Umfassende Bewertung der vier Pfade der Enquete-Kommission auf der Basis eines Indikatorkatalogs

Ortwin Renn und Ulrich Kotte

Grundlagen für die Beurteilung der vier Pfade der Enquete-Kommission

Die vier Pfade der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags sind ergebnisorientierte Szenarien für das Jahr 2030. Den Szenarien wird ein wünschbares Ergebnis vorangestellt (z.B. Einsatz und Nichteinsatz von Kernenergie), und auf dieser Grundlage wird ermittelt, mit welcher Mischung von Energieträgern und Energietechnologien das Ergebnis möglichst gut zu erreichen ist. Bei der Ausarbeitung des Mischungsverhältnisses wurde auf technische und z.T. ökonomische Konsistenz sowie Schlüssigkeit der Annahmen geachtet.

Ein solches ergebnisorientiertes Szenario sagt natürlich wenig über den Weg aus, um den gewünschten Endzustand zu erreichen. Im Rahmen der Enquete-Kommission wurde lediglich ein Zwischenziel definiert und zwar die Energieversorgung für das Jahr 2000. Ebenfalls gibt es keine näheren Angaben darüber, mit welchen volkswirtschaftlichen Kosten jeder Pfad verbunden ist und mit welchen politischen Mitteln und Strategien die Veränderung der Energielandschaft vorgenommen werden soll. Vor allem fehlt es an Hinweisen, wie der Staat sich verhalten soll, wenn bestimmte Vorgaben (z.B. ein bestimmter Prozentsatz an Energieeinsparung) allein durch den Markt nicht realisiert werden können. Aus diesem Grund mußten weitere Annahmen getroffen werden, die in den folgenden Kapiteln näher erläutert werden.

Ein weiteres Problem besteht darin, daß Vertreter des Pfads 1 davon ausgehen, daß sich das von ihnen erwünschte Ergebnis aufgrund der tatsächlich zu erwartenden Entwicklung ohne staatliche Eingriffe durchsetzen werde (Trendfortschreibung). Seit Erstellung der vier Pfade im Jahr 1979 ist jedoch eine Entwicklung eingetreten, die vom Primärenergieverbrauch aus gesehen wesentlich näher bei den Annahmen der Pfade 3 und 4 liegt. Natürlich wäre es vermessen, aufgrund der gerade verstrichenen 5 Jahre auf die nächsten 45 Jahre Rückschlüsse zu ziehen. Zunehmend wird aber die Meinung unter den Experten vertreten, daß der Primärenergieverbrauch auch in Zukunft wesentlich weniger stark anwachsen wird, als es der Pfad 1 vorsieht. Wollte man demnach den Pfad 1 durchsetzen, müßte man mehr an Kapazität bereitstellen, als wirklich nachgefragt würde. Dies wäre aber auch für Vertreter des Pfads 1 unsinnig. Gleichzeitig weist jedoch die jüngste Entwicklung im Energiebereich darauf hin, daß zwar der Bedarf sich in Richtung des Pfads 4 entwickelt hat, jedoch die Mischung der Primärenergieträger und Energietechnologien am ehesten dem Pfad 2 entspricht.

Diese Probleme erschweren eine Beurteilung der vier Pfade auf den ausgewählten Indikatoren. Was soll man nun bewerten – die Absicht der Pfadbauer, etwa der Vertreter des Pfads 1, die voll und ganz auf die Marktkräfte vertrauten, oder aber das von ihnen gewünschte Ergebnis, nämlich der starke Zubau der Kernenergie? Da alle Vertreter der jeweiligen Pfade „ehrenvolle" Motive für die Präferierung ihres Pfads haben, nützt es wenig, mit Hilfe von Indikatoren Absichten zu messen. Aus diesem Grund blieb uns gar

keine andere Wahl, als die Resultate, d.h. die innerhalb der Pfade vorgesehenen Energielandschaften, zu beurteilen. Dazu mußten wir jedoch weitere Annahmen treffen, wie nämlich die entsprechenden Vorgaben der vier Pfade realisiert werden könnten – ob zum Beispiel nur über den Markt, über politische Initiativen oder sogar über sozialen und administrativen Zwang. Wir sind uns der Problematik bewußt, daß alle Vertreter der vier Pfade davon ausgehen, daß ihr präferiertes Energieszenario ohne Druck und Zwang in die Realität umsetzbar sei. Zum Vergleich der Pfade ist es jedoch notwendig, zwei Arten von Annahmen zu unterscheiden:

- zum ersten Annahmen über Entwicklungstendenzen, die sich voraussichtlich ohne besondere politische Einflußnahme quasi von selbst ergeben;
- zum zweiten Annahmen über erwünschte Entwicklungen, die sich aller Voraussicht nach nur aufgrund staatlicher Einflußnahme verwirklichen lassen.

Derartige Annahmen sind immer willkürlich, wir haben uns aber bemüht, aufgrund der heute gegebenen Datenlage so objektiv wie möglich Ursache-Wirkungsketten für zukünftige Entwicklungen abzuschätzen und den sich dadurch öffnenden Freiraum für politische Entscheidungen auszuloten. Die Annahmen sind im kommenden Kapitel ausführlich erläutert.

Analoges gilt für die Dynamik der Entwicklung. Sollten wir als Zielebene die Gesellschaft des Jahres 2030 oder als Übergangsphase die Gesellschaft bis zum Jahr 2030 bewerten? Konkreter gefragt: Worauf sollen sich die Indikatoren beziehen? Auf die Zeit nach dem Jahr 2030, wenn alle Veränderungen durchgeführt worden sind, oder auf die Zwischenphase von heute bis zum Jahr 2030? Wenn wir einmal 60 % unserer Primärenergie eingespart haben, so wird das Leben völlig anders aussehen als in der Zwischenzeit, in der wir diese hohen Einsparraten erzielen müssen. Oder auf der anderen Seite: wenn einmal ca. 130 Kernkrafteinheiten in der Bundesrepublik Deutschland gebaut sind, dürfte es kaum noch soziale Konflikte geben, wenn eines dieser 130 gegen ein neues Kraftwerk ausgewechselt wird. Allerdings können wir nach den heutigen Erfahrungen damit rechnen, daß die Ausbauphase, also die Zeit, bis zu der die ca. 130 Kernkraftwerke gebaut werden, von starken sozialen Protesten „begleitet" sein wird.

Unsere Bewertungen können sich demnach auf zwei unterschiedliche Zeitphasen beziehen: Zum einen auf die Phase von heute bis zum Jahr 2030, in der die entsprechenden Veränderungen in der Energiestruktur stattfinden müssen, und zum anderen auf die Phase nach dem Jahr 2030, bei der nur noch Ersatzinvestitionen anfallen. Um nicht alle Beurteilungen doppelt vergeben zu müssen, haben wir unseren Satz von Indikatoren jeweils auf die eine bzw. andere Zeitphase abgestimmt. Alle Indikatoren, die sich auf die Übergangszeit beziehen, sind vorne mit einem Kreuz gekennzeichnet. Alle Indikatoren, die auf die Zeit nach dem Jahr 2030 (in Einzelfällen auch nach dem Jahr 2000) abzielen, sind nicht gesondert gekennzeichnet.

Bei der Bewertung der vier Energiepfade tritt eine dritte substantielle Schwierigkeit auf: in den meisten Bereichen, z.B. für Umwelt, Sicherheit oder soziale Folgen ergeben sich für alle vier Pfade recht unterschiedliche, zum Teil auch gegenläufige Entwicklungslinien. So sind z.B. die Umweltbelastungen davon abhängig, wieviel Primärenergiestoffe überhaupt pro Jahr umgesetzt werden, wie der Zentralisierungsgrad der Anlagen aussieht, welches

Energiebewußtsein in der Bevölkerung verbreitet ist, wieviele Mittel in der Volkswirtschaft für umweltschonende Technologien bereitgestellt werden und welche staatlichen Auflagen für die Energiewirtschaft zu erwarten sind. Alle diese unterschiedlichen Einflußgrößen sind aber in den vier Pfaden nicht in der gleichen Richtung ausgeprägt. So werden zwar im Pfad 4 die geringsten Mengen an Primärenergieträgern pro Jahr verbraucht. Gleichzeitig ist aber durch die weitgehende Dezentralisierung eine hocheffiziente Rückhaltevorrichtung für jede Anlage kaum mehr finanzierbar. Für Pfad 1 gilt das Umgekehrte: starke Zentralisierung und hoher Primärenergieverbrauch.

Unsere Aufgabe bestand demgemäß darin, die in unterschiedlicher Richtung verlaufenden Effekte der vier Pfade zu saldieren und die verbleibenden Resultate abzuschätzen. Da jedoch quantitative Meßwerte für die einzelnen Tendenzen kaum vorliegen, waren wir auf plausible Schätzungen angewiesen.

Diese Schätzwerte sind zwar im Prinzip subjektive Einschätzungen der Projektmitarbeiter, sie basieren jedoch auf einem mehrstufigen Erhebungs- und Prüfverfahren, um möglichst objektiv den jeweiligen Sachverhalt wiederzugeben. Diese Phasen beziehen sich auf

- eine vorläufige Analyse und Bewertung der vier Pfade durch die Projektmitarbeiter und Experten der Programmgruppe „Systemforschung und Technologische Entwicklung" der Kernforschungsanlage Jülich,

- eine schriftliche Befragung externer Experten aus Universitäten, Forschungsinstituten, Industrie und Umweltbewegung,

- eine Begutachtung der Bewertungen durch zwei Mitglieder des wissenschaftlichen Sekretariats der Enquete-Kommission,

- die Vergabe von Gutachten über ökonomische, politische, soziale und internationale Auswirkungen der vier Pfade (an: Prognos AG, Basel, Institut für Auswärtige Politik, Bonn, Institut für Wirtschaftsforschung, Zürich),

- die Durchführung eines Delphi-Seminars mit 18 Experten zur Festlegung der volkswirtschaftlichen, sozialen, politischen und personalen Folgen der vier Pfade und

- eine Überprüfung der Bewertungen durch Experten.

Die Skalen zur Beurteilung der vier Pfade sind wie folgt festgelegt: Als Referenzfall wurde die heutige Situation ausgewählt. Eine +1 oder +2 bedeuten demnach einen höheren Wert auf dem Indikator gegenüber der heutigen Situation, eine −1 oder −2 einen jeweils geringeren Wert als in der heutigen Energielandschaft. Macht ein Indikator gegenüber der heutigen Beurteilung keinen Sinn, wurde auf das i für irrelevant ausgewichen. Das Hauptkriterium „Funktionalität des Energiesystems" ist auf Szenarien mit einer Mischung unterschiedlicher Energiesysteme nicht übertragbar. Aus diesem Grund wurde darauf völlig verzichtet. Die für den jeweiligen Bereich zugrundegelegten Annahmen sind vor jedem Oberkriterium noch einmal kurz zusammengefaßt, um die einzelnen Bewertungen besser nachvollziehen zu können.

Grundlegende Annahmen über die vier Pfade der Enquete-Kommission

Zur näheren Spezifizierung der vier Pfade, bei denen nur energetische Mengen und deren Mischungsverhältnisse vorgegeben sind sowie bestimmte Annahmen über Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum, Strukturwandel und Einsparraten vorangestellt worden sind, müssen zusätzliche Annahmen getroffen werden. Diese zusätzlichen Annahmen sind nicht allein aufgrund plausibler Überlegungen entstanden. Durch Befragung verschiedener Experten und durch die Durchführung eines Delphi-Seminars Anfang des Jahres 1984 über die möglichen sozialen, politischen, personalen und wirtschaftlichen Auswirkungen der vier Pfade, konnten wichtige Erkenntnisse und Interpretationszusammenhänge gefunden werden, die uns die Arbeit erleichtert haben und die Zuverlässigkeit unserer Einschätzungen verbessern halfen. Aufgrund dieser vielfältigen Informationen sind folgende weitere Annahmen bei der Beurteilung der vier Pfade zugrundegelegt worden:

1. Wir haben für unsere Analyse vorausgesetzt, daß die Modellstruktur der vier Pfade in sich konsistent und im Prinzip auch realisierbar ist. Diese Annahme ist notwendig, um überhaupt sinnvolle Vergleiche von möglichen Konsequenzen vornehmen zu können. Dennoch sollen hier deutlich unsere Zweifel zum Ausdruck gebracht werden, inwieweit sich die Voraussetzung der Konsistenz und der Realisation aus der Logik der vier Pfade ableiten läßt. Zum einen ist fragwürdig, ob das relativ hohe Wirtschaftswachstum in Pfad 1 überhaupt realisiert werden kann, zumal man dabei bedenken muß, daß die Wirtschaftspolitik nur geringe Einflußmöglichkeiten auf die Ankurbelung des Wirtschaftswachstums hat. Zum anderen läßt sich nur schwer die extreme Energieeinsparung in Pfad 4 mit der für alle Pfade geltenden Annahme einer Steigerung der Pro-Kopf-Verfügbarkeit an Energiedienstleistungen in Übereinstimmung bringen. Unsicher ist auch, ob trotz einer Stagnation der Grundstoffindustrie – wie sie bei den Pfaden 3 und 4 vorgesehen ist – durch vermehrtes Wachstum in den anderen Wirtschaftssektoren die vorgegebene Wachstumsrate der Gesamtwirtschaft erreicht werden kann.

   Bei allen möglichen Mängeln und Zweifeln an der Folgerichtigkeit der vier Pfade stellen diese von der Enquete-Kommission zusammengestellten Energieszenarien aber zur Zeit die einzig verfügbaren Entwürfe dar, die dem wissenschaftlichen Anspruch auf Datenkonsistenz und technische Kompatibilität genügen und gleichzeitig unterschiedliche politische Strömungen innerhalb unserer pluralen Gesellschaft widerspiegeln. Eine Auswirkungsanalyse für diese Pfade muß eher als eine detaillierte Beschreibung der unterschiedlichen Zielvorstellungen und deren Implikationen in der Energiepolitik verstanden werden und weniger als eine wissenschaftlich konkrete Abschätzung anstehender energiepolitischer Maßnahmen. Aus diesem Grund ist auch das Argument wenig stichhaltig, daß die im Jahr 1978 bei der Erstellung der vier Pfade vorgenommenen Beurteilungen über die nahe Zukunft der Energieversorgung die reale Entwicklung nur sehr unvollkommen beschrieben haben. Es geht – wie bereits an anderer Stelle betont – nicht um eine Prognose einer als wahrscheinlich angesehenen Entwicklung der Energieversorgung, sondern um eine Auslotung unterschiedlicher Vorstellungen, wie die zukünftige Energieversorgung aussehen sollte. Als Konzeptualisierung unterschiedlicher energiepolitischer Strömungen haben die Pfade bis heute nicht an Aktualität verloren. Allerdings sind die vier Pfade ganz auf die Polarisierung Kernenergie versus Energieeinsparungstechnologien hin ausgerichtet. Die Probleme der Verbrennung fossiler Brennstoffe für die

Umwelt (saurer Regen, CO_2) haben sich nur wenig in den Pfadkonstruktionen niedergeschlagen: So ist beispielsweise der fossile Sockel bei den beiden mittleren Pfaden 2 und 3 gleich hoch – ein Zeichen dafür, daß dieser Sockel als wenig kontrovers angesehen wurde. Mit Recht könnte man deshalb heute auch ein Kohle-Minimum-Szenario durchrechnen oder völlig neue Varianten (z.B. horizontal integrierte Energiesysteme) entwerfen. Trotz dieser Einschränkung bleiben die vier Pfade wichtige Optionen der Energiepolitik, nach denen grundsätzlich eine Linie für die energiepolitische Weichenstellung der Zukunft gezogen werden kann.

Unser Anliegen besteht folglich darin, die möglichen Konsequenzen dieser vier Zukunftsentwürfe auf unterschiedlichen Ebenen abzubilden. Aus diesem Grund sind unsere Bewertungen vor allem als eine Ausmalung der Szenarien im Hinblick auf Umwelt, Gesundheit, Versorgungssicherheit, soziales und politisches Leben sowie internationale Aspekte zu verstehen. Im Gegensatz zu „science fiction" spiegeln diese Abschätzungen, die auf der Basis eines systematischen Indikatorkatalogs entstanden sind, plausible und im Prinzip nachprüfbare Einschätzungen wider. Da die Pfade hypothetische Entwürfe sind, deren mögliche Konsequenzen wiederum nur aus hypothetischen Plausibilitätsüberlegungen abgeleitet werden können, ist die Zuordnung von Konsequenzen jedoch als subjektive Abschätzung einzustufen.

