

## **5.5 Szenarien alternativer Wege zur Reduktion von energiebedingten Treibhausgasen**

Zur Analyse der Gestaltungsmöglichkeiten einer am Leitbild der nachhaltig zukunftsfähigen Entwicklung ausgerichteten Energieversorgung sowie zur Bewertung der diesbezüglichen Rolle und Bedeutung der verschiedenen heute bzw. zukünftig verfügbaren Optionen zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen hat die Kommission verschiedene Szenarien alternativer denkbarer Entwicklungen des Energiesystems in der Bundesrepublik Deutschland entwickeln lassen. Die Szenarien sollten, soweit wie möglich, auch eventuelle Zielkonflikte hinsichtlich der verschiedenen Teilziele von Nachhaltigkeit im Energiebereich herausarbeiten.

Dazu dienten im wesentlichen drei Zielszenarien, die mit Blick auf die ökologische Dimension von Nachhaltigkeit eine weitgehende Reduktion der energiebedingten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) unterstellen. Im Einzelnen sollen die energiebedingten THG-Emissionen im Vergleich zu denen des Jahres 1990 bis 2010 um 21 %; bis 2020 um 35 %, bis 2030 um 50 % und bis zum Jahr 2050 um 80 % reduziert werden.

Um das Referenzszenario als Vergleichsbasis heranziehen zu können, gehen die Zielszenarien von identischen sozio-ökonomischen Rahmenentwicklungen hinsichtlich der demographischen und gesamtwirtschaftlichen Entwicklung sowie bezüglich der Preisentwicklung bei den zu importierenden fossilen Energieträgern aus (siehe Tabelle 10). Wesentliche Unterschiede zwischen den Zielszenarien bestehen darin, wie der künftige Bedarf an Energiedienstleistungen unter Beachtung der Begrenzung für die Emission energiebedingter Treibhausgase gedeckt wird.

Im Szenario „Umwandlungseffizienz“ (besser charakterisiert als „klimaverträgliche Kohlenutzung“) liegt der Schwerpunkt auf der Effizienzsteigerung beim Einsatz fossiler Energieträger sowie dem Abbau von Hemmnissen bei der Ausschöpfung wirtschaftlicher Energieeinsparpotenziale. Insbesondere wird davon ausgegangen, dass zukünftig Technologien zur Kohlewandlung in Kraftwerken, Heizkraftwerken und Kohlevergasungsanlagen zur Verfügung stehen, die das anfallende CO<sub>2</sub> abtrennen und in geologischen Formationen einlagern. Die Stromerzeugung in KWK-Anlagen soll

kontinuierlich ausgeweitet werden, so dass im Jahr 2050 mindestens 40 % des erzeugten Stroms mittels Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt wird. Wie im Referenzszenario werden die bestehenden Kernkraftwerke gemäß der zwischen der Bundesregierung und den Kernkraftwerksbetreibern am 11.06.2001 geschlossenen Vereinbarung sukzessive stillgelegt. Weitere szenariospezifische Vorgaben sind Tabelle 20 zu entnehmen.

	Zeitpunkte	Referenz-szenario	Zielszenario 1 Umwandlungseffizienz	Zielszenario 2 REG- / REN-Offensive	Zielszenario 3 Fossil-nuklearer Energemix
<b>THG-Reduktionspfad</b> (Mindestveränderung gegenüber 1990)	2010	-14% (CO2)	-21% (THG)	-21% (THG)	-21% (THG)
	2020	-15% (CO2)	-35% (THG)	-35% (THG)	-35% (THG)
	2030	Modellergebnis	-50% (THG)	-50% (THG)	-50% (THG)
	2040	Modellergebnis	-65% (THG)	-65% (THG)	-65% (THG)
	2050	Modellergebnis	-80% (THG)	-80% (THG)	-80% (THG)
<b>Nachfrage nach EDL</b>		abgeleitet aus Rahmendaten	wie Referenz	wie Referenz	wie Referenz
<b>REG-Ausbau</b> (Anteil am Nettostromverbrauch)	2010	>8%	> 12,5% (EU-Ziel)	> 12,5% (EU-Ziel)	> 12,5% (EU-Ziel)
	2020	> 10%	mind. wie Referenz	> 20%	keine Vorgabe
	2030	> 15%	mind. wie Referenz	> 30%	keine Vorgabe
	2040	> 17,5%	mind. wie Referenz	> 40%	keine Vorgabe
	2050	> 20%	mind. wie Referenz	> 50%	keine Vorgabe
<b>REG- Ausbau</b> (Mindestanteil am Primärenergieverbrauch) (Wirkungsgradmethode)	2010	>3,5 %	mind. wie Referenz	>4%	keine Vorgabe
	2020	>4,4%	mind. wie Referenz	>8%	keine Vorgabe
	2030	keine Vorgabe	mind. wie Referenz	>16%	keine Vorgabe
	2040	keine Vorgabe	mind. wie Referenz	>33%	keine Vorgabe
	2050	keine Vorgabe	mind. wie Referenz	>50%	keine Vorgabe
<b>Ausbau KWK (Richtlinie FW 308)</b> (Anteil am Nettostromverbrauch)	2010	> 10%	> 20%	keine Vorgabe	keine Vorgabe
	2020	> 15%	> 22,5%	keine Vorgabe	keine Vorgabe
	2030	> 16,7%	> 28%	keine Vorgabe	keine Vorgabe
	2040	> 18,3%	> 34%	keine Vorgabe	keine Vorgabe
	2050	>20%	>40%	keine Vorgabe	keine Vorgabe
<b>Nutzung der Kernenergie</b>		gemäß Vereinbarung vom 11.06.2001	gemäß Vereinbarung vom 11.06.2001	gemäß Vereinbarung vom 11.06.2001	Bau neuer Kernkraftwerke möglich ab 2010
<b>Nutzung heimischer Steinkohle (in PJ)</b>	2010	> 750	> 300	> 300	> 300
	2020	> 500	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe
	2030	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe
	2040	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe
	2050	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe
<b>Nutzung heimischer Braunkohle (in PJ)</b>	2010	> 1400	> 500	> 500	> 500
	2020	> 1400	> 200	> 200	> 200
	2030	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe
	2040	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe
	2050	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe	keine Vorgabe
<b>CO2-Abscheidung / - Deponierung</b>		nicht zulässig	zulässig bei Braunkohlekond.-Kraftwerk Steinkohlekond.-Kraftwerk Steinkohle-Heizkraftwerk aber Deponierung nur in EU	nicht zulässig	zulässig bei Braunkohlekond.-Kraftwerk Steinkohlekond.-Kraftwerk Steinkohle-Heizkraftwerk aber Deponierung nur in EU
<b>Import von REG-Strom</b> (Anteil am Bruttostromverbrauch)	2020	keine Vorgabe	bis zu 2,5%	bis zu 5%	keine Vorgabe
	2030	keine Vorgabe	bis zu 5%	bis zu 10%	keine Vorgabe
	2040	keine Vorgabe	bis zu 7,5%	bis zu 15%	keine Vorgabe
	2050	keine Vorgabe	bis zu 10%	bis zu 20%	keine Vorgabe

Tabelle 20: Szenarienübersicht

	Zeitpunkte	Referenz-szenario	Zielszenario 1 Umwandlungs- effizienz	Zielszenario 2 REG- / REN-Offensive	Zielszenario 3 Fossil-nuklearer Energemix
<b>REN</b>		Fortschreibung	verstärkt gegenüber Referenz	verstärkt gegenüber Referenz	Ausschöpfung kosteneffizienter Potentiale
Mindestanforderungen Neubau	ab 2002 2020 2030 2050	gemäß EnEV EnEV -15% EnEV -30% EnEV -40%	mind. wie Referenz mind. wie Referenz mind. wie Referenz mind. wie Referenz	mind. wie Referenz mind. wie Referenz mind. wie Referenz mind. wie Referenz	keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe
Mindestanforderungen Altbaurenovierung	ab 2002 2020 2030 2050	gemäß EnEV EnEV -15% EnEV -30% EnEV -50%	mind. wie Referenz mind. wie Referenz mind. wie Referenz mind. wie Referenz	mind. wie Referenz mind. wie Referenz mind. wie Referenz mind. wie Referenz	keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe
Sanierungsrate Altbau Wohngeb.	bis 2010 bis 2020 bis 2030 nach 2030	0,5%/a 0,5%/a 0,5%/a 0,5%/a	1,0 %/a 1,5 %/a 2,0 %/a 2,5 %/a	1,0 %/a 1,5 %/a 2,0 %/a 2,5 %/a	1,0 %/a 1,5 %/a 2,0 %/a 2,5 %/a
<b>Verkehr</b>			höherer Anteil nicht- motorisierter Verkehr	nochmals höherer Anteil nicht- motorisierter Verkehr	höherer Anteil nicht- motorisierter Verkehr
			gegenüber Referenz veränderter Modal-split	gegenüber Referenz weiter veränderter Modal-split	gegenüber Referenz veränderter Modal-split
Mindestanteil Biomasse an Treibstoffen	2010 2020 2030 2040 2050	keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe	6% 12% 12% dito dito	6% 12% 15% dito dito	keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe
Mindestanteil Wasserstoff betriebener Busse	2010 2020 2030 2040	keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe	0% 0% 0% 0%	0% 2% 6% 12%	keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe keine Vorgabe

Tabelle 20: Szenarienübersicht

Das zweite Zielszenario „REG-/REN-Offensive“ ist dadurch charakterisiert, dass die Energieversorgung vornehmlich auf der Basis erneuerbarer Energiequellen erfolgen soll, bei gleichzeitig forcierter Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen. Die Nutzung erneuerbarer Energiequellen zur Bereitstellung von Strom, Wärme und Treibstoffen soll im Zeitverlauf so ausgeweitet werden, dass im Jahr 2050 mindestens 50 % der Stromerzeugung und 50 % des gesamten Primärenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen stammen. Ergänzend zur heimischen Nutzung erneuerbarer Energie besteht auch die Möglichkeit REG-Strom aus anderen europäischen Ländern und aus Nordafrika zu importieren. Im Jahr 2050 kann der Import bis zu 20 % der Stromnachfrage abdecken. Im Verkehrsbereich werden verstärkt regenerativ erzeugter Wasserstoff und Biotreibstoffe eingesetzt. Die Bahnen und die Schifffahrt sowie der öffentliche Personenverkehr und der nichtmotorisierte Verkehr übernehmen einen größeren Teil der Güter- und Personenverkehrsleistung. Die Kernenergienutzung läuft entsprechend der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Kernkraftwerksbetreibern aus. Eine Abtrennung und Deponierung von CO<sub>2</sub> aus der Kohlenutzung ist nicht zugelassen. Weitere szenariospezifische Vorgaben sind Tabelle 20 zu entnehmen.

Das dritte Zielszenario, das die wenig treffende Bezeichnung „Fossil-nuklearer Energiemix“ trägt, ist dadurch gekennzeichnet, dass die ökologischen Nachhaltigkeitsziele (speziell die Minderung der THG-Emissionen) im Hinblick auf die ökonomische und soziale Dimension von Nachhaltigkeit möglichst effizient und unter Nutzung der Steuerungsmechanismen von Märkten erreicht werden sollen. Die Energiepolitik setzt die Rahmenbedingungen so, dass liberalisierte wettbewerbliche Märkte und nicht der Staat die Technologien und Wege zu einer nachhaltigen Energieversorgung auswählen. Die Anstrengungen zur F+E im Energiebereich werden ausgeweitet, um technologische Fortschritte und Innovationen zu ermöglichen, Energie rationeller zu nutzen, Umwelteinwirkungen der Energienutzung zu reduzieren, den Ressourcenaufwand für die Bereitstellung von Energiedienstleistungen zu vermindern und die technisch wirtschaftlich verfügbare Energiebasis zu erweitern. Energietechnologien, die effiziente Beiträge zu einer nachhaltigen Energieversorgung leisten können, werden politisch nicht ausgegrenzt. Ökologische Lenkungssteuern, die dem Verursacherprinzip widersprechen, werden abgeschafft.

Maßnahmen zur Energieeinsparung in allen Bereichen werden in dem Umfang ausgenutzt, wie sie einen effizienten Beitrag zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele leisten können.

Auch der Umfang der Nutzung der verschiedenen erneuerbaren Energien ergibt sich nach diesem Kriterium.

CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale von Technologien mit höheren Energienutzungsgraden sowie Effizienzverbesserungsmöglichkeiten durch Steigerung der Anlagenleistung werden bewusst ausgenutzt. Der Zubau neuer Kernkraftwerke ist ab 2010 möglich. Er erfolgt genau wie die CO<sub>2</sub>-Abtrennung und –speicherung aus Kohleumwandlungsanlagen nur insoweit damit auch effiziente Beiträge zur Erreichung der CO<sub>2</sub>-Minderungsziele verbunden sind. Weitere szenariospezifische Vorgaben sind Tabelle 20 zu entnehmen.

Die quantitative Ausgestaltung der Zielszenarien folgt dabei grundsätzlich dem Prinzip, im Rahmen der szenariospezifischen Vorgehen und Randbedingungen, diejenigen Maßnahmen auf der Seite der Energiebereitstellung und der energiedienstleistungsorientierten Energieanwendung umzusetzen, die die vorgegebenen THG-Reduktionsziele mit den geringsten Mehrkosten erreichen. Dabei wird auf der Basis der gesamtwirtschaftlichen Kosten vorgegangen. Sofern Steuern, Abgaben und Subventionen eine bedeutende Größenordnung erreichen, können erhebliche Unterschiede zwischen den gesamtwirtschaftlichen und einzelwirtschaftlichen Kosten bestehen. In der realen Welt dienen Steuern und Subventionen dazu, das individuelle Verhalten der Marktakteure zu beeinflussen, soweit es sich an einzelwirtschaftlichen Kalkülen orientiert. In der Szenariowelt wird von Steuern und Subventionen abstrahiert, um THG-Reduktionsstrategien zu entwickeln, die im Rahmen der Szenariovorgaben unter gesamtwirtschaftlichen Aspekten kostengünstig sind. Wie die daraus resultierenden Mehr- oder Minderbelastungen letztlich auf die verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen bzw. wirtschaftlichen Sektoren umverteilt werden, hängt dann von den eingesetzten Instrumenten (z.B. Steuern, Subventionen etc.) ab.

### **Ergebnisse der Szenarienanalyse**

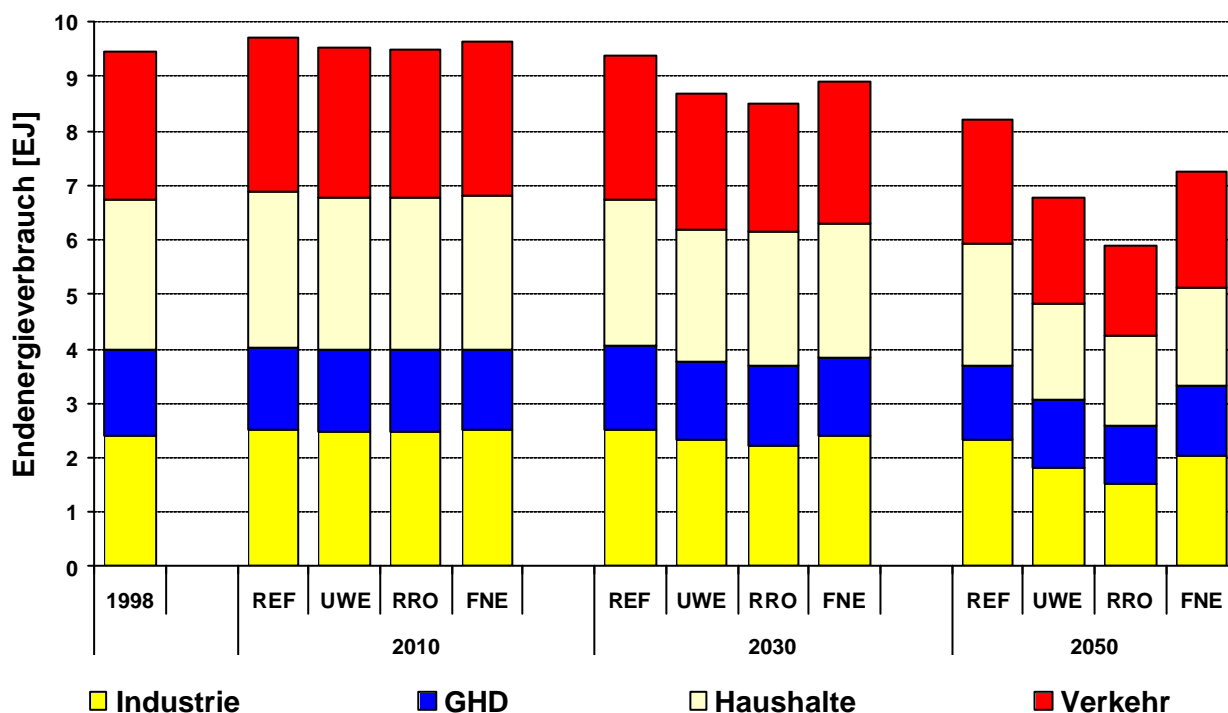
Die Entwicklung des Energiesystems bezüglich Energieverbrauch und seinen Deckungsstrukturen wird in den drei Zielszenarien trotz der unterschiedlichen Szenariophilosophien wesentlich mitbestimmt durch die gegenüber der Referenzentwicklung bestehende Notwendigkeit vorgegebene Treibhausgasreduktionsziele zu erreichen. So müssen die energiebedingten Treibhaus-(THG) Emissionen im Jahr 2010 um 40,1 Mio t CO<sub>2</sub>\*, in 2020 um 180,5 Mio t CO<sub>2</sub>\*, in 2030 um 321,8 Mio t CO<sub>2</sub>\* und im Jahr 2050 um 511 Mio t CO<sub>2</sub>\* unter denen des Referenzszenarios liegen.

### **Endenergieverbrauch**

Der Endenergieverbrauch sinkt in allen Zielszenarien bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes deutlich stärker als im Referenzszenario (siehe Bild 26). Im Jahr 2050 liegt er im Szenario Umwandlungseffizienz mit 6760 PJ um 18 %, im Szenario REG-/REN-Offensive mit 5900 PJ um 28 % und im Szenario Fossil-nuklearer Energiemix mit 7230 PJ um 12 % unter dem des Referenzszenarios. Im Vergleich zum Jahr 1998 bedeutet dies einen Rückgang des gesamten Endenergieverbrauchs von 24 bis 38 %.

Wesentliche Ursachen für die in allen Zielszenarien deutlich reduzierten Endenergieverbräuche liegen zum einen in der weitergehenden Ausschöpfung von technischen Energieeinsparpotenzialen. Des weiteren tragen auch ein in allen Szenarien wachsenden Strom- und Fern-/Nahwärmeanteil aufgrund ihrer höheren Effizienz bei der Bereitstellung von Energiedienstleistungen zu dieser Entwicklung bei.

Die Unterschiede im sich einstellenden Niveau des Endenergieverbrauchs in den Zielszenarien resultieren primär aus den unterschiedlichen Kosten (einschließlich der implizierten CO<sub>2</sub>-Minderungskosten), zu denen die Endenergieträger bereitgestellt werden. Die insbesondere im Szenario REG-/REN-Offensive höheren Energieträgerkosten führen zu einer weitergehenden Nutzung von technischen Energieeinsparmöglichkeiten bei der Energieanwendung.



**REF: Referenzszenario; UWE: Szenario Umwandlungseffizienz;  
RRO: Szenario REG-/REN-Offensive; FNE: Szenario Fossil-nuklearer Energiemix**

Bild 26: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren, in EJ

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte geht in den Zielszenarien überproportional stark zurück. Dies ist bedingt durch eine gegenüber der Referenzentwicklung deutlich erhöhte Rate energetischer Sanierungen bei den bestehenden Gebäuden. Die nach und nach steigende Sanierungsintensität führt dazu, dass der Endenergieverbrauch für

Raumheizung und Warmwasser in den Szenarien um 20 bis 26 % unter dem des Referenzszenarios liegt und im Vergleich zum Jahr 1998 um 35 bis 40 % geringer ist.

Mit der Reduktion des Raumwärmeverbrauchs vollzieht sich in allen Zielszenarien auch eine weitgehende Substitution der CO<sub>2</sub>-behafteten Energieträger Heizöl und Erdgas im Bereich der privaten Haushalte. Die Fern- und Nahwärme wird verstärkt genutzt. Im Szenario Umwandlungseffizienz ist dies besonders ausgeprägt, aufgrund der Vorgabe einer steigenden KWK-Quote an der Stromerzeugung, die im Jahr 2050 mindestens 40 % betragen muss. Die Substitution fossiler Brennstoffe durch Strom und solarthermische Wärmeerzeugung weist szenariospezifische Unterschiede auf. Im Szenario REG-/REN-Offensive erfolgt der Hauptbeitrag durch solarthermische Warmwasser- und Raumwärmesysteme, die elektrische Wärmepumpe sowie die damit verbundene Nutzung von Umgebungswärme erreicht geringe Deckungsanteile. Im Szenario Fossil-nuklearer Energiemix wird dagegen am Ende des Betrachtungszeitraumes aufgrund des hier zur Verfügung stehenden kostengünstigen CO<sub>2</sub>-freien Stroms, die elektrische Wärmepumpe zum wichtigsten Wärmeversorgungssystem.

Im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ist der Rückgang des Endenergieverbrauchs im Vergleich zum Bereich der privaten Haushalte weniger stark ausgeprägt, was an der geringeren Bedeutung des Energieeinsatzes für die Gebäudeenergieversorgung liegt. Auch hier weichen die Energieträger Strom, Nah- und Fernwärme und die solare Wärme ihre Anteile zu Lasten von Erdgas und Mineralölproduktion im Zeitverlauf erheblich aus.

Der Endenergieverbrauch der Industrie sinkt in den Zielszenarien bis zum Jahr 2050 auf 87 bis 65 % der Werte im Referenzszenario ab. Bei einer sich im Zeitraum von 1998 bis 2050 mehr als verdoppelnden Industrieproduktion resultiert daraus eine auf die Bruttowertschöpfung der Industrie bezogene Verringerung des spezifischen Endenergieverbrauches in diesem Zeitraum von 62 bis 72 %. Auch hier bewirken die in den Zielszenarien unterschiedlichen Kosten der Endenergie eine mehr oder weniger weitgehende Ausschöpfung technischer Energieeinsparungsmöglichkeiten



Auch im Verkehrsbereich zeigen die Zielszenarien im Zeitverlauf eine teilweise deutliche Reduktion des Energiebrauchs gegenüber der Referenzentwicklung. Neben einer weiteren Reduktion der spezifischen Kraftstoffverbräuche ist der Verbrauchsrückgang Folge eines veränderten Modal-Splits, der entsprechend den Vorgaben der Kommission zu höheren Beiträgen des öffentlichen Personennahverkehrs, der Bahnen und des nichtmotorisierten Individualverkehrs an der Deckung der Personenverkehrsleistung führt. Im Szenario REG-/REN-Offensive sind diese strukturellen Verschiebungen besonders ausgeprägt. Gegenüber dem Referenzszenario sinkt hier bis 2050 die Verkehrsleistung des motorisierten Individualverkehrs um 263 Mrd. Pkm (33 %) und der nichtmotorisierte Individualverkehr (Fußwege und Fahrradverkehr) soll um rd. 80 Mrd. Pkm (d.h. 1180 km pro Einwohner und Jahr) zunehmen.

