken (z.B. Atom-, Gentechnik, Kohleverflüssigung, CO₂-Abscheidung in Kohlekraftwerken) bei unbestimmter Technikfolgenabschätzung.

Vier Zukunftsstrategien sind für konkrete Aktionen und Projekte auf allen Handlungsebenen und in allen Handlungsfeldern zu fördern:

1. eine wissenschaftlich-technische Effizienzrevolution;
2. eine Konsistenzrevolution in Produktion und Konsumtion;
3. ein verändertes Suffizienzverhalten;
4. ein radikaler Wandel in Richtung Selbstverantwortung und Selbstorganisation in allen gesellschaftlichen Bereichen.

Zu 1: Effizienzrevolution

Hier sind alle jene wissenschaftlich-technologischen und sozialen Innovationen zu subsumieren, die im Hinblick auf neue Produkte, Dienstleistungen, Mobilität und Informationsflüsse konsequent auf die Einsparung von energetischen und stofflichen Ressourcen sowie die Vermeidung von Abfall und Schadstoffemissionen abzielen (Energieeffizienz, Entmaterialisierung, Kreislaufwirtschaft durch Wiederverwendung und Wiederverwertung etc.). Das heißt, es geht um eine Strategie, bei der mit wesentlich weniger Ressourceneinsatz der gleiche oder mehr Nutzen erzielt wird.

Die Reduzierung des Verbrauchs an Energie und natürlichen Ressourcen um den Faktor 10 ist eine gewaltige Herausforderung, und es geht somit um nichts weniger als eine neue wissenschaftlich-technologische Revolution. Die Effizienzrevolution hat den Vorteil, daß sie im Grundsatz wenig umstritten ist und in mehrfacher Hinsicht Win-Win-Strategien ermöglicht. So gehen in den meisten Fällen die ökologischen Gewinne der Ressourceneinsparung (Reduktion der Energie- und Stoffströme, Schadstoffminimierung) konform mit ökonomischen Gewinnen (Kosteneinsparung, Reduktion von Transportgut, Schaffung von Wettbewerbsvorteilen) und sozialen Gewinnen (Schaffung qualifizierter Arbeit, Erhöhung der Arbeitsmotivation, Verbesserung der Gesundheit).

Die Effizienzstrategie eröffnet auf Dauer eine unerschöpfliche Freisetzung und Umsetzung von innovativen Ideen und Konzepten, wofür ein riesiges menschliches Kapital in Form von Wissenschaftlern, Innovatoren, Tüftlern, Technikern, Ingenieuren, Planern, Managern sowie kreativen und unternehmerischen Persönlichkeiten gebraucht wird - eine große Chance gerade für Länder in forcierten Entwicklungsprozessen und für die junge Generation. Die deutsch-polnische Zusammenarbeit sollte sich mit Projekten, Initiativen und Veranstaltungen vorrangig auf Konzepte zur Effizienzsteigerung konzentrieren.

Zu 2: Konsistenzrevolution

Produktion, Dienstleistungen und Konsumtion müssen unverzüglich wieder besser in die natürlichen biogeochemischen Kreisläufe der Natur eingepaßt werden (Huber 2000). Der Einsatz der regenerativen Energien und die Nutzung nachwachsender Rohstoffe bilden hierfür die Grundlage. Die Einpassung in die Absorptions- und Aufnahmefähigkeit bzw. -mechanismen von Ökosystemen bei der Herstellung, Nutzung und Verbringung von Produkten und Infrastrukturen einschließlich der dazugehörigen Dienstleistungen (z. B: Transport, Vertrieb, Verkehr), ist die zweite Grundlage einer Konsistenzstrategie.

Wir dürfen weder regional noch global die Überschreitung von Belastungsgrenzen der natürlichen Lebensmedien riskieren. Die Konsistenzstrategie zielt nicht unmittelbar auf die Verbesserung der Wirkungsgrade alter Technologien und Produkte, sondern vielmehr auf grundlegend neue Technik- und Produktinnovationen, die sich von vornherein in den Naturstoffwechsel besser einfügen. So ist die Entwicklung und Konstruktion von ökologischen Produkten, die sich wiederverwenden lassen oder deren Materialeinsatz sich vollständig rezyklieren läßt, ein gangbarer Weg konsistenter Ressourcennutzung (Behrendt 1996). Auch eine Wasserstofftechnik wäre auf der Grundlage regenerativer Energien als Substitut von fossilen oder atomaren Brennstoffen eine wünschenswerte Konsistenztechnologie. Die Nutzung der Sonnenenergie als Energiequelle und der Wasserstoff als Energiespeicher beziehungsweise „Brennstoff“ (etwa in Brennstoffzellen)

würden selbst bei der Produktion großer Energiekapazitäten keine relevanten Belastungen der biogeochemischen Kreisläufe der Natur zur Folge haben. Es sei jedoch angemerkt, daß sich vor allem aus Kostengründen und schlechten Wirkungsgraden bei der Wasserstoffproduktion bisher eine solare Wasserstofftechnologie nur in Nischenbereichen realisieren läßt. Die Umstellung der bisher weitgehend fossilen und atomaren Energieversorgung auf effiziente und konsistente Energiestrategien stellt angesichts der globalen Umweltrisiken eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar. Eine der wichtigsten Konsistenzstrategien ist die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe, deren Entropiebilanz wesentlich günstiger ist als die energetische Verwendung von Biomasse.

Zu 3: Suffizienzverhalten

Wir werden sicher nicht ohne neue Lebensstile und Lebensweisen mit neuen Wohlstands- und Lebensqualitätsorientierungen dauerhaft zukunftsfähig bleiben. Hier bieten sich mannigfaltige Möglichkeiten an, im Sinne einer Nachhaltigen Entwicklung ganz individuelle Beiträge durch jeden Einzelnen zu leisten: Das reicht von grundlegenden Einstellungsänderungen, Wandel der Normensysteme und Bedürfnisse bis hin zu bewußter Askese - letzteres sicher nicht für alle, aber die Geschichte ist reich von erfüllten sparsamen Lebensweisen. Die Suffizienzstrategie zielt nicht auf die Abkehr von der Vision eines guten Lebens, sondern auf neue Wohlstandsmodelle, die eine Balance zwischen materiellen und immateriellen Gütern herstellen, den Energie- und stofflichen Ressourcenverbrauch auf ein sozial und ökologisch verträgliches Maß reduzieren und neben Güterwohlstand vor allem Sozial- und Zeitwohlstand ermöglichen. Sie fragt danach, was wir für ein gutes Leben wirklich brauchen und stellt für Produkte andere Kategorien wie Qualität, Einfachheit, Langlebigkeit, Wiederverwendungsfähigkeit, Schönheit in den Vordergrund und für den immateriellen Bereich sozialverträgliches Zusammenleben, Kommunikationsfähigkeit, Entschleunigung, Solidarität, Selbstbestimmung, Freizeitgestaltung, Kultur und Kunst.