2. Die vier Pfade sind aufgrund unterschiedlicher, wenn auch im Detail wenig spezifizierter politischer Wert- und Zielvorstellungen erstellt worden. Die Modellstruktur der Pfade bezieht nur allgemeine Annahmen über makroökonomische Entwicklungen (inklusive Bevölkerungsentwicklung) und Mengenverhältnisse von eingesetzten Primär- und Nutzenergiearten ein. Nur vereinzelt finden sich Angaben über konkrete Energietechnologien, die zum Einsatz kommen sollen, erst recht fehlen Angaben über die regionale Verteilung dieser Energietechnologien sowie deren ökonomische, ökologische, soziale, politische und internationale Auswirkungen. Gerade dies soll ja die vorliegende Analyse leisten. Dazu ist jedoch zunächst notwendig, eine nähere Beschreibung der technologischen Landschaft vorzunehmen, auf deren Basis die Beurteilung nicht-technologischer Faktoren möglich ist:

   - Bei Pfad 1 sind wir davon ausgegangen, daß hoch zentralisierte Technologien zum Einsatz kommen, wobei in der Stromversorgung vor allem Kernkraftwerke und Kohlekraftwerke im herkömmlichen Stil (mehrere 300-600 Megawattblöcke bei Kohlekraftwerken an einem Standort und etwa ein bis vier 1300 Megawattblöcke Kernenergie ebenfalls an einem Standort) bestimmend sein werden. Für das Jahr 2030 sind gemäß Pfad 1 mit ca. 60 Kernkrafteinheiten (Leichtwasserreaktor), ca. 130 Brutreaktoreinheiten mit einer durchschnittlichen Leistung von 650 MWe sowie 130 Kohlekraftblöcke (à 300 MWe) zu rechnen. An einem Standort können bis zu 4 Kernkraftwerkseinheiten und bis zu 6 Kohleblöcke unterstellt werden. Bei der Wärmeversorgung gehen wir davon aus, daß die individuelle Sammelheizung, vor allem auf der Basis von Öl und Gas, weiterhin bis zum Jahr 2030 dominiert; Fernwärmesysteme werden jedoch in Ballungsgebieten zunehmend zum Einsatz kommen. Das liegt zum Teil daran, daß durch den Ausbau der Kernenergie mehr Kohle für den Wärmemarkt verfügbar ist und gleichzeitig durch die gegenüber den anderen Pfaden geringere Energieeinsparrate auch Gegenden mit geringerer Besiedelungsdichte wirtschaftlich

an Fernwärmenetze angeschlossen werden können. Eine Extrapolation der verfügbaren Angaben über die Struktur der vier Pfade läßt uns zu der Annahme kommen, daß im Jahr 2030 rund 960 Fernheizwerke, 4.180 Blockheizkraftwerke, 32 Kohlekraftblöcke mit Kraft-Wärme-Kopplung und 9 Kernkrafteinheiten mit Kraft-Wärme-Kopplung in Betrieb sein werden (siehe Tabellen 13a und 13b).
Kohle, Erdöl, Gas und Kernenergie werden in Pfad 1 in erheblich größeren Mengen eingesetzt als heute. Gleichzeitig werden 30 Mio.t SKE an Braunkohle zur Veredlung eingesetzt. Bei zusätzlichem Einsatz von Kernwärme können damit 50 Mio.t SKE synthetisches Erdgas erzeugt werden. Dieses Erdgas kann für Raumwärme wie für Prozeßwärme bereitgestellt werden. Pfad 1 kann also am besten durch einen Trend gekennzeichnet werden, der auch in den vergangenen 20 Jahren die technologische Landschaft der Bundesrepublik Deutschland geprägt hat: Hinwendung zur technologischen Zentralisierung, Ausbau leitungsgebundener Energieträger und großtechnische Veredlung der Kohle.

- Pfad 2 fußt weitgehend auf den gleichen Technologien, setzt aber in stärkerem Maß als Pfad 1 auf Energieeinsparung und rationelle Energieverwendung. Durch Sparen, Wärmedämmung und rationelle Energieumwandlung sollen bis zum Jahr 2030 so viele Primärenergieträger ersetzt werden, wie vom Energieinhalt her der Endenergie von 126 Mio.t SKE entsprechen (Pfad 1 sieht 81 Mio.t SKE, Pfad 3 166 und Pfad 4 205 Mio.t SKE als Einsparung vor). Diese Einsparung hat natürlich auch Konsequenzen für die Verwendung und Aufteilung der Primärenergieträger für unterschiedliche Energiedienstleistungen. Elektrizität wird bei Pfad 2 (wie ja auch bei 1) überwiegend durch Kernenergie in Großkraftwerken bereitgestellt. Im Jahr 2030 muß gemäß Pfad 2 mit etwa 50 Leichtwassereinheiten (à 1300 MWe) und 85 Brutreaktoreinheiten (à 650 MWe) gerechnet werden (oder mit ca. 46 Leichtwasserreaktoren und 93 Brutreaktoreinheiten, wenn das gleiche Verhältnis wie bei Pfad 1 gewählt wird). Die Kohle wird zum großen Teil für die Raumwärme (vor allem durch Vergasung) genutzt, nur 21,5 Mio.t SKE gehen in die Stromerzeugung. Auch die Fernwärme auf Kohlebasis wird gegenüber den übrigen Pfaden nur mäßig ausgebaut, da durch die höhere Energieeinsparung die Anzahl der fernwärmewürdigen Versorgungsgebiete mit hohem Wärmebedarf sinkt und gleichzeitig durch die Kohlevergasung ein attraktiver Sekundärenergieträger für den Niedertemperatur-Wärmebereich zur Verfügung steht. Daneben wird Kohle noch für die industrielle Prozeßwärme benötigt. Öl und Erdgas werden weiterhin im Verkehr und in geringerem Maß für die Raumheizung eingesetzt.

  Insgesamt ist der Pfad 2 durch eine Dominanz zentraler Technologien im Elektrizitätsbereich und durch eine erhebliche Verringerung des Wärmebedarfs im Niedertemperaturbereich gekennzeichnet. Er erschließt in noch größerem Maß als Pfad 1 die Möglichkeit für einen großtechnischen Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft.

- Der Pfad 3 ist in den Anteilen der Primärenergieträger fast identisch mit dem Pfad 2: Kohle, Erdöl und Gas werden in gleichen Mengenverhältnissen eingesetzt. Der Anteil der Kernenergie in Pfad 2 wird bei Pfad 3 durch eine erhöhte Rate der Endenergieeinsparung und der rationellen Energieverwendung ersetzt. Da aber Energiesparen und

	Pfad 1		Pfad 2		Pfad 3		Pfad 4	
Vorgaben Wirtschaftswachstum bis 2000 von 2000 bis 2030	 3,3 % 1,4 %		 2 % 1,1 %		 2 % 1,1 %		 2 % 1,1 %	
Strukturwandel in der Wirtschaft Energieeinsparungen Kohleveredlung Kernenergienutzung Regenerative Energiequellen	 Mittel Trend Ja Ja Stark		 Mittel Stark Ja Ja Stark		 Stark Sehr Stark Nein Nein Sehr Stark		 Stark Extrem Nein Nein Extrem	
Nachfrageseite **(in Mio t SKE)** Jahr	2000	2030	2000	2030	2000	2030	2000	2030
Primärenergiebedarf	600	800	445	550	375	360	345	310
Endenergiebedarf	365	446	298	317	265	250	245	210
Strombedarf	92	124	47	57	39	42	36	37
Angebotsseite **(in Mio t SKE)** Jahr	2000	2030	2000	2030	2000	2030	2000	2030
Stein- und Braunkohle	175	210	145	160	145	160	130	145
Erdöl und Erdgas	250	250	190	130	190	130	165	65
Kernenergie in GWe	77	165	40	120	–	–	–	–
– davon Brüter	– 40	84	–	54	–	–	–	–
Regenerative Energiequellen		50	40	50	40	70	50	100

Tab. 13a: Technische Vorgaben der vier Pfade. (Quelle: zusammengestellt nach Angaben aus: Zur Sache 1/80. Zukünftige Kernenergie-Politik. Bonn 1980)

a) Ausgangsparameter Art des Kraftwerkes	Leistung je Block oder Einheit (in MW)	Wirkungsgrad	Jahresstunden	Energieeinsatz (in Mio t SKE)
Typ 1 Kohlekraftwerk	300	37	6000	0,5971
Typ 2 Fernheizwerk	20	90	4000	0,0109
Typ 3 Blockheizkraftwerk	2,4	80	4000	0,0015
Typ 4 Kohlekraftwerk mit KWK	640	80	4000	0,3927
Typ 5 Kernkraftwerk	1300	42	6000	2,2792
Typ 6 Kernkraftwerk mit KWK	2476	80	4000	1,5194

b) Übertragung auf die vier Pfade (bezogen auf den Primärenergieeinsatz von Kohle)

	Pfad 1		Pfad 2		Pfad 3		Pfad 4	
Jahr	2000	2030	2000	2030	2000	2030	2000	2030
Fernwärme (Mio t SKE)	29,4	41,8	21,5	23,1	21,4	33,1	35,8	58,8
Typ 2 (Mio t SKE)	7,35	10,45	5,38	5,78	5,35	8,28	8,95	14,7
Anzahl	674	959	494	530	491	760	821	1349
Typ 3 (Mio t SKE)	4,41	6,27	3,23	3,47	3,21	4,97	5,37	8,82
Anzahl	2940	4180	2150	2310	2140	3310	3580	5880
Typ 4 (Mio t SKE)	17,64	12,54	12,9	6,93	12,84	19,86	21,48	35,28
Anzahl	45	32	33	18	33	51	55	90
Typ 6 (Mio t SKE)		12,54		6,93				
Anzahl		9		5				
Stromerzeugung (ohne Kernenergie)								
Typ 1 (Mio t SKE)	61,2	57,9	20,0	13,4	63,5	61,1	42,4	22,7
Anzahl	103	97	34	23	107	103	71	38

Tab. 13b: Fernwärmestruktur der vier Pfade. (Quelle: zusammengestellt nach Angaben aus: Zur Sache 1/80. Zukünftige Kernenergie-Politik. Bonn 1980)

Kernenergie nur in Grenzanwendungen Substitutionsgüter darstellen, geht die nahezu gleiche Mengenstruktur an Primärenergieträgern mit einer völlig unterschiedlichen Einsatzstruktur dieser Rohstoffe einher. In Pfad 3 spielt die veredelte Kohle für den Raumwärmesektor überhaupt keine Rolle, auch bei der industriellen Prozeßwärme wird gegenüber dem Pfad 2 im Jahr 2030 rund 15 Mio. t SKE Kohle weniger verbraucht. Dagegen wird die Kohle in erheblichem Maß zum Ersatz der im Jahr 2000 auslaufenden Kernenergie benutzt: im Jahr 2030 werden 77 Mio. t SKE für die Elektrizitätserzeugung eingesetzt (in Pfad 2 nur 21,5 Mio.t SKE). Dabei ist auch bei Pfad 3 damit zu rechnen, daß überwiegend Großkraftwerke zum Einsatz kommen, weil das Prinzip der Kostendegression bei großen Anlagen auch für die Zukunft bestehen bleibt. Kraft-Wärme-Kopplungs- und Fernwärmeanlagen werden gegenüber den Werten von Pfad 2 stärker ausgebaut werden, allerdings nicht in dem Ausmaß wie bei Pfad 1 oder bei Pfad 4 (siehe Tabelle 13a und 13b). Insgesamt ist der Anteil der Stromerzeugung an der gesamten Energieerzeugung rückläufig: er liegt im Jahr 2030 unter 20 %. Im Pfad 2 steigt dagegen dieser Anteil auf über 35 % (im Verhältnis zur insgesamt eingesetzten Primärenergie). Durch den Einsatz der Kernenergie in Pfad 2 sind Einsparungen im Stromsektor weniger wirtschaftlich notwendig als in Pfad 3, zudem wird der Strom in Pfad 3 fast völlig aus dem Wärmemarkt herausgenommen. Auch ist an Kohleveredelung nicht gedacht.

Die Grundidee des Pfads 3 läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: Auf dem Wärmemarkt wird die Kohle durch starke Energieeinsparung verdrängt und auf dem Strommarkt wird die Kernenergie durch die freiwerdenden Kohlemengen substituiert. Auf diese Weise sind zwar die absoluten Verbrauchszahlen an Kohle, Öl und Gas in beiden Fällen identisch, die Versorgungsstruktur in beiden Pfaden wird jedoch unterschiedlich sein. Außerdem sieht der Pfad 3 für das Jahr 2000 einen erhöhten Anteil regenerativer Energiequellen, vor allem für die Niedertemperaturwärme, vor.

- Pfad 4 setzt in starkem Maß auf Dezentralisierung der Energieversorgung. Im Bereich der Niedertemperaturwärme ist die Rate für Einsparungen und Isolation noch wesentlich über das Maß des Pfads 3 gesteigert worden (das insgesamte Einspar-Äquivalent beträgt 205 Mio.t SKE). In privaten Ein- und Zweifamilienhäusern sollen ab dem Jahr 2030 noch weniger als 20 % der im Jahre 1978 verbrauchten Primärenergie benötigt werden. Aufgrund dieser Vorgabe ist der Anteil an Öl und Gas wesentlich niedriger als in den Pfaden 2 und 3 und erst recht als in Pfad 1 (Pfad 1: 250 Mio.t SKE, Pfad 2: 130, Pfad 3: 130, Pfad 4: 66). Für die Elektrizitätserzeugung sieht der Pfad 4 für das Jahr 2030 etwa 130 Kohlekraftblöcke (33 Mio.t SKE Primärenergie pro Jahr) und ca. 600-1.000 Windkraftanlagen sowie mehrere 100 Kleinwasserkraftanlagen (insgesamt 49 Mio.t SKE pro Jahr) vor. Im Wärmemarkt sollen neben Öl und Gas auch Solarenergie und Biogas zum Einsatz kommen (51 Mio.t SKE Primärenergie pro Jahr). Dabei ist ungeklärt, ob die benötigte Biomasse aus Abfallstoffen (vor allem forst- und landwirtschaftliche Abfälle) bereitgestellt werden kann oder ob spezielle Biomassefarmen notwendig sind.

  Aus dem Prinzip heraus, die Abwärme bei der Erzeugung von Elektrizität zu nutzen, werden Kohlekraftwerke fast ausschließlich in kleinen Einheiten mit Kraft-Wärme-Kopplung im Jahr 2030 zum Einsatz kommen. Eine kleine Anzahl von 38 größeren

Kohlekraftblöcken sind jedoch weiterhin vonnöten, sie werden durch 5.800 Blockheizkraftwerke und ca. 1.350 Fernheizwerke ergänzt.

Aus dieser Schilderung wird deutlich, daß Pfad 4 durch eine möglichst weitgehende Reduzierung des Bedarfs an Primärenergie durch Wärmedämmung von Gebäuden, aktive und passive Solarnutzung, verbesserte Wirkungsgrade technischer Anlagen sowie der weitestgehenden Nutzung von Abwärme gekennzeichnet ist. Auch Pfad 4 ist damit ein hoch technisiertes Szenario – nur setzt er zum Teil andere Technologien und Verfahren ein, die speziell auf die obengenannten Ziele zugeschnitten sind. Dezentrale Produktion, hoher technischer Leistungsstand und Aufwand in der Bauausführung zugunsten einer möglichst rationellen Energieverwendung, maximale Nutzung regenerativer Energiequellen und völliger Verzicht auf Kernenergie sind die wichtigsten Charakteristika der Energielandschaft, die aufgrund einer Verwirklichung des Pfads 4 zu erwarten wären.