Der Kraftstoffverbrauch der PKW-Flotte sinkt im Jahr 2050 gegenüber der Referenz (4,65 l Benzinäquivalent je 100 km) im Szenario Umwandlungseffizienz um 14 %, im Szenario REG-/REN-Offensive um 30 % und im Szenario Fossil-nuklearer Energiemix um 11 %. Der Verbrauch von Dieselmotoren, aber insbesondere der Benzinverbrauch geht in allen Zielszenarien deutlich zurück. Kraftstoffe auf Basis von Biomasse (Biokraftstoffe) sind die wesentlichen Substitute für Benzin und Diesel. Mit der Ausweitung des schienengebundenen Verkehrs aber auch über eine gegen Ende des Betrachtungszeitraumes verstärkte Nutzung elektrischer Straßenfahrzeuge (Linienbusse, Stadtfahrzeuge) nimmt auch der Stromeinsatz im Verkehrsbereich zu. Im Szenario REG-/REN-Offensive tragen auch noch Erdgas, Methanol und entsprechend den Vorgaben der Kommission Wasserstoff (in Bussen und Flugzeugen) zur Deckung des Endenergiebedarfs im Verkehr bei.

Die bereits angesprochenen sektoralen Veränderungen bezüglich der eingesetzten Endenergieträger führen insgesamt zu einer deutlichen Veränderung der Energieträgerstruktur des Endenergieverbrauchs. Wie aus Bild 27 ersichtlich, gewinnen die leitungsgebundenen Endenergieträger Strom und Fernwärme sowie die regenerativen Energien (Biomasse, Umgebungswärme, solare Wärme) an Bedeutung. Der Erdgasverbrauch nimmt zunächst noch weiter zu, geht aber nach 2020 bzw. 2030 mit den sich verschärfenden THG-Reduktionserfordernissen ebenso wie der Verbrauch an Mineralölprodukten deutlich zurück.

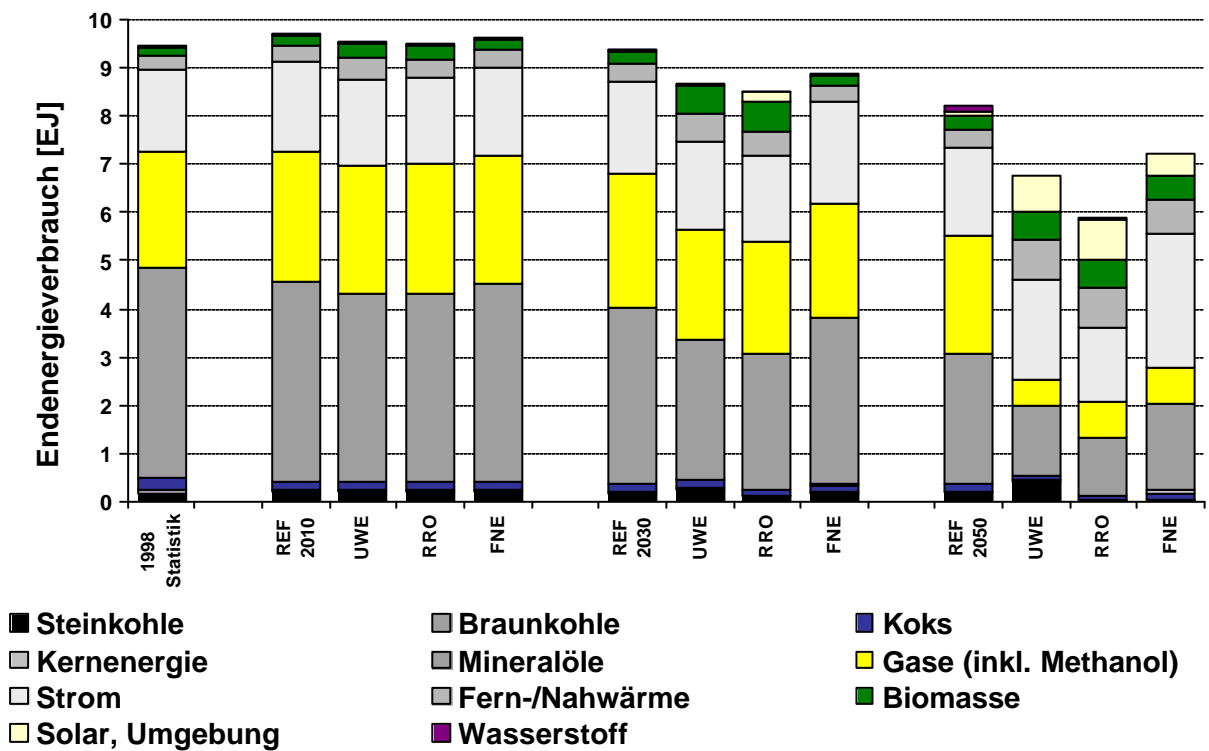


Bild 27: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern, in EJ

Strom ist am Ende des Betrachtungszeitraumes in allen Zielszenarien der mengenmäßig bedeutsamste Endenergieträger. Im Szenario Fossil-nuklearer Energiemix ist aufgrund der vergleichsweise kostengünstigen Stromerzeugung mittels Kernenergie sein Anteil am Endenergieverbrauch mit 38,5 % in 2050 am größten. Im Szenario REG-/REN-Offensive ist der Stromanteil mit 26,3 % zwar kleiner, aber immer noch größer als der der regenerativen Energien (24,2 %).

Obwohl der Endenergieverbrauch an Strom in allen Szenarien zunächst bis 2020 weiter ansteigt, ist seine weitere Entwicklung szenarienspezifisch sehr unterschiedlich. Im Szenario REG-/REN-Offensive geht er bis 2050 auf 430 TWh zurück und liegt dann um 9 % unter dem Verbrauch des Jahres 1998. In den Szenarien Umwandlungseffizienz und Fossil-nuklearer Energiemix nimmt er weiter auf 590 bzw. 773 TWh in 2050 zu und ist damit 25 % bzw. 63 % höher als 1998. Die wesentliche Ursache für diese Differenzen in der Stromverbrauchsentwicklung liegen in dem unterschiedlichen Niveau der Stromerzeugungskosten in den drei Szenarien. Niedrige Stromerzeugungskosten, wie im Szenario Fossil-nuklearer Energiemix ermöglichen dabei deutlich größere Beiträge einer Ausweitung der Stromanwendung zu einer gesamtwirtschaftlich effizienten Minderung energiebedingter Treibhausgase.

### **Stromerzeugung**

Mit Blick auf die unterschiedliche Philosophie der drei Zielszenarien war zu erwarten, dass die Entwicklung der Elektrizitätserzeugung in den Zielszenarien nach grundsätzlich anderen Mustern verläuft und sich sehr unterschiedliche Erzeugungsstrukturen herausbilden werden. Aus der Gegenüberstellung der Entwicklung der Nettostrombereitstellung nach Energieträgern in Bild 28 und Tabelle 21 ist dies unschwer zu erkennen.

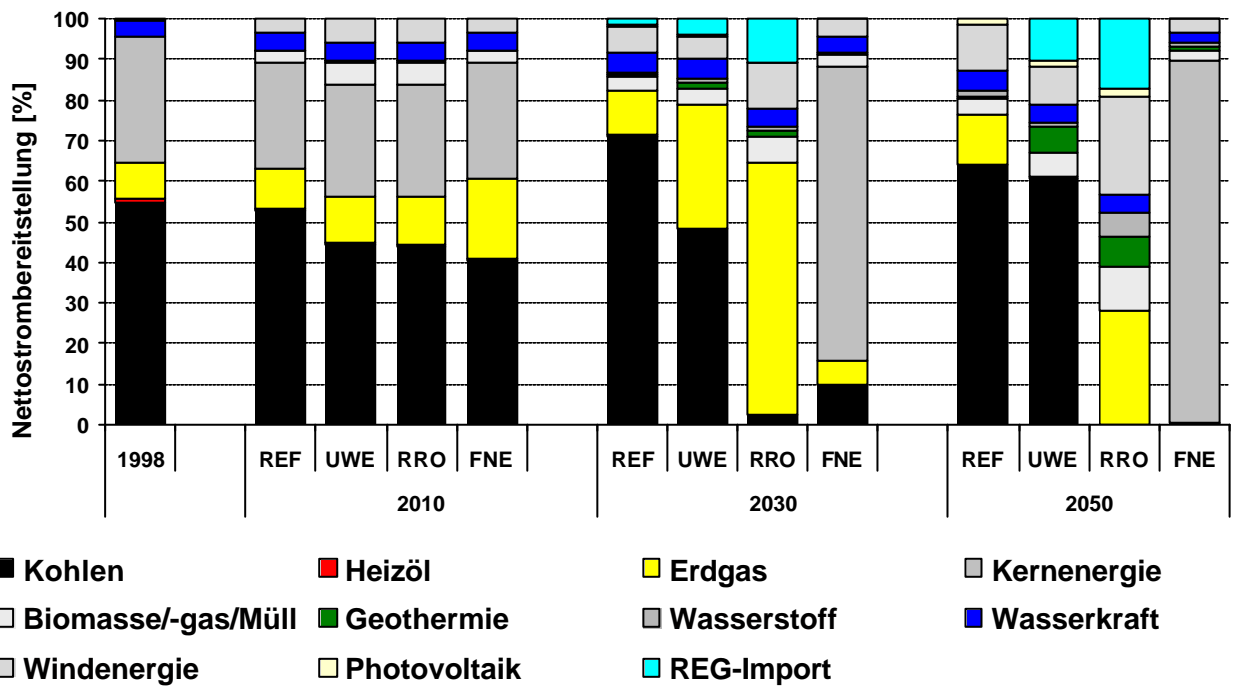


Bild 28: Struktur der Nettostrombereitstellung nach Energieträgern, in %

Statistik	2010				2030				2050				
	1998	REF	UWE	RRO	FNE	REF	UWE	RRO	FNE	REF	UWE	RRO	FNE
Kohlen	271,5	294,1	235,5	233,2	221,9	403,8	260,2	14,0	63,5	354,8	372,7	0,0	0,0
Kernenergie	153,1	146,5	146,5	146,5	158,3	0,0	0,0	0,0	457,0	0,0	0,0	0,0	755,0
Heizöl	6,3	3,9	3,4	2,8	3,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Erdgas	43,4	54,7	62,0	63,3	108,4	61,6	164,1	331,0	35,3	68,4	4,6	159,8	4,6
Wasserkraft	21,1	23,4	23,4	23,4	23,4	25,3	25,3	25,3	25,3	25,7	25,7	25,7	24,9
Windenergie	2,0	19,7	31,5	31,5	19,7	38,5	30,3	58,8	26,8	62,5	56,8	137,2	26,8
Photovoltaik	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	1,4	1,4	1,4	0,7	9,1	9,1	9,1	0,6
Geothermie	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	1,4	6,9	6,9	0,3	2,4	41,3	41,3	8,0
Wasserstoff	0,0	0,4	1,4	1,1	0,4	5,2	7,5	5,9	1,6	8,8	6,4	34,6	6,4
Biomasse/-gas/M	0,0	16,0	29,6	30,3	15,3	20,2	20,6	33,2	19,6	23,1	35,1	59,8	23,1
REG-Import	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	21,4	56,9	0,0	0,0	65,4	98,2	0,0
Summe	497,4	559,0	533,8	532,6	551,4	568,3	537,8	533,4	630,1	554,7	617,0	565,8	849,3

Tabelle 21: Nettostrombereitstellung nach Energieträgern, in TWh

Im Szenario Umwandlungseffizienz bleibt die Kohle über den gesamten Betrachtungszeitraum der wichtigste Energieträger für die Stromerzeugung. Angesichts der sich im Zeitverlauf drastisch verschärfenden THG-Reduktionsanforderungen ist dies nur möglich, wenn wie in diesem Szenario unterstellt, Kohlekraftwerkstechnologien verfügbar sind, die eine Freisetzung von CO<sub>2</sub> im Kraftwerk weitgehend verhindern und das entstehende CO<sub>2</sub> z.B. in geologischen Formationen (z.B. ausgenutzte Erdgaslagerstätten, Aquifere) eingelagert werden kann. Um die Treibhausgasminderungsvorgaben zu erreichen, müssten nach 2015 kontinuierlich anwachsende Mengen an CO<sub>2</sub> (280 Mio. t in 2050) entsorgt werden. Die in Europa verfügbaren CO<sub>2</sub>-Speicherkapazitäten würden hierfür, auch über das Jahr 2050 hinaus, ausreichend sein. Mit dem Auslaufen der Kernenergienutzung gewinnt im Szenario Umwandlungseffizienz auch die Stromerzeugung aus Erdgas an Bedeutung. Sie steigt vom 48,8 TWh im Jahr 1998 auf 187 TWh im Jahr 2030 an und geht bis 2050 auf 124 TWh zurück. Um die Vorgabe eines REG-Anteils von mehr als 12,5 % an der gesamten Stromerzeugung im Jahr 2010 zu erreichen, wird die Windstromerzeugung bis zu diesem Zeitpunkt stark ausgebaut (von 4,5 TWh in 1998 auf 31,5 TWh in 2010). Sie verbleibt danach auf diesem Niveau. Gegen Ende des Betrachtungszeitraumes erfolgt dann auch eine Ausweitung der Stromerzeugung auf Basis von Biomasse und geothermischer Energie. Steigende Preise für die fossilen Energieträger und sinkende Investitionskosten der Biomasse- und Geothermiekraftwerke bzw. Heizkraftwerke ermöglichen effiziente Beiträge zur Erreichung des THG-Minderungsziels von – 80 % im Jahr 2050. Auch der Import von regenerativ erzeugtem Strom nimmt ab 2020 zu. Im Jahr 2050 werden 67 TWh REG-Strom

importiert. Zur Nettostrombereitstellung im Jahr 2050 tragen im Szenario Umwandlungseffizienz die Kohlen 46,2 %, die regenerativen Energien 31,3 % und das Erdgas 19,5 % bei. Die Entwicklungen in diesem Szenario zeigen, dass bei einem Verzicht auf eine weitere Nutzung der Kernenergie die technische Option eine weitgehend CO<sub>2</sub>-freie fossilen Kraftwerkstechnik aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ökonomisch attraktiver für die Reduktion der THG-Emissionen ist, als eine Ausweitung der Nutzung erneuerbarer Energien.

Das Szenario REG-/REN-Offensive setzt auf eine derartige Ausweitung der Nutzung erneuerbarer Energien, auch im Bereich der Strombereitstellung. Aus Abbildung 11 und Tabelle 13 ist zu entnehmen, dass die Stromerzeugung aus regenerativen Energien kontinuierlich zunimmt und sich bis 2050 gegenüber der Referenzentwicklung mehr als verdreifacht. Mit einer Erzeugung von 260 TWh und einem Import von REG-Strom von fast 100 TWh tragen die erneuerbaren Energien mit fast 64 % zur Stromerzeugung im Jahr 2050 bei. Die Kohlestromerzeugung läuft bis zum Jahr 2030 aus (die Option einer CO<sub>2</sub>-Entsorgung ist in diesem Szenario nicht zugelassen), so dass nur noch Erdgas eine signifikante Bedeutung als nichtregenerativer Energieträger in der Stromerzeugung hat. Mit dem Auslaufen der Kernenergie- und Kohlestromerzeugung erfolgt zunächst eine massive Ausweitung der Erdgasstromerzeugung von 48,8 TWh im Jahr 1998 auf 331 TWh im Jahr 2030. Bis zum Jahr 2050 sinkt die Erdgasstromerzeugung dann wieder auf 160 TWh ab.

Die Windstromerzeugung entwickelt sich in diesem Szenario zur wichtigsten Quelle regenerativer Stromerzeugung. Bis 2050 steigt die Windstromerzeugung auf 137 TWh an. Damit würden die Windenergiepotenziale auf dem Festland mit mittleren Windgeschwindigkeiten von wenigstens 4,5 m/s und im Offshore-Bereich mit Wassertiefen von bis zu 30 m vollständig ausgeschöpft. Eine kräftige Ausweitung erfährt auch die Biomassenutzung (Reststoffbiomasse und Energiepflanzen), die insbesondere durch KWK-Anlagen zur Stromerzeugung beiträgt (Stromerzeugung rd. 50 TWh in 2050). Ein ähnlich großer Beitrag (41,3 TWh) wird im Jahr 2050 von der Geothermie geleistet. Die unterstellte Verfügbarkeit der Hot-Dry-Rock-Technologie erlaubt dabei eine Nutzung der Geothermie sowohl zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme wie auch zur reinen Stromerzeugung. Die Potenziale der Stromerzeugung aus Wasserkraft werden mit 23,9 TWh weitgehend ausgeschöpft. Die photovoltaische Stromerzeugung erlangt keine energiewirtschaftliche Bedeutung.

Die vergleichsweise geringen Volllastbenutzungsstunden der angebotsabhängigen Windstromerzeugung und ihre nur geringen Beiträge an gesicherter Leistung führen dazu, dass der zur Deckung der Stromnachfrage notwendige Kraftwerkskapazitäten in Relation zur Stromerzeugung deutlich größer sein müssen als in den anderen Zielszenarien (siehe Tabelle 22).

Statistik	1998	2010				2030				2050			
		REF	UWE	RRO	FNE	REF	UWE	RRO	FNE	REF	UWE	RRO	FNE
Kohlen	51,2	49,8	42,9	40,2	44,1	59,5	64,1	13,7	23,2	51,1	81,9	0,0	2,2
Heizöl	8,8	3,2	2,7	2,9	2,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Erdgas	20,2	21,1	20,8	21,4	28,3	18,5	30,4	50,8	16,5	21,2	8,9	33,2	1,7
Kernenergie	22,9	19,7	19,7	19,7	21,3	0,0	0,0	0,0	60,5	0,0	0,0	0,0	107,5
Wasserkraft	8,9	10,3	10,3	10,3	10,0	10,6	10,6	10,6	10,0	10,6	10,7	10,7	10,0
Wind	1,5	12,0	19,0	19,5	12,0	19,0	16,2	33,3	14,1	27,5	32,1	80,4	14,1
Photovoltaik	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	1,5	1,5	1,5	0,8	9,6	9,6	9,6	0,7
Andere	2,1	3,5	8,2	8,2	3,8	6,2	7,0	12,2	4,6	8,7	15,7	39,2	9,8
Brennstoffe													
REG-Import	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	3,9	10,9	0,0	1,2	7,5	15,2	0,0
Summe	115,6	119,7	123,8	122,4	122,6	117,1	133,7	133,0	129,7	130,0	166,5	188,3	146,0

Tabelle 22: Entwicklung der Stromerzeugungskapazitäten in GW

Gänzlich anders entwickelt sich die Stromerzeugungsstruktur im Szenario Fossil-nuklearer Energiemix. Aufgrund der niedrigen CO<sub>2</sub>-Minderungskosten einer Stromerzeugung auf Basis Kernenergie erfolgt nach 2010 ein stetiger Zubau von Kernkraftwerksleistung, so dass der Anteil der Kernenergie an der Netto-Strombereitstellung von derzeit 31 % auf 89 % im Jahr 2050 ansteigt. Dabei werden rund 9 % des von Kernkraftwerken erzeugten Stroms gekoppelt erzeugt. Die Wärme wird in bestehende Fernwärmenetze eingespeist oder von der Industrie genutzt. Die Kohlestromerzeugung läuft bis zum Jahr 2050 aus. Erdgas wird am Ende des Betrachtungszeitraumes nur noch zur Spitzenlastdeckung eingesetzt.

Das Potenzial der Lauf- und Speicherkraftwerke wird ausgeschöpft, so dass rd. 24 TWh Strom erzeugt werden. Die Windstromerzeugung steigt bis 2010 im Vergleich zu 1998 um einen Faktor vier, um die vorgegebene REG-Stromquote zu erfüllen. Längerfristig verbleibt sie auf einem Niveau von 26,8 TWh/a. Kleinere Beiträge zur Stromversorgung tragen gegen Ende des Betrachtungszeitraumes noch die Biomasse und die Geothermie bei. Insgesamt verbleibt der Beitrag der regenerativen Stromerzeugung relativ konstant bei rd. 9 % und ist damit deutlich geringer als im Referenzszenario.

### Primärenergieverbrauch

Der sich aus der Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Stromerzeugung ergebende Primärenergieverbrauch in den Zielszenarien ist in Tabelle 23 dem der

Referenzentwicklung gegenübergestellt. Obwohl sich das Bruttosozialprodukt bis 2050 nahezu verdoppelt ist der Primärenergieverbrauch in allen Szenarien rückläufig.

Statistik	1998	2010				2030				2050			
		REF	UWE	RRO	FNE	REF	UWE	RRO	FNE	REF	UWE	RRO	FNE
Steinkohle	2,059	1,776	1,743	1,679	2,006	2,091	2,145	0,443	0,823	1,641	3,163	0,161	0,173
Braunkohle	1,514	1,491	1,078	1,083	0,570	1,428	0,588	0,035	0,114	1,418	0,543	0,021	0,021
Kernenergie	1,762	1,691	1,691	1,691	1,828	0,000	0,000	0,000	4,850	0,000	0,000	0,000	7,931
Mineralöle	5,775	5,497	5,202	5,198	5,458	4,898	4,070	3,985	4,634	3,796	2,679	2,442	2,867
Naturgase	3,048	3,218	3,234	3,200	3,581	3,483	3,588	4,513	2,862	3,383	0,720	1,781	0,949
Importsaldo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,032	0,077	0,205	0,000	0,000	0,235	0,354	0,000
Strom													
Wasserkraft	0,063	0,084	0,084	0,084	0,084	0,091	0,091	0,091	0,091	0,093	0,093	0,093	0,090
Windenergie	0,017	0,071	0,113	0,113	0,071	0,139	0,109	0,212	0,096	0,225	0,204	0,494	0,096
Biomasse, Muell	0,271	0,442	0,741	0,744	0,437	0,533	0,855	1,117	0,528	0,573	1,041	1,521	0,938
Solar, Umgebung	0,012	0,033	0,043	0,046	0,033	0,090	0,228	0,364	0,053	0,169	1,830	1,957	0,658
<b>Summe</b>	<b>14,521</b>	<b>14,304</b>	<b>13,929</b>	<b>13,839</b>	<b>14,067</b>	<b>12,785</b>	<b>11,751</b>	<b>10,966</b>	<b>14,051</b>	<b>11,298</b>	<b>10,508</b>	<b>8,824</b>	<b>13,722</b>

Tabelle 23: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in PJ

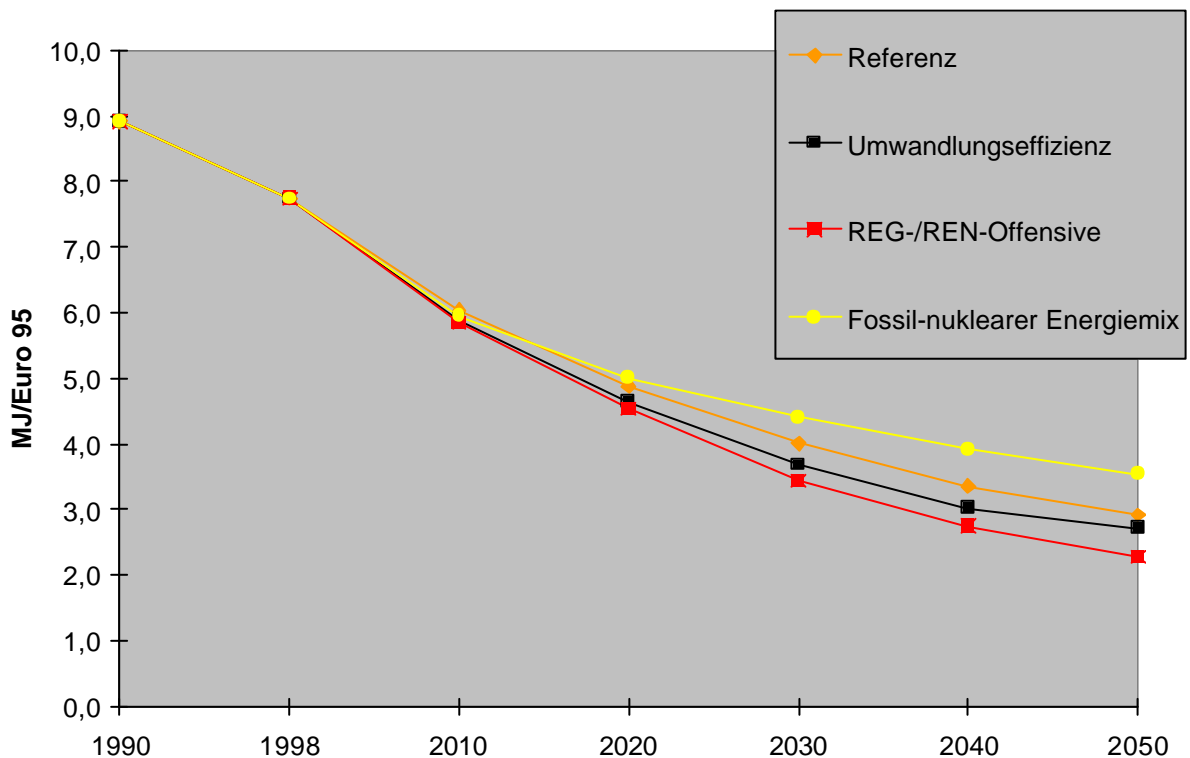


Bild 29: Entwicklung der Energieintensität des Bruttoinlandsproduktes



Wie in Abbildung 29 dargestellt, reduziert sich die Energieintensität des Bruttoinlandsproduktes (spezifischer Primärenergieverbrauch je BIP) von 9 MJ/Euro 95 auf Werte zwischen 3,5 und 2,3 MJ/Euro 95 im Jahr 2050. Die Unterschiede in der Entwicklung der Energieintensitäten zwischen den Zielszenarien resultieren primär daraus (wenn man von den Verzerrungen durch die primärenergetische Bewertung der erneuerbaren Energien nach der Wirkungsgradmethode absieht), dass für eine gesamtwirtschaftlich kosteneffiziente Deckung des Energiedienstleistungsbedarfs technische Einsparmöglichkeiten mit höheren Kosten nicht ausgeschöpft werden müssen, wenn günstige CO<sub>2</sub>-freie Energiebereitstellungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Neben der am Ende des Betrachtungszeitraumes unterschiedlichen Höhe des Primärenergieverbrauchs weist auch die Struktur der genutzten Primärenergieträger deutliche Unterschiede auf. Im Szenario Umwandlungseffizienz dominieren die fossilen

Energieträger. Kohle, Erdöl und Erdgas decken fast 70 % des Primärenergieverbrauchs in 2050. Der Rest entfällt auf erneuerbare Energiequellen. Im Szenario REG-/REN-Offensive werden entsprechend den Vorgaben der Kommission 50 % des Primärenergieverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt. Erdöl und Erdgas haben einen Anteil von 27,2 bzw. 20,2 % und 2 % entfallen auf die Kohlen. Kernenergie liefert mit 57,8 % den größten Beitrag zur Deckung des Primärenergieverbrauchs im Szenario Fossil-nuklearer Energiemix, gefolgt von Erdöl mit rd. 21 %. Die übrigen fossilen Energieträger kommen auf 8,5 %, durch erneuerbare Energien werden 13 % gedeckt.