Zu 4: Selbstverantwortung und Selbstorganisation

Effizienz-, Konsistenz- und Suffizienzinnovationen wird es in einer freien demokratischen Gesellschaft nur dann geben, wenn mehr Eigenverantwortung und Selbstorganisation praktiziert wird. Nur dann werden soziale Phantasie, Kreativität und proaktives Handeln für die Leitziele der Nachhaltigen Entwicklung freigesetzt. Für selbstorganisierte Prozesse und Projekte lassen sich vor allem im Rahmen zivilgesellschaftlicher Engagements viele gute Beispiele aufzeigen. Besonders kreative und innovative Projekte werden in zahlreichen Kommunen im Rahmen der Lokalen Agenda 21-Prozesse erar-

beitet. Hier gilt im allgemeinen der Grundsatz „nicht abwarten bis von oben oder von außen etwas herangetragen wird, sondern Eigeninitiative entwickeln und die Dinge selbst in die Hand nehmen.“ So haben beispielsweise im Agenda-Prozeß in Berlin über 400 Initiativen, Organisationen, Vereine, Netzwerke sowie kleine und mittlere Unternehmen innovative Projekte entwickelt, die die Stadt auf dem Weg zur Nachhaltigkeit voranbringen sollen. Um solche Projekte realisieren zu können, haben wir vom IZT Berlin im Jahr 2002 die Projektagentur „Zukunftsfähiges Berlin“ gegründet. Für die 4 Handlungsfelder „Nachhaltige Energieverwendung und Nachhaltiges Wirtschaften“, „Stadtentwicklung/Bauen/Wohnen/Nachhaltige Mobilität“, „Neue Lebenswelten/Kultur/Bildung“ und „Eine Welt/Entwicklungszusammenarbeit“ wurden in den Jahren 2002 bis 2007 über 500 Projekte eingereicht und davon knapp 100 gefördert. Die Themen reichen vom Aufbau eines Unternehmensnetzwerks für nachhaltiges Wirtschaften und nachhaltige Unternehmensentwicklung, der Konzipierung eines nachhaltigen Mobilitätskonzeptes für Schulen, der innovativen Nutzung von Biomasse in einem Berliner Stadtbezirk bis zur Entwicklung eines „grünen Bauhauses“ für ökologische Bauweisen und Projekte zum Klimaschutz (Göll u. a. 2004 und 2007).

Weitere hervorragende Beispiele von Selbstverantwortungsübernahme, Selbstorganisation und proaktivem Handeln sind die viele konkreten lokalen und regionalen Konzepte, Projekte, Initiativen und Netzwerke zur Umsetzung der Millenniums-Entwicklungsziele der Vereinten Nationen. Das IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung Berlin hat für diese Aktivitäten im Jahre 2006 seinen Zukunftspreis vergeben. Im Jahr 2000 verständigten sich Staatsoberhäupter und Regierungschefs von 189 Staaten auf einen internationalen Handlungsrahmen für das 21. Jahrhundert, „wie Milliarden Menschen aus bitterster Armut befreit, wie die Friedenseinsätze der Vereinten Nationen verbessert und die globalen Umweltprobleme wirksamer angegangen werden können.“ Die Ziele der Millenniumserklärung der Vereinten Nationen (United Nations 2000) gehören zu einem Aktionsplan, der dafür sorgen soll, daß die Globalisierung allen Menschen Vorteile bringt.

Mit dem IZT - Zukunftspreis 2006 wurden kreative und innovative Vorhaben ausgezeichnet, die sich den Forderungen der Millenniums-Entwicklungsziele verpflichtet haben. Die Konzepte, Projekte, Initiativen oder Netzwerke sollten möglichst konkret und praktisch relevant auf Ziele der Millenniumserklärung Bezug nehmen. Wir halten die Förderung und Publizierung derartiger Aktivitäten (Kreibich, R.; Thio, Sie L. 2007) für besonders wichtig, weil bisher die hehren Ziele für den Fortbestand einer friedvollen Zukunft des Menschen weitgehend abstrakt blieben und im Alltagshandeln der Nationen, Regionen und lokalen Aktivitäten nur eine geringe Resonanz gefunden haben.

Für alle Projekte gilt, daß sie selbstorganisiert durch bürgerschaftliches Engagement entwickelt und durchgeführt werden. Ihr innovativer Charakter soll Impulsfunktionen zur Nachahmung und Vervielfältigung haben und möglichst zahlreiche weitere Akteure

im Agenda- und Millenniums-Prozeß zu teilnehmendem oder weiterführendem Engagement anregen. Solche Projekte sind in besonderer Weise geeignet, gerade auch von Ländern im Entwicklungsprozeß der Nachhaltigkeit und von der jungen Generation angenommen zu werden.

6 Das Europäische Energie-Delphi-Projekt EurEnDel¹ – ein Beitrag zur Nachhaltigkeit

6.1 Ziele und methodisches Vorgehen

Als Beitrag zu einer europäischen Nachhaltigkeitsstrategie versteht das IZT die im Jahr 2005 abgeschlossene europäische Delphistudie zu zukünftigen Entwicklungen im Energiesektor EurEnDel – Technology and Social Vision for Europe's Energy Future – Das europäische Energie-Delphi (Wehnert et al. 2007).

Das Ziel des Projekts war es, zu verlässlichen Langfrist-Voraussagen über das Energiesystem Europas zu kommen, auf deren Basis Vorschläge für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsperspektiven abgeleitet werden können. Um dies zu erreichen, sollten sowohl die technologischen Potentiale, als auch die wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Anforderungen an ein zukünftiges Energiesystem erforscht werden. Um dieses Ziel zu erreichen, hat das IZT eine zweistufige Delphi-Expertenumfrage bei einer repräsentativen Anzahl europäischer Energiefachleute durchgeführt.

Die Delphi-Methode ist eine bewährte Technik für die langfristige Vorausschau, besonders im Bereich von Technologie und für wirtschaftliche Entwicklungshorizonte (vgl. Gordon 1994, Linstone und Turroff 1974, Häder und Häder 2000). Sie ist geeignet, mit einem hohen Maß an Unsicherheit umzugehen und bei äußerst komplexen Problemstellungen relevante Ergebnisse zu liefern. Jenseits der explorativen Voraussagen stimuliert Delphi Diskussionen innerhalb einer Expertengemeinschaft. Es hilft so, gemeinsame Perspektiven und Bewertungen zu entwickeln, entweder in Form eines Konsenses über die wahrscheinlichsten, möglichen und wünschbaren Entwicklungen oder aber auch zur Identifizierung von Dissens mit klar definierten Meinungen.

Die Methode tendiert allerdings dazu, Ergebnisse eines zukünftigen Mainstreams zu eruieren, während Außenseitermeinungen im Rahmen der quantitativen Auswertung eher vernachlässigt werden. Bei einer zu einseitig technologieorientierten Auswahl der teilnehmenden Experten besteht die Gefahr, daß soziale und ökologische Entwicklungen und Bedürfnisse nicht angemessen berücksichtigt und technologische Potentiale durch eine Art „professionellen Optimismus“ überschätzt werden. Deshalb ist es wichtig, Delphi nicht auf den statistischen Mittelwert aller Antworten zu reduzieren, sondern die Robustheit der Vorhersagen zu stärken, in dem man den Delphi-Ansatz mit weiteren Methoden kombiniert (Kreibich 1998).