3. Die beiden Pfade 1 und 2 sind so angelegt, daß aufgrund der angenommenen Kostengünstigkeit der Kernenergie der Markt für einen starken Zubau von Kernkraftwerken sorgen wird. In dieser Überlegung ist auch der Einsatz von Schnellen Brütern ab dem Jahr 2010 möglich. Ob der Schnelle Brüter zu diesem Zeitpunkt gegenüber dem heute eingesetzten Leichtwasserreaktor oder Kohlekraftwerk konkurrenzfähig sein wird, läßt sich zur Zeit nicht vorhersagen. Strom aus Schnellen Brütern, so die Erfahrungen aus Frankreich, ist gegenwärtig doppelt so teuer wie Strom aus Leichtwasserreaktoren. Aufgrund wachsender Erfahrung mit kerntechnischen Anlagen, aufgrund der Standardisierung von Komponenten und aufgrund zunehmender Verbesserung der Brütertechnik ist für die nächsten 50 Jahre sicherlich mit einer Kostensenkung zu rechnen. Aus diesem Grund kommt eine gerade abgeschlossene französische Studie zu dem Schluß, daß mit der neuen Generation von Schnellen Brütern in Frankreich in Kürze Brutreaktoren mit Kohlekraftwerken, ab dem Jahr 2010 auch mit Leichtwasserreaktoren, im Strompreis konkurrieren können. Da in den Szenarien 1 und 2 erst ab dem Jahr 2010 der Ausbau der Brütertechnologie geplant ist, erscheint eine wirtschaftliche Nutzung dieser fortgeschrittenen Reaktorlinie zu diesem Zeitpunkt möglich. Um auf der sicheren Seite zu liegen, sind wir jedoch von der Annahme ausgegangen, daß zu Beginn der kommerziellen Nutzung der Brütertechnologie Subventionen erforderlich sind, die etwa von der Industrie getragen werden, um die Brütertechnologie auf dem internationalen Markt frühzeitig anbieten zu können, oder aber, daß durch die Regierung zusätzliche Mittel bereitgestellt werden, um die nationalen Ziele der Unabhängigkeit, der energiepolitischen Souveränität und der technologischen Wettbewerbsfähigkeit besser erfüllen zu können. Gemäß der Logik der vier Pfade haben wir also vorausgesetzt, daß die in den Pfaden 1 und 2 vorgesehenen Ausbauraten an Kernenergie verwirklicht werden.

4. Für die Pfade 3 und 4 wird angenommen, daß die dort vorgesehenen Einsparraten im Primärenergiebereich nicht allein durch den Markt zu erzielen sind. Dies gilt für den Pfad 4 in wesentlich stärkerem Maß als für den Pfad 3. Zum einen ist davon auszugehen, daß durch die geringere Nachfrage nach fossilen Energieträgern der Preis für Öl und Gas auf dem Weltmarkt sinken wird (selbst wenn die übrigen Industrieländer sich dem Beispiel der Bundesrepublik Deutschland nicht anschließen). Ein Preisverfall bei Öl und Gas würde jedoch den Marktvorteil des Energiesparens ausgleichen. Aus diesem Grund ist

der Staat gemäß der Logik der Pfade 3 und 4 gezwungen, durch hohe Steuern und Importzölle das Preisniveau für fossile Energieträger künstlich hochzuhalten. Dies bedeutet zwar auf der einen Seite eine zusätzliche Einnahmequelle für den Staat, auf der anderen Seite jedoch ein hohes Preisniveau für Energiedienstleistungen jeder Art. Darüber hinaus dürften neben Preiseingriffen auch in stärkerem Maß Bauvorschriften sowie Ge- und Verbote durch den Staat notwendig sein. Wir vermuten, daß das Ausmaß staatlicher Eingriffe in die Wirtschaft und das Verbraucherverhalten nicht so umfassend und einschneidend sein wird, daß man von einer generellen Bedrohung der Freiheit oder einer Beschneidung von Bürgerrechten sprechen kann.

5. Bei Durchsetzung des nuklearen Ausbauprogramms der Pfade 1 und 2 sind auch in Zukunft Proteste und Konflikte in der Bevölkerung zu erwarten. Wir vermuten, daß sich die Absonderungstendenzen von stark antinuklear eingestellten Gruppen in unserer Bevölkerung verstärken werden und sich die Distanz vieler enttäuschter Bürger zur Politik der Regierung vergrößern wird. Aufgrund der Tatsache, daß sich die grundsätzliche Einstellung der Bevölkerung zur Kernenergie in den letzten 7 bis 8 Jahren weitgehend stabilisiert hat, dürfte jedoch mit einem dramatischen Anstieg des Protestverhaltens in Zukunft nicht zu rechnen sein; es sei denn, besondere Vorkommnisse, wie etwa größere Unfälle, böten dafür einen nachhaltigen Anlaß. Weder bei Pfad 1 noch bei Pfad 2 rechnen wir also mit einer Konfliktsituation, bei der mit herkömmlichen demokratischen Mitteln keine friedliche Lösung mehr gefunden werden kann.

6. Als Fazit zu den Annahmen 4 und 5 ergibt sich, daß wir bei Durchsetzung aller vier Pfade eine Gefährdung verfassungsmäßiger Rechte und Freiheiten des Bürgers nicht für wahrscheinlich halten. Weder der Ausbau der Atomenergie noch die Durchsetzung von forcierten Energieeinsparungen machen einschneidende Maßnahmen von politischer Seite notwendig, die zu einer Bespitzelung der Bürger oder zur Aufgabe wesentlicher Freiheitsrechte führen könnten (Atomstaat versus Kalorienstaat). Die Gefahr besteht allerdings, daß Strömungen innerhalb der Politik die Notwendigkeit der Absicherung von Kernenergieanlagen gegen Sabotage und Terrorismus bzw. die Notwendigkeit der Kontrolle von Energieeinsparmaßnahmen dazu benutzen, um überzogene und ungerechtfertigte Eingriffe staatlicher Gewalt in das Privatleben der Bürger zu legitimieren. Da eine solche Entwicklung der Freiheitseinschränkung nicht zwingend mit den eingesetzten Energietechnologien oder Energiestrategien verbunden ist, sondern diese nur als vorgeschobene Begründung für politische Strömungen mißbraucht werden können, sind wir bei der Beurteilung der vier Pfade davon ausgegangen, daß mit Reglementierung und Kontrollen nur insoweit zu rechnen ist, wie diese aus der Logik der eingesetzten Energietechnologien unbedingt erforderlich sind. Wenn man von dieser Prämisse ausgeht, sind für keinen der vier Pfade wesentliche Einschränkungen in den Bürgerrechten zu erwarten. Diese Annahme erscheint uns auch insofern realistisch, als durch die Gewaltenteilung und durch öffentlichen Druck eine einseitige politische Entwicklung hin zum kontinuierlichen Mißbrauch politischer Gewalt wenig wahrscheinlich ist.

7. Bei allen unseren Überlegungen sind wir davon ausgegangen, daß sich unsere westlichen Nachbarn von der Entscheidung in der Bundesrepublik Deutschland, welcher Pfad angestrebt werden soll, nicht direkt beeinflussen lassen. Wir haben angenommen, daß die Länder Frankreich und Großbritannien auch weiterhin Kernenergie einsetzen,

während die skandinavischen Länder und Österreich wahrscheinlich auf Kernenergie verzichten werden. Italien und Spanien werden ein bescheidenes Nuklearprogramm weiterlaufen lassen. Die Vereinigten Staaten von Amerika werden den weiteren Ausbau der Kernenergie erst wieder aufnehmen, wenn sich dort die Investitionslage für Kernenergie bessert. Zu welchem Zeitpunkt der amerikanische Markt für weitere Kernkraftwerke wieder aufnahmefähig sein wird, ist von vielen Faktoren abhängig (z.B. von den Kohlepreisen, die in den USA wesentlich unter dem Kostenniveau der Bundesrepublik Deutschland liegen, von der föderalen Gesetzgebung in den USA, vom Kapitalzinssatz, vom Bevölkerungsprotest, von der Bedarfsentwicklung usw.). Allerdings erscheint es wahrscheinlich, daß vor dem Jahr 2000 mit weiteren Kernkraftwerken nicht zu rechnen ist. Verläßt man sich ganz auf den Markt als Allokations-Mechanismus, was für die USA eher typisch ist, dürfte der Schnelle Brutreaktor zu Beginn des 21. Jahrhunderts auch in den USA noch nicht rentabel sein. Wann genau die Schwelle für die Wirtschaftlichkeit des Schnellen Brüters überschritten wird, kann seriöserweise heute noch niemand genau vorhersagen.

Dagegen scheint es realistisch anzunehmen, daß in allen westlichen Industrieländern verstärkt auf die rationelle Energieverwendung wertgelegt wird. Dies ist vor allem in den europäischen Staaten der Fall, etwas weniger in den USA, obwohl dort ein noch größeres Potential für Energieeinsparung vorhanden ist. Dennoch muß ähnlich wie in der Bundesrepublik Deutschland (siehe Annahmen 1 und 2) damit gerechnet werden, daß mit zunehmendem Erfolg von Energieeinsparmaßnahmen die Abgabepreise für fossile Energieträger sinken werden, um die Führungsrolle als Preisbestimmer zu behalten (vor allem beim Erdöl). Dies dürfte eine sehr wirksame marktwirtschaftliche Bremse gegen allzu forcierte Energieeinsparmaßnahmen sein. Ein nennenswerter Anteil innovativer Energietechnologien, wie Fusion oder Solarzellen, an der Energieversorgung ist auch für die nächsten 50 Jahre wenig wahrscheinlich; die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß es etwa 50 Jahre dauert, bis sich ein innovatives Produkt von einem 10 %igen Anteil zu einem 90 %igen Anteil seiner potentiellen Einsatzmöglichkeit beim Verbraucher steigert. Um aber erst einmal einen 10 %igen Marktanteil zu erreichen, dauert es in der Regel 15-30 Jahre (ausgehend von der ersten Vorstellung eines marktgängigen Produkts). Die nächsten Jahrzehnte werden also aller Voraussicht nach weiterhin durch Öl, Gas, Kohle, Kernenergie und konventionelle Solarenergie gekennzeichnet sein. Völlig neuartige innovative Energietechnologien kommen daher erst nach dem Jahr 2030 zum Tragen.

Für die Entwicklungsländer ist eine Vorhersage noch schwieriger. In einigen Schwellenländern, wie Brasilien, Indien oder den südostasiatischen Staaten, dürfte ein begrenzter Markt für Kernenergie vorhanden sein. Die hohen Kapitalkosten und die besonderen Anforderungen an das Personal machen es jedoch eher unwahrscheinlich, daß weniger entwickelte Länder ihren Energiebedarf durch Kernenergie decken. Dazu kommt noch, daß in den meisten Entwicklungsländern die Infrastruktur fehlt, um den erzeugten Strom aus großen Kraftwerksblöcken im Land zu verteilen. Allenfalls in urbanen Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte und in speziellen Industriegebieten könnte ein Bedarf an Kernkraftanlagen geringerer Leistung bestehen, wie sie bereits heute von großen Kraftwerksherstellern konzipiert worden sind. Insgesamt rechnen wir aber eher damit, daß die konventionellen Energieträger, wie Öl und Gas, in den Entwicklungsländern

weiterhin die Versorgung maßgeblich sicherstellen werden. Daneben kommen sicherlich auch regenerative Energieträger zum Einsatz, die jedoch in der Regel sehr kapitalintensiv sind und deshalb für die Entwicklungsländer schwer zu finanzieren sind. Hier hängt es von politischen Entwicklungen ab, inwieweit etwa durch die Weltbank und andere Institutionen eine Vorfinanzierung gewährt werden kann.

Die vorgenommenen Beurteilungen auf den Indikatoren basieren auf den beschriebenen sieben Annahmen. Diese lassen sich selbstverständlich variieren, wobei die Bewertungen dann mit einem Bonus oder Malus versehen werden müssen, um zu einem konsistenten Gesamtbild zu kommen.

Anmerkungen zu den Umweltauswirkungen

Die Auswirkungen der verschiedenen Energiesysteme, die in den vier Pfaden vorgesehen sind, sind im wesentlichen von sechs Faktoren bestimmt:

1. der Menge der eingesetzten Primärenergieträger,
2. den Finanzmitteln, die für Umweltschutzmaßnahmen bereitgestellt werden,
3. dem Einsatz umweltfreundlicher Technologien,
4. der Wahrscheinlichkeit von staatlichen Auflagen zum Umweltschutz,
5. dem Grad der Zentralisierung der Energieanlagen und
6. dem Wunsch der Bevölkerung nach mehr Umweltschutz.

Diese sechs Faktoren sind zum Teil miteinander verflochten, zum Teil laufen sie aber gegeneinander. In Tabelle 14 ist der Versuch unternommen worden, die grundsätzlichen Effekte der vier Pfade auf die Umwelt anhand der sechs Faktoren näher zu spezifizieren.

Dazu einige Anmerkungen: Grundsätzlich sind wir bei den Abschätzungen vom Normalbetrieb ausgegangen (Unfall- und Katastrophengefahr werden gesondert im Indikatorkatalog behandelt). Im Normalbetrieb sind Belastungen durch Radioaktivität aus Kernkraftwerken ein vernachlässigbarer Faktor für die Gefährdung der Umwelt.

Der Faktor Zentralisierungsgrad bedarf ebenfalls einer kurzen Erläuterung: Intuitiv geht man davon aus, daß mit der Dezentralisierung von technischen Anlagen auch die Umweltbelastung reduziert wird. Dies ist aber nicht der Fall: Geht man von der gleichen Energietechnologie aus (etwa Kohlekraftwerke, Ölkraftwerke, eine bestimmte Heizungsanlage usw.), so steigt mit der Anlagengröße der Wirkungsgrad und damit sinkt der Ausstoß von Schadstoffen pro Energieeinheit. Auch der Material- und Flächenverbrauch geht mit zunehmender Anlagengröße zurück. Diese Relation setzt jedoch voraus, daß der politische Wille zum Umweltschutz und das Budget für umwelterhaltende Maßnahmen konstant gehalten werden. Darüber hinaus sind Technologien zur Rückhaltung von Schadstoffen um so eher zu finanzieren, je größer die energieerzeugenden Anlagen sind. Das liegt daran, daß aufwendige Filteranlagen für kleine Energieerzeugungsanlagen nicht wesentlich billiger sind als für große. Umgerechnet auf die Menge der abgegebenen Energie ergeben sich geringere Kosten für aufwendige Rückhaltevorrichtungen bei zentralen im Vergleich zu dezentralen Anlagen. Schließlich lassen sich einige wenige große Anlagen wesentlich effizienter und gründlicher durch staatliche oder quasi staatliche (z.B. TÜV) Inspektoren kontrollieren,

Effekte	Pfad 1	Pfad 2	Pfad 3	Pfad 4	Richtung der Einwirkung auf die Umwelt
Jahr Menge der eingesetzten Primär-energieträger	2000 2030 siehe Tabelle 13b	2000 2030	2000 2030	2000 2030	
Einsatz umwelt-freundlicher Technologien	eher konventionelle Technik starker Einsatz von Rückhalte-Technologien	z.T. neuartige energie-sparende Technik mittlerer Einsatz von Rückhalte-Technologien	in größerem Umfang energiesparende Technik mittlerer Einsatz von Rückhalte-Technologien	in starkem Umfang energiesparende Technik eher geringer Einsatz von Rückhalte-Technologien	Je mehr energiesparende Technik und je besser die Rückhaltevorrichtung, desto positiver der Einfluß auf die Umwelt.
Wahrscheinlichkeit von staatlichen Auflagen zum Umweltschutz	hoch	mittel	mittel	hoch	Je schärfer die Auflagen sind, desto positiver der Einfluß auf die Umwelt.
Zentralisierungsgrad	sehr hoch	hoch	mittel	sehr niedrig	Je zentraler Energieanlagen, desto geringer die Schadstoffemission pro Energieeinheit, desto eher sind technische Rückhaltevorrichtungen finanzierbar.
Kostenaufwand für Umweltmaßnahmen	hoch	mittel	mittel	mittel	
Wunsch der Bevölkerung nach Umweltschutz	wahrscheinlich hoch (als Kompensation)	mittel	mittel	hoch	Je mehr sich der Wunsch nach sauberer Umwelt in der Öffentlichkeit durchsetzt, desto eher sind Politiker bereit, entsprechende umweltfreundliche Maßnahmen durchzuführen.