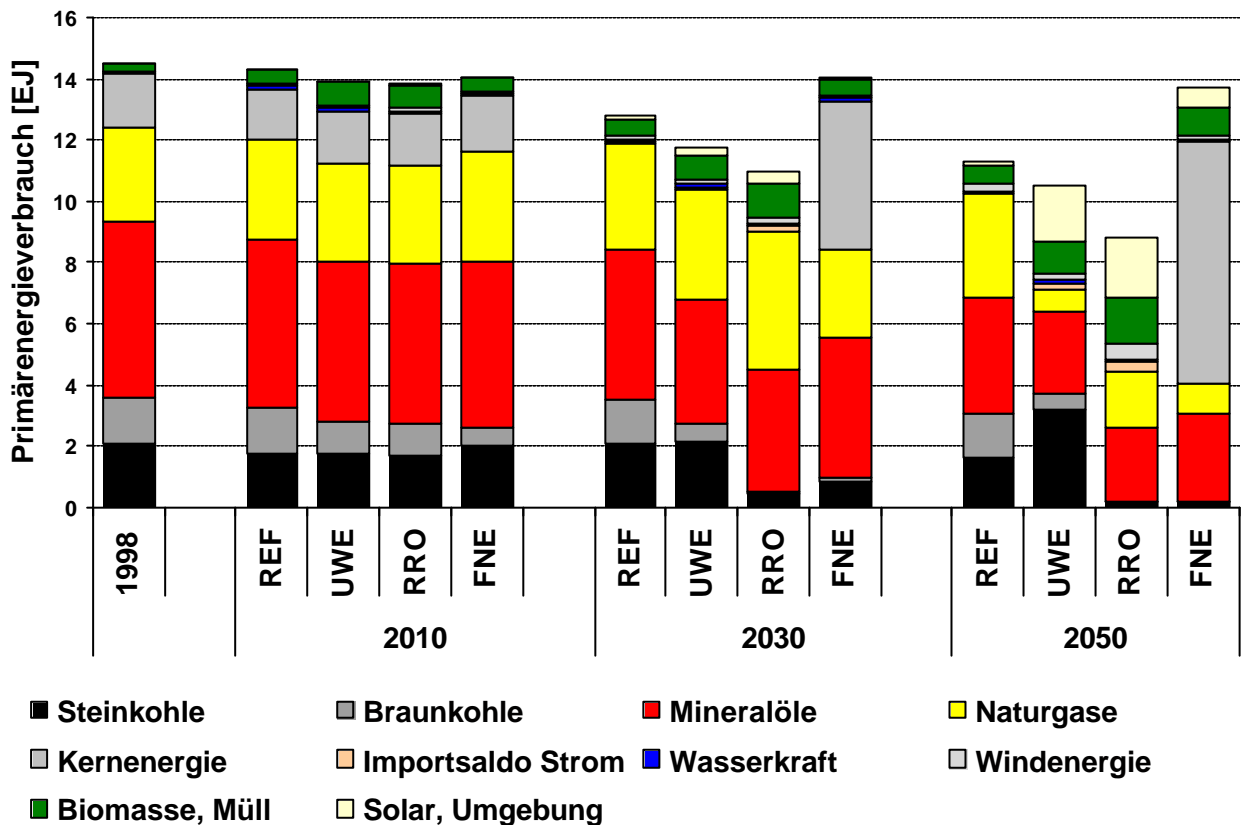


Abbildung 30: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern

Für die ökonomische, aber auch für die soziale Dimension (z.B. die Sicherung ausreichender Beschäftigung) von Nachhaltigkeit sind, soweit es die Energieversorgung der gesamten Volkswirtschaft betrifft, die gesamtwirtschaftlichen Kosten des Energiesystems von besonderer Bedeutung. Dazu zählen die Ausgaben für Investitionen in Geräte, Anlagen und Energieeinsparmaßnahmen sowie die Ausgaben für die Gewinnung bzw. den Import von Energieträgern.

<b>Kostendifferenz zum Referenzszenario in Mrd. Euro<sub>98</sub></b>		
<b>Szenario</b>	<b>kumulierte Systemkosten</b>	<b>auf 1998 diskontierte Systemkosten</b>
Umwandlungseffizienz	331	78
REG-/REN-Offensive	803	191
Fossil-nuklearer Energiemix	-537	-140

Tabelle 24: Energieseitige Kosten zur Erreichung der Treibhausgasminderungsziele

Vergleicht man die gesamten Kosten des Energiesystems bis zum Jahr 2050 der Zielszenarien mit denen des Referenzszenarios, so lassen sich die Kostendifferenzen als die energieseitigen Kosten zur Erreichung der Treibhausgasminderungsziele in den drei Zielszenarien interpretieren. Tabelle 24 zeigt, dass im Fall der Szenarien Umwandlungseffizienz und REG-/REN-Offensive die Minderung der energiebedingten Treibhausgase mit kumulierten Kosten von 330 bzw. 800 Mrd. Euro verbunden ist. Setzt man hingegen auf eine konsequente Nutzung kosteneffizienter Treibhausgasminderungsmaßnahmen, wie im Fall des Szenarios Fossil-nuklearer Energiemix, so lassen sich gegenüber der Referenzentwicklung noch rd. 537 Mrd. Euro einsparen.

Diskontiert man die über den Betrachtungszeitraum anfallenden Mehr- bzw. Minderkosten auf das Jahr 1998 ab, so ergeben sich die Kostendifferenzen zum Referenzfall zu 78 bzw. 191 Mrd. Euro<sub>98</sub> bei den Szenarien Umwandlungseffizienz bzw. REG-/REN-Offensive und von - 140 Mrd. Euro<sub>98</sub> beim Szenario Fossil-nuklearer Energiemix. Bei all diesen Kostenangaben ist zu beachten, dass der Nutzenverzicht durch eine Verlagerung vom motorisierten Verkehr auf den nicht-motorisierten Verkehr, der in den Zielszenarien in unterschiedlichem Ausmaß unterstellt ist, nicht mit bewertet ist. Aufgrund dieses Umstandes aber auch durch eine konsequente Ausschöpfung kosteneffizienter Möglichkeiten der Bereitstellung von Energiedienstleistungen im Szenario Fossil-nuklearer Energiemix, liegen die Energiesystemkosten trotz der geringen Treibhausgasemissionen hier unter denen des Referenzszenarios.

Die energieseitigen Kosten (ohne externe Kosten) der Entwicklung der Energieversorgung in den drei Zielszenarien weisen somit signifikante Unterschiede auf. So sind die über den gesamten Betrachtungszeitraum kumulierten Kosten des Szenarios REG-/REN-Offensive um rd. 1340 Mrd. Euro<sub>98</sub> höher als im Szenario Fossil-nuklearer Energiemix. Die Mehrkosten des Szenarios Umwandlungseffizienz liegen bei rd. 868 Mrd. Euro<sub>98</sub>.

Die Veranschaulichung dieser kostenseitigen Implikationen sind in Tabelle 25 die Mehrkosten je Haushalt für verschiedene Zeitpunkte ausgewiesen. Im Fall des Szenarios Umwandlungseffizienz betragen die jährlichen Mehrkosten je Haushalt im Jahr 2020 rd. 230 Euro<sub>98</sub> und steigen danach bis 2050 auf rd. 1250 Euro<sub>98</sub>/Jahr an. Die Kostenbelastungen im Szenario REG-/REN-Offensive sind mit 340 Euro<sub>98</sub>/Jahr in 2020 und 2025 Euro<sub>98</sub>/Jahr in 2050 noch erheblich höher.

Da in allen Zielszenarien vorgabegemäß die gleichen Treibhausgasminderungen realisiert werden, sind höhere Energiesystemkosten auch gleichbedeutend mit höheren Kosten je vermiedener Tonne Treibhausgas. Die durchschnittlichen Mehrkosten je t CO<sub>2</sub>\*<sup>1</sup> liegen im Szenario Umwandlungseffizienz zwischen 49 und 83 Euro<sub>98</sub> (siehe Tabelle 25) und im Szenario REG-/REN-Offensive zwischen 73 und 134 Euro<sub>98</sub> je t CO<sub>2</sub>\*.

<b>Mehrkosten der CO<sub>2</sub>-Minderung je Haushalt im Vergleich zum Szenario Fossil-nuklearer Energiemix (FNE) in Euro<sub>98</sub> je Haushalt und Jahr</b>			
<b>Szenario</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>
Umwandlungseffizienz (UWE)	230	512	1253
REG-/REN-Offensive (RRO)	340	769	2025
<b>Mehrkosten der THG-Minderung je t CO<sub>2</sub>* im Vergleich zum Szenario Fossil-nuklearer Energiemix (FNE) in Euro<sub>98</sub> /t CO<sub>2</sub>*</b>			
<b>Szenario</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>
Umwandlungseffizienz (UWE)	49	61	83
REG-/REN-Offensive (RRO)	73	91	134

Tabelle 25: Kosten der THG-Minderung im Vergleich

Als marginale Treibhausgas-Minderungskosten werden die Kosten der Minderung der letzten Tonne CO<sub>2</sub>\* zur Erreichung eines Reduktionsziels bezeichnet. Will man die Treibhausgasreduktionsziele durch eine Treibhausgassteuer oder ein System handelbarer Emissionszertifikate erreichen, so entsprechen die marginalen Treibhausgas-

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>\* = CO<sub>2</sub>-Äquivalent

Minderungskosten dem dazu notwendigen Steuersatz bzw. den sich einstellenden Zertifikatspreisen. Die Tabelle 26 macht deutlich, dass aufgrund der in der Zielszenarien szenariospezifischen Beschränkung bzw. Ausnutzung effizienter Treibhausgasminderungsoptionen die marginalen Treibhausgas-Minderungskosten deutlich von einander abweichen. Im Szenario Fossil-nuklearer Energiemix verbleiben sie lange auf einem sehr niedrigen Niveau und steigen bis 2050 dann auf 160 Euro<sub>98</sub>/t CO<sub>2</sub>\* an. In den anderen Zielszenarien, insbesondere im Szenario REG-/REN-Offensive sind sie um ein Vielfaches höher und liegen im Jahr 2050 bei 450 bzw. 585 Euro<sub>98</sub>/ t CO<sub>2</sub>\*.

Szenario	2020	2030	2050
Umwandlungseffizienz (UWE)	22	60	450
REG-/REN-Offensive (RRO)	17	120	585
Fossil-nuklearer Energiemix (FNE)	0,15	19	160

Tabelle 26: Marginale Treibhausgas-Minderungskosten der Zielszenarien in Euro<sub>98</sub>/ t CO<sub>2</sub>\*

Die hier ausgewiesenen THG-Vermeidungskosten sollten auch bewertet werden im Hinblick auf die Schadenskosten, die mit dem Klimawandel verbunden sind. Die Abschätzung der Schäden des Klimawandels und ihre ökonomische Bewertung ist sicher noch mit großen Unsicherheiten behaftet. Die vorliegenden Abschätzungen der marginalen Schadenskosten pro t CO<sub>2</sub> weisen deshalb eine große Bandbreite aus, die bei /Friedrich, Bickel 2001/ mit 0,1 bis 16,4 Euro/t CO<sub>2</sub> angegeben wird. /Tol, Anhörung Klimawandel/ stellt fest, dass der gegenwärtige Kenntnisstand es nahe legt, dass die marginalen CO<sub>2</sub>-Schadenskosten einen Wert von 15 Euro / tCO<sub>2</sub> wohl nicht überschreiten. Vor diesem Hintergrund sind CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von mehreren hundert Euro/ t CO<sub>2</sub> wohl kaum zu rechtfertigen.

Die bisherigen Kostenangaben beziehen, wie erwähnt, weder den Nutzenverzicht eines Umstiegs auf den nicht-motorisierten Verkehr noch die externen Kosten in den Betrachtungen mit ein. Bezieht man beide Aspekte mit ein, und benutzt man den gegenwärtigen Wissensstand entsprechende Schadenskostenabschätzungen (externe Kosten) für Luftschadstoffe und radioaktive Emissionen, dann ergeben sich kumulierte Gesamtkosten, die im Szenario REG-/REN-Offensive um rd. 1515 Mrd. Euro<sub>98</sub> und im Szenario Umwandlungseffizienz um rd. 828 Mrd. Euro<sub>98</sub> über denen des Szenarios Fossil-nuklearer Energiemix liegen.

## Exkurs „externe Kosten“

Was sind externe Effekte und externe Kosten?

Jede Bereitstellung von Energie – mit welcher Technik auch immer - ist mit unerwünschten Nebeneffekten, insbesondere mit Risiken für die menschliche Gesundheit, mit Schädigungen von Pflanzen und Tieren und mit Einwirkungen auf Ökosysteme und Materialien verbunden. Weil dabei meist Dritte, die an Energieumwandlung und -verbrauch nicht direkt beteiligt sind, geschädigt werden, ohne dass deren Schäden von den Verursachern kompensiert werden, werden solche Schäden und Risiken als ‚externe‘ Effekte<sup>2</sup> bezeichnet. Vergleicht man nur die internen, betriebswirtschaftlich ermittelten Kosten verschiedener Technikalternativen, so sind die externen Effekte dabei offensichtlich nicht berücksichtigt. Es besteht aber Konsens, dass die verursachten Schäden bei Vergleichen oder Entscheidungen mit betrachtet werden sollten.

Will man dies auf transparente, nachvollziehbare und konsistente Weise tun, so sollten die externen Effekte in eine gemeinsame Maßeinheit umgerechnet werden, um sie direkt vergleichen zu können. Als Maßeinheit kommt hier insbesondere der Geldwert in Frage, das heißt, die externen Effekte werden in Kosten, die sogenannten externen Kosten, umgerechnet. Nebenbei: man könnte statt dem Geldwert auch Nutzwerte oder Ökopunkte als Maßeinheit wählen, das Ergebnis wäre dasselbe; der Geldwert hat jedoch den Vorteil, dass er einen unabhängig definierten Wert besitzt und dass jeder sich unter einem EURO etwas vorstellen kann, unter einem Ökopunkt aber nicht.

### Wozu können Informationen über externe Kosten genutzt werden?

Ein weiterer Vorteil der Berechnung externer Kosten ist die direkte Vergleichbarkeit mit den internen Kosten. Auf diese Weise lassen sich externe Kosten den Verursachern anlasten, z.B. in Form einer Emissionssteuer. Richtig eingesetzt können so die durch die Nichtberücksichtigung externer Kosten verzerrten Marktpreise korrigiert werden. Weiterhin sind Schätzungen der externen Kosten eine wichtige Information für die Durchführung von Kosten-Nutzen-Analysen z. B. im Bereich von Maßnahmen und Verordnungen zum Umwelt- und Gesundheitsschutz. Schließlich ist es mit Hilfe externer Kosten möglich, das bestehende System der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung um wichtige Aspekte wie ‚Umweltqualität‘ zu erweitern.

### Stand der Forschung zur quantitativen Abschätzung externer Kosten

Wie kann man aber Risiken und Schäden, die man ja nicht auf dem Markt kaufen oder verkaufen kann, für die also kein Preis vorhanden ist, in Geldwerte umrechnen? Oder: wie vergleicht man Äpfel mit Birnen? Letztlich tut dies jede Person beim Obsteinkauf im Supermarkt ohne Probleme, indem sie nach ihrer persönlichen Präferenz entscheidet. Folglich kann man externe Effekte bewerten, indem man die Präferenzen der betroffenen Bevölkerung misst, das heißt, indem man herausfindet, was die Betroffenen zu zahlen bereit wären, um einem Risiko zu entgehen oder einen Schaden abzuwenden. Dabei geht es in der Regel um die Bewertung sehr kleiner Risiken, etwa einen Gesundheitsschaden zu erleiden. Die Zahlungsbereitschaft lässt sich sowohl durch direkte repräsentative Befragungen als auch durch indirekte Methoden, z: B. die Auswertung unterschiedlicher Mietpreise in Gegenden mit unterschiedlicher Umweltbelastung, ermitteln. Es existiert schon eine Vielzahl wissenschaftlicher Untersuchungen, in denen diese Zahlungsbereitschaften ermittelt wurden.

Die Verfahren zur Ermittlung der externen Kosten wurden in den letzten Jahren vor allem im Rahmen von Forschungsarbeiten, die von der Europäischen Kommission gefördert wurden, den sogenannten ‚ExternE‘-Studien, sehr stark verbessert und verfeinert (*ExternE* steht für **Externalities of Energy**, siehe auch [www.ExternE.info](http://www.ExternE.info)).

In früheren Arbeiten wurden z. B. abgeschätzte Gesamtschäden durch Luftschadstoffe auf unterschiedliche Verursacher verteilt, bei der Kernenergie wurden die Schäden des Tschernobyl-Unfalls zur Bewertung herangezogen. Wegen der Komplexität der Zusammenhänge sind solche

---

<sup>2</sup> Externe Nutzen werden hier außen vorgelassen.

Ansätze jedoch zu ungenau. In ‚ExternE‘ wurde daher der Wirkungspfadansatz entwickelt. Dieser berechnet, ausgehend von der Emission von Schadstoffen, zunächst deren Ausbreitung sowie gfls. ihre chemische Umwandlung und ggf. die Umwandlung durch Strahlung in Luft, Boden und Wasser. Ausgehend von Stoffkonzentrationen werden dann mit Hilfe von Expositions-Wirkungs-Beziehungen Schäden an menschlicher Gesundheit, Pflanzen, Tieren und Materialien ermittelt, die anschließend monetär bewertet werden. Entsprechende Ansätze stehen auch für die Ermittlung externer Kosten durch Lärm und Unfallrisiken im Straßenverkehr zur Verfügung.

### **Unsicherheiten und offene Fragen**

Die Unsicherheiten der Abschätzungen externer Kosten sind noch recht groß, weil bei allen Teilschritten, z. B. der Ausbreitungsrechnung oder den Expositions-Wirkungs-Beziehungen, Unsicherheiten vorhanden sind. Dies spiegelt somit die noch vorhandenen Unsicherheiten beim Stand des Wissens über die Entstehung von Schäden wieder. In einigen Fällen sind die Unsicherheiten noch so groß, dass statt des Wirkungs-Pfad-Ansatzes ein anderer Ansatz, der sogenannte Standard-Preis-Ansatz verwendet wird. Bei diesem Ansatz werden allgemein akzeptierte Umweltschutzgrenzwerte herangezogen und die marginalen Kosten (d. h. die Kosten der letzten Einheit) zur Erreichung dieser Standards verwendet. Dieser Ansatz wird zur Ermittlung der Kosten von Emissionen von Treibhausgasen und der Schäden an Ökosystemen verwendet.

Bei sachgerechter Anwendung der heute verfügbaren methodischen Ansätze lassen sich trotz der bestehenden Unsicherheiten durchaus belastbare Abschätzungen hinsichtlich der Relationen externer Kosten verschiedener Energie- bzw. Verkehrssysteme gewinnen.

### **Aktuelle Ergebnisse für Stromerzeugung und Verkehr**

Tabelle A sind die externen Kosten für ausgewählte Elektrizitätserzeugungsanlagen in Deutschland vergleichend gegenübergestellt. Es sind jeweils Techniken gewählt, die dem derzeitigen Stand der Technik (Inbetriebnahme ca. 2000) entsprechen. Nur bei der Kernenergie wurden – in Ermangelung neuerer Kraftwerke – die sogenannten Konvoianlagen als Technikstandard herangezogen. Natürlich ist bei allen Anlagen – also sowohl bei den erneuerbaren als auch bei den fossilen und nuklearen Anlagen – damit zu rechnen, dass sich im Rahmen der technischen Weiterentwicklung die externen Kosten weiter senken lassen.

Die mit Kohle befeuerten Kraftwerke weisen die weitaus höchsten externen Kosten auf. Dies liegt zum einen an den hohen Emissionen des Treibhausgases CO<sub>2</sub>, zum anderen an den durch die Rauchgasreinigung zwar stark verminderten aber immer noch stattfindenden Emission der Schadstoffe Stickoxide, Schwefeldioxid und Feinstaub, die unter anderem zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Schäden führen. Auch die Photovoltaik weist vergleichsweise hohe externe Kosten auf. Diese resultieren nicht aus dem Betrieb – dabei entstehen praktisch keine externen Kosten –, sondern aus den Emissionen während des aufwändigen Herstellungsprozesses. Natürlich könnte man die externen Kosten senken, wenn man bei der Herstellung der Anlagen bereits Photovoltaikstrom nutzen würde – dies würde aber die internen Herstellungskosten so in die Höhe treiben, dass die Gesamtkosten noch ungünstiger würden. Die geringsten externen Kosten weisen Wind- und Wasserkraft auf, dicht gefolgt von der Kernenergie.