Vor diesem Hintergrund kombiniert EurEnDel prospektive und normative Elemente. Gemäß der prospektiven „Technology-Push“-Perspektive lautet die Frage: „Was sind

¹ EurEnDel: Technology and Social Visions for Europe's Energy Future

wahrscheinliche Entwicklungen bei den Energietechnologien (Wahrscheinlichkeit)?“ Die normative „Social-Pull“-Perspektive zielt auf gesellschaftliche Bedarfe: „Welche Technologien brauchen wir, um unsere zukünftigen Bedürfnisse zu befriedigen (Wünschbarkeit)?“ EurEnDel kombiniert beide Perspektiven durch Anwendung der Delphi-Technik als auch anderer Methoden der Zukunftsforschung (Szenario-Writing, Kreativ-Workshops).

In einer zusammenfassenden Darstellung zu EurEnDel wird der Gesamtansatz wie folgt beschrieben (Jörß/Wehnert 2006):

- **„Ein breiter Expertenmix**
Die Teilnehmer an EurEnDel wurden so ausgewählt, daß sie einen breiten Blick auf Energiethemen haben und alle Beteiligten der Energiewirtschaft repräsentieren und somit in der Lage sind, einerseits technologische Potentiale zu beurteilen, andererseits auch gesellschaftliche Bedarfe an Energietechnologien.
- **Blick auf Außenseitermeinungen und Widersprüche**
Zusätzlich zur statistischen Analyse der quantitativen Daten berücksichtigte die Auswertung der Fragebögen explizit Minderheitenmeinungen und Widersprüche. Eine tiefgehende Analyse aller (> 1600) Expertenkommentare wurde durchgeführt.
- **Konfrontationen mit Gesellschaftlichen Visionen**
Ein grundlegendes Element von EurEnDel war es, die Experten einzuladen, die eingeschliffenen Pfade des täglichen Denkens zu verlassen. Hierzu wurden Skizzen von auf idealisierten Gesellschaftsvisionen basierenden europäischen Energiezukünften im Fragebogen präsentiert und die Experten sollten die Wichtigkeit von Energietechnologien für jede der drei Visionen bewerten. Die Visionen dienten als normative Elemente der Suche nach Technologien, die am besten geeignet sind, gesellschaftliche Bedarfe zu befriedigen.
- **Entwicklung von Szenarien**
Um adäquat eine Mehrzahl von möglichen Zukünften beschreiben zu können, wurden aus den Delphi-Ergebnissen drei verschiedene Szenarien über die Energiezukunft Europas entwickelt. Dabei wurden die Korrelationen zwischen den Delphifragen berücksichtigt und die Ergebnisse zu einzelnen Technologien wurden zu konsistenten Bildern des europäischen Energiesystems kombiniert. Die Szenarien dienen auch dazu, die Robustheit von Energietechnologien unter verschiedenen Rahmenbedingungen zu testen.“

6.2 Rahmen und Auswahl der Experten

Die folgenden Bilder 1 bis 4 zeigen

- a) den Zeithorizont, den Umfang der einbezogenen Länder und die Anzahl der in die beiden Delphi-Runden insgesamt einbezogenen Energieexperten:

Erste europaweite Delphi-Studie im Energiebereich

- Zeithorizont 2030
- EU 25 +
- 2 Delphi Runden mit > 3400 eingeladenen Experten
- Anzahl der beteiligten Energieexperten 667



Bild 1

- b) die Verteilung der Experten auf die verschiedenen Ländergruppen innerhalb der EU und auf den „Rest der Welt“:

- EU
- EU New Member
- Candidate
- Associated
- Rest of the World

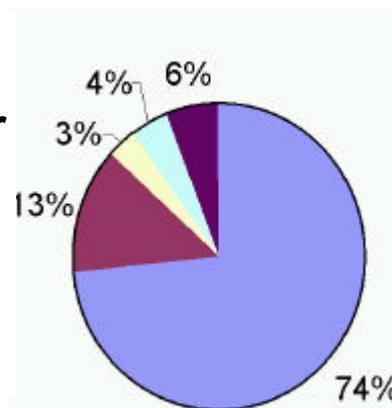
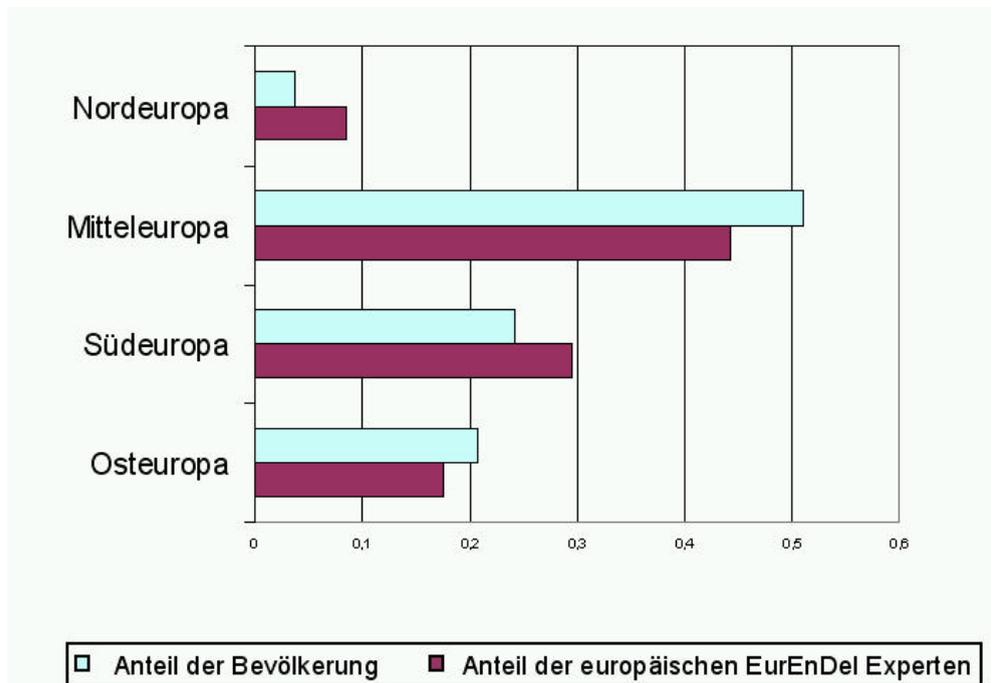
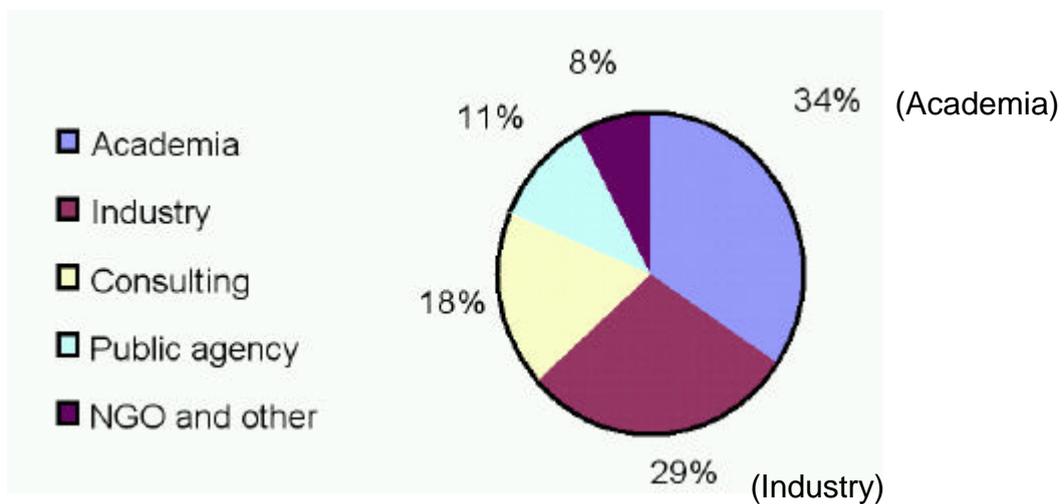