Tab. 14: Auswirkungen der vier Pfade auf die Umwelt.

2 Umweltauswirkungen*)				
2.1 Luft-, Boden- und Wasserqualität	Pfad 1	Pfad 2	Pfad 3	Pfad 4
– Regional wirksame Belastung von Luft und Boden	−1	−1	0	+1
– Großräumig wirksame Belastung von Luft und Boden	+1	0	0	−1
– Belastung des Wassers	+1	+1	0	−1
2.2 Klimaveränderung				
– Veränderung des Mikroklimas	+2	+1	0	−1
– Veränderung des Makroklimas	+2	+1	+1	−1
2.3 Einfluß auf Tier- und Pflanzenwelt				
– Schädigung des Waldbestands	+1	0	0	−1
– Störung von Wasserbiotopen	+1	0	0	−1
– Gefährdung seltener Tier- und Pflanzenarten	+1	0	0	0
– Möglichkeit von Umweltkatastrophen	+1	0	−1	−1
2.4 Veränderung des Landschaftsbilds				
– Landschaftsverbrauch durch Energieanlagen	+1	0	0	+2
– Visuelle Umweltbeeinträchtigung	+1	+1	0	0
– Veränderung der geologischen Oberfläche	+2	+1	+1	0
2.5 Veränderung des Siedlungsbilds				
– Beschädigung historischer Gebäude	+1	0	0	−1
– Architektonische Integrierbarkeit	0	0	0	−1

während das bei vielen dezentralen Anlagen mit großem Aufwand und einem geringeren Effizienzgrad verbunden ist. Allerdings gibt es bestimmte Energietechnologien, die von Technik und Wirtschaftlichkeit aus gesehen eher in kleinen Anlagengrößen optimal einsetzbar sind. Dies gilt beispielsweise für Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und (nach derzeitigem Entwicklungsstand) für Wirbelschichtfeuerungssysteme. Diese gegenläufige Tendenz wurde mit dem Faktor „Einsatz umweltfreundlicher Technologien" erfaßt.

Aus den sechs zum Teil gegenläufigen Effekten läßt sich kaum eine generelle Beurteilung der Umwelteffekte für die vier Pfade ableiten. Ob es sich um lokale oder überregionale Auswirkungen handelt, macht beispielsweise einen großen Unterschied. Für die Abschätzung der vier Pfade auf den folgenden Indikatoren zum Bereich Umwelt wurde jedoch grundsätzlich auf die oben beschriebenen Funktionszusammenhänge zurückgegriffen.

Anmerkungen zu Auswirkungen auf Gesundheit und Sicherheit

Analog zu den Auswirkungen auf die Umwelt können auch bei den Konsequenzen verschiedener Energiesysteme für Gesundheit und Sicherheit einige Faktoren herausgestellt werden, die grundsätzlich die Intensität und Höhe möglicher Gesundheitsschäden beeinflussen. Dabei gibt es selbstverständlich Überschneidungen zwischen den Auswirkungen auf Umwelt und auf Gesundheit. Wie im Eingangskapitel erläutert, werden unter der Oberrubrik Umwelt nur die Schäden gemessen, die sich auf Pflanzen- und Tierwelt sowie auf Landschaft und Erdoberfläche beziehen. Bei Gesundheit und Sicherheit geht es ausschließlich um die Auswirkungen von Energiesystemen auf die menschliche Gesundheit. Folgende Faktoren sind hier von Bedeutung:

- Primärenergieeinsatz,
- Rückhaltetechnologien für Schadstoffe,
- Katastrophenrisiko,
- Individuelles Unfallrisiko,
- Materialeinsatz pro Energiedienstleistung.

Ähnlich wie beim vorherigen Kapitel zeigt die folgende Tabelle 15 die grundsätzlichen Tendenzen für die vier Pfade auf.

---

*) Die Oberkriterien, Kriterien und Indikatoren sind in diesem und in den folgenden Bewertungsteilen nur in Kurzform aufgeführt. Die genaue Beschreibung jedes Indikators findet sich am Ende des ersten Kapitels dieses zweiten Teils auf den Seiten 152–167. Das erste Oberkriterium „Funktionalität des Energiesystems" ist hier nicht anwendbar. Die Bewertung auf jedem Indikator von −2 bis +2 beziehen sich auf das Abschneiden der vier Energiepfade. Die Ziffer 0 bedeutet, daß der jeweilige Energiepfad zu keiner Änderung gegenüber der heutigen Situation führt; die Ziffern +1 und +2 beinhalten eine Vergrößerung bzw. Vermehrung des im jeweiligen Indikator angesprochenen Sachverhalts, wiederum im Vergleich zur heutigen Situation. Entsprechend gilt für die beiden Ziffern −1 und −2 eine Verkleinerung oder Verminderung des jeweiligen Indikatorinhalts. Die Vorzeichen − oder + umfassen keine Bewertung im Sinne von „schlechter" oder „besser", sondern nur eine Einstufung nach „höher" und „niedriger" (Qualitative Anordnung). Ein Kreuz vor einem Indikator (+) besagt, daß die Bewertung für den Übergangszeitraum von heute bis 2030 geht, alle anderen Indikatoren beziehen sich auf die Auswirkungen, die nach der Realisierung der Pfade zu erwarten sind.

	Pfad 1	Pfad 2	Pfad 3	Pfad 4
1. Primärenergie-einsatz	sehr hoch	mittel	mittel	gering
2. Rückhalte-technologien	hoch	eher hoch	mittel	eher gering
3. Katastrophenrisiko	gegeben bei Kernenergie, aber unwahr-scheinlich	gegeben bei Kernenergie, aber sehr un-wahrscheinlich	nur bei Öl und Gas	nur bei Öl und Gas
4. Individuelles Unfallrisiko	eher gering	gering	gering	eher gering
5. Materialeinsatz pro Energie-Dienstleistung	mittel	gering	mittel	hoch

Tab. 15: Wichtige Variablen für die Kennzeichnung der gesundheitlichen Auswirkungen der vier Pfade.

In der Frage der Sicherheit vor Unfällen wurde zwischen Katastrophenrisiko und individuellem Unfallrisiko unterschieden: Als Katastrophenrisiko wird die Möglichkeit der Beeinträchtigung und Schädigung großer Menschenmengen oder der Gesellschaft als Ganzes verstanden, als individuelles Risiko die Wahrscheinlichkeit, daß ein einzelner Bürger der Bundesrepublik Deutschland durch einen Unfall in einem Energiesystem ums Leben kommt oder schwere Gesundheitsschäden erleidet. Durch den Einsatz der Kernenergie in den Pfaden 1 und 2 ist prinzipiell die Möglichkeit katastrophaler Risiken gegeben, die Wahrscheinlichkeit dafür wird jedoch als gering eingestuft. In Pfad 3 und 4 sind Katastrophen im Rahmen der Öl- und Gasversorgung (Explosionen, Ölpest) ebenfalls prinzipiell möglich, das kollektive Risiko durch Kernenergie entfällt jedoch nach dem Jahr 2000. Die möglichen katastrophalen Auswirkungen des CO_2-Effekts bei der Verbrennung von fossilen Energierohstoffen wurden unter Umwelt- und allgemeine Gesundheitsrisiken subsummiert.

Beim Faktor Materialeinsatz pro Energiedienstleistung ist der Tatsache Rechnung getragen worden, daß in die Bilanz für Gesundheit und Umwelt nicht nur die direkte Energieerzeugung eingehen darf, sondern der gesamte Brennstoffkreislauf einschließlich der Beschaffung der Brennstoffe, der Abfallbeseitung und des Baus und der Konstruktion von Energieanlagen. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, daß ein höheres Maß an Materialaufwand immer mit größeren Belastungen für die Gesundheit und für die Sicherheit verbunden sind. Bei höherer Dezentralisierung und stärkerer Abstützung auf regenerative Energieträger und Energieeinsparmaßnahmen ist zwangsläufig der Materialeinsatz höher als bei zentralen, konventionellen Energiesystemen.

3 Gesundheit und Sicherheit				
3.1 Gefährdung von Betriebsangehörigen	Pfad 1	Pfad 2	Pfad 3	Pfad 4
– Gefährdung des Lebens	0	0	0	0
– Vorübergehende Gefährdung der Gesundheit	+1	0	0	0
– Andauernde gesundheitliche Beeinträchtigung	+1	0	0	−1
3.2 Gefährdung der allgemeinen Bevölkerung				
– Gefährdung des Lebens	+1	0	0	0
– Vorübergehende Gefährdung der Gesundheit	+1	0	0	0
– Andauernde gesundheitliche Beeinträchtigung	+1	0	0	−1
3.3 Katastrophengefahr bei Energieanlagen				
– Katastrophenpotential	+1	0	−1	−1
– Kollektives Risiko durch Unfälle	+1	0	−1	−1
– Kollektives Risiko durch Terror und Sabotage	+1	0	−1	−2
– Kollektives Risiko durch Kriegseinwirkungen	+1	+1	−1	−2
3.4 Probleme für kommende Generationen				
– Langzeitfolgen	+1	0	−1	−2
– Langfristig wirksame Gefahrenquellen	+1	0	−1	−1

Anmerkungen zur Versorgungssicherheit

Unter der Versorgungssicherheit versteht man die technisch, politisch und institutionell gewährleistete Stetigkeit der Versorgung der Bevölkerung mit Energiedienstleistungen. Eine stetige und zuverlässige Versorgung mit Energie über längere Zeiträume sicherzustellen, ist eine der vordringlichen Aufgaben staatlicher Energiepolitik. Analog zu den beiden vorherigen Kapiteln lassen sich auch hier wieder einige Schlüsselvariablen identifizieren:

- Anteil importierter Primärenergieträger,
- Reifegrad und Zuverlässigkeit der eingesetzten Umwandlungs- und Nutzenergietechnologien,
- Umstellungsgeschwindigkeit technischer Systeme bei partiellen Ausfällen (politisch oder technisch bedingt),
- die politisch institutionelle Absicherung von Versorgungsleistungen aus dem Ausland.

Diese groben Indikatoren sind im Rahmen des gesamten Indikatorkatalogs weiter verfeinert worden. Zur grundsätzlichen Erläuterung unserer Beurteilung scheinen diese vier Schlüsselindikatoren jedoch ausreichend zu sein. Aus Tabelle 16 wird beispielsweise deutlich, daß trotz enormer Energieeinsparungen in den Pfaden 3 und 4 der prozentuale Anteil der Energieversorgung, der durch Erdöl gedeckt wird, bis auf die Zeit nach dem Jahr 2030 auch bei Pfad 4 immer noch sehr hoch ist. Allerdings sollte dabei deutlich gemacht werden, daß gemessen an den Absolutzahlen die Menge der eingeführten Primärenergieträger bei den Pfaden 3 und 4 durch hohe Einspareffekte gegenüber der heute importierten Menge rückläufig ist.

Bei der Umstellungsgeschwindigkeit von Systemen wurde davon ausgegangen, daß ein stark angebotsorientierter Pfad mit weiteren Zentralisierungstendenzen und hoher Konkurrenz von Primärenergieträgern und Technologien sich schneller auf neue Marktsituationen einstellen kann, als Energiesysteme, die nach optimalen Gesichtspunkten geplant worden sind und bei denen die einzelnen Systemteile integrativ ineinandergreifen. Beim Pfad 4 wurde darüber hinaus angenommen, daß durch die geringen Mengen an importierten Primärenergieträgern eine höhere Flexibilität besteht, die entsprechenden Produkte bei Ausfall bestimmter Lieferländer auf dem Spotmarkt oder von anderen Lieferländern kurzfristig zu erhalten.

Die Abschätzung der institutionellen Einbindung der Energieversorgung in internationale Verträge und das Vertrauen in politisch zuverlässige Lieferländer ist schwer zu beurteilen. Zunächst wurde angenommen, daß ein Energieszenario mit hohem Ölverbrauch schlechter abschneidet als Szenarien mit hohem Kohle- oder Uranverbrauch. Gleichzeitig wächst aber die politische Zuverlässigkeit mit der Anzahl der Lieferländer und mit dem Vorhandensein einer Konkurrenzsituation auf dem Energiemarkt. Saldiert man beide Effekte, so schneidet Pfad 4 etwas positiver ab als die übrigen Pfade. Pfad 1, bei dem die Ölreserven extensiv genutzt werden, erscheint aus dieser Sicht besonders problematisch.

	Pfad 1		Pfad 2		Pfad 3		Pfad 4		Richtung der Einwirkung
Jahr	2000	2030	2000	2030	2000	2030	2000	2030	
Primärenergie-anteil durch nicht heimische Quellen	60-70%	55-65%	55-65%	45-55%	50-60%	40-50%	50-60%	25-35%	Je höher der Anteil der Primärenergie ist, der vom Ausland bezogen werden muß, desto geringer ist tendenziell die Versorgungssicherheit.
davon Erdöl	42%	31%	43%	24%	51%	36%	48%	31%	
Reifegrad der eingesetzten Technologien	mittel		hoch		eher hoch		eher gering		Je ausgereifter technische Systeme sind, desto zuverlässiger arbeiten sie und desto weniger ist mit technisch bedingten Ausfällen zu rechnen.
Umstellungs-geschwindigkeit des Energiesystems bei Ausfällen	mittel		eher hoch		eher hoch		mittel		Je schneller man von einem Energiesystem auf das andere umstellen kann oder je eher man flexibel bei der Beschaffung von Primärenergieträgern ist, desto besser ist die Versorgungssicherheit zu beurteilen.
Politische und institutionelle Absicherung der Versorgung	eher niedrig		mittel		mittel		eher hoch		Je weniger Primärenergieträger aus dem Ausland herangezogen werden müssen und je breiter die Konkurrenzsituation gestreut ist, desto eher ist die politische Zuverlässigkeit positiv zu beurteilen und desto eher sind Versorgungskrisen unwahrscheinlich. Außerdem spielt die Verbundenheit der politischen Systeme der jeweiligen Lieferländer mit der Bundesrepublik Deutschland eine Rolle.

Tab. 16: Schlüsselvariablen zur Beurteilung der Versorgungssicherheit der vier Pfade.

4 Versorgungssicherheit				
4.1 Geologische Verfügbarkeit	Pfad 1	Pfad 2	Pfad 3	Pfad 4
– Inländische Reserven	−2	0	0	+1
– Globale Reserven	−2	−1	0	+1
– Inländische Ressourcen	irrelevant			
– Globale Ressourcen	irrelevant			
4.2 Politische Verfügbarkeit				
– Importquote	+2	+1	0	−1
– Importsicherheit	−1	0	0	+1
– Importzuverlässigkeit	+1	0	0	−1
– Bevorratungsmöglichkeit	−1	+1	0	+2
4.3 Ökonomische Verfügbarkeit				
– Marktbeherrschende Stellung der Anbieter	+1	0	−1	−2
– Substitutionsfähigkeit	+1	0	0	−1
4.4 Technische Verfügbarkeit				
– Technisch bedingte Ausfallzeiten	−1	0	0	+1
– Sabotage	+1	+1	−1	−1
– Ausmaß systembedingter Ausfallzeiten	0	0	0	+1
4.5 Flexibilität				
– Diversität der Versorgungssysteme	+1	+2	0	−1
– Ausschöpfungsgrad der vorgesehenen Energieoption	+2	0	+1	+1

Anmerkungen zu den volkswirtschaftlichen Auswirkungen

Die volkswirtschaftlichen Konsequenzen der verschiedenen Energiepfade sind durch die Annahmen, die von der ersten und zweiten Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags zur zukünftigen Kernenergie-Politik getroffen worden sind, nur unzureichend bestimmt. Im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsstudien, vor allem bei der ökonomischen Simulation mit Hilfe des ZENCAP-D-Modells am Eidgenössischen Institut für Wirtschaftsforschung der ETH Zürich (Prof. Fritsch und Mitarbeiter), wurden die Auswirkungen der Pfade 2 und 3 auf die makroökonomischen Größen „Beschäftigung" und „Wettbewerbsfähigkeit" untersucht. Diese makroökonomischen Studien sind bislang noch nicht vom Deutschen Bundestag für die Öffentlichkeit freigegeben worden. Dennoch wurden die Ergebnisse, soweit sie zugänglich waren, für unsere Beurteilungen berücksichtigt. Wegen der Komplexität des Themas volkswirtschaftlicher Auswirkungen erscheint es nicht sinnvoll, Schlüsselvariable zu identifizieren und die Auswirkungen der vier Pfade auf diesen Variablen quantitativ zu erfassen. Vielmehr ist es für den komplexen wirtschaftlichen Sektor angebrachter, die Randbedingungen für die Beurteilungen aufzuzeigen und die rote Linie der Argumentation nachzuzeichnen.