Bei der Kernenergie sind dabei auch die externen Kosten der Brennstoffver- und -entsorgung erfasst. Erfasst sind auch die Risiken von Kernkraftwerksunfällen, deren Schadenskosten entsprechend ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit in die externen Kosten eingehen. Zwar wird gelegentlich argumentiert, dass bei der Bewertung der Unfallrisiken der Kernenergie eine „Risikoaversion“ zu berücksichtigen sei, womit gemeint ist, dass – bei gleichem Risiko – ein Ergebnis mit hohem Schaden und geringer Eintrittswahrscheinlichkeit negativer bewertet wird als ein Ereignis mit geringem Schaden und höherer Eintrittswahrscheinlichkeit. Allerdings fehlen bisher empirische Belege für diese These.

	Stein- kohle	Braun- kohle	Gas GuD	Kern- energie	PV (multi)	PV (amorph)	Wind- kraft	Wasser- kraft
Schadenskosten								
Lärm	0	0	0	0	0	0	0,01	0
Gesundheit	0,7	0,97	0,33	0,16	0,62	0,44	0,07	0,05
Material	0,02	0,02	0,007	0,002	0,02	0,012	0,002	0,001
Feldpflanzen	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0007	0,0002
Summe (gerundet)	0,7	1,0	0,3	0,2	0,6	0,5	0,1	0,1
Schadenskosten								
Vermeidungskosten (nach Standard-Preis-Ansatz)								
Ökosysteme	0,20	0,77	0,04	0,05	0,41	0,04	0,04	0,03
Treibhauseffekt	1,57	1,96	0,72	0,03	0,59	0,33	0,04	0,03
„Gesamt-Summe“ <sup>a</sup>	2,5	3,7	1,1	0,2	1,6	0,8	0,2	0,1

<sup>a</sup> Streng genommen dürfte hier keine Summe aus Schadens- und Vermeidungskosten gebildet werden, da es sich um unterschiedliche Bewertungsansätze handelt.

Tabelle A: Quantifizierbare externe Kosten der Stromerzeugung (Werte in €-cent / kWh)

In Tabelle B zeigen sich exemplarisch die externen Kosten durch Luftschadstoffemissionen von Pkw im Innerortsverkehr am Beispiel Stuttgart. Zur Verdeutlichung der Effekte durch strengerer Emissionsstandards ist jeweils ein ‚altes‘ Fahrzeug und eines nach dem EURO2-Standard betrachtet. Die bei den Fahrzeugen mit Dieselmotor zu beobachtenden negativen Kosten für Feldpflanzenschäden sind auf einen (begrenzten) Düngeneffekt von Schwefeldioxid auf Feldpflanzen zurückzuführen. Bei Fahrzeugen mit Ottomotor ist dieser Effekt auf Grund geringerer Schwefeldioxid-Emissionen nicht zu beobachten.

Kraftstoffart	Pkw Otto	Pkw Otto	Pkw Diesel	Pkw Diesel
Emissions-standard	ECE 15/04	EURO2	vor EURO	EURO2
Schadenskosten				
Gesundheit	2,15	0,39	4,94	1,28
Material	0,02	0,00	0,01	0,01
Feldpflanzen	0,05	0,00	-0,01	-0,02
Summe Schadens- kosten	2,23	0,39	4,94	1,27
Vermeidungskosten (nach Standard-Preis-Ansatz)				
Treibhauseffekt	0,32	0,40	0,35	0,32
„Gesamt-Summe“ <sup>a</sup>	2,55	0,79	5,29	1,59

<sup>a</sup> Streng genommen dürfte hier keine Summe aus Schadens- und Vermeidungskosten gebildet werden, da es sich um jeweils unterschiedliche Bewertungsansätze handelt.

Tabelle B: Quantifizierbare externe Kosten durch Luftschadstoffemissionen von Straßenfahrzeugen in Stuttgart (Werte in €-cent / Fahrzeugkilometer)



Der Vergleich zwischen Pkw mit Ottomotor und Dieselmotor weist höhere externe Kosten für die Dieselfahrzeuge aus. Diese resultieren vor allem aus den die höheren Feinstaubemissionen von Dieselmotoren.

**Anmerkungen:**

Die von den Fraktionen der SPD/Bündnis 90/Grüne für die Szenarienstunden vorgegebenen externen Kosten für Stromerzeugungs-, Wärmebereitstellungs- und Verkehrssysteme halten wir zum überwiegenden Teil für politisch motivierte Setzungen, die wissenschaftlich nicht belastbar sind.

## 5.6. Robustheit der Szenarioergebnisse und Schlussfolgerungen

Es wurde zuvor schon erwähnt, dass mit den vier Szenarien nur ein kleiner Ausschnitt der denkbaren Zukünfte der Entwicklung der Energieversorgung beschrieben werden kann. Hinzu kommt, dass eine Vielzahl von Annahmen die in die Szenarien einfließen und die numerischen Ergebnisse mitbestimmen, mit Unsicherheiten behaftet sind. Dies gilt insbesondere mit Blick auf den mit 50 Jahren sehr weit in die Zukunft reichenden Betrachtungshorizont. Allein hieraus folgt schon, dass die quantitativen Szenarioergebnisse qualitativ zu interpretieren sind. Um eine derartige qualitative Interpretation und darauf aufbauende Einordnungen und Schlussfolgerungen weiter abzusichern, ist es sinnvoll, Variations- und Sensitivitätsrechnungen durchzuführen, die insbesondere die Auswirkungen veränderter Entwicklungen wichtiger mit Unsicherheit behafteter Annahmen und Rahmenbedingungen aufzeigen. Mit dieser Zielsetzung wurden Variantenrechnungen<sup>3</sup> zu den Zielszenarien durchgeführt, auf einige ausgewählte wird im Folgenden näher eingegangen.

### Variation von Technologiedaten

Neben den Energieträgerpreisen sind die Kosten und technischen Charakteristika (z.B. der Wirkungsgrad) von Energiewandlungs- und Energienutzungstechniken von besonderer Bedeutung sowohl für eine kosteneffiziente Bereitstellung von Energiedienstleistungen wie auch für ihre Attraktivität zur Minderung von Treibhausgasemissionen. Ausgehend vom heutigen Stand der Technik lassen sich die Entwicklungen der technischen Parameter und Kosten der verschiedenen heute bereits genutzten sowie der in Entwicklung befindlichen Energietechniken nur für relativ kurze, überschaubare Zeiträume belastbar abschätzen. Längerfristig angelegte Abschätzungen sind mit zunehmenden Unsicherheiten behaftet.

Um die Sensitivität der in den Szenarien beschriebenen Entwicklungen der Energieversorgungsstrukturen hinsichtlich der technisch ökonomischen Charakteristiken wichtiger Energietechnologien zu untersuchen, wurde eine Variationsrechnung mit veränderten Technologieparametern für die Stromerzeugungs- und KWK-Technologien durchgeführt. Für die fossilen und nuklearen Kraftwerke wurden dabei die Kosten (insbesondere die Investitionskosten) deutlich erhöht und es wurde von geringeren Wirkungsgradverbesserungen in der Zukunft ausgegangen. Für die Techniken zur Nutzung

---

<sup>3</sup> Ergänzend zu den von der Kommission in Auftrag gegebenen Szenariovarianten werden weitere Variationsrechnungen mitbetrachtet.

erneuerbarer Energien wurde eine stärkere Senkung der Investitionskosten im Zeitverlauf unterstellt.

Die Veränderungen der Energieerzeugungskostenstrukturen zugunsten der erneuerbaren Energietechniken führen dazu, dass in den Szenarien „Umwandlungseffizienz“ und „Fossil-nuklearer“ Energiemix“ die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (Wind und Geothermie) zunimmt und die aus Kohle bzw. Kernenergie entsprechend niedriger ausfällt. Im Jahr 2050 ist in dieser Variante die Stromerzeugung aus Kohle im Szenario „Umwandlungseffizienz“ rd. 15 % und die Stromerzeugung aus Kernenergie im Szenario „Fossil-nuklearer Energiemix“ um rd. 13 % niedriger als in den Ausgangsszenarien. Im Szenario „REG-/REN-Offensive“ bleiben die Beiträge der verschiedenen Energieträger und die Struktur der Energieversorgung nahezu unverändert, was primär auf die gemachten szenariospezifischen Vorgaben z.B. hinsichtlich der Nutzung erneuerbarer Energien zurückzuführen ist.

Insgesamt gilt aber, dass die charakteristischen Entwicklungsmuster der Ausgangsszenarien durch die hier unterstellten veränderten Kostenrelationen von regenerativer und fossil-nuklearer Stromerzeugung nicht verändert werden. Dies lässt sich auch aus der vergleichenden Gegenüberstellung des Primärenergieverbrauchs und seine Strukturen im Jahr 2050 in Bild 31 erkennen.

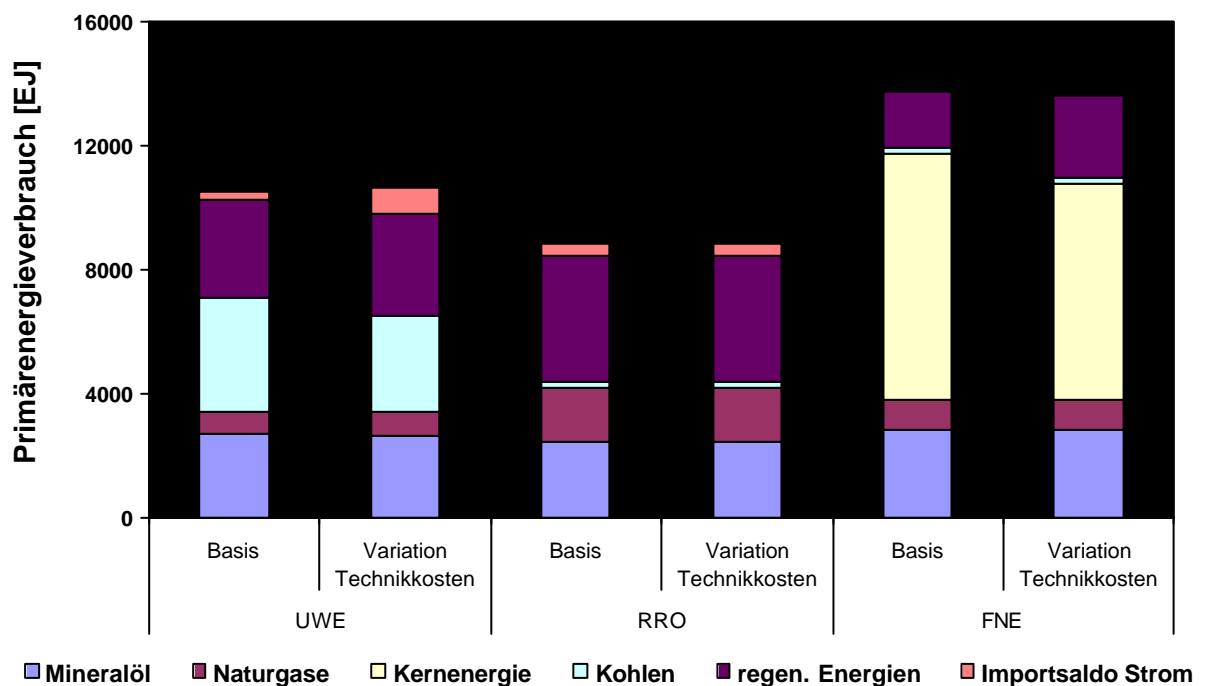


Abbildung 31: Primärenergie nach Energieträgern im Jahr 2050 (Basisszenarien und Variante veränderte Technologiekosten)

Was nun die Gesamtkosten zur Erreichung der vorgegebenen Treibhausgasreduktionsziele betrifft, so ist zu erwarten, dass die Szenarien mit einem hohen Anteil regenerativer Energieerzeugung von den in dieser Variante unterstellten Technologiekostenänderungen profitieren. Bei Einbezug der externen Kosten sowie des Nutzenverzichts eines Umstiegs auf den nichtmotorisierten Verkehr liegen die kumulierten Gesamtkosten bei modifizierten Technologiekosten im Szenario REG-/REN-Offensive um rd. 1130 Mrd. Euro<sub>98</sub> und im Szenario Umwandlungseffizienz um rd. 630 Mrd. Euro<sub>98</sub> über denen des Szenarios „Fossil-nuklearer Energiemix“. Sie sind damit um 385 bzw. 200 Mrd. Euro<sub>98</sub> geringer als in den Ausgangsszenarien.

### **Variation der Importpreise der fossilen Energieträger**

Die bisher diskutierten Szenarien gehen davon aus, dass die realen Importpreise von Mineralöl, Erdgas und Steinkohle kontinuierlich ansteigen. Dabei wird bei Erdöl und Erdgas mit einem durchschnittlichen Preisanstieg von 1,7 bzw. 1,9 %/a über die nächsten fünf Dekaden gerechnet, für die Steinkohle liegt er bei 0,9 %/a. Am Ende des Betrachtungszeitraumes ergeben sich damit reale Importpreise von Erdöl, Erdgas und Steinkohle, die bei 230, 200 bzw. 150 % des heutigen Niveaus liegen.

Gerade die Vergangenheit hat gezeigt, dass die Energieträgerpreise sich weitestgehend einer belastbaren Vorhersage entziehen. Verschiedene Studien (IEA, EIA) gehen davon aus, dass unter Berücksichtigung der Fortschritte bei den Förder- und Gewinnungstechniken die Energieträgerpreise real nicht zunehmen müssen, insbesondere wenn durch verstärkte Klimaschutzanforderungen Druck auf die fossilen Energieträger ausgeübt wird. Um die Robustheit der Szenarioentwicklungen im Hinblick auf die Energieträgerpreisentwicklung zu analysieren, wurde eine Szenariovariante erstellt, die davon ausgeht, dass die Importpreise von Mineralöl, Erdgas und Steinkohle auf dem Preisniveau des Jahres 2005 zunächst real konstant bleiben und erst ab 2040 um 1 %/a ansteigen.

Unter den Bedingungen einer sukzessiven Reduktion der energiebedingten Treibhausgasemissionen um 80 % bis 2050 haben die reduzierten Energieträgerpreise nahezu keinen Einfluss auf die sich in den Zielszenarien entwickelnden Energieversorgungsstrukturen, da diese durch die Treibhausgasminderungserfordernisse bestimmt werden. Der wesentliche Effekt der modifizierten Energieträgerpreisentwicklung ergibt sich hinsichtlich der energiewirtschaftlichen Kosten zur Erreichung der Treibhausgasreduktionsziele. Diese nehmen in allen Zielszenarien zu und führen zu

kumulierten Mehrbelastungen die um 110 bis 170 Mrd. Euro<sub>98</sub> höher sind als in den Ausgangsszenarien.

### Klimaschutzziele und ihre Kostenimplikationen

Die zuvor diskutierten Ergebnisse modellgestützter Szenarioanalysen haben bereits deutlich gemacht, dass die gesamtwirtschaftlichen Kostenbelastungen einer Reduktion der energiebedingten Treibhausgasemissionen entscheidend mitbestimmt werden, von den energienachfrage- und angebotsseitigen Maßnahmen, die zur Reduktion der THG-Emissionen beitragen sollen. Es ist aber auch davon auszugehen, dass die angestrebten THG-Emissionsminderungsziele selbst einen Einfluss auf die Höhe der Klimaschutzkosten haben werden. Gerade im Hinblick auf die gleichrangige Bedeutung der ökologischen und ökonomischen Dimension einer nachhaltigen Entwicklung ist es für die anstehenden Abwägungsprozesse notwendig, den Zusammenhang zwischen diesen beiden Dimensionen transparent zu machen.

Ein Beitrag dazu kann die Ermittlung der energieseitigen Treibhausgasminderungskosten in Abhängigkeit von den zukünftig angestrebten Minderungszielen leisten. In Abbildung 32 ist dieser Zusammenhang für die drei Zielszenarien dargestellt.

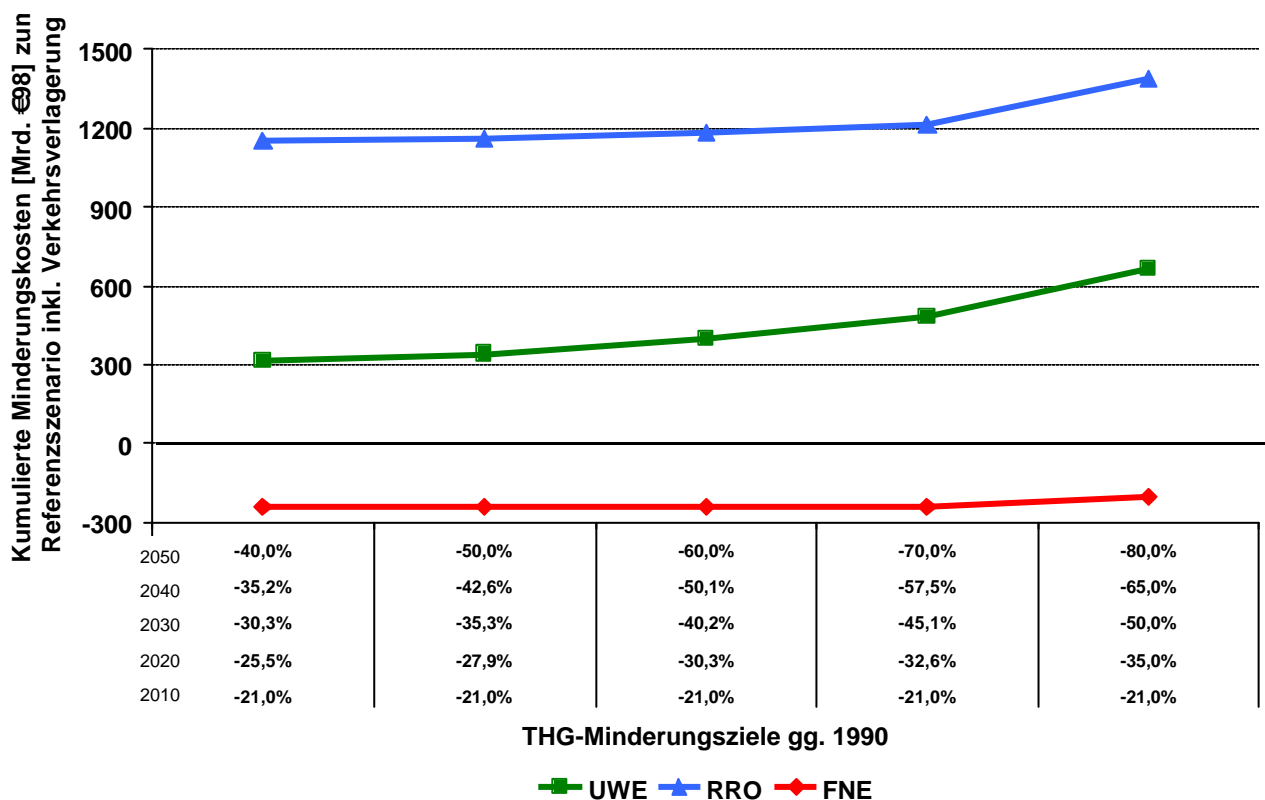


Abbildung 32: Kumulierte Treibhausgasminderungskosten in Abhängigkeit von den Minderungszielen (inklusive der Bewertung der Verkehrsverlagerung)

Mit einer Reduktion der angestrebten Minderungsziele ist ein szenariospezifisch unterschiedlicher Rückgang der kumulierten Minderungskosten verbunden. Für das Szenario REG-/REN-Offensive wird der Verlauf der Kostenfunktion bei reduzierten Minderungsanforderungen durch die gemachten Vorgaben über die Mindestanteile der regenerativen Energien an der Strom- und Primärenergieversorgung bestimmt. Im Fall des Szenarios „Fossil-nuklearer Energiemix“ reichen „No-regret“ Maßnahmen<sup>4</sup> aus, um Minderungsziele von bis zu 70 % im Jahr 2050 zu erreichen. Erst bei einer weiteren Verschärfung der Minderungsanforderungen entstehen zusätzliche Minderungskosten.

Der durch die Minderungskostenkurven aufgespannte Rahmen macht deutlich, dass es aus heutiger Sicht einen erheblichen Gestaltungsspielraum hinsichtlich der zu erwartenden Kostenbelastungen von Klimaschutzzielen gibt. Eine konsequente Ausschöpfung effizienter CO<sub>2</sub>-Minderungsmöglichkeiten eröffnet aber auch einen Weg, sehr weitgehende Treibhausgasreduktionen zu erreichen, ohne die Volkswirtschaft mit gravierenden Klimaschutzkosten zu belasten. Dies könnte auch den Zielkonflikt zwischen der ökologischen und ökonomischen Dimension von nachhaltiger Energieversorgung weitgehend entschärfen.

### **Einordnung der und Schlussfolgerungen aus den Szenarien**

Im Rahmen einer szenariogestützten Zukunftsanalyse sind ausgewählte Entwicklungen der Energieversorgung Deutschlands quantitativ beschrieben worden. Die Szenarien beschreiben sicher nur eine kleine Zahl denkbarer Entwicklungen der Energieversorgung, aber sie explizieren wichtige in der energiepolitischen Diskussion vertretene Vorstellungen bezüglich der Ausgestaltung einer am Leitbild „Nachhaltig“ ausgerichteten Energieversorgung.

Die quantitativen Analysen sind begrenzt auf das Gesamtsystem der Energiebereitstellung und -nutzung zur Befriedigung einer über den Betrachtungszeitraum vorgegebenen Entwicklung des Energiedienstleistungsbedarfs, welche aus sozio-ökonomischen Entwicklungen wie z.B. der demographischen Entwicklung oder der Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Produktion abgeleitet wurden. Rückwirkungen der szenariospezifischen Entwicklungen des Energiesystems auf die übrige Volkswirtschaft können damit nicht erfasst werden, dies gilt auch in Bezug auf die internationalen

---

<sup>4</sup> Unter „No-regret“ Maßnahmen sind Maßnahmen zu verstehen, die zu einer Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen führen, ohne die Kosten der Bereitstellung von Energiedienstleistungen zu erhöhen.

Energiemärkte. Dies ist ein Defizit, das insbesondere bei der Bewertung der Energieszenarien zu beachten ist, deren energieseitige Kosten höher als die der anderen sind. Des Weiteren ist anzumerken, dass einige der von der Kommission gemachten Vorgaben mit der Philosophie des jeweiligen Szenarios kaum vereinbar ist, wodurch die Konsistenz dieser Zukunftsbilder eingeschränkt ist.

Trotz dieser Einschränkungen und ohne sich auf eine der in den Szenarien beschriebenen quantitativen Entwicklungen des Energiesystems explizit festzulegen, lassen sich aus den Szenarioanalysen wichtige qualitative Erkenntnisse und Orientierungen für die Ausgestaltung einer nachhaltigen Energieversorgung in Deutschland gewinnen.

- Mit den aus heutiger Sicht verfügbaren Optionen zur Energiebereitstellung sowie den technischen Möglichkeiten zur Energieeffizienzsteigerung und Energieeinsparung lassen sich in den nächsten Jahrzehnten auch bei einer Verdopplung des Bruttoinlandsproduktes sehr weitgehende Minderungen der energiebedingten Treibhausgasemissionen erreichen.
- Die Kosten und gesamtwirtschaftliche Belastungen der Treibhausgasreduzierung hängen entscheidend davon ab, welche Maßnahmen und Wege zur Treibhausgasreduzierung im Energiebereich ergriffen bzw. beschritten werden. Die Mehr- bzw. Minderbelastungen einer 80 %-igen Treibhausgasreduzierung in den nächsten fünf Jahrzehnten bewegen sich dabei in einer Größenordnung von bis zu 1500 Mrd. Euro<sub>98</sub>.
- Effizienzsteigerungen in allen Bereichen der Energieanwendung aber auch bei der Energiebereitstellung und die Nutzung der Kernenergie sind die wichtigsten Optionen für eine kosteneffiziente Reduzierung der Treibhausgasemissionen.
- Techniken zur Nutzung neuer erneuerbarer Energien werden auch bei Unterstellung erheblicher kostensenkender Entwicklungsfortschritte erst in einigen Jahrzehnten einen größeren Beitrag zu einer wirtschaftlichen und klimaverträglichen Energieversorgung leisten können. Eine frühere forcierte Nutzung regenerativer Energien führt zu erheblichen Mehrbelastungen der Volkswirtschaft durch höhere Energiekosten im Kontext der Erreichung ökologischer Nachhaltigkeitsziele.
- Kohle- und Erdgaskraftwerkstechnologien, die eine Freisetzung von CO<sub>2</sub> weitgehend verhindern stellen eine Option dar, fossile Energieträger auch im Rahmen eines Klimaschutzregimes weiter zu nutzen.