Bild 2

c) die regionale Verteilung der Experten: Bild 3



d) die institutionelle Anbindung der Experten: Bild 4



Im Zielfokus der EurEnDel-Studie lagen drei visionäre Perspektiven:

Vision 1 ist geprägt durch:

- individuelle Wahlfreiheit als oberstes Gebot
- liberalisierte Märkte
- große Entscheidungsfreiheit für Kunden
- transparente Kosten und freier Wettbewerb (erlauben Wahl von Gütern und Dienstleistungen nach persönlichen Bedürfnissen).

Vision 2 ist geprägt durch:

- ein Leben im Einklang mit der Natur
- Schutz des Ökosystems (primäres politisches Ziel)
- das Verursacherprinzip (wird strikt angewandt)
- Vorsorgeprinzip und geschlossene Kreisläufe (sind in der Industrie Standard)
- höhere Kosten für ökologische Güter (werden vom Verbraucher akzeptiert).

Vision 3 ist geprägt durch:

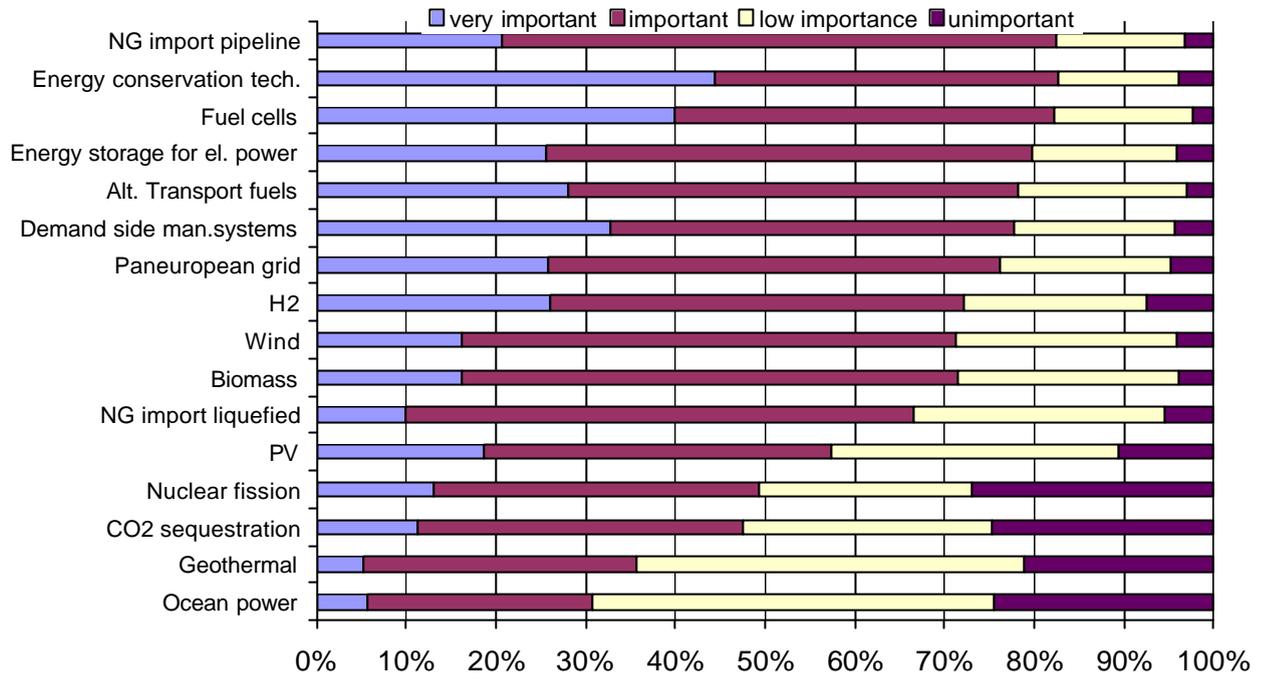
- größtmögliche soziale Gerechtigkeit als wichtigster moralischer Wert
- Europäische Politik, die nach einer Minimierung von Einkommensunterschieden strebt
- soziale Verantwortung in der Privatwirtschaft (hohe Priorität)
- beschäftigungsintensive Alternativen
- Kostenumlagen, die als „burden sharing“ breite Akzeptanz finden.

6.3 Ergebnisse

6.1.1 Ergebnisse nach visionären Zielen

Bild 5: Individual Choice

Welche Technologien / Energiequellen sind wichtig?



- Hitliste:**
- Erdgas Importe (Pipelines)**
 - Energiesparmaßnahmen**
 - Brennstoffzelle**
 - Elektrische Energiespeicher**
 - Alternative Kraftstoffe**

Bild 6: Ecological Balance

Welche Technologien / Energiequellen sind wichtig?