Demgemäß sollen die Beschreibung der Ausgangslage und die Erklärung des generellen Annahmenkatalogs im Vordergrund stehen. Die Kostenentwicklung einzelner Energiesysteme wurde ja bereits in den generellen Annahmen diskutiert. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Funktionszusammenhänge zwischen den Indikatoren und auf die externen Faktoren, die auf das Abschneiden verschiedener Energiesysteme auf den volkswirtschaftlichen Indikatoren einwirken.

1. Jede wirtschaftliche Entwicklung ist durch eine innere Dynamik gekennzeichnet, die eine statische Beschreibung von Wirtschaftssystemen oder Energiesystemen in einer Wirtschaftsstruktur sehr erschwert. Selbst im Rahmen komplexer Simulationen ist es nur schwer möglich, Veränderungen eines Indikators im Zeitablauf abzubilden und die dadurch ausgelösten Bewegungen innerhalb der Beziehungen von Anbietern und Verbrauchern nachzuzeichnen. Diese Aufgabe wird noch dadurch erschwert, daß die vier Pfade der Enquete-Kommission nur zwei Zeitpunkte aufweisen, nämlich das Jahr 2000 und das Jahr 2030. Wie die Entwicklung zwischen diesen beiden Stichjahren aussehen wird, ist nicht weiter spezifiziert worden.

   Wir haben uns deshalb zunächst darum bemüht, die Auswirkung eines jeden Szenarios nach seiner Implementation abzuschätzen, d.h. nachdem die notwendigen Veränderungen durchgeführt und die dadurch ausgelösten wirtschaftlichen Turbulenzen überstanden sind. Da aber der Zweck nicht die Mittel heiligt, war es an einigen Stellen vonnöten, auch auf die Probleme hinzuweisen, die bei der Umstellung des heutigen Energiesystems auf den gewünschten Endzustand zu erwarten sind. Wie bereits in den Vorbemerkungen erörtert, sind diese Indikatoren mit einem Kreuz gekennzeichnet.

   Trotz dieser rudimentären Differenzierung haben wir uns zu der problematischen Annahme entschließen müssen, daß alle Entwicklungen, gleichgültig, ob sie sich auf die Preise, die Beschäftigungseffekte oder den Strukturwandel beziehen, als monoton steigend, monoton sinkend oder konstant angesehen werden. Dies bedeutet beispielsweise, daß sich in unseren Annahmen entweder die Preise kontinuierlich bis zu einer gewissen

Obergrenze nach oben entwickeln, oder kontinuierlich bis zu einer Untergrenze abfallen, oder aber real konstant bleiben. Preisschwankungen und Reaktionen der Wirtschaftssubjekte auf Preisänderungen wurden also bewußt ausgeklammert. Außerdem wurde unterstellt, daß die vier Pfade jeweils in ihrem grundsätzlichen Mischungsverhältnis so verwirklicht werden, wie es die Pfadbauer vorgesehen haben.

Diese Vereinfachung des Annahmenspektrums weist noch einmal deutlich auf die Grenzen der Interpretation unserer Beurteilungen hin: es geht uns darum, die Konsequenzen wünschbarer energiepolitischer Richtungen abzuschätzen, ohne jedoch den Anspruch zu erheben, prognostizieren zu können, inwieweit diese Richtungen der tatsächlichen Entwicklung entsprechen und inwieweit sie politisch und ökonomisch durchsetzbar sind. Sinn eines solchen Vorhabens ist es, den in der Energiepolitik und Energiewirtschaft tätigen Personen eine nach den heutigen Randbedingungen und dem heutigen Stand der Erkenntnis entwickelte Folgenanalyse von Szenarien vorzulegen, bei der je nach Gewichtung der Indikatoren der nach heutigen Gesichtspunkten bestmögliche Pfad ausgesucht werden kann. Entwickeln sich die Rahmenbedingungen jedoch anders als hier vorgesehen oder ergibt sich aus dem Zusammenspiel der Wirtschaftskräfte eine andere Konstellation, so ist der Entscheidungsträger gut beraten, auf diese neue Situation flexibel zu reagieren und seine ursprüngliche Entscheidung noch einmal zu überdenken. Außerdem sollte man sich der Einschränkung stets gegenwärtig sein, daß viele wirtschaftliche Aspekte, wie etwa Wachtumsraten oder individuelles Komfortniveau, als Annahmen vorweg festgelegt wurden, wobei weder die Realisierbarkeit dieser Annahmen im Rahmen des jeweiligen Szenarios nachgeprüft werden kann noch mögliche Rückwirkungen auf die Energiewirtschaft vollständig erfaßt werden können.

2. Bei der Abschätzung der zukünftigen wirtschaftlichen Entwicklung unterschiedlicher Energieträger wird davon ausgegangen, daß der Schnelle Brüter zu Beginn seiner kommerziellen Nutzung noch nicht mit den Stromerzeugungskosten des Leichtwasserreaktors konkurrieren kann (siehe auch die 3. Annahme S. 199 f). Ebenfalls wird angenommen, daß sich die Preise für fossile Energieträger stetig erhöhen, und daß bei der Kohle wie bisher der größte Teil des Verbrauchs durch einheimische Reserven gedeckt wird.

   Diese Annahmen stehen im Widerspruch zu den impliziten Annahmen, die die Vertreter des Pfads 1 und 2 für ihr Szenario postulieren. Wie jedoch in den allgemeinen Vorbemerkungen erläutert, muß ein Vergleich der Pfade unter gleichen Annahmen erfolgen, erst dann sind sinnvolle Aussagen möglich. Aus diesem Grund wurden die Annahmen insgesamt vereinheitlicht und nach Maßgabe der Ergebnisse von Expertenbefragungen und des von uns organisierten Delphi-Seminars zusammengestellt. Auf diese Weise wird man zwar den Intentionen der Pfadbauer weniger gerecht, man ermöglicht jedoch erst eine Vergleichbarkeit der Pfade auf den unterschiedlichen Auswirkungstypen.

3. Aufgrund der Ergebnisse bei den Modellrechnungen für die Pfade 2 und 3 scheinen unter der Voraussetzung eines makroökonomischen Wirkungsmodells die beiden mittleren Pfade hinsichtlich ihrer Beschäftigungswirkung und der Einschätzung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit ähnlich zu beurteilen zu sein. Pfad 4 dürfte wegen seiner hohen Kapitalkosten (vor allem wegen der steigenden Grenzkosten bei Energieeinsparungen im extremen Bereich) auf die nationale Beschäftigungslage und die Wettbewerbsfähigkeit eher negativ wirken. Der negative Effekt auf die Beschäftigung kann jedoch bei Pfad 4

5 Volkswirtschaftliche Auswirkungen				
5.1 Wirtschaftlichkeit	Pfad 1 – –	Pfad 2 0	Pfad 3 0	Pfad 4 –
– Erzeugungskosten pro Energieeinheit	irrelevant			
– Kostenniveau (bis 2030)	0	0	+1	+2
– Kostenniveau (ab 2030)	+2	0	0	+1
– Externe Kosten	+2	+1	0	–1
– Finanzieller und administrativer Kontrollaufwand	+1	0	0	+1
5.2 Kostenentwicklung				
– Folgekosten	+2	+1	0	–1
– Abschätzbarkeit der Kostenentwicklung	–1	0	+1	–2
– Voraussichtliche Erzeugungskosten im Jahr 2000	irrelevant			
– Voraussichtliche Erzeugungskosten im Jahr 2030	irrelevant			
5.3 Kapitalbindung				
– Investitionsvolumen für das Energiesystem	+2	+1	+1	+2
– Abschreibungsdauer	irrelevant			
5.4 Lebensstandard				
– Energiekosten für den Verbraucher (bis 2030)	0/ +1	–1/ 0	+1/ 0	+2/ +1
– Energiekosten für den Verbraucher (ab 2030)	+2	0	0	+1
– Einkommenseffekt (ab 2030)	+1	0	+1	0

5.5 Beschäftigungsniveau				
– Direkte Auswirkungen durch den Bau des Energiesystems	+1	+1	+1	+2
– Direkte Auswirkungen durch den Betrieb des Energiesystems	0	0	0	+1
– Indirekte Auswirkungen auf die Beschäftigung (bis 2030)	+1	0	−1	−2
– Indirekte Auswirkungen auf die Beschäftigung (ab 2030)	−1	0	0	0
5.6 Exportfähigkeit und Devisenfluß				
– Export von energieintensiv produzierten Produkten	+1	0	−1	−2
– Export von Energietechnologien	+1	0	−1	+1
– Ausgaben für Primärenergieimporte	+2	+1	0	−2
5.7 Innovationsförderung				
– Strukturwandel	+1	0	+1	+1
– Entwicklung von Know-How	+1	0	0	+1
5.8 Verträglichkeit mit der marktwirtschaftlichen Ordnung				
– Ausmaß interventionistischer Eingriffe	+1	0	+1	+2
– Marktbeherrschende Stellung von Energieanbietern und Energieanlagen-Herstellern	+1	+1	0	−1
– Förderung kleiner und mittelständischer Unternehmen	0	0	+1	+1
– Konzentrationswirkung auf die übrige Wirtschaft	+1	0	0	−1

5.9 Ausgeglichenheit regionaler Entwicklung				
– Regionale Ballung von Produktionsstätten	+1	0	0	–1
– Homogenität der Infrastruktur	+1	0	0	–1

zum Teil dadurch ausgeglichen werden, daß weniger Devisen ins Ausland transferiert werden und damit mehr Geldressourcen für die einheimische Wirtschaft zur Verfügung stehen. Dies wirkt sich positiv auf die Beschäftigungslage aus.

Die unterschiedliche Wirkungsweise auf die Beschäftigung wird durch die Indikatoren „direkte Beschäftigungseffekte" und „indirekte Beschäftigungseffekte" zum Ausdruck gebracht. Bei Pfad 1 wurde unterstellt, daß trotz der Erhöhungen der Preise für Primärenergieträger und trotz der Kostenintensität von schnellen Brutreaktoren die grundsätzliche Ausbaulinie der Kernenergie vorangetrieben wird, auch wenn dazu öffentliche Subventionen notwendig sind. Diese Voraussetzung bedingt natürlich zwangsläufig, daß der Pfad 1 volkswirtschaftlich teurer wird als die Pfade 2 und 3.

4. Bei der Analyse der ordnungspolitischen Auswirkungen wurde unterstellt, daß die Einsparraten bei den Pfaden 3 und 4 nicht ohne interventionistische Eingriffe zu verwirklichen sind. Außerdem ist anzunehmen, daß die Steuer auf konventionelle Primärenergieträger erhöht oder zumindest konstant gehalten werden muß, um den Erfolg der Einsparpolitik nicht zu gefährden. Dies führt auf Verbraucherseite im Vergleich zu Pfad 2 zu höheren Energiepreisen; die durch die Steuer eingenommenen Gelder können jedoch für andere politische oder volkswirtschaftliche Aufgaben verwendet werden. Damit ist bei den Pfaden 3 und 4 ein höherer Umverteilungseffekt zu erwarten als bei den Pfaden 1 und 2.

5. Für die Innovationseffekte wurde unterstellt, daß auf der einen Seite ein höheres Wachstum sowie eine angebotsorientierte Politik zu Veränderungen auf dem technologischen Markt führen und dadurch den Innovationsdruck verstärken werden, während auf der anderen Seite auch eine völlige Umstellung auf dezentrale und zum Teil regenerative Energieträger einen Zwang zur technologischen Innovation mit sich bringt. Dagegen scheint der Innovationseffekt bei den Pfaden 2 und 3 dem heutigen Trend zu entsprechen.

Anmerkungen zu den internationalen Auswirkungen

Analog zu den Anmerkungen bei den volkswirtschaftlichen Auswirkungen erscheint es auch bei den internationalen Folgen sinnvoll, anstelle einer Tabelle mit Schlüsselvariablen, die generellen Randbedingungen für die Beurteilungen aufzuzeigen und die Argumentationslinie nachzuzeichnen. Dazu die folgenden Überlegungen:

1. Für alle Kriterien unseres Katalogs gilt die Annahme, daß mit der Wahl eines bestimmten Energiesystems sich die mit den Kriterien und Unterkriterien verbundenen Indikatoren jeweils in einer bestimmten Weise verändern. Für den internationalen Bereich trifft

diese Annahme jedoch nicht oder nur in sehr eingeschränktem Maß zu. Sie würde nämlich nur dann zutreffen, wenn alle Staaten oder zumindest die wichtigsten Nachbarstaaten jeweils die gleiche energiepolitische Alternative wählen würden. Die energiepolitischen Entscheidungen anderer Staaten sind indessen durch die Politik der deutschen Regierung nur in geringem Maß beeinflußbar. Dadurch werden nicht nur im Bereich der internationalen Politik, sondern möglicherweise auch im Bereich anderer Kriterien die Rahmenbedingungen und die gewünschten oder erwarteten Auswirkungen bestimmter energiepolitischer Entscheidungen verändert und im Extremfall bis zur Unberechenbarkeit verzerrt. Würde die Bundesrepublik Deutschland beispielsweise einen energiepolitischen Pfad 4 (den Öko-Pfad) wählen, alle Nachbarn dagegen einen Pfad 1 bevorzugen, so wären Konflikte mit den Nachbarstaaten vorstellbar und auch wahrscheinlich. Außerdem würden durch die Massierung von Energieanlagen konventionellen Stils in den Nachbarländern die möglichen positiven Auswirkungen des vierten Pfads auf Umwelt und Gesundheit überschattet. Bei der Beurteilung der internationalen Auswirkungen sind wir davon ausgegangen, daß die sich heute zeigenden internationalen Tendenzen bei der Entwicklung neuer Energietechnologien und dem Einsatz konventioneller Energietechnologien weiter bestehen bleiben, unabhängig davon, wie sich die Bundesrepublik Deutschland in ihrer Energiepolitik entscheidet. Es werden also weder Abstrahleffekte noch politische Einflußnahmen von außen unterstellt. Diese Annahme ist sicherlich unrealistisch, ist jedoch für eine sinnvolle Beurteilung auf der Kriterienebene unabdingbar, um nicht in endlose Spekulationen hineinzugeraten. Wie wir uns die energiepolitischen Trends für die nächsten 50 Jahre vorstellen, ist bereits in den allgemeinen Anmerkungen zu den vier Pfaden zusammengefaßt worden.

2. Bei der Einordnung der verschiedenen Pfade auf die Indikatoren sind wir dem Grundsatz gefolgt, den möglichen Einfluß der Bundesrepublik Deutschland auf die internationale Politik abzuschätzen und unseren Bewertungen zugrundezulegen. Die bestehenden internationalen Verpflichtungen, im Rahmen der EG oder im Rahmen der atlantischen Allianz, werden als gegeben betrachtet und aufgrund der dadurch geschaffenen Rahmenbedingungen die jeweiligen Beurteilungen vorgenommen. Besonders bei den Indikatoren, die die Beziehungen des Bundesrepublik Deutschland zu ihren Nachbarstaaten spezifizieren sollen, wurden die bestehenden formellen und informellen Bindungen zu diesen Staaten berücksichtigt.