- Der in allen Szenarien wachsende Anteil von Strom und Fernwärme am Endenergieverbrauch ist ein robuster Hinweis dafür, dass eine Ausweitung der Nutzung dieser Endenergieträger ein wesentliches Element eines effizienten Weges zur Minderung energiebedingter Treibhausgasemissionen darstellt. Wasserstoff als Energieträger erlangt diesbezüglich nur eine untergeordnete Bedeutung.
- Eine konsequente Ausschöpfung aller „No-regret“<sup>5</sup> Maßnahmen zur Minderung von energiebedingten Treibhausgasemissionen, ermöglicht nach derzeitigem Kenntnisstand die Realisierung sehr weitgehender Klimaschutzziele. Damit ließe sich auch ein Konflikt zwischen den ökologischen und ökonomischen Zielen einer nachhaltigen Energieversorgung vermeiden.

## 6 Instrumente und Strategien

### 6.1 Einordnung in den Gesamtkontext, Abgrenzungen und Definitionen

Eine Konzeption nachhaltiger Energieversorgung muss sicherstellen, dass die zur angestrebten wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung erforderliche Bereitstellung von Energie in ausreichender, qualitativ befriedigender und kostengünstiger Form erfolgt. Allerdings darf hierdurch keine unakzeptable Beeinträchtigung der Umwelt, der Interessen der bislang unterprivilegierten Länder der Entwicklungs- und Schwellenländer oder zukünftiger Generationen einhergehen.

Grundlage der folgenden Überlegungen ist das „Drei-Säulen-Konzept“, wonach ein langfristig zukunftsfähiges Konzept der Energieversorgung die gleichrangige Verfolgung ökologischer, ökonomischer und sozialer Ziele beinhaltet.

Die hierfür als geeignet angesehene Strategie – im Sinne einer umfassenden, rational begründeten, zielgerichteten Handlungsanweisung – ist inhaltlich eindeutig von den Instrumenten zu trennen. Eine Strategie kann sich sogar unterschiedlicher Instrumente – wenn möglicherweise auch nicht unbedingt gleich gut – zur Zielerreichung bedienen. Hierarchisch sind Strategien zwischen Zielen und Instrumenten anzusiedeln, die reinen Mittelcharakter besitzen.

---

<sup>5</sup> Unter „No-regret“ Maßnahmen sind Maßnahmen zu verstehen, die zu einer Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen führen, ohne die Kosten der Bereitstellung von Energiedienstleistungen zu erhöhen.



Damit bildet die Erörterung strategischer und instrumenteller Aspekte neben den grundsätzlich gegebenen Potenzialen und den im einzelnen ihrer Nutzung entgegenstehenden Restriktionen die Basis für die später zu formulierenden Empfehlungen. Darüber hinaus müssen Implikationen denkbarer zukünftiger Entwicklungsverläufe von Energieangebot und –nachfrage sowie das für die Bundesrepublik relevante Umfeld, und zwar unter expliziter Würdigung des breiten Spektrums von Ungewissheiten, berücksichtigt werden.

Instrumente nehmen im Rahmen eines solchen Konzeptes eine untergeordnete, eine dienende Rolle ein. Deshalb kommt ihnen ein Stellenwert unterhalb der Ebene einer energie- und umweltpolitischen Strategie bei der Verfolgung einer Konzeption nachhaltiger Energieversorgung zu. Da sie – umgesetzt in konkrete Maßnahmen oder im Rahmen bestimmter Handlungsschwerpunkte - nur Hebel darstellen, mit denen die Zielsetzungen nachhaltigen Wirtschaftens im Energiebereich verfolgt werden können, erfahren sie ihre Rechtfertigung und Beurteilung auch lediglich vor dem Hintergrund ihrer Geeignetheit für die Durchsetzung nachhaltiger Energieversorgung.

Zentrales Anliegen dieses Kapitels ist es, nach der Festlegung von Zielen, Zielbeziehungen und Zielhierarchien Vorstellungen über eine Strategie zur Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung zu entwerfen. Darüber hinaus muss das prinzipiell in Betracht kommende Spektrum von Instrumenten daraufhin hinterfragt werden, im welchem Umfang diese für einen Strategieeinsatz infrage kommen. Des weiteren müssen die Voraussetzungen und die Konsequenzen ihres möglichen Einsatzes im Hinblick auf die Zielerreichung verglichen und bewertet werden. Hierarchisch zwischen der Strategieebene und den Instrumenten liegen einzelne Handlungsfelder oder -schwerpunkte, die besonders relevant angesehene Politikbereiche umfassen, wie etwa die Effizienzsteigerung, die Erhöhung des Beitrags regenerativer Energieträger, die Schaffung von Märkten für Energiedienstleistungen oder eine Verstärkung der F&E-Anstrengungen in unserer Volkswirtschaft.

Diese Handlungsoptionen können einander ergänzen, gegebenenfalls parallel verfolgt werden. Sie können sich aber auch gegenseitig blockieren oder beeinträchtigen und mehr oder weniger weit reichende Trade Offs nach sich ziehen. Dies bedeutet, dass sie vor dem Hintergrund der übergeordneten strategischen Grundausrichtung miteinander abgeglichen werden müssen, um dem Anspruch an ein rationales Konzept nachhaltiger Energieversorgung gerecht zu werden.

Da nicht automatisch von der Erfüllung der mit einer Nachhaltigkeitsstrategie verfolgten Zielsetzungen durch den Markt auszugehen ist, werden der Politik in diesem Zusammenhang explizite Aufgaben zugewiesen. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit einer Auseinandersetzung mit der Rolle des Staates. Da sich hieraus auch das Anforderungsprofil an eine Strategie zur Realisierung des Konzeptes einer nachhaltigen Energieversorgung ableiten lässt, soll die Skizzierung der Rolle des Staates in einem Konzept nachhaltiger Energieversorgung den folgenden Ausführungen vorangestellt werden.

Vor dem Hintergrund dieser grundsätzlichen Erörterungen werden sodann die im Rahmen einer Strategie nachhaltiger Energieversorgung grundsätzlich infrage kommenden Instrumente analysiert und miteinander verglichen. Ziel ist die Verdeutlichung der sich eröffnenden Möglichkeiten, aber auch der mit ihrem Einsatz gegebenenfalls verbundenen Voraussetzungen und Probleme sowie der sich ableitenden Erkenntnisse.

## **6.2 Ziel und Zielsystem einer Nachhaltigkeitskonzeption sowie Konsequenzen für eine Nachhaltigkeitsstrategie im Energiebereich**

Das Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung wurde bereits im Zwischenbericht definiert: Die Sicherung einer Energieversorgung, die die Bedürfnisse der derzeitigen Generation bestmöglich, d.h. ökologie-, ökonomie- und sozialverträglich befriedigt, ohne die Chancen zukünftiger Generationen (intergenerativer Interessenausgleich), wie auch diejenigen heute lebender Menschen unbillig zu beeinträchtigen.

Die im Rahmen eines solchen Konzeptes anzustrebenden Nachhaltigkeitsziele sind gleichrangig und daher mit derselben Intensität zu verfolgen.

In weiten Bereichen können diese parallel zueinander verfolgt werden, ohne einander zu beeinträchtigen; häufig unterstützen sie einander oder bedingen sich sogar gegenseitig. (z.B. hohes Wachstum führt über frühzeitige Erneuerung des Kapitalstocks einer Volkswirtschaft zur beschleunigten Durchsetzung eines ressourcenschonenden technischen Fortschritts). Es kann aber auch nicht ausgeschlossen werden, dass die Verfolgung einer Dimension der Nachhaltigkeit zulasten der Realisierung einer oder der anderen Dimensionen erfolgt (z.B. wenn überzogene oder überhastet ergriffene oder im nationalen Alleingang verfolgte Umweltschutzziele auf Kosten von Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftswachstum oder Beschäftigung und sozialem Ausgleich realisiert werden können). In diesen Fällen sind ein transparenter öffentlicher Diskurs und schließlich eine demokratische Mehrheitsentscheidung unverzichtbar.

Die mit dem Konzept einer nachhaltigen Energieversorgung verknüpften Ziele können bestmöglich erreicht werden, wenn die Energieversorgung zu den langfristig niedrigsten volkswirtschaftlichen Kosten erfolgt. Ein solches Konzept ist

- nicht kurzfristig, sondern langfristig ausgerichtet.
- Es orientiert sich nicht an den einzelwirtschaftlichen Kosten und/oder Zielverzichten einzelner Wirtschaftssubjekte, sondern an der volkswirtschaftlicher Betrachtung.
- Nicht die Energiekosten im engeren Sinne (Energieträgereinsatz) werden minimiert, sondern der gesamte Ressourcenverzehr, der mit der Befriedigung eines bestimmten Bedarfs an Energiedienstleistungen verbunden ist.

In dieser Konzeption spiegeln die Preise die tatsächliche Knappheit der Ressourcen wider. Anbieter wie Nachfrager erhalten adäquaten Preissignale, die Produktionsfaktoren werden in die jeweils produktivste Verwendung gelenkt und nach ihrem Produktivitätsbeitrag entlohnt. Verschwendung ist definitionsgemäß ebenso ausgeschlossen wie Unterversorgung.

Eine Strategie nachhaltiger Energieversorgung im Sinne einer umfassenden, rational begründeten Handlungsanleitung zur Realisierung vorgegebener Ziele unter Einsatz bestimmter Instrumente umfasst daher grundsätzlich drei Teilaspekte:

1. Die Etablierung und Sicherung eines langfristig orientierten vom Staat zu setzenden und zu garantierenden marktwirtschaftlichen Ordnungsrahmens,
2. die Internalisierung gegebenenfalls zu verzeichnender externe Effekte und
3. die Eliminierung (oder zumindest den Abbau) von Hemmnissen, die dem Wirken des Marktmechanismus entgegenstehen.

### **6.3 Die Rolle des Staates im Rahmen einer Nachhaltigkeitsstrategie**

Auch in einem wirtschaftspolitischen System – und erst recht in einer sozialen Marktwirtschaft - sind die am Markt tätigen Akteure keineswegs ungeschützt den Marktkräften und Machtkonzentrationen ausgeliefert. Vielmehr ist es wichtigste Aufgabe des Staates, einen adäquaten Ordnungsrahmen zu setzen und zu sichern, innerhalb dessen sich der Marktmechanismus mit effizienten Märkten und sozialem Ausgleich zu entfalten vermag.

Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund des von der Liberalisierung der Energiemärkte ausgelösten Paradigmenwechsels und der zwischenzeitlich als Ergebnis unternehmerischer

Anpassungsprozesse zu konstatierenden Veränderungen von Marktstrukturen und -verhaltensweisen im gesamteuropäischen Kontext.

Diese ordnungspolitische Grundausrichtung bedarf jedoch der Ergänzung. Zum einen müssen die gegebenenfalls vorliegenden externen Effekte internalisiert werden, zum anderen müssen die in der Realität vorliegenden vielfältigen Hemmnisse und Restriktionen beseitigt werden, die der Entfaltung der Marktkräfte entgegenstehen und insofern den Marktmechanismus blockieren können.

Staatliche Eingriffe sind in einem marktwirtschaftlichen System dann geboten, wenn der Markt wirtschafts- und gesellschaftspolitische Ziele nicht, nur teilweise oder nicht fristgerecht realisieren kann. Dies gilt zum Beispiel für den Fall, dass die Gesellschaft andere verteilungspolitische Prioritäten setzt als sie am Markt zustande kommen.

Auch wenn die Gefahr von mehr oder weniger ausgeprägtem Marktversagen auf Grund des Vorliegens von Externalitäten nicht ausgeschlossen werden kann, können staatliche Eingriffe nötig werden. Dies ist dann der Fall, wenn von wirtschaftlichen Aktivitäten im konsumtiven wie produktiven Bereich Auswirkungen auf unbeteiligte Dritte ausgehen (im Sinne von Kosten und/oder Zielverzichten oder auch Begünstigungen), ohne dass diese Effekte sich in den Preisen niederschlagen und insofern auch nicht (unbedingt) entscheidungsrelevant werden.

Konkret geht es bei der Internalisierung externer Effekte im Sinne nachhaltiger Energieversorgung darum, der Nutzung der Ressource Umwelt und Natur einen Wert beizumessen und diese damit dem Markt zu unterwerfen. Immer dann, wenn externe Effekte vorliegen, kann für die Bereitstellung von Ressourcen kein angemessener Preis gefordert werden bzw. ist für die Inanspruchnahme kein Preis zu zahlen, so dass die Anreiz- und Steuerungsfunktion des Preismechanismus auf Märkten insofern außer Kraft gesetzt ist. Wichtig ist hierbei die Frage, ob diese Beeinträchtigungen oder Begünstigungen auch als solche erfasst werden oder – wie im Falle zukünftiger Generationen - erfasst werden können. Auch wenn sich der Staat in diesen Fällen der vermeintlichen Interessen der Betroffenen annimmt oder – im Falle zukünftiger Generationen – meint annehmen zu müssen, bleibt gleichwohl ein Rechtfertigungszwang staatlicher Eingriffe gegenüber den Interessen der heute Lebenden.

Suboptimale Ergebnisse, sowohl quantitativ als auch im zeitlichen Verlauf, sind aber auch nicht auszuschließen, wenn dem Wirken des Marktmechanismus unterschiedlichste Restriktionen entgegenstehen. Dies ist z.B. der Fall, wenn Wirtschaftssubjekte nicht über ausreichende Informationen im Hinblick auf effiziente Ausgestaltungsmöglichkeiten von Energieangebot oder Energiebedarfsdeckung verfügen, Defizite im Ausbildungsstand

vorliegen, Finanzierungsengpässe auftreten oder die Kapitalbeschaffungsmöglichkeiten begrenzt sind. Ferner gilt dies auch, wenn institutionelle Restriktionen (Mieter-Vermieter-Dilemma, Denkmalschutz) zu verzeichnen sind, die Machtverteilung auf einzelnen Märkten die Durchsetzung bestimmter für richtig erkannter Vorgehensweisen behindert oder individuelle Risikoerwartungen oder Liquiditätspräferenzen nicht mit gesamtwirtschaftlichen übereinstimmen.

Im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Energieversorgung werden externe Effekte aus den Konsequenzen abgeleitet, die bei einer Fortsetzung der derzeitigen Energieverbrauchstrends aus einer Gefährdung des Klimas sowie einer Übernutzung der verfügbaren Ressourcen für zukünftige Generationen und für die bislang unterprivilegierten Schwellen- und Entwicklungsländer resultieren könnten. Das Vorliegen positiver externer Effekte wird dabei häufig als weniger gravierend erachtet. Dies scheint eine unzulässige Verkürzung : positive externe Effekte verdienen grundsätzlich ein ebenso starkes staatliches Engagement wie negative.

Da Aussagen über gegebenenfalls vorliegende externe Effekte immer auch Aussagen über komplexe, nicht immer im Detail verstandene Ursache-Wirkungs-Beziehungen bedingen und sie in vielen Fällen zukunftsbezogen sind, verbleiben Ungewissheiten über Charakter und Größenordnung und Bedeutung dieser Effekte. Hierzu zählen unter anderem die nationale wie internationale Entwicklung von Energieangebot und -nachfrage, die Verbraucherpräferenzen, der technische Fortschritt, die Adaptationsfähigkeit biologischer, physischer oder gesellschaftlicher Systeme. Gleichzeitig können jedoch auch – möglicherweise – beträchtliche Risiken (hohes Schadensausmaß bei noch so geringen Wahrscheinlichkeiten) nicht ausgeschlossen werden. Daher muss dem Vorsorgeprinzip entsprochen werden, das eine Abwägung der damit verbundenen Implikationen, Kosten, Zielverzicht und Drittwirkungen voraussetzt. So unverzichtbar eine Internalisierung externer Effekte ist, um den Markt erst in die Lage zu versetzen, die in ihn gesetzten Erwartungen zu erfüllen, so notwendig ist gleichzeitig eine explizite Begründung hierauf abstellender staatlicher Eingriffe. Dies gilt sowohl der Größenordnung nach als auch im Hinblick auf die jeweils konkret ergriffenen Maßnahmen.

Dabei kann das Auftreten von externen Effekten auf unterschiedlichste Faktoren zurückgeführt werden:

- Eigentumsrechte fehlen, so dass Beeinträchtigte Belastungen empfinden, die aus privaten oder gewerblichen Aktivitäten anderer resultieren. Diese sind eindeutig zuzuordnen. Allerdings sind sie in der Regel nicht erfolgreich - etwa vor Gericht – gegenüber den Verursachern durchsetzen. Dies gilt nicht zuletzt für den

internationalen Bereich und die von ungleicher Machtverteilung gekennzeichneten Verhältnisse zwischen Staaten und Staatengruppen wie zwischen Entwicklungsländern und industrialisierter Welt.

- Ähnliches gilt, wenn mit bestimmten Aktivitäten eine Begünstigung Dritter verbunden ist, ohne dass diese gegenüber dem Begünstigten erfolgreich geltend gemacht werden kann. Dies ist insbesondere bei öffentlichen Gütern mit Nichtrivalität des Konsums und Versagen des Ausschlussprinzips gegeben.
- Diejenigen, die erst in Zukunft betroffen sein werden, können ihre Interessen nicht gegenüber heute agierenden Verursachern durchsetzen. Auf der anderen Seite können naturgemäß auch gegenüber erst zukünftig Begünstigten von heute Betroffenen keine Ansprüche geltend gemacht werden.
- Verursachungen oder auch Beeinträchtigungen bzw. Begünstigungen können nicht eindeutig nachgewiesen werden. Dies gilt nicht zuletzt für langfristige Wirkungszusammenhänge oder Synergieeffekte.
- Die Belastung des einzelnen wird – wie bei Gesundheitsschäden – durch die Solidaritätsgemeinschaft der Versicherten „sozialisiert“.

Nach der Erfassung der externen Effekte müssen diese quantifiziert und monetarisiert sowie schließlich internalisiert werden. Hierfür bieten sich unterschiedliche Wege, aber auch unterschiedliche Instrumente an.

Dies betrifft zum einen die Entscheidung für mehr oder weniger als geeignet anzusehende Strategien, zum anderen jedoch auch die Entscheidung für den Einsatz als geeignet anzusehender Instrumente. Diese sind unter Berücksichtigung der nach wie vor bestehenden Ungewissheiten nach Maßgabe ihres Zielbeitrags (Effektivität), ihrer Effizienz sowie der mit ihnen eventuell verknüpften Trade Offs zu bewerten. Grundsätzlich wird für eine marktkonforme, global wirkende und international eingebettete sowie flexible wie reversible und umfassend angelegte Vorgehensweise plädiert, die sich nicht auf den Energiebereich beschränkt und die Reduktion sämtlicher Treibhausgase ebenso einbezieht wie die Erschließung von Senken, die Erhöhung der Adaptationsfähigkeit sowie die Möglichkeit zur Kompensation von Schäden.

Im Umkehrschluss bedeutet dies aber auch, dass durch eine volle Internalisierung externer Effekte und durch den Abbau von Hemmnissen prinzipiell die Gefahr eines Marktversagens ausgeschlossen werden könnte. Es wäre sichergestellt, dass der Marktmechanismus bestmöglich die angestrebten Ziele nachhaltiger Energieversorgung realisiert.

Hat der Staat erst einmal die externen Effekte internalisiert und dem Marktmechanismus entgegenstehende Hemmnisse beseitigt, sind weitere staatliche Interventionen nicht mehr zu rechtfertigen. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass der Gefahr von Marktversagen auch die Gefahr von Bürokratie- und Politikversagen gegenübersteht. Dies gilt insbesondere, weil der Hinweis auf das Vorliegen von externen Effekten auch zur Begründung aller möglichen Eingriffe missbraucht werden kann. Politikversagen liegt jedoch auch dann vor, wenn der Staat versäumt, externe Effekte verursachungsgerecht zu internalisieren und Hemmnisse zu beseitigen.

Demzufolge ist festzuhalten, dass im Rahmen von Nachhaltigkeitsstrategien zunächst eine möglichst weitgehende Internalisierung etwaiger externer Effekte im Sinne einer Inwertsetzung der Ressource Umwelt und Natur angestrebt werden muss.

So unbestritten diese Forderung ist, so schwierig erweist sie sich in der Praxis bzw. bei der Umsetzung. Internalisierung setzt nämlich voraus, dass externe Effekte nicht nur identifiziert, quantifiziert und monetarisiert, sondern auch – und zwar explizit unter Würdigung der mit einer Internalisierung in Kauf zu nehmenden Trade Offs – bewertet werden müssen. Daher muss zunächst eine Erfassung, Quantifizierung und Monetarisierung der mit der Energieversorgung oder verschiedenen Energieversorgungskonzepten einhergehenden externen Effekte erfolgen, auch wenn sich dies angesichts der immer noch begrenzten Möglichkeiten der Erfassung vor allem von Synergie- und Langfristwirkungen auf der einen Seite sowie der Adaptationsmöglichkeiten physischer, biologischer und gesellschaftlicher Systeme auf der anderen als noch so schwierig erweisen mag.

Zum Fragenkomplex „externe Effekte“ sind in den vergangenen Jahrzehnten eine ganze Reihe von Arbeiten vorgelegt worden. Die Ergebnisse unterscheiden sich zum Teil beträchtlich, was zum einen darauf zurückzuführen ist, dass zwischenzeitlich durch bestimmte energie- und umweltpolitische Maßnahmen (z.B. Rauchgasentschwefelung und –entstickung im Kraftwerksbereich oder drastische Reduzierung der Schwermetallemissionen im Mineralölbereich) ein Teil der zu verzeichnenden externen Effekte internalisiert wurde. Zum anderen unterscheiden sich die Arbeiten auch in der jeweiligen Tiefe der Analyse, vor allem aber in den zum Teil völlig unterschiedlichen zugrundegelegten Bewertungskriterien. Dies gilt nicht zuletzt für die Erfassung der von einem Betrieb von Kernkraftwerken tatsächlich oder vermeintlich ausgehenden Gefährdungstatbestände, in denen ohne jeden Zweifel auch ideologische Grundsatzpositionen zum Ausdruck kommen. Unter sämtlichen bislang zu dieser Fragestellung durchgeführten Untersuchungen überzeugen die von ExternE vorgelegten Ergebnisse (vgl. Tabellen 8 und 9 in Kapitel 5) aufgrund ihrer Neutralität und werden daher der weiteren Betrachtung zugrundegelegt. Dies schließt jedoch nicht aus,

dass mit fortschreitendem Kenntnisstand die Basis von Internalisierungsstrategien immer wieder zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen ist.

Schließlich müssen die so ermittelten externen Effekte zu internalisiert werden. Hierfür bieten sich unterschiedliche – oben beispielhaft aufgeführte - Handlungsschwerpunkte und innerhalb dieser Schwerpunkte unterschiedliche Instrumente an.