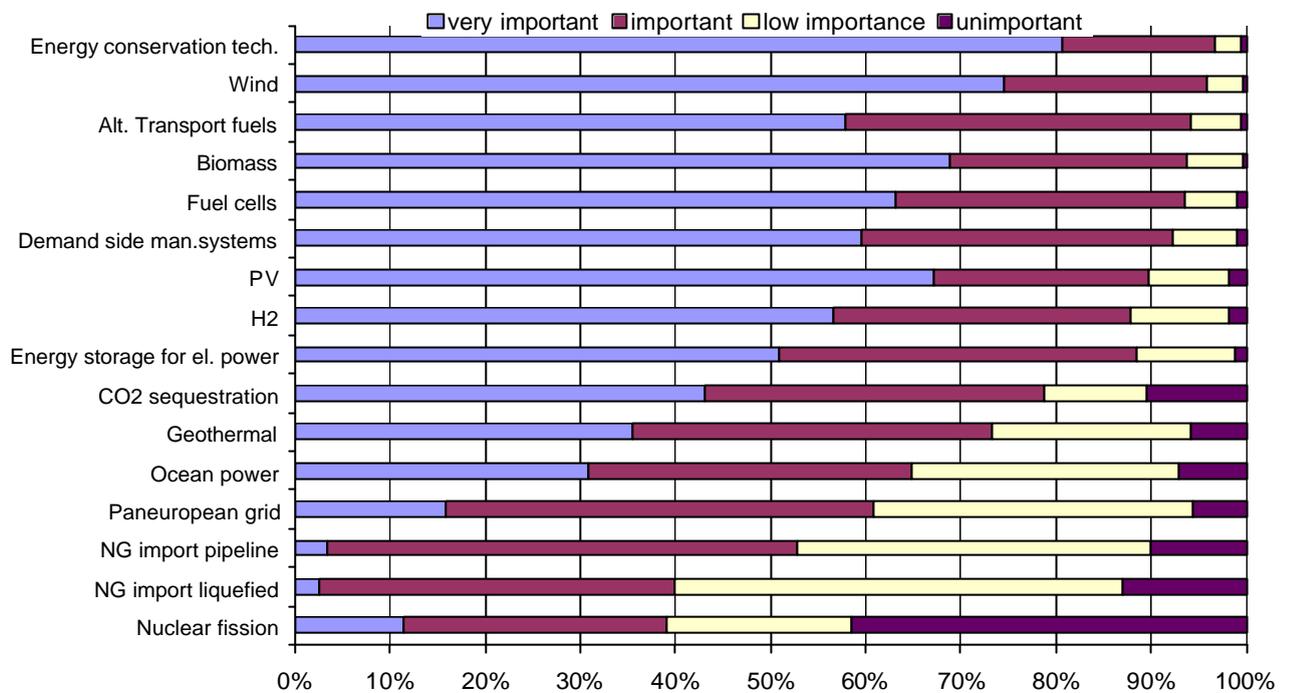
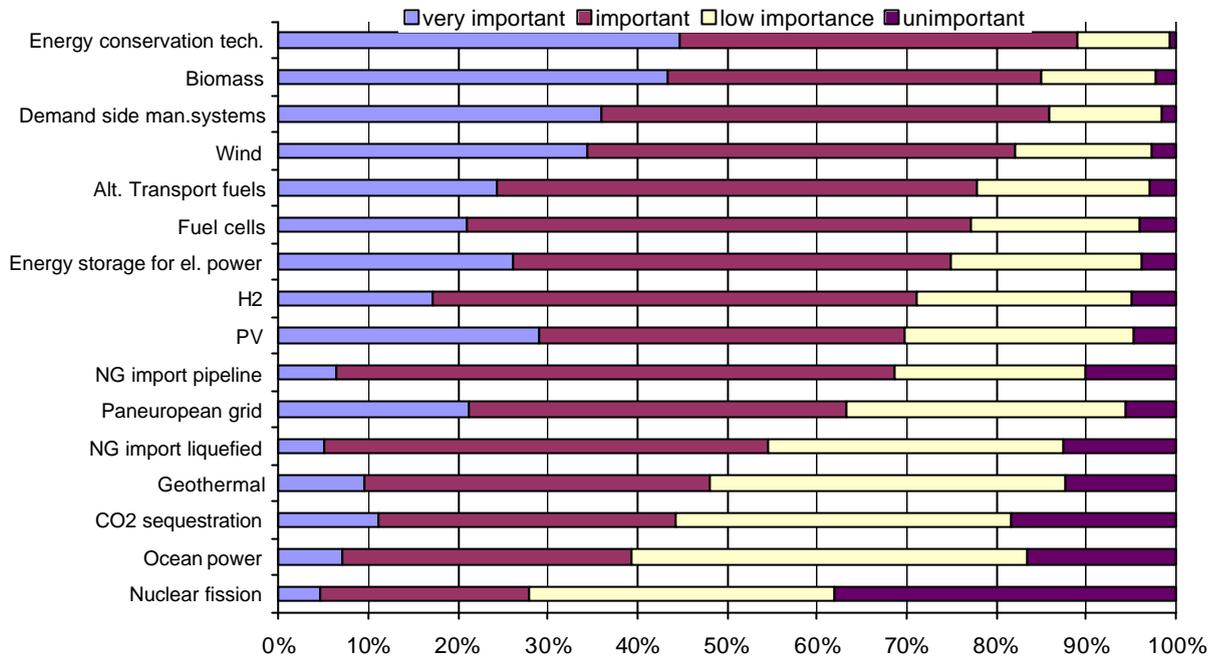
**Hitliste: Energiesparmaßnahmen****Windenergie****Alternative Kraftstoffe****Biomasse****Brennstoffzelle**

Bild 7: Social Equity

Welche Technologien / Energiequellen sind wichtig?



Hitliste: Energiesparmaßnahmen

Biomasse

Nachfrageseitiges Energiemanagement

Windenergie

Alternative Kraftstoffe

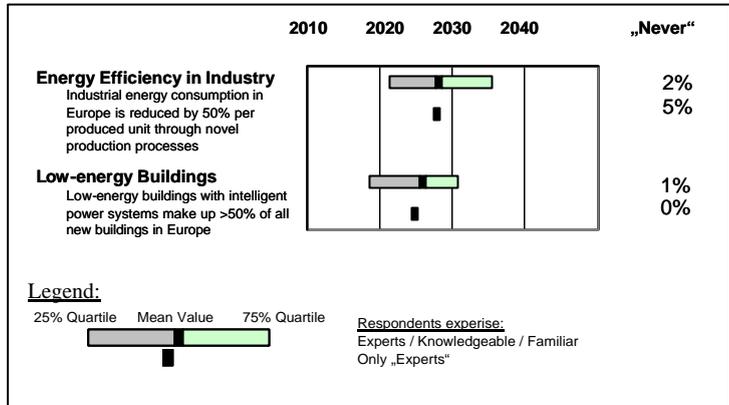
6.4 Ergebnisse nach Technologie-Prioritäten

Höchste Priorität: Energieeffizienz

Die bedeutendste Botschaft von EurEnDel ist, daß Energieeffizienztechnologien die entscheidende Grundlage für die Energiezukunft Europas darstellen. Die Teilnehmer von EurEnDel sind in ihrer Einschätzung ganz überwiegend der Auffassung, daß Technologien zur Reduktion des Energiebedarfs in höchstem Maße positive Auswirkungen haben und unabhängig von der verfolgten Vision bevorzugt zu behandeln sind: Egal, ob unsere Gesellschaft in Zukunft eher nach ökonomischem Wohlstand und Wahlfreiheit, nach ökologischer Ausgewogenheit oder nach sozialem Ausgleich strebt, Optionen zur

Reduktion der Abhängigkeit Europas von Energiezufuhren sind ganz oben auf der Prioritätenliste.

Zu den zwei effizienzbezogenen Technologiefragen des Delphi (vgl. Bild 8) herrscht weitgehend Konsens unter den Teilnehmern. Eine Verdopplung der industriellen Energieeffizienz wird von 65% der Experten vor dem Jahr 2030 für wahrscheinlich gehalten. Ein noch höherer Anteil, 75% der Antwortenden, erwartet, daß vor 2030 die Hälfte aller neuen Gebäude in Europa Niedrigenergiehäuser sein werden. Nur ein kleiner Teil (1 bis 2%) hält diese Entwicklungen für komplett unwahrscheinlich.