3. Bei der Beurteilung des Erpressungspotentials, d.h. der Wahrscheinlichkeit, daß Lieferländer ihre ökonomische Stellung zum politischen Machtmißbrauch nutzen, sind wir davon ausgegangen, daß nicht nur die Importabhängigkeit ein wesentlicher Faktor dieses Potentials ist, sondern auch die Substitutionsmöglichkeit, die Vielfalt der Energieträger und Bezugsquellen, die Resistenz der Energieverbraucher und nicht zuletzt die normative Kraft bestehender Verträge und die Solidarität mit anderen Importländern. Aufgrund dieser Vielfalt von Einzelfaktoren kommt die sehr differenzierte Beurteilung der verschiedenen Pfade zustande. Generell sind wir der Ansicht, daß ein Boykott von Energieträgern immer auf ein bis höchstens zwei Energieträger beschränkt bleiben wird. Ein gleichzeitiger Boykott für Gas, Öl und Uran erscheint uns derart unwahrscheinlich, daß wir ihn bei unseren Überlegungen nicht berücksichtigt haben.

4. Ähnliches gilt für die Beurteilung der Wahrscheinlichkeit von Kartellbildungen ausländischer Lieferländer. Ein Kartell ist ebenso wenig wie ein Lieferboykott für alle Energieträger gleichzeitig denkbar. Die Wahrscheinlichkeit eines Kartells dürfte für alle vier Pfade etwa gleich hoch sein, denn sie ist ja nicht (oder allenfalls ganz marginal) durch die Energiepolitik der Bundesrepublik Deutschland bestimmt. Für den Pfad 4 sind jedoch die Auswirkungen einer Kartellbildung wesentlich leichter zu überwinden als bei Pfad 1. In beiden Fällen wird die Bundesrepublik Deutschland wenig Möglichkeiten haben, die Preiserhöhungen aufgrund der Kartellbildung rückgängig zu machen. Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen dieser erhöhten Preise dürften jedoch wegen der unterschiedlichen Mengenverhältnisse des importierten Anteils an Erdöl zwischen Pfad 1 und 4 anders zu beurteilen sein. Aber die energiepolitische Souveränität hinsichtlich der Kartellbildung, die ja nur im Rahmen internationaler Auswirkungen interessiert, ist hier kaum zu differenzieren.

5. Besonders schwierig einzuordnen sind die Probleme der Proliferation und des Mißbrauchs von Energietechnologien für kriegerische Zwecke. Wiewohl alle Energietechnologien indirekt für militärische Zwecke mißbraucht werden können, ist ein direkter Zusammenhang zwischen Energieerzeugungssystem und militärischer Verwendung nur bei der Kernenergie gegeben. Wie hoch diese Gefahr jedoch anzusetzen ist, bleibt ein Streitthema unter den Experten. Bei unseren Beurteilungen sind wir von folgenden Annahmen ausgegangen:

   - Die Gefahr des militärischen Mißbrauchs der Kerntechnologie ist sehr groß, wenn man allgemein und voraussetzungslos die Möglichkeit betrachtet, die ein Staat wie die Bundesrepublik Deutschland hat, wenn er sich als „Atomstaat" etablieren möchte. Da aber die Bundesrepublik Deutschland als Mitglied des Atomsperrvertrags die ihr zur Verfügung stehende Kerntechnologie nicht militärisch nutzen will, sind wir davon ausgegangen, daß ein absichtlicher Mißbrauch der Kerntechnologie durch die Bundesregierung so gut wie ausgeschlossen ist. Würde eine zukünftige Bundesregierung unter Verletzung internationaler Verträge dennoch Kernwaffen bauen wollen, so wäre sie dazu heute und erst recht in Zukunft auch ohne Nutzung der Kernenergie für friedliche Zwecke imstande (sofern die dazu notwendigen Wissenschaftler ihre Bereitschaft erklärten). Die Gefahr des Mißbrauchs von Energietechnologien in der Bundesrepublik Deutschland wird daher als äußerst gering eingestuft.

   - Die Gefahr der Proliferation ist jedoch differenzierter zu sehen, wenn man danach fragt, welchen Einfluß die Bundesrepublik Deutschland durch den Export von Kerntechnologie auf die Möglichkeit der nuklearen Proliferation in der übrigen Welt ausübt. Wenn man davon ausgeht, daß bei einem Verzicht der Bundesrepublik Deutschland auf Export kerntechnischer Anlagen die übrigen Herstellerländer von Kernkraftwerken sich diesem Beispiel nicht anschließen, dann ist die zusätzliche Gefährdung des Weltfriedens durch den Export von energietechnischen Anlagen durch die Bundesrepublik Deutschland als marginal einzustufen. Denn der Ausfall des Exportlands Bundesrepublik würde schnell durch andere Exportstaaten ausgeglichen. Natürlich ist es legitim, aus moralischen Gründen auf den Export von Energietechnologien zu verzichten, auch wenn man weiß, daß andere Länder daraus Nutzen ziehen werden. Wenn wir uns jedoch allein auf die Auswirkungen des Exports von kerntech-

6 Internationale Auswirkungen				
6.1 Nationale Handlungsfähigkeit in der internationalen Politik	Pfad 1	Pfad 2	Pfad 3	Pfad 4
– Einschränkung der außenpolitischen Handlungsfreiheit	+2	+1	−1	−1
– Politisches Gewicht in internationalen Beziehungen	+1	0	0	−1
– Energiepolitischer Souveränitätsverlust	+1	0	−1	−1
6.2 Internationale Sicherheit				
– Energiepolitische Abhängigkeit	+2	+1	0	−1
– Energiepolitische Verwundbarkeit	+1	0	0	−1
– Entschärfung energiepolitischer Krisen	0	0	+1	+1
– Militärische Relevanz	+1	0	−1	−1
6.3 Internationale Zusammenarbeit				
– Energiepolitische Parallelität	−1	0	−1	−2
– Energiepolitische Kompatibilität	0	−1	−1	−2
– Energiesystembedingte Kooperation	+1	0	−1	−2
– Belastung internationaler Beziehungen durch globale Umweltschäden	+1	0	0	−1
6.4 Weltwirtschaftliche Verflechtung				
– Internationales Wachstum	+1	0	0	−1
– Internationale Arbeitsteilung	+2	+1	0	−1
– Abbau des Nord-Süd-Gefälles	+1/ −1	+1/ −1	0	−1
– Übertragbarkeit von Energietechnologie und Versorgungskonzepten	0	0	+1	+1

nischen Anlagen beschränken, spielt es im Prinzip keine Rolle, ob sich die Bundesrepublik aus diesem Geschäft fernhält oder nicht.

- Im übrigen haben sich auch die Abnehmerstaaten von kerntechnischen Anlagen bilateral oder multilateral verpflichtet, Anlagen zur friedlichen Nutzung der Kernenergie nicht für militärische Zwecke zu mißbrauchen. Diese selbstauferlegte Verpflichtung wird fortwährend durch internationale Inspektoren überwacht. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, daß Staaten in Mißachtung der getroffenen Vereinbarungen und Verträge militärischen Nutzen aus ihren zivilen Kernenergieanlagen ziehen. Wenn jedoch ein solcher Wunsch besteht, gibt es neben der mißbräuchlichen Nutzung kernenergetischer Anlagen noch vielfältige andere und preiswertere Möglichkeiten, zu Nuklearwaffen zu kommen.

Aus den oben genannten Gründen haben wir uns dazu entschlossen, die Gefahr des militärischen Mißbrauchs von Energieanlagen mit Hilfe der Kernenergie zwar als gegeben, aber als geringfügig einzustufen. Wir glauben, daß diese Einordnung plausibel und wissenschaftlich vertretbar ist, räumen jedoch ein, daß auch andere Beurteilungen möglich und sinnvoll sind.

6. Bei der Beurteilung der außenpolitischen Entscheidungsfreiheit der Bundesrepublik Deutschland sind wir davon ausgegangen, daß der extrem hohe Energiebedarf beim Pfad 1 die Bundesrepublik zwingen wird, in ihrer Außenpolitik allen Maßnahmen, die der Sicherung der Energieversorgung dienen, hohe Priorität einzuräumen. Auf diese Weise wird die Entscheidungsfreiheit herabgesetzt. Bei den Pfaden 2, 3 und 4 wird aufgrund der Reduzierung des Energiebedarfs die Energieversorgung als solche eine geringere Bedeutung in der gesamten Außenpolitik haben.

7. Als bisher wenig beachteten, aber zunehmend relevanten Gesichtspunkt sehen wir die Erhöhung von Konflikten aufgrund grenzüberschreitender Umweltbelastung an. Wir sind davon ausgegangen, daß durch Energiesysteme, deren Umweltauswirkungen über die nationalen Grenzen hinaus wirksam sind, auch zwischen befreundeten Nationen Konflikte auftauchen, weil eine ungleiche Kosten-Nutzen-Verteilung mit diesem Phänomen verbunden ist. Es ist dabei noch unsicher, inwieweit die dadurch geschaffene Konfliktsituation durch friedliche Maßnahmen, wie Kompensationszahlungen oder technische Filterung von Umweltschadstoffen, beigelegt werden kann. Möglich ist sicherlich auch eine Verschlechterung des Beziehungsklimas zwischen Nachbarstaaten bis hin zu „Wirtschaftskriegen". Eine Gefährdung des Friedens, d.h. eine bewaffnete Auseinandersetzung zwischen benachbarten Staaten aufgrund grenzüberschreitender Umweltbelastung, wird jedoch als extrem unwahrscheinlich eingestuft.

Annahmen zu den politischen Auswirkungen

Dieser Typus von Auswirkungen ist in noch stärkerem Maß als die volkswirtschaftlichen Folgen von Sekundäreffekten bestimmt. Die einzelnen Energiepfade haben nur in geringem Maß direkte Auswirkungen auf das politische System; über ihre Umweltauswirkungen und über ihre volkswirtschaftlichen Effekte werden jedoch bestimmte Veränderungen im politi-

schen System initiiert. Das Nachzeichnen solcher Effekte ist außerordentlich schwierig und in den meisten Bereichen auch spekulativ. Bei aller Unsicherheit über mögliche Folgen haben wir aber auch hier eine Beurteilung vorgenommen, weil letztendlich die politischen und sozialen Folgen diejenigen Konsequenzen sind, nach denen Politiker ihre Entscheidungen ausrichten und – möglicherweise – auch fällen. Aus diesem Grund muß zumindest der Versuch einer genauen Abschätzung unternommen werden, weil damit immerhin noch ein besseres Fundament für eine Entscheidung gelegt wird als bei reiner Intuition. Dennoch sollte hier deutlich gemacht werden, daß die folgenden Bewertungen nur subjektive Einschätzungen der Autoren widerspiegeln können, wobei natürlich alles unternommen wurde, diese Einschätzungen intersubjektiv überprüfen zu lassen. Analog zu den internationalen und wirtschaftlichen Aspekten sollen auch hier die wesentlichen Annahmen und Grundelemente unserer Bewertungen vorangestellt werden, um die Beurteilungen auf den einzelnen Indikatoren plausibel zu machen.

1. Entsprechend der These, daß dem Staat in den Pfaden 3 und 4 eine stärkere Rolle für die Erzielung der Einsparraten zugeschrieben wird, gehen wir davon aus, daß sich die Eingriffe des Staats in das Wirtschaftsleben und in die Konsumentensouveränität nicht allein auf Appelle und finanzpolitische Maßnahmen beschränken werden. Aus der Diffusionsforschung ist bekannt, daß zur aktiven Übernahme von Produkten durch den Markt nicht nur die relativen Preise ausschlaggebend sind, sondern auch die Einstellungen der potentiellen Käufer gegenüber dem Produkt. Gleichzeitig dürfen keine zu hohen Erwartungen an noch günstigere Substitutionsgüter gehegt werden. Alle drei Annahmen sind für hohe Einsparraten jedoch fragwürdig: Gemäß der Preiselastizität für fossile Energieträger – zumindest für das Öl – können die Preise jederzeit unter das Niveau der Substitutionselastizität bei Energieeinsparmaßnahmen gesenkt werden; Technologien zur Einsparung werden von der Bevölkerung zum Teil sehr ambivalent beurteilt und schließlich werden üblicherweise relativ hohe Erwartungen in noch nicht entwickelte Energiesysteme gesetzt, von denen man eine wesentliche Besserung der Energiesituation erhofft. Will man in dieser Situation eine vorgegebene Rate an Energieeinsparung unbedingt erzielen, so muß der Staat durch Eingriffe in das Marktgeschehen eine stark planende Funktion wahrnehmen. Vor allem scheint es notwendig, daß der Staat nicht nur finanzpolitisch (über Steuern und Subventionen) Marktverschiebungen herbeiführt, sondern auch über administrierte Preise und über staatliche Ver- bzw. Gebote das Verhalten des Verbrauchers zu beeinflussen sucht.

   Ähnlich wie bei den Kostenauswirkungen im Pfad 1 läßt sich auch bei dieser Einschätzung eine deutliche Diskrepanz zwischen unseren Annahmen und den Vorstellungen der Pfadbauer 3 und 4 herauslesen. Die Vertreter der Pfade 3 und 4 gehen davon aus, daß aufgrund der zukünftigen Marktsituation eine politisch institutionalisierte Chancengleichheit zwischen konventionellen Energiesystemen und Techniken der rationellen Energieverwendung genüge, um die vorgesehenen Einsparraten innerhalb der festgelegten Zeit zu erreichen. Wir schließen uns dieser Meinung nicht an. Die Forderung beispielsweise, in einem freistehenden Einfamilienhaus 60-80 % der heute eingesetzten Primärenergie einzusparen, ohne den Komfort der Bewohner dieses Hauses zu schmälern, dürfte ohne entsprechende Bauvorschriften (z.B. Wärmedämmung) und ohne eine künstliche Verteuerung konventioneller Energieträger nicht zu verwirklichen sein.

2. Sowohl der Ausbau der Kernenergie als auch der Ausbau von Solarenergie und Energieeinsparungs-Techniken sind nicht zwangsläufig mit einer Gefährdung der individuellen Freiheit verbunden. Wir gehen davon aus, daß beim Ausbau der Kernenergie das Personal in sensitiven Bereichen auf seine Zuverlässigkeit hin überprüft und im Verlauf des weiteren Arbeitslebens überwacht werden muß. Da die Anzahl der in sensitiven Bereichen arbeitenden Bevölkerung auch bei 150 Kernkraftwerken niemals die Grenze von 7 % der insgesamt überwachten Personen in der Bundesrepublik Deutschland überschreiten wird, sehen wir allein aus dieser quantitativen Gegenüberstellung keine Gefährdung der bürgerlichen Freiheiten aufgrund notwendiger Überwachungsmaßnahmen. Darüber hinaus kann diese Form der Überwachung öffentlich gemacht werden und von der freiwilligen Zustimmung der in sensitiven Bereichen arbeitenden Personen abhängig gemacht werden (wenn diese Zustimmung nicht erfolgt, ist eine Versetzung in einen nichtsensitiven Bereich durchaus denkbar).

   Eine über dieses Maß hinausgehende Überwachung der Kontaktpersonen oder eine prophylaktische Beobachtung von Bevölkerungsgruppen als vorbeugende Maßnahme gegen Terrorismus und Sabotage erscheinen uns weder aus dem Gefahrenpotential der Kernenergie begründbar noch aus dem Prinzip der Gleichbehandlung juristisch ableitbar (dann müßten auch alle Mitarbeiter von Trinkwasser-Versorgungsanlagen in ähnlicher Weise überwacht werden). Der Atomstaat ist weder technisch notwendig noch politisch erforderlich. Selbstverständlich ist es vorstellbar, daß bei übertriebenen Sicherheitserwartungen der Bevölkerung und bei entsprechendem politischen Willen die Kernenergie als Vorwand genutzt werden kann, um Freiheitsrechte einzuschränken. In diesem Fall dürfte es aber fraglich sein, ob bei einem Verzicht auf Kernenergie nicht andere Technologien als Vorwand genutzt werden könnten, um den gleichen Effekt zu erzielen.