So plausibel es auf den ersten Blick erscheinen mag, bestimmte Handlungsschwerpunkte, Technologien oder Instrumente bei der Lösung der anstehenden Aufgabe zu bevorzugen, so wenig kann darauf verzichtet werden, diese einer unvoreingenommenen Analyse und einem vorurteilsfreien Vergleich zu unterwerfen. Nur so ist dem Anspruch an eine rationale, kompromisslos an den vorgegebenen Zielen orientierten Strategie nachhaltiger Energieversorgung gerecht zu werden. Die mit dem Einsatz bestimmter Instrumente verbundenen Implikationen in Form von Kosten, Zielverzichten und gegebenenfalls Beeinträchtigungen sonstiger wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Ziele sind explizit in eine vergleichende Bewertung mit einzubeziehen. Es folgt die Identifizierung, Bewertung und gegebenenfalls Eliminierung eventuell vorliegender Hemmnisse für eine vollständige Entfaltung der Marktkräfte. Vor dem Einsatz entsprechender Maßnahmen bzw. vor der Wahl und Konzipierung bestimmter Instrumente ist deren explizite Rechtfertigung erforderlich.

#### **6.4 Instrumente im Vergleich**

Grundsätzlich kommt sowohl für die Internalisierung externer Effekte als auch für die Beseitigung von Hemmnissen eine breite Palette von Instrumenten – bezogen auf bestimmte Maßnahmen - in Frage. Diese sind vorab jeweils sorgfältig zu analysieren, in ihrer zukünftigen Wirkung zu simulieren und in einer Kosten-/Nutzen-Betrachtung im Vergleich zu bewerten.

Hierfür sind geeignete Bewertungskriterien erforderlich. Dazu zählen vor allem:

- Effektivität (d.h. mit welchem Zielerreichungsgrad bei Einsatz bestimmter Instrumente gerechnet werden kann, in welchem Ausmaß sich diese Effekte gegebenenfalls im Zeitablauf entfalten aber auch welche Ungewissheiten im Hinblick auf die Ausnutzung von Umgehungs- und Verlagerungsmöglichkeiten möglicherweise verbleiben und inwieweit dem Gesichtspunkt der Verursachergerechtigkeit entsprochen wird);
- Flexibilität und Reversibilität (d.h. welche Möglichkeiten einzelne Instrumente eröffnen, gegebenenfalls auch kurzfristig auf gravierende Änderungen des relevanten



Umfeldes regieren und – zunächst für richtig angesehene – Weichenstellungen korrigieren zu können);

- Effizienz (d.h. welche Kosten-/Nutzenrelationen oder auch Nutzwertrelationen mit dem Einsatz bestimmter Instrumente verbunden sind, und zwar unter Berücksichtigung gegebenenfalls in Kauf zu nehmender Transaktionskosten, des regulatorischen, des administrativen und des Kontrollaufwands, privater Zielverzichtes oder der Notwendigkeit zur Inanspruchnahme öffentlicher Haushalte);
- dynamische Anreizwirkung (d.h. welche Incentives bzw. Disincentives vom Instrumenteneinsatz möglicherweise z.B. im Hinblick auf die Forcierung des energie- und umwelttechnischen Fortschritts ausgehen);
- Trade Offs (welche Nebenwirkungen hiermit gegebenenfalls einhergehen, wie z.B. die Unterstützung/Beeinträchtigung der Realisierung sonstiger wirtschafts- und gesellschaftlicher Ziele wie Wachstum, Beschäftigung, Verteilung oder auch in Kauf zu nehmende Beeinträchtigungen des gesamten marktwirtschaftlichen Systems (z.B. durch drastische Steigerung der Staatsquote oder durch die Belastung des Haushalts), der nationalen Rechtsordnung oder einschlägiger EU-Bestimmungen);
- Hinzu kommen ergänzende Kriterien wie Transparenz, Vorhersehbarkeit und Verlässlichkeit, Akzeptanz und Durchsetzbarkeit.

Auch auf Basis dieser Kriterien setzt eine abschließende Bewertung voraus, dass die einzelnen infrage kommenden Maßnahmen und Instrumente hinreichend konkretisiert werden (können), da die von ihrem Einsatz ausgehenden gewünschten oder auch unerwünschten Wirkungen nicht zuletzt auch von deren konkreter Ausgestaltung abhängen.

Grundsätzlich können Instrumentengruppen wie Steuern oder handelbare Zertifikate gegenüber ordnungsrechtlichen Auflagen in ihren Wirkungsmechanismen analysiert werden. Für eine Erfassung der Wirkung im Einzelnen ist es aber notwendig, spezifischer z.B. Emissionssteuern, und hierunter wiederum eine CO<sub>2</sub>-Steuer oder eine Treibhausgas (THG)-Steuer mit deren konkreter Ausgestaltung (nach Besteuerungsgegenstand, Steuersätzen und gegebenenfalls deren Entwicklung, der Mittelverwendung, Fristen, Ausnahmeregelungen, Kontroll- und Sanktionsmechanismen u.a.) in den Blick zu nehmen und sie z.B. mit spezifischen Formen und Ausgestaltungsvarianten von Systemen handelbarer Zertifikate zu vergleichen.

Darüber hinaus müssen für eine explizite Erfassung der Instrumentenwirkungen grundsätzlich auch die Bedingungen definiert werden, unter denen die einzelnen Instrumente

jeweils zum Einsatz kommen sollen. Denn hiervon werden ebenfalls die von ihnen ausgelösten Effekte nachhaltig beeinflusst. (Wichtig scheint in diesem Zusammenhang z.B., ob eine spezielle Emissionssteuer zusätzlich zum vorhandenen System von Steuern, ordnungsrechtlichen Auflagen oder Selbstverpflichtungen eingeführt oder diese möglicherweise ersetzt, ob sie national isoliert oder z.B. europaweit abgestimmt eingeführt werden soll, welche Optionen eröffnet oder ausgeschlossen werden u.a.m.) Dabei gilt es, sich von vorneherein der Grenzen einer exakten Erfassung der vom Einsatz bestimmter Instrumente ausgehenden Folgen bewusst zu sein.

Dies lässt sich anschaulich am Beispiel Steuer verdeutlichen: Hierbei ist nämlich nicht nur zu berücksichtigen, ob bzw. wie oder inwieweit eine bestimmte Steuer (im Preis) überwältzt oder auch zurückgewälzt wird, sondern auch, ob und wie stark der Verbraucher auf bestimmte steuerinduzierte Preissteigerungen reagiert. Dies hängt nicht nur von der individuellen Belastung und den Ausweichmöglichkeiten des einzelnen ab, sondern unter anderem auch von den jeweiligen Präferenzen. Ähnliche Vorbehalte gelten hinsichtlich einer exakten Erfassbarkeit der von der Einführung einer solchen Steuer ausgehenden Trade Offs, d.h. unerwünschter Drittwirkungen auf andere Ziele wie Beschäftigung, Wettbewerbsfähigkeit oder Verteilung.

Dieses Problem stellt sich mit besonderer Dringlichkeit, wenn es gemäß dem Drei-Säulen-Modell darum geht, bei der Verfolgung der Nachhaltigkeitsziele gleichrangig ökologische, ökonomische und soziale Aspekte zu berücksichtigen, da mit großer Wahrscheinlichkeit Zielkonflikte ausgetragen werden müssen. Bereits die Umsetzung der Forderung, das bestehende System von Vorschriften, Gesetzen und Verordnungen im Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte zu durchforsten und gegebenenfalls zu ändern ist problematisch, weil jede nennenswerte Änderung Drittwirkungen auslösen wird, die jedoch schwer abzuschätzen und zu beurteilen sind. Zielkonflikte - auch gravierenden Ausmaßes - werden sich nicht vermeiden lassen, wenn – auch nach Internalisierung der externen Effekte und Hemmnisabbau - das Potenzial an „No-regret“-Optionen ausgeschöpft sein sollte, das (netto) ohne Inkaufnahme von zusätzlichen Kosten realisiert werden kann. Das einzige für diese Fälle akzeptable Lösungsverfahren besteht darin, die Zielkonflikte öffentlich, unvoreingenommen und fair sowie unter Offenlegung der im einzelnen unterstellten Annahmen und Bewertungskriterien auszutragen und sodann demokratisch zu entscheiden.

Vor diesem Hintergrund kann es nicht Aufgabe sein, im Rahmen der Arbeit einer Enquete-Kommission in eine vertiefte Erörterung oder gar Bewertung des ganzen Spektrums oder einer Auswahl bereits heute eingesetzter Instrumente einzutreten. Eine solche Vorgehensweise würde viel zu stark von den aktuell gültigen Ausgestaltungsvarianten, Einsatzbedingungen, Wirkungsmechanismen oder Bewertungsproblemen bestimmt, so dass

eine unvoreingenommene Auseinandersetzung mit dem Spektrum grundsätzlich offen stehender Instrumentenalternativen notgedrungen leiden müsste. Inakzeptabel erschiene jedoch auch, auf eine Instrumentendiskussion gänzlich zu verzichten und diese als im einzelnen noch zu lösende Aufgabe zukünftigen Regierungen zu überlassen. Entscheidend ist, dass eine unvoreingenommene Bewertung der einzelnen infrage kommenden Instrumente erfolgen muss und vor der konkreten Umsetzung des am besten geeigneten Instrumentariums die zu erwartenden Wirkungen bewertet werden müssen. Gegebenenfalls zu verzeichnende Kosten und Zielverzicht (auch im Sinne von Drittwirkungen) müssen dementsprechend den erhofften Zielbeiträgen für eine nachhaltige Energieversorgung gegenübergestellt werden. Dies kann – muss aber nicht – durchaus auch zu einer Neuformulierung der zunächst angestrebten Teilziele im Rahmen einer Konzeption nachhaltiger Energieversorgung führen.

Daher scheint eine Komplexitätsreduktion, ein bewusster Verzicht auf Aktualität wie Vollständigkeit, aber auch eine Konzentration auf besonders aussichtsreich erscheinende Instrumententypen unumgänglich.

Bereits eine grobe Prüfung führt zu dem Ergebnis, dass bestimmte Instrumente, wie z.B. Information und Beratung oder „moral suasion“, schon unter Effektivitätsgesichtspunkten für eine Internalisierung externer Effekte allenfalls ergänzenden Charakter besitzen und daher als weniger relevant einzustufen sind. Gleichzeitig ist es weitgehend aussichtslos, das ganze Ausmaß externer Effekte erfolgreich, effektiv, effizient und mit einem Minimum an unerwünschten Drittwirkungen zu internalisieren, ohne Rückgriff auf global, d.h. über die ganze Breite wirkende und nicht zwischen einzelnen Sektoren, Energieträgern oder Technologien differenzierende Instrumente zu nehmen. Ein international abgestimmtes Vorgehen ist daher zwingend.

Global wirkende Maßnahmen können auch keinesfalls durch sektorspezifische Maßnahmen ersetzt werden, die zwar maßgeschneidert auf konkrete Bedingungen angepasst werden können, aber immer Probleme der Willkür, der Diskriminierung und damit der Akzeptanz und Durchsetzbarkeit sowie der mangelnden Effizienz und unübersehbarer negativer Trade Offs gegenüber global wirkenden Maßnahmen aufwerfen. Der Schwerpunkt sektorspezifischer Eingriffe sollte demgemäß im Bereich Hemmnisabbau liegen.

Innerhalb der Kategorie global wirkender Maßnahmen ist zwischen einer Reihe von Alternativen zu entscheiden:

Mittels ordnungsrechtlicher Maßnahmen, z.B. vorab definierter Standards ist es möglich, von vorneherein dem Entstehen externer Effekte in gewünschtem Maße entgegenzuwirken oder auch nachträglich durch ordnungsrechtliche Auflagen entstandene externe Effekte zu

korrigieren. Daneben besteht die Möglichkeit, die von bestimmten Produktions- wie Konsumtionsprozessen ausgelösten externen Kosten durch einen – den unerwünschten Ressourcenverzehr verteuern den - Einsatz von Steuern oder Abgaben oder durch die Reduzierung von - den Ressourceneinsatz belohnenden und der Verschwendung Vorschub leistenden - Subventionen zu erfassen und sie explizit in das Entscheidungskalkül der Wirtschaftssubjekte zu transportieren.

Dasselbe gilt für die Einführung eines Systems handelbarer Zertifikate: Durch die Ausgabe (Verteilung, Versteigerung, Verkauf) von Zertifikaten kann den Marktteilnehmern die Knappheit einer Inanspruchnahme von Ressourcen verdeutlicht werden, indem über den Handel ein Preis generiert wird, der unmittelbar in die Verbrauchs- und/oder Investitions- bzw. Desinvestitionsentscheidungen der Wirtschaftssubjekte eingeht.

Schließlich bietet es sich an, freiwillige Selbstverpflichtungen – auch in Kombination mit den flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls - explizit in den Dienst der Lösung von Internalisierungsaufgaben zu stellen.

#### **6.4.1 Ordnungsrecht**

Ordnungsrechtliche Eingriffe können als global wirkende Maßnahmen auf vielfältige Weise – z.B. als Gebote oder Verbote, als Standards oder als mengenmäßige Verpflichtungen bzw. Quoten usw. - konzipiert werden, obwohl ihr bevorzugter Einsatz im Bereich sektorspezifischer Maßnahmen liegt.

Als global wirkendes Instrument soll die Wirkung derartiger Eingriffe beispielhaft anhand von Auflagen zur Reduzierung des Energieeinsatzes oder des Ausstoßes von CO<sub>2</sub> bei Neuanlagen auf ein vorgegebenes Niveau (etwa in Form einer Wirkungsgradvorgabe) oder mit einer bestimmten Übergangszeit auch bei Altanlagen demonstriert werden. Derartige Maßnahmen wirken scheinbar als vergleichsweise effektiv (im Sinne der Zielerreichung):

Der Staat setzt anlagenbezogen ein bestimmtes Mengenziel. Dies stellt ein Datum für die gewerblichen und die privaten Verbraucher dar. Jedoch kommt es nicht nur auf die Einhaltung dieser Vorgaben an, sondern auch auf die Ausgestaltung derartiger Auflagen. Sofern sich das Mengenziel am Stand der Technik orientiert, besteht für den Investor (oder Käufer von Aggregaten) grundsätzlich die Möglichkeit, sich hierfür bei einer Neuanschaffung zu entscheiden (aber auch erst dann, s.u.) oder die Produktion bzw. den Konsum aufzugeben bzw. einzuschränken (oder aber auch lediglich zu verlagern, s.u. ). Es besteht aber auch ein Anreiz, die Neuinvestition hinauszuschieben und - selbst im Zeitablauf

alterungsbedingt steigende - Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen solange in Kauf zu nehmen, wie sich dies rechnet oder bis der Staat den Weiterbetrieb einer Altanlage unterbindet. Dies reduziert zwangsläufig einen frühen Erfolg solcher Maßnahmen im Sinne der Zielsetzung. Insbesondere für gewerbliche Verbraucher besteht die Möglichkeit, den Verbrauch in Länder mit weniger rigiden Zielsetzungen zu verlagern. Durch ein solches Vorgehen wird jedoch die erwünschte Zielsetzung im globalen Maßstab nicht erreicht. Im Gegenteil kann sogar insgesamt eine Verschlechterung eintreten, wenn die in diesen Ländern gültigen Maßstäbe noch niedriger sind als sie vor Einführung des neuen Mengenziels im Ursprungsland bereits realisiert waren. Die zuletzt angeführten Überlegungen gelten insbesondere, wenn die Mengenziele so rigide gesetzt werden, dass sie mit der verfügbaren Technik überhaupt nicht oder nur unter Inkaufnahme nicht akzeptabler (etwa im Hinblick auf die Konkurrenzsituation auf dem Weltmarkt oder gegenüber Importen) Kosten erfüllt werden können und/oder die Preiselastizität der Nachfrage so niedrig eingeschätzt werden muss, dass sogar Sanktionsmechanismen in Form drastischer Bußgelder keine Verhaltensänderungen bewirken, sondern getragen oder überwältigt werden. Es zeigt sich also, dass auch ordnungsrechtliche Auflagen durchaus legal umgangen werden können. Ob eine funktionierende Kontrolle bei Einführung derart umfassender Maßnahmen überhaupt realisiert und durch wirkungsvolle Sanktionsmechanismen unterstützt werden kann, ist fraglich. Sofern nachjustiert werden muss, ist die Vorhersehbarkeit und Verlässlichkeit der Maßnahmen für den Betroffenen nicht mehr gegeben. Wenn die Auflagen auf bereits realisierten Techniken aufbauen und die Mengenziele zusätzlich formuliert werden (Reduzierung um x-Prozent in y-Zeit ohne Berücksichtigung der Vorleistungen), hat dies zur Folge, dass bereits in der Vergangenheit im Nachhaltigkeitssinne ergriffene Maßnahmen bestraft werden. Hierdurch ist das angestrebte Ziel möglicherweise nicht durch einen Wechsel des Aggregates, vielleicht durch aufwendige Änderung des Verfahrens oder - falls dies angesichts der sich hieraus ergebenden technischen und wirtschaftlichen Probleme ebenfalls nicht möglich erscheint -, sondern nur durch Desinvestition oder Verbrauchseinschränkungen zu erfüllen. Damit sind unmittelbar gesamtwirtschaftliche Ziele wie Wachstum und Beschäftigung, aber auch Grundprinzipien jedes marktwirtschaftlichen Systems, nämlich die Konsumentensouveränität, tangiert.

Unter Effizienzgesichtspunkten schneiden ordnungsrechtliche Maßnahmen vergleichsweise ungünstig ab, auch wenn der mit der Realisierung höherer Wirkungsgrade verbundene Minderverbrauch an Energie dem Emittenten ebenfalls zugute kommt. Dieses kritische Urteil ergibt sich daraus, dass zwischen einzelnen Verbrauchern bzw. Anlagen nicht hinreichend differenziert wird und daher z.B. Ressourcenschonungs- oder Klimaschutzziele nicht vorzugsweise oder ausschließlich an den Stellen realisiert werden, wo dies zu den jeweils

niedrigsten Kosten möglich ist. Bei anlagenbezogenen Auflagen ist keinerlei Optimierung möglich, da Kompensationen innerhalb eines Anlagenparks, zwischen einzelnen Sektoren bzw. Wirtschaftssubjekten und auf internationaler Ebene ausscheiden. Der Marktmechanismus kommt nicht zum Zug.

Auflagen stellen daher die prinzipiell teuerste Lösung unter allen global wirkenden Maßnahmen dar. Die Alternative, hinsichtlich der Auflagen zwischen einzelnen Verbrauchskategorien oder Anlagentypen zu differenzieren, würde jede Bürokratie überfordern und im übrigen der Diskriminierung und Willkür Tür und Tor öffnen. Hieraus abgeleitet wären mangelnde Akzeptanz und Durchsetzbarkeit sowie Versuche zur Umgehung nahezu zwangsläufig die Folge. Auch bei Verlagerung wirtschaftlicher Aktivitäten werden voraussichtlich Zusatzkosten für die Unternehmen anfallen, ohne dass dem ein klimapolitischer Nutzen gegenübersteht. Darüber hinaus sind derartige Auflagen im Hinblick auf den technischen Fortschritt kontraproduktiv, da dynamische Anreizwirkungen zur Entwicklung oder frühzeitigen Einführung neuer Techniken fehlen.

Ordnungsrechtliche Maßnahmen schneiden hinsichtlich der Trade Offs ebenfalls vergleichsweise ungünstig ab. Dies gilt zunächst für den zu unterstellenden Kontroll- und Sanktionsaufwand. Wesentlich bedeutsamer jedoch sind die zu erwartenden negativen Wettbewerbswirkungen. Da kaum erwartet werden kann, dass im Hinblick auf ordnungsrechtliche Auflagen eine Abstimmung zumindest mit den wichtigsten Handelspartnern der Bundesrepublik Deutschland erfolgen wird, wirken die mit einer Erfüllung der Auflagen verbundenen Maßnahmen kostensteigernd und wettbewerbsverzerrend zulasten des Industriestandorts Deutschland. Eine mögliche Verlagerung der Produktion kostet Arbeitsplätze, ohne einen Beitrag zur Lösung der angestrebten Ziele zu leisten. Im konsumtiven Bereich wird die zur Verfügung stehende Kaufkraft gebunden, was ebenfalls in negative Richtung wirkt. Akzeptanz und Durchsetzbarkeit einer solchen Maßnahme sind minimal. Dem Investor fehlt jede Perspektive. Die betriebswirtschaftlichen Risiken sind nur dann kalkulierbar, wenn mit der Investition Bestandsschutz gewährt werden kann, was aufgrund der in Zukunft stark steigenden Ansprüchen eher unrealistisch ist.

Damit erweisen sich generell ansetzende ordnungsrechtliche Auflagen im Ergebnis als kostspielig und sind mit erheblichen negativen Trade Offs verbunden. Sie sind starr, konterkarieren den technischen Fortschritt und können kaum als reversibel angesehen werden. Die Akzeptanz- und Durchsetzungsprobleme sind beträchtlich. Dennoch scheiden auch ordnungsrechtliche Eingriffe nicht von vorneherein aus der Instrumentendiskussion zur Sicherung nachhaltiger Energieversorgung aus. Sie werden aber im wesentlichen in den Bereichen Eingang finden können, in denen andere Instrumente – wie z.B. Steuern - sich als

politisch nicht durchsetzbar erweisen, Subventionen nicht finanzierbar sind oder handelbare Zertifikate für nicht praktikabel erachtet werden (so z.B. im Haushalts- und Kleinverbrauchs- und im Verkehrsbereich).

#### **6.4.2 Steuern**

Auch der Einsatz des steuerlichen Instrumentariums zählt zu den Maßnahmen zur Erreichung energie- und umweltpolitischer Ziele. Zwar stehen prinzipiell fiskalische Zielsetzungen bei jeder Steuer im Vordergrund, jedoch haben gleichzeitig verfolgte Lenkungseffekte eine lange Tradition. Dabei geht man davon aus, dass die Steuererhebungen zu einer Verteuerung von Gütern und/oder Dienstleistungen führt, dadurch die Nachfrage sinkt und damit über den Marktmechanismus die angestrebte Zielsetzung erreicht wird. Der Verbraucher – über den Preis mit den Konsequenzen seiner Ressourcennutzung oder Umweltinanspruchnahme konfrontiert - entscheidet individuell, ob er sein Verhalten ändern oder den höheren Preis zahlen will.

Um als global wirkendes Instrument eingesetzt werden zu können, muss die Steuer entsprechend ausgestaltet sein. In den bei weitem meisten Fällen finden steuerliche Ansätze im Rahmen sektorspezifischer Maßnahmen Eingang, wenn sie z.B. wie die Mineralölsteuer auf einzelne Energieträger bezogen sind, nur bestimmte Verfahren wie die Stromerzeugung auf Basis fossiler Energieträger und die Kernenergie erfassen oder nur bestimmte Verbraucher besteuern.

Dies wird besonders deutlich bei der sogenannten „Öko-Steuer“, die einen bestimmten Bereich (den gewerblichen Bereich) ausgeklammert. Ihr Beitrag zum behaupteten Lenkungseffekt im Sinne eines Minderverbrauchs an Energie und einer damit einhergehenden tendenziellen Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist mehr als zweifelhaft, da Strom auf Basis von Kernenergie in die Bemessungsgrundlageeinbezogen wird, in besonderem Maße CO<sub>2</sub>-emittierende Energieträger wie Kohle bei gleichzeitiger Diskriminierung der Kohlenwasserstoffe ausgeklammert werden, vor allem aber weitreichende Ausnahmebestimmungen für gewerbliche Stromverbraucher festgelegt worden sind. Sie degeneriert zu einer Einnahmequelle zur Entlastung des Rentenversicherungsbudgets. Dabei ist nicht einmal sicher, ob diese Entlastung nicht Spielraum für zusätzliche Lohnkostensteigerungen an anderer Stelle eröffnet.