Allerdings müssen trotz der großen gesellschaftlichen Nachfrage Unterstützungsmaßnahmen für Energieeffizienz (Forschung, finanzielle Anreize und Initiativen zur Stärkung der Akzeptanz bei Endnutzern) intensiviert werden, um einem Investitionsmangel zu entgehen. In Analogie zur Priorität, die in den USA und Japan diesem Forschungsfeld gegeben wird, brauchen marktbezogene Maßnahmen eine starke Förderung von Seiten der angewandten Forschung in Energieeffizienztechnologien.

Großes Potential: Erneuerbare Energien

Die Teilnehmer der Umfrage halten einen hohen Anteil Erneuerbarer Energien aus gesellschaftlicher Sicht für äußerst wichtig und nützlich. Erneuerbare Energien kamen auf den zweiten Platz hinter nachfrageseitig orientierten Effizienzlösungen. Hintergrund der guten Bewertungen sind die positiven Auswirkungen auf die Umwelt im Sinne der Konsistenzstrategie, der Beitrag zur Versorgungssicherheit sowie ihre Potentiale für die regionale Entwicklung und Beschäftigung.

Die Mehrzahl der EurEnDel-Experten glaubt, daß 25% des gesamten europäischen Energiebedarfs vor 2030 durch erneuerbare Energiequellen gedeckt werden kann (vgl. Bild 9). Dieses Ziel wird jedoch nur in einer Kombination von angemessener Unterstützung für erneuerbare Energien mit starken Verbesserungen bei der Ener-

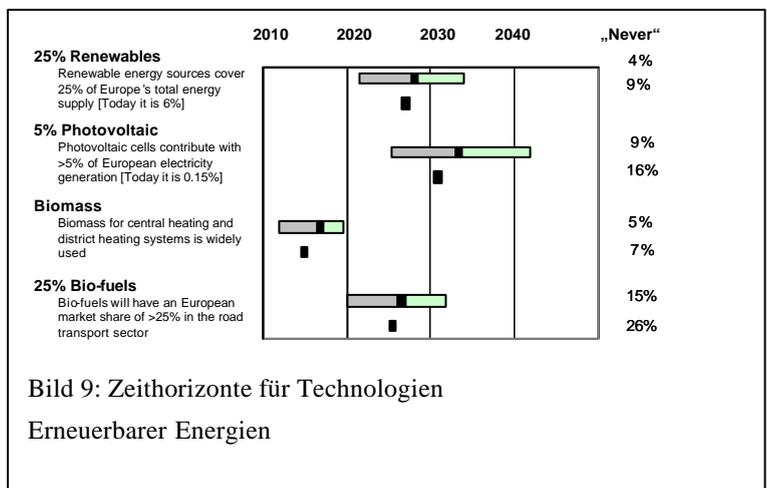


Bild 9: Zeithorizonte für Technologien Erneuerbarer Energien

gieweffizienz für realistisch gehalten. Neben technischen und ökonomischen Hürden wird als Schlüsselfaktor für die Entwicklung einiger erneuerbarer Energien wie Windkraft und Biomassenutzung die öffentliche Akzeptanz betont. Diese steht in Bezug zu Änderungen von Landnutzung, „Landschaftsver Verschmutzung“, reduziertem Komfort und Mißtrauen gegenüber unbekanntem Technologien.

Biomasse hat das größte Potential, eine signifikante Rolle in der europäischen Energie-zukunft zu spielen: Sowohl Technologien zur direkten energetischen Biomassenutzung als auch die Produktion von Biokraftstoffen bedürfen allerdings noch weiterer angewandter Forschung, um ihre ökologische Verträglichkeit sicherzustellen und die Wettbewerbsfähigkeit kurz- und mittelfristig zu verbessern. Da die Ressourcen an Biomasse begrenzt sind, wird es einen zunehmenden Wettbewerb um die Landnutzung zur Biomasseproduktion für verschiedene stoffliche Nutzungen und energetische Zwecke geben (Strom, Wärme, Verkehr). In dieser Hinsicht gibt es noch beträchtliche Unsicherheiten beispielsweise zur Rolle von Biotreibstoffen im zukünftigen europäischen Energiesystem. Weitere Forschung zur Nutzung von effektiven Biomassepotentialen ist deshalb dringend erforderlich, um langfristige Optionen für eine nachhaltige Entwicklung zu identifizieren.

Photovoltaik (Stromproduktion aus Sonnenenergie) kann längerfristig eine signifikante Rolle in der europäischen Energiezukunft spielen. Ein 5%-iger Beitrag zur Energieversorgung Europas wird zwischen 2030 und 2040 für möglich gehalten. Die derzeitige rasante Entwicklung der Solarstrom-Produktion deutet sogar darauf hin, daß dieses Ziel noch früher erreichbar ist. Ein so hoher Anteil impliziert jedoch, daß PV wettbewerbsfähig wird, was jedoch in diesem Zeitrahmen als Resultat eines größeren technischen Durchbruchs zu erwarten ist. Um ein solch ambitioniertes Ziel zu erreichen, müssen sowohl Grundlagenforschung als auch angewandte Forschung, ebenso ihre Markterweiterung durch angemessene ökonomische Anreize gefördert werden.

Zunehmend Wichtig: Dezentrale Stromerzeugung und Energiespeicherung

Energiespeicherung ist nicht nur eins von vielen Elementen existierender Energiesysteme, sondern eine Schlüsselkomponente zukünftiger Strom- und Wärmenutzung bei den ungleichmäßig zur Verfügung stehenden erneuerbaren Energiequellen. Ohne ein langfristiges Engagement auf diesem Feld ist es nicht möglich, einen hohen Anteil an Erneuerbaren Energien im europäischen Energiesystem zu erreichen. Energiespeichertechnologien sind jedoch nicht nur an Erneuerbare geknüpft. Sie gewinnen zunehmende Bedeutung in Verbindung mit der Entwicklung dezentraler Energiesysteme, mit Strategien zur Kappung von Spitzenlast, dem verstärkten Einsatz dezentraler Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (BHKW) und mit der Reduzierung der Volatilität der Energiepreise.

Sie sind deshalb ein grundlegendes Element gesellschaftlicher Visionen, die individuelle Wahlfreiheiten hochhalten.

Die Ergebnisse des Energie-Delphi haben deutlich einen Mangel an Investitionen in Forschung und Entwicklung für Energiespeicher unter den gegenwärtigen Fördermechanismen aufgedeckt. Die Teilnehmer der Umfrage unterstreichen einen hohen Bedarf sowohl für Grundlagen- als auch für die angewandte Forschung.

Wasserstoff hat das Potential, eine bedeutende Speicheroption zu werden. Wegen der langen Zeitspanne, bis Wasserstoff in signifikantem Maße zum europäischen Energiesystem beitragen kann, müssen allerdings dringend Verbesserungen und Weiterentwicklungen in der Speichertechnik (z.B. Batterien, Schwungräder, Pumpspeicherwerke, Kondensatoren) verfolgt werden.