   Analoges gilt für die Pfade 3 und 4: Hier wird häufig von einem sogenannten „Kalorienstaat" gesprochen, bei dem der Staat mit Hilfe von Inspektoren oder elektronischen Überwachungsmechanismen die Einhaltung der Einsparnormen überprüft. Wir halten diese Einschätzung ebenfalls für eine Horrorvision, die der tatsächlichen Entwicklung kaum Rechnung trägt. Mit Hilfe der administrierten Preise (oder auch lastabhängiger Preisgestaltung) und einem durchaus mit der Wasserver- und -entsorgung vergleichbaren Satz an Ver- und Geboten (etwa Anschlußzwang an Fernwärmenetze, bestimmte Wärmedämmvorschriften u.a.m.) dürften ausreichende Instrumente zur Verfügung stehen, um die angestrebten Ziele bei der Einsparung von Primärenergieträgern zu realisieren. Auch hier gilt wiederum der Grundsatz, daß bei dem politischen Willen, eine stärkere Kontrolle des Konsums der Bundesbürger durchzusetzen, Energiesparmaßnahmen als Anlaß für überzogene Kontrollmaßnahmen dienen können. Dies haben wir jedoch als Folge von Energiesystemen unberücksichtigt gelassen.

3. Grundsätzlich sind wir davon ausgegangen, daß eine direkte Mitbestimmung von betroffenen Bürgern bei dezentralisierten Systemen einfacher zu verwirklichen ist als bei zentralen Systemen. Dem liegt die einfache Tatsache zugrunde, daß Nutzen und Risiko bei dezentralen Anlagen stärker auf den gleichen Personenkreis bezogen sind, während bei zentralen Anlagen Risikoträger und Nutznießer auseinanderfallen. Im Fall eines zentralen Versorgungssystems ist es so gut wie ausgeschlossen, Kriterien für „Betroffenheit" festzulegen, ohne entweder die Nutznießer oder die Risikoträger zu begünstigen

bzw. zu benachteiligen. Allerdings lassen sich auch bei zentralen Technologien innovative Formen der Bürgerbeteiligung institutionalisieren, sofern der Grundsatz der Repräsentation akzeptiert wird. Repräsentativ gewählte oder per Zufallsverfahren ausgewählte Bürgergruppen könnten stellvertretend für potentielle Nutznießer und Risikoträger Mitbestimmungs- oder Mitwirkungsrechte ausüben. Ein derartiges Verfahren ist im Rahmen der Untersuchung zur Sozialverträglichkeit von Energieversorgungssystemen bereits durch das Modell der Planungszelle erstmalig national erprobt worden. Dennoch bleibt die Tatsache unbestreitbar, daß die direkte Mitbestimmung von Bürgern um so eher zu verwirklichen ist, je stärker technische Systeme auf einen abgegrenzten Konsumentenkreis zugeschnitten sind.

4. In bezug auf den sozialen Frieden und den sozialen Wandel wurde unterstellt, daß bei starker Veränderung der heutigen politischen und sozialen Struktur eher mit Problemen mangelnder Anpassungsfähigkeit und Konfliktverstärkung zu rechnen ist. Dies trifft vor allem für den Pfad 4 zu, der eine einschneidende Veränderung der bisherigen Paradigmen gesellschaftlicher Entwicklung und technologischen Fortschritts zur Folge hat. Aber auch für den Pfad 1 sind Störungen des sozialen Friedens und des sozialen Klimas zu erwarten, weil die durch die Erhöhung des Konsums zu erreichende Grenzbefriedigung durch wahrgenommene Umweltschäden und andere soziale Probleme der Industrialisierung wahrscheinlich überkompensiert wird. Bei den mittleren Pfaden 2 und 3 rechnen wir mit einer eher ausgewogenen Entwicklung, wobei allerdings der Pfad 2 etwas schlechter abschneidet, weil bei dem Ausbau der Kernenergie mit stärkeren Konflikten zu rechnen ist. Es ist anzunehmen, daß die Kernenergie eine höheres Maß an Konfliktschärfe und Auseinandersetzung bedingt als eine höhere Einsparrate, wie sie etwa mit Pfad 3 verbunden ist. Dies kann sich jedoch dann schnell ändern, wenn die – heute noch wenig fühlsamen – Negativfolgen einer forcierten Einsparpolitik von allen Bürgern wahrgenommen werden.

7 Politische Auswirkungen				
7.1 Grad politischer Reglementierung im Energiebereich	Pfad 1 –	Pfad 2	Pfad 3	Pfad 4 –
– Verhaltensbeeinflussung durch Appelle	–1	0	+1	+2
– Verhaltensbeeinflussung durch finanzpolitische Maßnahmen	0	0	+1	+2
– Verhaltensbeeinflussung durch administrierte Preise	0	0	0	+1
– Ausmaß staatlicher Ver- und Gebote	0	0	+1	+2

7.2 Freiheitsspielraum				
– Einschränkung von Bürgerrechten	+1	+1	0	0
– Ausmaß staatlicher Personenüberwachung	+1	0	−1	−1
– Ausmaß staatlicher Kontrolle	0	0	+1	+2
7.3 Beteiligung und politische Kontrolle im Energiebereich				
– Überschaubarkeit des Entscheidungsvorgangs	−1	−1	0	+1/ −1
– Mitbestimmungsmöglichkeiten des Bürgers	−1	0	0	+1
– Abhängigkeit von Expertenwissen	+1	+1	0	+1
– Entscheidungsebene	+2	+1	0	−1
7.4 Politische Konsensfähigkeit				
– Notwendigkeit unpopulärer Maßnahmen	+2	+1	0	+1
– Konfliktpotential	+1	+1	0	+1
– Intensität des zu erwartenden Protests gegen Mehrheitsentscheidungen	+2	+1	−1	+1
7.5 Kontinuität des politischen Systems				
– Fortbestand politischer Institutionen	0	+1	0	−1
– Wandel politische Zielvorstellungen	0	0	0	+1

Anmerkungen zu den sozialen Auswirkungen

Unter sozialen Auswirkungen verstehen wir die Folgen von Energiesystemen, die auf das Zusammenleben von Menschen und sozialen Gruppen einwirken mit Ausnahme der Konsequenzen, die sich auf die kodierten Regeln (Gesetze) des Zusammenlebens oder auf das politische Steuerungssystem beziehen. Letztere Effekte werden im Bereich der politischen Auswirkungen analysiert. Soziale Auswirkungen sind etwa Folgen für die materiellen

Lebensbedingungen, für die sozialen Leistungen einer Gesellschaft, für Arbeit-, Konsum- und Freizeitsphäre und für die Offenhaltung von Lebensstilen. Viele der grundlegenden Annahmen, die bereits bei den wirtschaftlichen und politischen Auswirkungen im einzelnen aufgeführt wurden, sind auch für die sozialen Konsequenzen bestimmend. Sie sollen nicht noch einmal gesondert aufgeführt werden. Darüber hinaus müssen jedoch noch folgende Annahmen getroffen werden:

1. Ein hoher Grad an zentralisierter Versorgung macht einerseits von lokalen und regionalen Faktoren der Versorgung unabhängig, erhöht aber auf der anderen Seite die Disparität zwischen Nutznießern und Risikoträgern. Auf den letzten Punkt wurde bereits bei den politischen Auswirkungen eingegangen. Der erste Punkt verdient noch besondere Erläuterung: Obwohl die meisten Menschen intuitiv mit einer dezentralen Versorgung eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Ressourcen auf alle Bürger verbinden, zeigt die Realität, daß erst mit einem hohen Zentralisierungsgrad der Versorgung die Forderung nach gleichen Lebensbedingungen für alle erfüllt werden kann. Ein zentrales Stromnetz beispielsweise sichert jedem Bundesbürger den gleichen Zugang zur elektrischen Energie. Fällt das Netz aus, so sind im extremen, zentralen Fall alle betroffen. Wird einer mit Strom versorgt, so werden auch alle übrigen versorgt. Bei dezentralen Anlagen ist dieser Gleichheitsmechanismus außer Kraft gesetzt. Die Versorgung mit den entsprechenden Primärenergieträgern mag von Region zu Region verschieden sein, die Verfügbarkeit über natürliche Ressourcen oder Rohstoffe mag variieren, selbst der technische Reifegrad und das entsprechende „Know-how" mag nicht gleich verteilt sein. Vor allem aber fehlt es an automatischen „Back-up-Systemen", die bei zentralen Systemen immer eingerichtet werden, um lokale Ausfälle auszugleichen. Das Gesetz der großen Zahl sorgt bei zentralen Anlagen dafür, daß rein statistisch gesehen weniger Kapazität bereitgestellt werden muß als bei dezentralen Anlagen (das gleiche Versorgungsniveau vorausgesetzt), weil mit der Zentralität von Anlagen der maximale Prozentsatz aller gleichzeitig betriebenen energieverbrauchenden Geräte ständig absinkt. Daß in einem kleinen Ort alle Bewohner zur gleichen Uhrzeit ihre elektrischen Geräte benutzen, ist wesentlich wahrscheinlicher, als daß alle Bewohner der Bundesrepublik Deutschland dies gleichzeitig tun. Will man nicht die Reservekapazität für jede Region quasi verdoppeln, so ist bei dezentralen Anlagen häufiger als bei zentralen mit regional spürbaren Versorgungsengpässen zu rechnen.

Bei den Auswirkungen auf Lebensstandard und Konsumniveau wurden nur die Effekte einbezogen, die sich aufgrund der angenommenen Preis- und Kostenentwicklung der unterschiedlichen Energiepfade ergeben. Bei der Angabe für die verfügbaren Einkommen wurde jedoch darüber hinaus die Tatsache berücksichtigt, daß durch den Besteuerungseffekt konventioneller Energieträger bei den Pfaden 3 und 4 das verfügbare Privateinkommen geringer ausfallen wird als bei dem Pfad 2, jedoch das gesamte Volkseinkommen zwischen 2 und 3 nicht differiert. Dies wurde bereits unter dem Aspekt der Umverteilung bei den volkswirtschaftlichen Auswirkungen diskutiert.

3. Auch bei den Auswirkungen auf die Arbeitswelt wurden nur die Auswirkungen auf Arbeitsplätze untersucht, die durch die angenommenen Energiesysteme bei den vier Pfaden bewirkt werden. Ausstrahlungseffekte auf das übrige Arbeitsleben wurden nicht berücksichtigt, dies vor allem deshalb, weil im Rahmen des Delphi-Seminars die Exper-

ten überwiegend der Meinung waren, daß eine bestimmte Arbeitsstruktur im Energiebereich so gut wie keine Auswirkungen auf andere Bereiche nach sich ziehen werde. Dies ist wichtig zu betonen, da im Energiesektor heute weniger als 9 % der Arbeitstätigen beschäftigt sind; positive oder negative Nennungen auf den Indikatoren zur Arbeitsqualität also nur für diesen Kreis der Beschäftigten zutreffend sind. Unter dem Gesichtspunkt der Arbeitslosigkeit schneidet der Pfad 1 insgesamt am besten ab, da durch das höhere Wirtschaftswachstum eine bessere Beschäftigungsrate im Vergleich zu den anderen Pfaden – alle anderen Faktoren konstant gehalten – erzielt werden kann. Dagegen wurde negativ beurteilt, daß in den nuklearen Szenarien 1 und 2 Sicherungsmaßnahmen gegen Terroristen und Saboteure notwendig sind, die insgesamt zu unangenehmen Begleiterscheinungen für das Arbeitsleben und das Arbeitsklima führen, obwohl davon nur sehr wenige Beschäftigte betroffen sein werden (auch nur wenige Prozentanteile innerhalb des Energiesektors).

4. Die Offenheit einer Gesellschaft für verschiedene Lebensstile ist von einer Reihe von Faktoren abhängig: Sind die ökonomischen Leistungen einer Gesellschaft vom Lebensstil einzelner Personen abgekoppelt und ist die Kohärenz der Gesellschaft nicht durch unterschiedliche Lebensstile der Bürger gefährdet, dann ist der Freiraum für unterschiedliche Lebensweisen in demokratischen Gesellschaften sehr hoch. Ein intervenierender Faktor ist jedoch der auf Traditionen beruhende oder aufgrund von sozialer Homogenisierung zu erwartende Grad der sozialen Kontrolle durch primäre Gruppen (schichtspezifischen Nachbarschaften). In dörflicher Umgebung oder in Siedlungen mit überwiegend einem Schichttypus werden Abweichler eher sozial geächtet als in sehr heterogenen Umgebungen mit anonymen Sozialbeziehungen (etwa in der Großstadt).

   Energiesysteme sind nur sehr indirekt mit der Offenheit für unterschiedliche Lebensstile in Verbindung zu bringen. Beispielsweise sind wir davon ausgegangen, daß zur Verwirklichung des Pfads 1 ein Großteil der Bevölkerung weiterhin wachstums- und konsumorientiert leben muß, um die Folgeschäden dieser wirtschaftlichen Expansion tolerieren zu können. Tritt in verstärktem Maß ein Lebensstil auf, der gerade diese Konsumorientierung ablehnt (wie dies heute zu beobachten ist), so sehen wir eine Verstärkung der Intoleranz gegenüber diesen Gruppen voraus, sofern die Gesellschaft als Ganzes auf dem Wachstumspfad weiter unbeirrt fortfahren will.

   Das gleiche gilt in umgekehrter Weise für den Pfad 4: Wenn zur Aufrechterhaltung des ökonomischen Systems die Mitarbeit aller Bürger im weitesten Sinn notwendig ist (vor allem im Bereich der Energieeinsparung), so kann ein bewußt „verschwenderischer" Lebensstil nicht mehr geduldet werden. Auch hier sehen wir ein schärferes Maß an sozialer Kontrolle voraus.

   Bei den Pfaden 2 und 3 ist die Differenzierung wesentlich schwieriger, so daß wir bei den meisten Indikatoren zu ähnlichen Beurteilungen gekommen sind.

   Etwas anders verhält es sich mit der Möglichkeit von Subkulturen. Solange Subkulturen keine Ausstrahlungseffekte auf die übrige Gesellschaft ausüben, sondern nur so leben wollen, wie es ihnen richtig erscheint, so lange können sie auch in Wachstumsgesellschaften eine Nische für ihren Lebensstil finden. In der Regel sind die Wachstumsüberschüsse groß genug, um nichtindustriellen Subkulturen ein Überleben in einer industriellen Welt

8 Soziale Auswirkungen				
8.1 Chancengleichheit	Pfad 1	Pfad 2	Pfad 3	Pfad 4
– Regionale Gleichheit der Lebensbedingungen	0	0	0	−1
– Gleichmäßigkeit der Risiko-Nutzen-Verteilung	−1	−1	0	+1
8.2 Qualität der Arbeitswelt im Energiebereich				
– Vielfalt von Berufsmöglichkeiten	+2	+1	0	−1
– Beziehung zum Produkt der Arbeit	−1	0	0	+1
– Gleichförmigkeit der Arbeitstätigkeit	0	0	0	−1
– Unannehmlichkeiten durch Kontroll-maßnahmen	+2	+1	0	−1
– Qualifikationsniveau der Arbeitsplätze	+1	0	0	−1
8.3 Offenheit für unterschiedliche Lebensformen				
– Zeitaufwand für Energiesysteme	−1	0	0	+1
– Soziale Kontrolle des Energie-konsumverhaltens	0	0	0	+1
– Möglichkeit von Subkulturen	+1	+1	0	0
– Ausmaß möglicher Selbstversorgung	0	0	0	+1
8.4 Gesellschaftliche Naturbeziehung				
– Zentralität der Vorstellung von Natur als Ressource	+2	+1	−1	−2
– Abhängigkeit von der natürlichen Umwelt	0	0	0	+1

zu ermöglichen, sofern Subkulturen nicht mit missionarischem Eifer darangehen, neue Mitglieder zu rekrutieren.

Generell sind wir deshalb davon ausgegangen, daß es in Wachstumsgesellschaften einfacher ist, in subkulturellen Enklaven zu leben als in stationären Gesellschaften. In stationären Gesellschaften ist es nämlich schwieriger, Nischen für andersdenkende Gruppen zu erhalten, ohne den Grundkonsens solcher Gesellschaften zu erschüttern. Dies gilt vor allem für Außenseiter-Gruppen, die sich bewußt der Maxime nach minimalem Ressourcenverbrauch entziehen.