Als generell wirkende Maßnahme zur Internalisierung z.B. klimapolitischer Effekte müsste die Steuer im Sinne einer Emissionssteuer auf Treibhausgase ausgelegt werden, die sämtliche energetischen Umsetzungsprozesse, aber auch sonstige Emittenten wie die Intensivtierhaltung, die Düngung sowie relevante industrielle Prozesse einbezieht. Sofern die Erfassung des Verbrauchs von Energieressourcen beabsichtigt ist, wird eine Steuer dem Anspruch als global wirkendes Instrument nur gerecht, wenn die Gesamtheit aller Verbraucher nichtdiskriminierend erfasst wird und gleichzeitig die Steuersätze die Knappheit der einzelnen Energieträger widerspiegeln.

Unter Effektivitätsgesichtspunkten spricht für die Steuer, dass entsprechend dem Verursacherprinzip ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der von einer bestimmten Aktivität ausgelösten Wirkung und dem Instrument hergestellt werden kann. Jedoch leidet jede Steuererhebung darunter, dass zwar die Steuersätze vorab festgelegt werden können, gleichzeitig aber wegen der weitgehend unbekanntem – und sehr stark von den jeweiligen Umfeldbedingungen abhängigen – Überwälzungsprozesse sowie der nicht im einzelnen bekannten Preiselastizität der Nachfrage eine genaue Aussage über den von einer bestimmten Steuerhöhe ausgelösten Mengeneffekt nicht möglich ist. Politisch vorgegebene quantitative Ziele erfordern daher einen Anpassungsprozess des „trial and error“, was der Vorhersehbarkeit und damit auch der Durchsetzbarkeit und Akzeptanz diametral entgegensteht. Hinzu kommt, dass der erwünschte Lenkungseffekt auch bei vollständiger Überwälzung der Steuer durch das tatsächliche Preisgeschehen auf dem Weltmarkt und/oder einen – wenn auch erzwungenen - Erlösverzicht der Produzenten (Steuerrückwälzung) ohne weiteres unterlaufen werden kann. Umgekehrt wird bei stark steigenden Weltmarktpreisen der Ruf nach Aussetzung einer bereits eingeführten Lenkungssteuer laut.

Hinsichtlich der Effizienz des steuerlichen Instrumentariums gilt, dass über die Preissteuerung des Marktmechanismus den individuellen Präferenzen Rechnung getragen wird. Jedoch werden der Wirtschaft Mittel entzogen, die sodann für Investitionen in neue Techniken nicht mehr zur Verfügung stehen. Ob diese Mittel über eine Umverteilung des Aufkommens wieder zur Verfügung gestellt werden, ist zumindest offen, würde aber gleichzeitig bedeuten, dass eine Steuer auch kontraproduktiv sein kann. Jede Verhaltensänderung zur Reduzierung der Steuerlast hat – von nicht ohne weiteres zu unterstellenden win/win-Situationen abgesehen - ihren Preis (dieser kann in reifen Volkswirtschaften mit hoher Ausschöpfung des technischen Fortschritts in Form von Kosten und/oder Zielverzichtem sehr hoch sein, denn die bislang unentgeltliche Nutzung wird ja gerade eingeschränkt). Dem gegenüber steht ein der Allgemeinheit zugute kommender Vorteil einer verbesserten Ressourcen- und Umweltsituation. Die genaue Fixierung eines



optimalen Steuersatzes (Kosten = Nutzen) ist kaum möglich. Gleichwohl ist eine Lenkungswirkung gegeben. Jeder Verbraucher kann entscheiden, die Steuer zu tragen oder anlagenbezogen zu reagieren oder von der Möglichkeit einer völligen Aufgabe des Verbrauchs Gebrauch zu machen. Damit kann die Steuerzahlung die insgesamt billigere Lösung für den Verbraucher im Vergleich zu der auflagenbezogenen Variante darstellen. Unter Transaktionskostengesichtspunkten schneiden steuerliche Lösungen ohnehin wesentlich günstiger ab als Auflagen, da die Steuererhebung durch die Finanzbehörde erfolgt.

Von entscheidender Bedeutung für die Beurteilung der erwarteten Kosten-/Nutzenrelationen unter Berücksichtigung der Trade Offs eines global wirkenden Besteuerungsregimes ist schließlich die Verwendung der Mittel bzw. die Rückvergütung mit dem Ziel der Senkung der Staatsquote. Hierbei kommt es aber nicht nur auf die Höhe, sondern auch auf die Art der Rückvergütung an. Dabei besteht ein besonderes Problem in der Tatsache, dass bei erfolgreicher Einführung einer solchen Steuer im ressourcen- und klimapolitischen Sinn das Aufkommen systematisch reduziert wird. Als Konsequenz zieht dies die Notwendigkeit nach sich, entweder entsprechende Flexibilität in das System der Rückvergütung einzubauen oder die Steuersätze im Zeitablauf tendenziell anzuheben. Dies jedoch geht zu Lasten der Vorhersehbarkeit und Verlässlichkeit. Wie schon der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Finanzen in seinem 1997 erstellten Gutachten festgestellt hat, zeigt sich die Finanzwissenschaft äußerst skeptisch, auch nur annähernd die allokativen sowie die beschäftigungs- und die verteilungspolitischen Wirkungen eines generellen ökologischen Umbaus des deutschen Steuersystems beurteilen zu können.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das steuerliche Instrumentarium – entsprechend ausgestaltet - eines der wenigen global wirkenden Instrumente ist, das dem Verursachungsprinzip Rechnung trägt und die Suchprozesse des Marktes zur Realisierung der angestrebten Ziele nutzt. Es verspricht eine vergleichsweise hohe Effizienz. Hinzu kommt, dass bei diesem Instrument auch auf niedrigem Niveau begonnen und in vorhersehbaren kleinen Schritten die Intensität des Eingriffs verstärkt werden kann. Wenn jedoch nicht ein zumindest die Industriestaaten umfassendes abgestimmtes Vorgehen unter Einbeziehung der heutigen Schwellenländer und unter Rückvergütung der mit den Steuern erhobenen Mittel erfolgt, birgt ein Besteuerungsregime mehr Probleme als Chancen. Dies gilt insbesondere bei inadäquater Ausgestaltung. Es verbleiben nicht nur Trade Offs von erheblicher Tragweite, sondern auch beträchtliche Risiken eines Fehlschlags bei möglicherweise hohen Kosten und Friktionsverlusten sowie – abgesehen von wenigen Teilssektoren – möglicherweise nur vergleichsweise niedrig zu veranschlagender Nutzen im Hinblick auf die Realisierung von Nachhaltigkeitszielen.

Entsprechend dem Votum des Finanzwissenschaftlichen Beirats besteht in hohem Maße Anlass, einen grundlegenden ökologisch orientierten Umbau des Steuersystems – und dies gilt ohne Einschränkung auch für eine ressourcen- wie klimapolitisch motivierte grundlegende Neuausrichtung des Steuersystems - mit Skepsis zu beurteilen. Die geringe Preiselastizität der Nachfrage bei Energie, die in der Belastung von Energieträgern wie Kraftstoffen und Elektrizität durch Steuern (Mineralölsteuer, Ökosteuer, Mehrwertsteuer) oder steuerähnliche Abgaben (Konzessionsabgabe, Umlage der Mehrkosten des EEG sowie der KWK, Bevorratungsbeitrag) zum Ausdruck kommt, sowie die vergleichsweise geringen Spielräume, die ein Ausstieg aus der Kernenergie für den Umstieg auf effiziente Alternativen belässt, lassen befürchten, dass bereits mittelfristig ein Steuervolumen in einer Größenordnung zu erheben und umzuverteilen ist, das in der Geschichte der modernen Finanzverfassung ohne Beispiel ist. Dabei wäre für weite Bereiche ein ressourcen- oder klimapolitischer Nutzen in hohem Maße ungewiss. In diesem Falle würde die Steuer zur reinen Finanzierungsquelle reduziert, die nach aller Erfahrung nur noch außerordentlich schwer wieder abgeschafft werden könnte.

Dennoch sollte auch das steuerliche Instrumentarium als eines der wenigen belastbaren und zugleich marktkonformen wirtschaftspolitischen Instrumente einer systematischen Prüfung und Bewertung unterzogen werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf Vergleiche mit handelbaren Zertifikaten oder mit einem erweiterten Selbstverpflichtungsmodell. Es ist durchaus vorstellbar, dass eine Steuer z.B. auf die Emission sonstiger Schadstoffe einen effektiven und effizienten Beitrag zur Internalisierung der hiermit verknüpften externen Effekte zu leisten vermag. Auch als Ergänzung zu sonstigen global wirkenden Instrumenten wie handelbaren Zertifikaten oder ein weiter unten zu skizzierendes System einer fortentwickelten Selbstverpflichtung, ist eine Steuer denkbar. Entscheidend ist hierbei, nicht zuletzt wie auch bei den übrigen Instrumenten, die konkrete Ausgestaltung und das Umfeld, innerhalb dessen ein solches Instrument zum Einsatz gelangt.

### **6.4.3 Sonderabgaben und Subventionen**

Ähnliche Überlegungen gelten prinzipiell auch für die Einführung global wirkender ressourcen- und klimapolitisch orientierter Sonderabgaben. Diese wirken prinzipiell wie Steuern. Ihr Aufkommen fließt jedoch nicht in den Haushalt, sondern in spezielle Fonds, aus denen eine gruppennützliche Verwendung der Mittel zu bestreiten ist. Hiervon verspricht man sich eine doppelte Hebelwirkung, da diese Rückvergütung durchaus im Sinne ressourcen- und klimapolitischer Ziele erfolgen kann. Andererseits kann die schwerwiegende Verletzung zentraler Haushaltsgrundsätze (Verbot der Zueckbindung von Einnahmen) nicht von der Hand gewiesen werden. Da die zweckdienliche Verwendung rückvergüteter Mittel

wie eine Subvention (s.u.) wirkt und einem eingehenden Beurteilungsprozedere unterworfen werden muss, ist mit einem hohen bürokratischen Aufwand zu rechnen, der Willkür, Umgehung, Missbrauch und Diskriminierung nicht ausschließen kann.

In diesem Kontext sind auch Subventionen (staatliche Zuschüsse und/oder Steuererleichterungen) als global wirkende Instrumente zu diskutieren. Hierbei wird nicht wie bei der Steuer der Ressourcenverbrauch oder die Inanspruchnahme der Atmosphäre für die Entsorgung von Reststoffen verteuert, sondern die Nichtinanspruchnahme staatlicherseits begünstigt. Damit wird dem Verursacherprinzip widersprochen und versucht, die von einer unterlassenen Internalisierung aufgeworfene Lücke zu schließen. Um als global wirkendes Instrument eingestuft werden zu können, müssen auch Subventionen breit angelegt sein und z.B. der Verzicht auf Emission von Treibhausgasen nach Maßgabe ihrer Klimarelevanz oder der Verzicht auf Einsatz von Ressourcen nach Maßgabe ihrer Knappheit mit einer Prämie bedacht werden. In diesem Falle hat jeder (potentielle) Emittent die Möglichkeit, selber zu entscheiden, ob er von dieser Gelegenheit Gebrauch machen möchte. Hierbei muss selbstverständlich offen bleiben, ob tatsächlich nur ein erwünschter Verfahrenswechsel als Ergebnis eintreten kann oder auch ein Anreiz besteht, die Produktion (oder den Konsum) einzuschränken, die Subvention einzukassieren und an anderer Stelle – ressourcen- wie klimabelastend - wieder neu zu beginnen. Dies entspricht dann einer Stilllegungsprämie, ohne dass der erhoffte Klimaentlastungseffekt erreicht wird. Ob dies durch die Verknüpfung entsprechender Subventionen mit Investitionen im Inland ohne die Gefahr einer Diskriminierung möglich ist, muss geprüft werden. In jedem Falle ungeklärt ist jedoch die Frage, woher diese Subventionen aufkommensmässig bestritten werden sollen. Realistisch betrachtet werden Subventionen daher nur im Einzelfall als sektorspezifische Maßnahme zeitlich befristet und degressiv ausgestaltet in Frage kommen können.

#### **6.4.4 Handelbare Zertifikate**

In jüngster Zeit rückt das Instrument handelbarer Zertifikate in den Blickpunkt der an global wirkenden Maßnahmen interessierten Öffentlichkeit. Dabei wird dieses Instrument in der Wissenschaft seit Jahrzehnten diskutiert und hat sich auch bereits auf dem US-Markt im Bereich des kaum vergleichbaren SO<sub>2</sub>-Handels bewährt. Seinen eigentlichen Durchbruch hat der Emissionshandel durch seine von den USA betriebene Aufnahme in den Katalog der sogenannten flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls gefunden, und zwar gleichberechtigt neben Clean Development Mechanism (CDM) und Joint Implementation (JI) (s.u.): Danach sollen Staaten (wobei diese die entsprechenden Rechte aber auch an Unternehmen delegieren können) ab dem Jahre 2008 die Möglichkeit besitzen, einen Teil

der international verbindlich zugesagten Emissionsminderungen durch den Zukauf von Emissionsrechten zu erfüllen, aber auch überschüssige Minderungen in Form von Zertifikaten zum Kauf anzubieten.

Eine nähere Analyse zeigt, dass einem unternehmensbezogenen Emissionshandel entscheidende Voraussetzungen fehlen (z.B. Geltungsbereich des Kyoto-Protokolls, Fehlen verbindlicher Erfassungs- bzw. Erfüllungskriterien, Probleme eines Abgleichs mit international gültigen Bilanzierungsregeln), um als global wirkendes Instrument zur Erfüllung der staatlicherseits verbindlich eingegangenen Minderungsverpflichtungen gelten zu können. Es kann jedoch kaum bestritten werden, dass dies eine interessante Möglichkeit darstellt, bereits frühzeitig in weltweit operierenden Konzernen Erfahrungen mit diesem Instrument zu sammeln.

Die diesbezügliche EU-Richtlinie ist in der Diskussion wenig hilfreich. Gegen sie werden gravierende Einwände vorgetragen. Das Instrument des Emissionshandels nimmt so insgesamt Schaden. Dies gilt insbesondere für folgende Aspekte: Beschränkung auf die Stromerzeugung und wenige ausgewählte energieintensive Branchen, dadurch bedingte Diskriminierung, Einbeziehung nur von CO<sub>2</sub>, Begrenzung nur auf den EU-Bereich, offene Probleme der Berücksichtigung von frühzeitig unternommenen Anstrengungen („Early Actions“) sowie der Ausgabe der Zertifikate, Ausschluss von Joint Implementation und CDM. Hinzu kommt eine einseitige Belastung der betroffenen Wirtschaftszweige mit der Gefahr der Standortverlagerung und nicht zuletzt der Gefährdung der Selbstverpflichtungen der deutschen Industrie. Mit der Möglichkeit, durch Teilnahme am Emissionshandel in günstigen Fällen Erlöse für nicht benötigte Zertifikate erzielen zu können, wird das System der Solidargemeinschaft unterlaufen, auf dem die Selbstverpflichtungen in entscheidendem Maße basieren. Vor diesem Hintergrund ist es unverständlich, dass auf europäischer Ebene ein mehr als problematisches, nicht ausgewogenes Konzept mit den Stimmen derjenigen Ländern beschlossen werden soll, die sich davon eindeutige Vorteile versprechen können. Die Bundesrepublik Deutschland hat im Rahmen des „burden sharing“ den bei weitem größten Teil der von der EU insgesamt eingegangenen Minderungsverpflichtung übernommen (nach den auf der Konferenz in Marrakesch vorgenommenen Modifikationen entspricht dies sogar mehr als 100%). Das Argument, die deutsche Industrie profitiere insgesamt von einem solchen Regime, ist nicht abschließend diskutiert.

Das System handelbarer Lizenzen ist höchst effektiv. Der Staat hat es in der Hand, über die Mengensteuerung der Ausgabe, des Verkaufs oder der Versteigerung und des Einzugs von Berechtigungsscheinen, im Zeitablauf ein angestrebtes ressourcen- und klimapolitisches Ziel durchzusetzen. Ressourcennutzung setzt in jedem Einzelfall die Verfügbarkeit über ein entsprechendes Zertifikat voraus. Der Staat kann es dem Markt überlassen, über den Handel

mit diesen Zertifikaten deren Preis, d.h. das Entgelt für das Recht zur Nutzung von Ressourcen und Umwelt, zu bestimmen. Ein unmittelbares Interesse an Einkünften des Staates wie bei der Steuerlösung liegt zwar zunächst nicht vor, kann allerdings durch einen Verkauf oder eine Versteigerung der Zertifikate durchaus entstehen und wird dann ähnlich gravierende Umverteilungsprobleme wie bei der Steuer und bei der Umverteilung des Steueraufkommens aufwerfen. Hohe Effektivität ist durch die Teilnahme prinzipiell sämtlicher Wirtschaftssubjekte in einer Volkswirtschaft, d. h. auch private Nutzer wie Haushalte oder PKW-Betreiber, auch über die Einschaltung von „principal agents“ gegeben. Letztere können die notwendigen Zertifikate vorhalten, wenn sie für die Belieferung von Endverbrauchern infrage kommen wollen. Dennoch weist auch dieses Instrument - wie bereits bei der Steuer festgestellt - unter Effektivitätsgesichtspunkten Schwächen auf. Vor allem bei hohen Zertifikatspreisen tritt eine Verlagerung von Ressourceninanspruchnahme in Länder ein, die nicht vom Handel betroffen sind. Bei lediglich regionaler Verlagerung ist keine Senkung der Inanspruchnahme von Ressourcen zu verzeichnen. Es kann sogar das Gegenteil eintreten, so dass das Instrument als Stilllegungs- oder Verlagerungsprämie wirkt.

Die hieraus resultierenden Probleme können tendenziell dadurch reduziert werden, dass in ein solches Emissionshandelssystem eine große Zahl relevanter Handelspartner, möglichst viele Industrie- und Schwellenländer einbezogen werden und der Geltungsbereich sogar zunehmend erweitert wird. Umgekehrt bedeutet dies, dass ein solches System, um effektiv zu sein, eine Mindestdimension aufweisen muss, weil ansonsten der zu erwartende Zertifikatspreis relativ hoch und die Verlagerungsgefahr – wegen der vergleichsweise niedrigen Verlagerungskosten – besonders hoch zu veranschlagen ist. Ein auf den nationalen Bereich begrenztes System scheidet vor diesem Hintergrund von vorneherein aus. Selbst eine europaweite Ausdehnung ist kaum ausreichend.

Unter Effizienzgesichtspunkten zeichnet sich das System handelbarer Zertifikate zunächst durch seine unbestreitbare alloкатive Eleganz aus: Über den Markt wird - im Geltungsbereich des Systems – die angestrebte Minderung des Ressourceneinsatzes an die Stelle gelenkt, an der dies zu den niedrigsten Kosten möglich ist. Ein vorgegebenes Reduktionsziel wird dadurch kostenminimal erreicht. Die Erlöse für die Veräußerung von Zertifikaten verbleiben im Wirtschaftskreislauf und stehen für zusätzliche Investitionen oder Konsum zur Verfügung. Umverteilungsprobleme entstehen nicht, solange der Staat davon absieht, Zertifikate zu versteigern oder im Zuge einer Verringerung der Zertifikate diese am Markt aufzukaufen. Auf dem Markt für Emissionsrechte bildet sich ein Gleichgewichtspreis, der sich exakt auf dem Niveau einpendelt, bei dem jede zusätzliche Nachfrage nach Emissionsrechten höhere Kosten verursacht als die Verringerung z.B. der Emissionen. Da mit steigenden Weltmarktpreisen für Energie das Ausmaß an wirtschaftlichen Vermeidungsstrategien steigt ,

können die Zertifikatpreise sogar eine Art Pufferfunktion übernehmen, ein eindeutiger Vorteil gegenüber Steuer- und Abgabenlösungen.

Die Effizienz des Emissionshandels ist jedoch an eine Reihe entscheidender Bedingungen geknüpft, selbst wenn man einmal von den spezifischen Problemen des Emissionshandels gemäß dem Kyoto-Protokoll absieht (Einführung erst ab 2008, Beschränkung auf die Annex B –Staaten - im wesentlichen die Industrieländer, Zentral- und Osteuropa sowie die frühere UdSSR -, Partner sind in erster Linie Staaten, Beschränkung des Handels auf die Differenz zwischen den zugeteilten Mengen und der zu erbringenden Minderungsverpflichtung). Hierzu zählt zum einen die Ausdehnung des Zertifikathandelsraumes sowie der einbezogenen Beteiligten, da hierdurch in entscheidendem Maße die Liquidität des Marktes und damit das zu erwartende Preisniveau für Zertifikate bestimmt werden. Zum anderen zählt aber auch die Frage der Erstaussgabe der Emissionsrechte, deren Basierung und Gültigkeitsdauer, die Größenordnung und die Verfahren für die jeweils ins Auge gefasste Absenkung. Dabei würde eine Versteigerung von Emissionsrechten gegenüber dem Grandfathering (Ausgabe von Erstlizenzen nach Maßgabe des Verbrauchs- oder Emissionsniveaus einer Referenzperiode) die – langfristig – besten Allokationswirkungen erzielen, aber Probleme der Umverteilung des Aufkommens aufwerfen. Andererseits werden Probleme der vorzeitigen Realisierung von Maßnahmen, der Bedienung von Newcomern oder eines wachstumsbedingten Mehrbedarfs vermieden. Völlig ungeklärt sind die Transaktionskosten, die für die Einrichtung und die Abwicklung eines solchen Emissionshandelssystems anzusetzen sind. Hierzu zählen nicht nur die Kosten für die laufende Kontrolle und Überwachung der einzelnen Zertifikateinhaber, sondern auch die Kosten für das noch zu entwickelnde Handelssystem, wie z.B. Bürokratiekosten. Eine völlig andere Frage ist jedoch, ob ein Vorteil eines zumindest europaweit etablierten Emissionshandelssystems nicht auch darin liegen kann, dass der Staat sich – wie im Kyoto-Protokoll als Regelfall vorgesehen – an einem internationalen Emissionshandel beteiligt, ohne auch im Inland ein solches System bereits kurzfristig verpflichtend einzuführen. Hierdurch besteht gegebenenfalls die Möglichkeit, vergleichsweise günstig Zertifikate auf dem internationalen Markt von Ländern erwerben zu können, die diesen im Rahmen des Kyoto-Abkommens zugestanden wurden. Mit diesen Zertifikaten kann die Bundesrepublik Deutschland die eingegangenen Minderungspflichten erfüllen. Sofern die hierfür erforderlichen Mittel nicht über das allgemeine Steueraufkommen finanziert werden, kann der Staat die erworbenen Zertifikate an Interessierte - zu Minderungen Verpflichtete - auf dem Heimatmarkt veräußern oder für diese als Kommissionär auf dem Zertifikatemarkt tätig werden. So werden die Kosten der Zielerreichung insgesamt reduziert. Ein solches Konzept trägt allerdings nur solange, wie die vom Kyoto-Protokoll begünstigten Staaten Zentral- und Osteuropas sowie

der GUS Zertifikate zu attraktiven Bedingungen anbieten und sie nicht selbst für den eigenen Wachstumsprozess benötigen.