Die Bewertung einer Wasserstoffwirtschaft durch die Teilnehmer an EurEnDel hängt von der Wasserstoffquelle ab: Eine Wasserstoffwirtschaft als Selbstzweck ist vom ökonomischen und ökologischen Standpunkt aus kaum zu rechtfertigen. Die vorherrschende Position ist, daß die Wasserstoffproduktion aus Gründen der Energieeffizienz und der Umweltbelastung nur aus erneuerbaren Energiequellen zu bevorzugen ist.

Keine einfachen Lösungen: Verkehr

Das Wachstum des Energiebedarfs im Verkehr einzudämmen, wurde als eine der schwierigsten Herausforderungen für das Energiesystem Europas identifiziert. Die Analyse in EurEnDel zeigt, daß es keine einfachen Lösungen gibt, die Herausforderungen im Verkehrssektor zu bewältigen. Die Anstrengungen müssen auf allen Ebenen intensiviert werden und alle verfügbaren Mittel einschließen: Neben Biotreibstoffen konzentrierte sich die EurEnDel-Umfrage auf Brennstoffzellen und die Verlagerung von Güterverkehr auf die Schiene und die Wasserwege als zwei Lösungen, die eine bedeutende Rolle spielen können.

Brennstoffzellen auf der Basis solarer Wasserstoffproduktion können längerfristig eine bedeutende Rolle in zukünftigen Verkehrssystemen spielen: Sie tragen vor allem auch zur Reduzierung lokaler Emissionen bei. Ein 20%-iger Marktanteil für Brennstoffzellenfahrzeuge wird von den Experten in den späten 2020er Jahren erwartet, was noch vor der Etablierung einer umfangreichen Wasserstoffwirtschaft läge. Das Erdgas als „Übergangstreibstoff“ wird ausschlaggebend in der Entwicklung von Brennstoffzellen für den Verkehr sein.

Wie auch bei anderen Technologien, sind regulative und fiskalische Maßnahmen bedeutende Mittel zur Unterstützung des Güterverkehrs auf der Schiene, obwohl auch Forschung weiterhin eine signifikante Rolle spielt, insbesondere im Hinblick auf Logistik

und verbesserte Schnittstellen-Technologien. Die Zukunft des Güterverkehrs auf der Schiene hängt jedoch hauptsächlich von politischen Entscheidungen ab.

Kontrovers Diskutiert: Kernenergie und CO₂-Abscheidung

Eine große Mehrheit der Teilnehmer an EurEnDel erwartet keine Einführung von passiv sicheren Reaktortypen in Europa vor 2020. Dieses Thema ist aber unter den Teilnehmern besonders kontrovers angesichts der Tatsache, daß über 20% der Antwortenden nicht erwarten, daß es jemals passiv sichere Spaltungsreaktoren geben werde. Trotz ihrer möglichen Bedeutung für Versorgungssicherheit und CO₂-Vermeidung, wurde die Kernenergie insgesamt sehr niedrig bewertet. Das liegt vor allem an den bisher nicht gelösten Entsorgungsproblemen.

Ein ähnliches Bild zeichneten die Delphi-Teilnehmer für Abscheidung und Lagerung von CO₂: Ein relativ hoher Anteil der Experten zweifelt an der Machbarkeit: Als Gründe werden vor allem die hohen Kosten und die Sicherheitsprobleme genannt.

Eine wirtschaftliche Nutzung der Kernfusion liegt nach breitem Konsens – wenn überhaupt – weit jenseits des für EurEnDel angesetzten Zeithorizonts von 2030. Allein die technische Beherrschung des Plasmas, eine Vorstufe zur eigentlichen Fusionstechnologie, wird erst deutlich nach 2030 erwartet, und dies mit hohen prinzipiellen Zweifeln wie bei den passiv sichereren Kernreaktoren.

Vergleich mit Quantitativen Modellen

Ein Vergleich der Ergebnisse des EurEnDel-Delphi mit zwei aktuellen auf EU-Ebene genutzten, auf quantitativen Modellen (Mantzou et al. 2003, Zeka-Paschou 2003) beruhenden Energieszenarien zeigt, daß die EurEnDel-Teilnehmer schnellere Technologieentwicklungen und höhere Marktanteile für neue Technologien erwarten. Schon früher wurde bemängelt, daß ökonomische Modelle dazu tendieren, das Potential von neuen Technologien zu unterschätzen (Halal and Kallmeyer 2004, Laitner 2004). Zusätzlich muß aber beachtet werden, daß die Szenarioannahmen der quantitativen Referenzstudien (im wesentlichen vorsichtiges „Business as usual“) sicher nicht mit den Rahmenbedingungen korrespondieren, die den Erwartungen der EurEnDel-Experten zu Grunde liegen. Die Zeithorizonte für Technologieentwicklungen des EurEnDel-Delphi sollten deshalb nicht als Selbstläufer interpretiert werden, sondern als zukünftig erreichbar, wenn die Rahmenbedingungen und Anreize entsprechend gesetzt werden. (Jörß/Wehnert 2006)

6.5 Schlußfolgerungen aus EurEnDel

Aus der Analyse der Expertenmeinungen zur Energiezukunft Europas ergeben sich eine Reihe von Schlußfolgerungen für die europäischen und die nationalen Energie- und Energieforschungspolitiken:

Energieeffizienz – das Top-Thema von EurEnDel – bedarf neben allen derzeit diskutierten marktbezogenen Maßnahmen, weiteren Anreizsystemen und einer starken technologischen Unterstützung aus der angewandten Forschung. Außerdem muß die Motivation und Akzeptanz der Endnutzer zur Anwendung von marktfähigen Effizienztechnologien verstärkt Gegenstand von Forschung und Umsetzung werden.

Soziale Akzeptanz ist ein Schlüsselthema für die massive Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Eine proaktive gesellschaftliche Thematisierung von Zielkonflikten kann letztendlich einen nachhaltigen Erfolg der Erneuerbaren nur stärken. Insbesondere für die Biomasse muß die langfristige Ausrichtung der Forschungspolitik gesichert werden, um langfristig nachhaltige Nutzungsstrategien und –perspektiven zu entwickeln, die die begrenzten Flächen berücksichtigen, um die verschiedenen energetischen Biomassenutzungskonzepte mit der nicht-energetischen Nutzung (Ernährung, Werkstoffe, Naturschutz etc.) zu vereinbaren.

Energiespeicher sind nicht nur für den Erfolg einer energetischen Nachhaltigkeitsstrategie, insbesondere für die effiziente Nutzung der Erneuerbaren, äußerst wichtig. Hier sind erhebliche Zweifel angebracht, ob eine Wasserstoffwirtschaft rechtzeitig wirtschaftlich tragfähige und ökologisch verträgliche Speicherkapazitäten zur Verfügung stellen kann. Auch die Weiterentwicklung von brennstoffzellengetriebenen Fahrzeugen zur Marktreife sollte sich nicht auf den Wasserstoffpfad beschränken, sondern auch auf alternative Treibstoffe setzen.

Die in technologischer Hinsicht recht optimistischen Erwartungen der EurEnDel-Experten für neue Technologien und wachsende *Marktanteile erneuerbarer Energien* sollten nicht dahingehend mißverstanden werden, daß man die Hände in den Schoß legen könne. Im Gegenteil, sie stehen als Aufforderung im Raum, den „Business as usual“-Pfad zu verlassen und einer aktiven Förderung von Energieeffizienz, Regenerativen Energien und Energiespeicher-Technologien höchste Priorität zu geben.