Anmerkungen zu den personalen Auswirkungen

Mit den personalen Folgen ist eine tertiäre Ebene der Auswirkungen angesprochen: die Umwelt- und wirtschaftlichen Auswirkungen haben zunächst einmal Konsequenzen für das Sozialleben und das politische System und diese Folgen werden wiederum von Individuen wahrgenommen. Der Grad der Spekulation wird dadurch noch größer, weil nicht nur über die objektiven Folgen, sondern auch über die Reaktionen der Bevölkerung auf diese Folgen etwas ausgesagt werden soll. Bei der Beurteilung dieser Indikatoren kann im Grund genommen nur auf Erhebungsmaterial zurückgegriffen werden, das in den letzten Jahren über Reaktionen der Bevölkerung auf Energiesysteme gesammelt worden ist. Dabei können die Autoren auf umfangreiches Material zurückgreifen, das sie in früheren Projekten über „Wahrnehmung und Akzeptanz technischer Risiken in der Bevölkerung" empirisch ermittelt haben. Trotz des Wahrnehmungscharakters, also der subjektiven Einschätzung der Folgen durch die Bevölkerung, sind die unter personalen Auswirkungen zusammengefaßten Indikatoren dennoch auf objektiv beobachtbare Tatbestände hin orientiert. Denn zweifelsohne bedingen Wahrnehmungen Handlungsweisen von Menschen: Psychosomatische Störungen, offensichtliche Proteste oder Veränderung im Wahlverhalten sind Beispiele für mögliche Folgen von subjektiven Wahrnehmungen. Aus diesem Grund hielten wir es auch für sinnvoll, diese Ebene in unsere Auswirkungsanalyse einzubeziehen.

Das grundlegende Dilemma bei den personalen Auswirkungen besteht darin, daß wir zur Zeit nur die Wahrnehmungsinhalte messen können, die sich als Reaktionen auf konventionelle Energietechnologien ergeben haben. Wie beispielsweise Menschen auf vermehrte Energieeinsparung oder auf Solartechnologien einmal reagieren werden, entzieht sich weitgehend unserer Kenntnis. Eine Simulation menschlichen Verhaltens auf noch nicht reale Situationen ist nach dem heutigen Stand der Psychologie und der Sozialwissenschaft nicht möglich. Aus diesem Grund ist eine leichte Verzerrung zugunsten der Pfade 3 und 4 bei den personalen Auswirkungen nicht zu vermeiden, weil die negativen Reaktionen auf Wahrnehmung der bestehenden Energiesysteme, die in den Pfaden 2 und 1 ja weiterhin dominant bleiben, heute meßbar vorliegen, während mögliche negative Auswirkungen auf die innovativen Technologien der Pfade 3 und 4 noch der völligen Spekulation anheim fallen. Ob möglicherweise andere psychische Kategorien eine Rolle spielen als diejenigen, die wir in den personalen Auswirkungen zusammengefaßt haben, entzieht sich schlichtweg unserer Kenntnis. Zielt man auf die heute vorfindbaren Wahrnehmungseffekte ab, so spielen Orientierungslosigkeit, Zukunftsangst und Furcht vor unüberschaubaren Technologien eine wesentliche Rolle. Gerade in diesen drei Punkten schneiden aber die Pfade 3 und 4 besser ab.

9 Personale Auswirkungen				
9.1 Zufriedenheit mit Lebensbedingungen	Pfad 1	Pfad 2	Pfad 3	Pfad 4
– Befriedigung materieller Ansprüche	0	0	0	0
– Befriedigung von Komfortansprüchen	0	0	0	0
– Zufriedenheit mit der physischen Umgebung	−1	−1	0	0
– Arbeitszufriedenheit	0	0	0	0
9.2 Ängste				
– Angst vor unkontrollierbarer Technik	+2	+1	0	−1
– Zukunftsangst	0	0	−1	0
– Angst vor Katastrophen	+1	+1	0	−1
9.3 Identitätsstörungen				
– Vereinsamung	0	0	0	−1
– Orientierungslosigkeit	+1	0	0	+1
– Entfremdung von der Natur	+2	+1	−1	−1
9.4 Selbstbestimmung				
– Wahrnehmung von Handlungsfreiheit	0	+1	+1	0
– Grad der Verantwortlichkeit für die unmittelbare Energieplanung	−1	−1	0	+1

Die Zufriedenheit mit den eigenen Lebensbedingungen ist von der wahrgenommenen Diskrepanz zwischen den eigenen Aspirationen und der tatsächlichen Entwicklung abhängig. Erwartet man nichts, so ist man auch mit wenigem zufrieden. Erwartet man sehr viel, so ist man auch mit einer größeren Menge an Gütern leicht unzufrieden. Da alle vier Pfade die gleiche Menge an Energiedienstleistungen bieten, kann die Zufriedenheit mit dem Energiesystem nur dann unterschiedlich ausfallen, wenn Menschen unterschiedliche Erwartungen an das Energiesystem hegen. Es ist jedoch sehr fragwürdig, ob die Erwartungen an die

Leistungen eines Energiesystems von der Verfolgung einer der vier Pfade abhängig ist. Natürlich ließe sich spekulieren, daß bei einem starken Wachstumspfad, der im Endeffekt nicht mehr an Energiedienstleistungen erbringt als ein starker Einsparpfad, höhere Erwartungshaltungen vorliegen und dadurch der Frustrationseffekt größer sein könnte. Dies würde aber voraussetzen, daß die Leistungen des Einsparpfads für den Wahrnehmungsvergleich verfügbar sind; d.h. jeder Bundesbürger, der auf den Wachstumspfad 1 gesetzt hat, müßte nachvollziehen können, daß Bürger eines anderen Lands mit einem Einsparpfad den gleichen Komfort und die gleiche Menge an Energiedienstleistungen zur Verfügung hätte wie er selbst. Da eine solche Vergleichssituation jedoch völlig unrealistisch ist, haben wir bewußt auf eine Differenzierung bei den materiellen Lebensbedingungen zwischen den vier Pfaden verzichtet. Allenfalls bei Zufriedenheit mit der physischen Umgebung erscheint es uns sinnvoll, den Pfaden 1 und 2 schlechtere Beurteilungen zu geben, weil durch ein erhöhtes Maß an Industrialisierung und durch den Ausbau der Kernenergie eher Unzufriedenheit mit der eigenen Umgebung vorherrschen dürfte.

Zusammenfassung der Pfadbewertungen

Im Mittelpunkt der vorhergehenden Erläuterung stand das Problem der Auswahl des „besten" Energiesystems oder Szenarios. Wir haben versucht, dieses Entscheidungsproblem zu strukturieren und möglichst umfassende Informationen für die Entscheidungsfindung zu geben. Es sollen dem Leser im folgenden einige Anregungen gegeben werden, die darauf abzielen, das wahrscheinlich schon intuitiv getroffene Gesamturteil über die Pfade anhand verschiedener Punkte nochmals zu überprüfen.

Der erste Schritt um sich mit Hilfe der vielen Teilinformationen ein Gesamturteil zu bilden, besteht darin, die von der Projektgruppe getroffenen Bewertungen der Pfade kritisch zu prüfen, und für jeden Indikator zu entscheiden, ob man selbst diesen Einschätzungen zustimmen kann oder nicht. In einem zweiten Schritt sollten, um die Menge der Teilbewertungen auf rationale Weise zu reduzieren, diejenigen Indikatoren ausgeschieden werden, auf denen alle Pfade die gleiche Bewertung erhalten. Diese Indikatoren diskriminieren nicht und tragen somit zur Lösung des Auswahlproblems nicht bei, wie wichtig der von ihnen abgedeckte Sachverhalt auch immer sein mag.

Schließt man sich den vorgelegten Pfadbewertungen der Projektmitarbeiter an, so bringt diese Strategie jedoch keinen großen Fortschritt, da lediglich drei von 126 bewerteten Indikatoren auf alle vier Pfade bezogen nicht diskriminieren. Scheidet man jedoch die beiden „Extrempfade" 1 und 4 als unrealistisch aus, so zeigt sich, daß – bezogen auf die moderaten Pfade 2 und 3 – mit diesem Verfahren eine Reduktion der entscheidungsrelevanten Bewertungen um 49 Indikatoren möglich ist.

Für die weitere Zusammenfassung der reduzierten Indikatorliste ist eine Aggregationsregel notwendig. Eine mögliche Strategie ist die Vergabe von numerischen Gewichtungsfaktoren, mit denen man die Bedeutung jedes Indikators für das Gesamturteil festlegen kann. Diese Strategie kann in mehreren Teilschritten erfolgen:

- Festlegung von relativen Gewichten für jeden Indikator eines Unterkriteriums,
- Festlegung der relativen Bedeutung jedes Unterkriteriums und

- Festlegung der Relevanz jedes Oberkriteriums für die Gesamtentscheidung.

Danach multipliziert man die Gewichtungen jedes Indikators mit der vorgenommenen Bewertung der vier Pfade und addiert die Werte für jedes Unterkriterium. Diese werden wiederum mit ihrer relativen Bedeutungsziffer multipliziert und die Werte für jedes Oberkriterium addiert. Den Punktwert für jeden der vier Pfade erhält man letztendlich, indem man die Gewichtungen für jedes Oberkriterium mit der dazugehörigen Pfadbewertung multipliziert und über alle Oberkriterien addiert.

Dieses numerische Verfahren ist relativ kompliziert und führt auch häufig zu einer mangelhaften Erfassung der eigenen Präferenzen, besonders wenn man sich über die Gewichtungen bei den einzelnen Indikatoren nicht ganz schlüssig ist. Eine andere Strategie besteht beispielsweise darin, zunächst die Indikatoren unberücksichtigt zu lassen, die einem unwichtig erscheinen und nur eine Gewichtung der für einen selbst relevanten Gesichtspunkte vorzunehmen. Man kann auch für jedes wichtige Kriterium einen Mindestwert ansetzen und den Pfad auswählen, der schließlich diesen Minimalwert überschreitet. Gleichgültig, welches der genannten Verfahren man anwendet oder ob man einfach die Bewertung der vier Pfade intuitiv vornimmt und zu einem Gesamturteil verschmilzt, in jedem Fall hilft die ausführliche Disaggregierung der einzelnen Konsequenzen, um zu einem abgewogenen und rationalen Urteil zu gelangen.

Im Rahmen der Projektarbeiten wurden numerische Gewichtungsfaktoren in einem interaktiven Erhebungsprozeß von ca. 400 Bürgern erfragt. Die Ergebnisse dieser Erhebung werden unter dem Titel „Zukünftige Energiepolitik. Ein Bürgergutachten" in dieser Reihe veröffentlicht. (Da in dieser Projektphase mit der ersten Version des Kriterienkatalogs gearbeitet wurde, der lediglich 8 Hauptkriterien umfaßte, sind die Gewichte nicht voll vergleichbar.) Wir mußten uns dabei jedoch aus Praktikabilitätsgründen darauf beschränken, die Gewichte auf der Ebene der Hauptkriterien zu erfassen. Es zeigte sich dabei – wie vermutet –, daß einzelne Personen sehr unterschiedliche Vorstellungen über die relative Wichtigkeit von Kriterien haben. So ergab sich z.B. ein Unterschied in der Präferenzstruktur der befragten Bürger, der mit dem Alter zusammenhing und der auch auf das Gesamturteil über den „besten" Energiepfad durchschlug. Die unter 30jährigen Bürger gaben im Mittel dem Kriterium „Umweltauswirkungen" ein höheres Gewicht als die über 55jährigen. Dagegen wurden die Kriterien „Versorgungssicherheit" und „volkswirtschaftliche Auswirkungen" von den über 55 Jahre alten Bürgern mit höheren Gewichten versehen. Im Gesamturteil wurden diejenigen Pfade, die auf dem Umweltkriterium positiv beurteilt wurden, von den jüngeren Bürgern auch bei der Auswahl des „besten" Energiepfads bevorzugt. Umgekehrt wählten die älteren Bürger mit deutlichem Abstand die Pfade als die „besten" aus, die auf den von ihnen hoch gewichteten Kriterien volkswirtschaftliche Auswirkungen und Versorgungssicherheit gut abschnitten. Dieses empirische Beispiel zeigt, daß Gewichtungen einen erheblichen Einfluß auf das Gesamturteil haben können.

Jedes Individuum oder jede Gruppe, egal ob Bürger, Experte oder Politiker, verfügt über eine eigene Präferenzstruktur und versucht, Entscheidungen u.a. danach auszurichten, daß die wahrgenommenen Konsequenzen der Entscheidungen mit dieser Präferenzstruktur im Einklang sind. Da Entscheidungen, die Auswirkungen auf mehr als eine Zieldimension haben, immer eine Abwägung zwischen verschiedenen Zielbereichen voraussetzen und somit implizit Gewichtungen erfordern, erhöht es die Transparenz von Entscheidungen,

wenn diese Gewichtungen explizit vorgenommen werden. Wir wollen mit unserem differenzierten Kriterienkatalog jeden interessierten Leser dazu anregen, sich über die eigene Präferenzstruktur klar zu werden und die auf die Energiepfade bezogenen Indikatorwerte im Hinblick darauf einzuschätzen und zu einem Gesamturteil zusammenzufassen.

Literatur

(1) „Energie und Umwelt": Drucksache 9/872. Deutscher Bundestag – 9. Wahlperiode, 1981

(2) *Faude, D.:* Modellrechnungen mit SOPKA-E für die Energiepfade der Enquete-Kommission „Zukünftige Kernenergie-Politik". KfK 3478, März 1983

(3) Zur Sache 1/80: Zukünftige Kernenergie-Politik. Bericht der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages. Bonn 1980

(4) Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW). Die öffentliche Energieversorgung 1981

(5) Hauptberatungsstelle für Energieanwendung (HEA). Energieversorgung – Daten und Fakten. Heidelberg 1981

(6) *Schmitz, K. et al.:* Analysen und Bewertung von Energieprojektionen für die Bundesrepublik Deutschland. Jül-Spez-133, Bd. 1 u. 2. Jülich 1981

(7) *Neu, A.D.:* Strukturwandel und Substitutionsprozesse im sektoralen Energieverbrauch. Zeitschrift für Energiewirtschaft 1/1983

(8) *Neu, A.D.:* Entwicklungstendenzen des Energieverbrauches bei wirtschaftlichem Wachstum und alternativen Sparstrategien. In: Hauff, V. (Hrsg.): Argumente in der Energiediskussion Bd. 4/5. Villingen 1978

(9) *Schiffer, H.-W.:* Die Entwicklung der Mineralölwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1982. Zeitschrift für Energiewirtschaft 1/1983

(10) *Faude, D.; Jansen, P.; Klumpp, P.:* Energiemodell SOPKA-E, Modellbeschreibung und Computer-Ausdrucke der Energiepfad-Berechnungen. Materialband I. Enquete-Kommission. Deutscher Bundestag. Drucksache 8/4341. Bonn 1980.

(11) *Dickler, R.A.:* Zum Stand der Energiesystem-Analyse in den USA. In: Matthöfer, H. (Hrsg.): Argumente in der Energiediskussion Bd. 2. Villingen 1977

(12) Wie funktioniert das? Die Energie – Erzeugung, Nutzung, Versorgung. Meyers Bibliographisches Institut. Mannheim 1983

(13) Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW). Statistik für das Jahr 1981

(14) *Hakansson, K.; Lohmann, F.-W.:* Handbuch der Fernwärme-Praxis. Vulkan-Verlag

(15) *Voss, G.:* Energie und Leben. Köln 1983

(16) *Höfling, O.:* Energieprobleme. Köln 1980

(17) VDE/VDI/GFPE-Tagung: Energieversorgungskonzepte. Berlin 1983

(18) *Voss, G.:* Energie – Wege aus der Krise. Köln 1982

(19) *Weil, R.:* Probleme der Energieversorgung. Seminarreihe Energie. Umwelt und qualitatives Wachstum. Friedrich-Ebert-Stiftung, Feb. 1981

(20) Bundesministerium für Forschung und Technologie: Neue Aspekte der Energieforschungspolitik. Bonn 1983

(21) *Matthöfer, H. (Hrsg.):* Energiequellen für morgen? Frankfurt 1976

(22) *Bischoff, G.; Gocht, W. (Hrsg.):* Energietaschenbuch. Braunschweig 1979

(23) *Kremers, H.; Thiele, J.; Wahl, F.:* Neue Wege der Energie-Versorgung. Braunschweig 1982