Fazit

Das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung weist bei den großen Herausforderungen unserer Zeit und den Kernproblemen des globalen Wandels einen realistischen Weg zur Wiedergewinnung von Zukunftsfähigkeit und Erhöhung der Lebensqualität sowohl in der Ersten als auch der Zweiten und Dritten Welt. Die bereits erreichte Operationalisierung des Leitkonzeptes in den meisten Praxisbereichen steht auch für konkrete Zukunftsorientierung und praktisch-zukunftsfähiges Handeln und Gestalten. Die bedeut-

samste Qualität liegt vor allem darin, daß es für die wichtigsten Krisenpotentiale, die zwischen der Ersten und Dritten Welt sowie zwischen den Generationen bestehen, echte Lösungsperspektiven aufzeigt.

Genauso relevant ist, daß für das Nachhaltigkeits-Konzept heute schon für viele Handlungsbereiche unseres Lebens konkrete Maßnahmen darstellbar sind, die seine Umsetzung ganz praktisch ermöglichen. Wichtig ist weiterhin, daß das Leitbild verschiedene Zukünfte und verschiedene Zukunftspfade zuläßt, nicht jedoch beliebige. So sind Effizienz-, Konsistenz- und Suffizienzstrategien mögliche Handlungsstrategien im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung, nicht jedoch eine Wirtschaftsweise der fortgesetzten Wertstoffvernichtung und der Nutzung von Kernenergie und von fossilen Energieträgern auf Dauer.

Wir wissen heute, daß die Herausforderungen angesichts der Komplexität der Aufgabenstellung bei der noch zur Verfügung stehenden Zeit und den gravierenden Interessenskonflikten gerade im Hinblick auf die Bewältigung globaler Umweltrisiken horrend sind. Wir wissen aber auch, daß es hinreichende Erkenntnisse und Wissen über zukunftsfähige Optionen für Wirtschaft und Gesellschaft gibt, die zumindest mittel- und langfristig in Win-Win-Strategien für die überwiegende Anzahl der Menschen und Interessengruppen umgesetzt werden können (Meadows et al. 1992 und Meadows u. a. 2004). Das sollte in besonderer Weise die Bürger und vor allem auch die junge Generation von der Zukunftstauglichkeit des Konzepts der Nachhaltigen Entwicklung überzeugen.

Die internationale Staatengemeinschaft hat sich in Rio de Janeiro auf ein gemeinsames Aktionsprogramm für das 21. Jahrhundert verständigt, in dem die Nachhaltige Zukunftsgestaltung die entscheidende Rolle für die Zukunftsfähigkeit spielt. Das ist ein hoher Wert. Zur Zeit erhält diese reale Vision vor allem durch die vielfältigen innovativen Aktivitäten auf kommunaler Ebene ihre praktische-gestaltende Kraft. Auch zahlreiche Pionierunternehmen, Netzwerke, Gewerkschaften, Organisationen, Verbände, Bürgerinitiativen und Familien sind dabei, das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung als Handlungsmaxime anzunehmen und umzusetzen. Das stimmt optimistisch im Hinblick auf die Lösung der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Europa und in diesem ein „Deutsch-Polnisches Netzwerk zur Zusammenarbeit in Richtung Nachhaltigkeit“ können dabei eine wichtige Rolle spielen.

7 Literatur

Atlas der Weltentwicklung (2001): Welthaus Bielefeld, Peter Hammer Verlag, Bielefeld

Behrendt, S.; Köplin, D.; Kreibich, R.; Rogall, H. (1996): Umweltgerechte Produktgestaltung, Berlin/Heidelberg/New York

FTD (2004): Financial Times Deutschland vom 2.11.2004

Göll, E.; Nolting, K.; Rist, C. (2004): Projekte für ein zukunftsfähiges Berlin – Lokale Agenda 21 in der Praxis, Baden-Baden

Göll, E.; Kampfenkel, N.; Mohnbach, E. (2007), Nolting, K.: Lokale Agenda 21-Projekte und ihre Wirkungen. Evaluation und Einschätzungen, IZT-Werkstattbericht 81, Berlin

Gordon T.J. (1994): The Delphi Method, AC/UNU Millennium, Project Futures Research Methodology.

Häder, M.; Häder, S. (2000): Die Delphi-Technik in den Sozialwissenschaften, Westfälischer Verlag, Wiesbaden

Huber, J. (2000): Industrielle Ökologie: Über Konsistenz, Effizienz und Suffizienz, in: Kreibich, R. und Simonis, U. (Hrsg.) Global Chance – Globaler Wandel; Berlin 2000

Jörß, W.; Wehnert, T. (2006): Quantitative Co-Assessment of the EurEnDel Delphi Results, IZT-Arbeitsbericht Nr. 22/2006; Berlin

Kreibich, R. (1995): Zukunftsforschung Handwörterbuch des Marketing, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart

Kreibich, R. (1998): Zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik – Delphi '98, ZUKÜNFTE Nr. 24; 7. Jg/98

Kreibich, R. (2006): Denn sie tun nicht, was sie wissen, in: IP-Zeitschrift für Internationale Politik zum Thema "Zukunftsfragen" Dez. 06/Nr. 12/61. Jahr, S. 6 ff.

- Laitner, J. A. (2004): "Exploring the Energy Impacts of Unanticipated but Emerging Technologies: Some Preliminary Insights", WorldFuture 2004: Creating the Future Now!, World Future Society Annual Meeting, Washington DC.
- Linstone, H.A.; Turroff, M. (1974). The Delphi Method – Techniques and Applications.
- Mantzou, L.; Capros, P.; Kouvaritakis, N.; Zeka-Paschou, M.; Chesshire, J.; Guilmo, J.F. (2003): European Energy and Transport - Trends to 2030, European Commission, Luxembourg
- Meadows, D. L. et al. (1993): Die neuen Grenzen des Wachstums. Rowohlt-Verlag, Reinbek
- Meadows, D. L. u. a. (2006): Grenzen des Wachstums – Das 30-Jahre-Update. Hirzel-Verlag, Stuttgart
- United Nations (2000): deutsche Fassung; Millenniums-Erklärung der Vereinten Nationen, verabschiedet von der Generalversammlung der Vereinten Nationen zum Abschluß des vom 6.-8. September 2000 abgehaltenen Millenniumsgipfel, New York
- United Nations (2007): Klimabereicht der Vereinten Nationen: Teil 1 – The Physical Science Basis, 2.02.2007, Paris; Teil 2 – Impacts, Adaption and Vulnerability, 6.4.2007, Brüssel; Teil 3 – Mitigation of Climate Change, 4.05.2007, Bangkok.
- Wehnert, T. et al. (2007): European Energy Futures 2030. Technology and Social Visions from the European Energy Delphi Survey, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- Zeka-Paschou, M. (2003): "With Climate Policies" Scenario
http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/cafe_baseline/library?l=/baseline_data/summary_tables&vm=detailed&sb=Title