Mit der konkreten Ausgestaltung wird auch über Art und Ausmaß von Trade Offs entschieden, die mit einem System handelbarer Zertifikate verbunden sein können. Schon durch die Erstaussgabe wird bestimmt, wer zu welchen Bedingungen in den Genuss wie vieler Rechte kommt. Hierdurch kann es zu entscheidenden Verwerfungen im internationalen Wettbewerb kommen. Bei dem Grandfathering werden die Zertifikate unentgeltlich – orientiert z.B. am bisherigen Verbrauchs- oder Emissionsniveau in einer Referenzperiode – ausgegeben. In diesem Falle wird ein hoher Problembetrag zumindest in der ersten Phase noch belohnt. Es bleiben die vor der Referenzperiode realisierten Vorleistungen außen vor, genauso wie das unterschiedliche Maß an noch offen stehenden attraktiven Minderungsmöglichkeiten. Dies hat etwa bei Einführung eines europäischen Systems wegen der beträchtlichen zwischenstaatlichen Differenzen erhebliche Bedeutung. Der Inhaber kann zwar die Zertifikate veräußern und ein funktionsloses Einkommen erzielen, das zu Produktionsverlagerungen führen kann. Jeder Mehrbedarf an Zertifikaten – etwa wegen einer Produktionsausweitung – führt jedoch auch zu – verursachungsgerechten - Kostensteigerungen (oder Erlösverzicht), genauso wie die Beibehaltung der Produktion bei Einzug der Zertifikate durch den Staat, wobei deren Höhe jedoch unter anderem von der räumlichen Ausdehnung des Zertifikathandels und den zugelassenen alternativen Optionen abhängt. Vor dasselbe Problem sehen sich auch Newcomer gestellt, die bei Markteintritt mit den Kosten des Zertifikaterwerbs konfrontiert und hierdurch gegenüber den bereits etablierten Wettbewerbern diskriminiert werden, wenn nicht der Staat Zertifikate aufkauft und sie an diese Gruppe von Unternehmen weitergibt. Werden die Zertifikate versteigert, führt dies unmittelbar zu zusätzlichen Kosten für diejenigen, die für die Fortsetzung der Produktion oder des Konsums Zertifikate vorweisen müssen. Dies gilt jedoch nicht, wenn die hierdurch staatlicherseits erzielten Mittel wieder vollständig umverteilt werden und zufälligerweise wieder den vorab Belasteten zugute kommen. Dies ist aber angesichts der großen Unterschiede im Hinblick auf Energieintensität, Energieträgereinsatz, getätigte Vorleistungen, noch offener technischer Möglichkeiten der Verfahrensumstellung und der hierbei zu erwartenden Wirtschaftlichkeitsrelationen zwischen einzelnen Branchen und Unternehmen, vor allem aber im internationalen Vergleich wegen der unterschiedlichen Ausgangsbasis, eher unwahrscheinlich. Diskriminierungen und Wettbewerbsverzerrungen sind daher vorprogrammiert. Abgesehen von diesen Fragen verbleibt natürlich das Problem, dass energieintensive Branchen wie Chemie, Nichteisenmetall, Stahl, Steine und Erden sowie Produktionsprozesse wie die Stromerzeugung zwar verursachungsgerecht, aber in besonderem Maße von einem System handelbarer Zertifikate wie von anderen global

wirkenden Maßnahmen betroffen wären. Dies gilt vor allem, wenn die Möglichkeiten effizienten Ressourceneinsatzes bereits in hohem Maße ausgeschöpft wurden. Betroffen wären aber auch insbesondere die Festbrennstoffe. Daher müsste ein solches Ergebnis vor dem Hintergrund der mit dem Drei-Säulen-Konzept gleichrangig verfolgten Ziele abschließend noch einmal mit Blick auf die gesamten Wirkungen hinterfragt werden. Hieran ändert auch die Erwartung nichts, dass bei einem zumindest europaweit ausgelegten Zertifikatehandel deutsche Unternehmen voraussichtlich zunächst einmal Lizenzen vergleichsweise günstig erwerben könnten. Offen ist allerdings, welcher Preis sich hierfür einspielt und wie sich dieser entwickelt, wenn auch die übrigen Mitgliedstaaten der EU bei wachsendem Bedarf und gleichzeitiger Verknappung entsprechend zunehmend als Käufer auftreten, ihre Lizenzen horten und/oder ihr eigenes Angebot verringern. Offene Fragen wirft ein Zertifikathandelssystem aber auch im Hinblick auf die Trade Offs auf, die von einer im Zeitablauf zu unterstellenden Verringerung der Zertifikate etwa durch staatliche Abwertung oder durch Aufkauf und anschließende Entwertung ausgehen. Während in dem einen Fall Zukauf oder Verfahrenswechsel als Alternativen in Betracht kommen, stehen im anderen Verkauf bei Verfahrenswechsel oder Stilllegung bzw. Verlagerung zur Disposition. Es liegt auf der Hand, dass sich auch in dieser Hinsicht bei einem europaweit angelegten Emission-Trading-System wegen der völlig unterschiedlichen Bedingungen und möglicherweise Ausgestaltungen entsprechende Probleme für die deutsche Wirtschaft ergeben werden. Diese können sich in einer gravierenden Verschlechterung der Standortqualität, der Wettbewerbsfähigkeit und hieraus abgeleitet der Investitionsbereitschaft und Beschäftigung niederschlagen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Emission Trading zweifellos eines der global wirkenden Instrumente darstellt, das sowohl unter dem Gesichtspunkt der Effektivität als auch der Effizienz entscheidende Vorteile gegenüber dem Ordnungsrecht aufweist. Vorteile lassen sich auch gegenüber dem steuerlichen Instrumentarium aufführen. Dies gilt insbesondere für eine Beschränkung auf den nationalen Bereich, wobei ein Zertifikathandel ohnehin nur im größeren räumlichen Kontext infrage kommt. Beim Emission Trading handelt es sich jedoch um ein außerordentlich rigide wirkendes Instrument, das lediglich durch die Handelbarkeit der Zertifikate flexibilisiert wird. Einmal eingeführt, verbleiben voraussichtlich – etwa im Vergleich zum steuerlichen Instrumentarium - nur geringe Spielräume zur Berücksichtigung branchenspezifischer Gegebenheiten oder Rücksichtnahmen auf unerwünschte Nebeneffekte. Auch unter Berücksichtigung der für ein sinnvoll dimensioniertes ET-System erforderlichen Ausgestaltung dürfte die Flexibilität dieses Instruments sehr begrenzt sein und darin bestehen, die Verknappung der Zertifikate insgesamt im Zeitablauf zu steuern. Ob die einmal geschaffene komplexe Administration und die Einbettung in internationale Vereinbarungen Möglichkeiten der Reversibilität belässt,



scheint ebenfalls fraglich. Gleichzeitig können die für erforderlich gehaltenen Anpassungsschritte zur gewünschten Verschärfung relativ leicht auf dem Verordnungswege realisiert werden, nachdem das Instrument eingeführt ist. Da der politische Raum immer nur für eine Legislaturperiode festzulegen ist, verbleiben, was die Überschaubarkeit, die Vorhersehbarkeit und damit auch die Verlässlichkeit angeht, erhebliche Bedenken, was aber für andere Instrumente in ähnlicher Form gilt. Hieraus ergeben sich grundsätzliche Probleme für sämtliche Investitionsentscheidungen mit langfristiger Kapitalbindung. Abwartendes Verhalten im Hinblick auf Investitionen steht zu befürchten. Es zeigt sich jedoch, dass die Beurteilung dieses Instrumentes in entscheidendem Maße von Fragen der Ausgestaltung (Erstausgabe, Berücksichtigung von Vorleistungen, Rückvergütung bei Versteigerung) wie auch von den zur Verfügung stehenden Optionen abhängt. Die betreffende Diskussion ist zwar eingeleitet, aber keinesfalls abgeschlossen.

Der von der EU unterbreitete Vorschlag einer auf wenige energieintensive Branchen und den Bereich der Stromerzeugung beschränkten Versuchsphase stößt aus deutscher Sicht auf erhebliche Bedenken. Es besteht die große Gefahr, dass durch einen negativen Ausgang dieses Experiments eines der wenigen wirklich als belastbar anzusehenden Instrumente globalen Ressourcen- und Klimaschutzes verunglimpft wird und sein Einsatz in der Nach-Kyoto-Ära damit gefährdet wird. Die Attraktivität des marktkonformen Instrumentes Emissionshandel steht auf der einen Seite. Die Notwendigkeit zur vertieften Analyse der noch offenen Ausgestaltungsfragen auf der anderen Seite. Zur Ausschöpfung des erfolgreich eingeführten Systems der Selbstverpflichtung müssen Strategien entwickelt werden, die Ende dieses Jahrzehnts eine Entscheidung möglich machen und bis dahin die notwendigen Voraussetzungen für die Etablierung eines solchen Systems auf internationaler Ebene schaffen. Hierbei muss vor allem geklärt werden, ob sich dieses System nicht auch mit den nicht selbständig, sondern nur additiv einsetzbaren objektbezogenen Instrumenten des Clean Development Mechanism bzw. des Joint Implementation, mit einer gegebenenfalls fortzuentwickelnden Selbstverpflichtung und eventuell auch mit ausgewählten sektorspezifischen Maßnahmen kombinieren lässt.

#### **6.4.5 Selbstverpflichtung**

Einer der entscheidenden Nachteile, die ein System handelbarer Zertifikate hat, besteht darin, dass der Fortbestand der freiwilligen Selbstverpflichtungen (SV) in hohem Maße gefährdet ist. Dieses Argument verliert in dem Maße an Bedeutung, als nachgewiesen werden kann, dass das Emission Trading zumindest gleichwertige Ergebnisse erbringen wird. Die Selbstverpflichtung stellt zwar kein originäres energie- und umweltpolitisches

Instrument sondern ein subsidiäres dar. Der Staat ist bereit, bei belastbarer und überprüfbarer Abgabe entsprechender Selbstverpflichtungen auf wirksame Maßnahmen etwa ordnungsrechtlicher oder steuerlicher Art zu verzichten. Dabei wird mit diesem Instrument selbst vom Versuch einer exakten Internalisierung externer Effekte Abstand genommen. Der Staat wird aber nur dann das Instrument der Selbstverpflichtung akzeptieren, wenn er sich hiervon vergleichbare Zielerreichungsgrade, eine entsprechende Effektivität – bei geringeren Durchsetzungskosten versprechen kann. Der Verzicht des Staates auf Ergreifen hart empfundener Maßnahmen wird von den sich freiwillig Verpflichtenden offenbar derart hoch eingeschätzt, dass sie bereits bei hinreichend begründeter Befürchtung zu entsprechender Aktion bereit sind. Dies liegt daran, dass insbesondere die Teilnehmer mit vergleichsweise ungünstigen Voraussetzungen darauf setzen, von der Solidargemeinschaft der Branche profitieren zu können, die diese Verpflichtung abgibt. Gerade diese aber wäre durch die Einführung eines Emissionshandelssystems unter Teilnahme des Unternehmensbereichs als in hohem Maße gefährdet anzusehen, da diejenigen mit vergleichsweise günstigen Bedingungen schon aktienrechtlich verpflichtet wären, ihre „freien“ Zertifikate zu veräußern und nicht in die Solidargemeinschaft unentgeltlich einzubringen.

Inzwischen liegen bereits Erfahrungen mit einer Vielzahl derartiger Selbstverpflichtungen vor. Einen großen Bekanntheitsgrad hat die anlässlich der ersten Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonvention in Berlin im Jahr 1995 von der deutschen Wirtschaft abgegebene und inzwischen mehrmals unter Erhöhung der Anforderungen weiterentwickelte Erklärung. Auf freiwilliger Basis sollen besondere Anstrengungen unternommen werden, den spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen bzw. den spezifischen Energieverbrauch zu verringern. Seit dem 9. November 2000 liegt eine nochmals anspruchsvollere Klimavereinbarung zwischen der Bundesregierung und der Deutschen Wirtschaft vor. In ihr verpflichten sich die beteiligten Verbände, bis zum Jahr 2005 ihre spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 28 % und bis zum Jahr 2012 die spezifischen Emissionen von sechs Klimagasen um 35 % zu verringern. Mit dieser anspruchsvollen Zielvorgabe verbindet sich die Hoffnung, den absoluten CO<sub>2</sub>-Ausstoß gegenüber der ursprünglichen Erklärung bis zum Jahr 2005 um weitere 10 Mill. t, bis 2012 unter Einbeziehung aller Kyoto-Gase sogar um nochmals 10 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente reduzieren zu können. Der Stand der Minderungserfolge für die Klimaschutzklärung wird in jährlichen Abständen durch einen Monitoring-Bericht überprüft. Mit diesen Berichten wird die Transparenz der Verpflichtungserklärungen erhöht. Dauerhafte Zielabweichungen werden in den Berichten dokumentiert und bieten für alle Beteiligten – Verbände wie politische Entscheidungsträger – eine anerkannte Grundlage für eine Überprüfung der gesetzten Minderungsziele. Freiwillige Selbstverpflichtungen weisen in ihrer konkreten Umsetzung durchaus parallele Züge zu den sog. marktwirtschaftlichen Instrumenten auf. Denn hierbei

werden die Suchprozesse des Marktes explizit in den Dienst der Zielerreichung gestellt. Damit ist einerseits sichergestellt, dass allein das Eigeninteresse der sich Verpflichtenden zu einzelwirtschaftlich betrachtet effizienten Ergebnissen führt. Andererseits ist gesamtwirtschaftlich gesehen dieser Ansatz dem Emission Trading unter Effizienzgesichtspunkten unterlegen, da ausschließlich branchenbezogene Potenziale für eine Problemlösung herangezogen werden.

Selbstverpflichtungen weisen aber aus Sicht der sich Verpflichtenden einen anderen Vorteil auf: Bei Steuern und handelbaren Zertifikaten ist es immer der Staat, der einseitig ein konkretes ressourcen- oder klimapolitisches Ziel festlegt. Dem Markt wird lediglich überlassen, dieses zu realisieren. Selbstverpflichtungen dagegen stellen das Ergebnis eines mehr oder weniger offen ausgetragenen Diskurses zwischen sich Verpflichtenden und Staat dar. Es handelt sich um ein dem Umfang, dem zeitlichen Verlauf sowie der konkreten Ausgestaltung nach offenes Verhandlungsergebnis. Als weitere unbestreitbare Vorteile der Selbstverpflichtung gelten, dass die mit diesem Konzept verbundenen Transaktionskosten entschieden niedriger sind als bei Ordnungsrecht, Steuern und Zertifikatslösungen, dass ihre Flexibilität und Möglichkeit, dynamisch an veränderte Umfeldbedingungen angepasst zu werden, entschieden größer ist und dass sie besser durchsetzbar, vorhersehbarer und verlässlicher ist.

Bis heute sind Selbstverpflichtungen mit der Industrie bzw. mit deren Verbänden abgeschlossen worden. Eine belastbare Nachhaltigkeitskonzeption umfasst jedoch auch die übrigen Sektoren der Volkswirtschaft. Deshalb stellt sich die Frage nach der umfassenden Anwendbarkeit der Selbstverpflichtungen.

#### **6.4.6 Einbeziehung sonstiger flexibler Instrumente**

Dies gilt nicht zuletzt auch für die Einbeziehung der sonstigen flexiblen Instrumente des Kyoto-Protokolls: Clean Development Mechanism (CDM) und Joint Implementation (JI), d.h. objektbezogene Maßnahmen an Anlagen in anderen Ländern (Schwellen- und Entwicklungsländer - CDM, andere Staaten - JI), für die ressourcen- und/oder klimaschutzpolitische Erfolge unter bestimmten Bedingungen und in bestimmtem Ausmaß auf heimische Minderungsverpflichtungen in Form von Credits angerechnet werden können. Der entscheidende Vorteil dieser Maßnahmen besteht darin, dass in vollem Maße die Suchprozesse des weltweit operierenden Marktes zum Zuge kommen. Darüber hinaus ist wahrscheinlich, dass die so global erzielbaren Vorteile zu den niedrigsten Kosten realisiert werden können. Dies gilt insbesondere für CDM angesichts der in den Schwellen- und

Entwicklungsländern teilweise außerordentlich niedrigen Effizienz. In dieser Hinsicht dürfte sich ein Modell, das CDM und JI in die Betrachtung einbezieht, auch jedem realistischerweise auf absehbare Zeit zu erwartenden System handelbarer Zertifikate gegenüber wirtschaftlich überlegen sein, weil die Einbeziehung der weltweit gebotenen Möglichkeiten die niedrigeren Kosten erwarten lässt. Daher wird durch eine Verknüpfung der Selbstverpflichtung mit handelbaren Credits aus objektbezogenen Maßnahmen auch ein entscheidender Effizienznachteil des bislang konzipierten Selbstverpflichtungsmodells gegenüber dem Emission Trading kompensiert. Dies resultiert aus der Tatsache, dass bei diesem System der gewünschte Effekt nicht automatisch durch die im Bezugsraum jeweils kostengünstigsten Alternativen generiert wird. Es muss befürchtet werden, dass ein am Ende nur auf die Industrie in Europa beschränktes Emission Trading eine vergleichsweise geringe Liquidität und damit relativ hohe Zertifikatspreise aufweisen wird, insbesondere wenn von vorneherein bestimmte als besonders günstig einzustufende Optionen ausgeschlossen werden. Ein positiver Nebeneffekt von CDM und JI besteht weiterhin darin, dass auf diese Weise ein für den Entwicklungsprozess der Schwellen- und Entwicklungsländer sowie für die Staaten des ehemaligen Ostblocks unverzichtbarer Transfer von Kapital und Know How nahezu von allein erfolgt. Junge Industrien dieser Länder werden sukzessive in die Errichtung und Wartung der Anlagen eingebunden. Die übrigen Umweltbelastungen werden ebenfalls sinken, und die Zahlungsbilanzen dieser Länder werden entlastet.

Für die Verknüpfung dieser Elemente ist es erforderlich, folgende Voraussetzungen zu schaffen: Geeignete Mechanismen zur Sicherstellung einer Anrechenbarkeit bzw. zur Verknüpfung der einzelnen Elemente müssen entwickelt werden. Im Fall von CDM bzw. JI ist dies vergleichsweise einfach: Die nach vereinbarten Kriterien erworbenen und international kreditierten Gutschriften als auch im Rahmen nationaler Selbstverpflichtungen anrechenbarer Klimaschutzanstrengungen müssen akzeptiert werden. Dies setzt die Lösung derzeit noch offener Fragen im Detail voraus (Ausmaß, Referenz, Anwendungsbereiche, institutionelle Absicherung). Gemessen am bisherigen Verhandlungsfortschritt auf der internationalen Ebene ist hier zweifellos Realismus, nicht jedoch Pessimismus angesagt bezüglich der Erwartung schneller Erfolge. Seitens der Bundesrepublik sollten jedenfalls diesbezügliche Anstrengungen wesentlich intensiver als bislang betrieben werden.

Eine Verknüpfung mit dem Emission Trading (ET) ist eindeutig schwieriger. Es sieht auf den ersten Blick so aus, als ob ET und Selbstverpflichtung grundsätzlich einander ausschließen, weil das ET eine verbindliche Festlegung von Caps für einzelne Verursacher, des Zuteilungsmechanismus und des Reduktionspfades vorsieht und damit kein Raum für freiwillige Zusagen einer Solidargemeinschaft und deren Einhaltung durch die Mitglieder verbleibt.

Bei einer näheren Prüfung zeigt sich jedoch, dass differenziert werden muss. Völlig unproblematisch ist eine Verknüpfung von Selbstverpflichtung und ET auf internationaler Ebene, solange beide Ansätze als gleichwertige Optionen gelten und wahlweise von den Mitgliedstaaten der EU genutzt werden können. Dies hat den Vorteil, dass damit die Möglichkeit besteht, diese Optionen im Wettbewerb zu testen und nach ausreichender Erfahrung auch zu wechseln.

Grundsätzlich spricht wenig dagegen, ein Modell in die Betrachtung einzubeziehen, bei dem – wie zunächst auch im Kyoto-Protokoll vorgesehen – Staaten als Teilnehmer am internationalen Emissionshandel teilnehmen und damit die Möglichkeit erwerben, ihre international eingegangenen Reduktionspflichten – teilweise auch – durch Zukauf von Zertifikaten in anderen (Annex B-) Ländern zu erfüllen. Dies eröffnet nicht nur die Möglichkeit einer Teilnahme am Lizenzhandel innerhalb, sondern auch außerhalb der EU. Der Staat kann so seine international eingegangenen Reduktionsverpflichtungen erfüllen. Offen ist nur die Finanzierung.

Es bieten sich folgende Optionen an: Zum einen die Haushaltslösung, die nur realistisch erscheint bei Sicherung entsprechender Mittelaufkommen. Zum anderen über Steuern, die von denen erhoben werden müssen, die keine vergleichbar belastbaren Alternativen aufweisen. Der Staat kann aber auch als Käufer auf dem internationalen Zertifikatemarkt auftreten und so viele Lizenzen erwerben, wie bei ihm auf dem nationalen Markt von zur Reduktion Verpflichteten oder deren „Principal agents“ nachgefragt werden. Letztere würden ihr Verhalten an ihren eigenen Grenzvermeidungskosten orientieren, die sie aus den so vermeidbaren Kosten, die durch staatliche Maßnahmen entstehen würden, ableiten können.

Unproblematisch - aber möglicherweise unrealistisch – scheint es, im Rahmen eines „Parallelwegs“ eine passive Rolle gegenüber einem ET-System zu akzeptieren. In diesem Fall würden Reduktionspflichtige zwar als Käufer von Zertifikaten in anderen Ländern auftreten, was im Rahmen einer nationalen Selbstverpflichtung anzurechnen wäre, aber nicht den Vorgaben eines ET-Modells zu entsprechen hätte. Ob dies eine realistische Alternative darstellt, ist noch zu prüfen. Fraglich ist auch, ob es möglich ist, auch innerhalb eines Staates konkurrierende Systeme zu installieren, und zwar z.B. dergestalt, dass es den zur Reduktion Verpflichteten als Branche freigestellt würde, für die Teilnahme an einer SV oder an einem ET zu optieren. Das ET verlangt in jedem Falle Caps und einen Reduktionspfad, der nicht notwendigerweise mit der Ausgestaltung einer SV identisch wäre.

Völlig inkompatibel mit der SV jedoch ist ein ET-System, wie es im Herbst 2001 von der EU-Kommission vorgeschlagen worden ist.

Voraussetzung dafür, dass die SV mit anderen Kyoto-Instrumenten verknüpft werden kann, ist die Fortsetzung des derzeitigen Selbstverpflichtungsmodells, um die Schwächen des bislang praktizierten Systems zu überwinden. Dies bedeutet im Einzelnen:

- Verlängerung des Gültigkeitszeitraums über 2012 hinaus,
- Aufstockung des Reduktionsrahmens nach Maßgabe politischer Vorgaben,
- Vereinbarung absoluter Reduktionsziele,
- Ausweitung prinzipiell auf alle Emittenten bzw. die sie vertretenden Branchen, Eröffnung der Möglichkeit zur Beteiligung von „principal agents“,
- Möglichkeit zur freiwilligen verbindlichen Teilnahme oder zum Verzicht auf eine Teilnahme unter Inkaufnahme der Konsequenzen der hiermit automatisch zum Zuge kommenden Alternativen,
- Entwicklung geeigneter Kontroll- und Sanktionsmechanismen.

Ähnliche Überlegungen gelten auch für die Verknüpfung steuerlicher Instrumente mit einer fortzuentwickelnden Selbstverpflichtung. Beide Ansätze können durchaus nebeneinander existieren. Dies hat den Vorteil, dass neue Ansätze keine Aufgabe der bisher eingesetzten Instrumente erforderlich machen.

Ein derart fortzuentwickelndes Selbstverpflichtungsmodell mit Öffnung für die Nutzung der flexiblen Kyoto-Mechanismen und einer Kombination mit anderen Ansätzen bietet nicht nur den Vorteil der größeren Flexibilität gegenüber isoliert verfolgten Ansätzen, sondern auch die Chance, die Kosten vorgegebener Politikziele zu minimieren.

Ein fortentwickeltes Selbstverpflichtungsmodell muss sich darüber hinaus dem Wettbewerb mit entsprechend optimierten anderen global wirkenden Instrumenten stellen, d.h. dem steuerlichen Instrumentarium und vor allem dem Emission Trading. Sofern insbesondere letzteres entsprechend ausgestaltet und gleichzeitig der Einsatz eines breiten Spektrums von Optionen technischer und/oder verfahrensmäßiger Art, aber auch die Anrechenbarkeit nachweislicher Erfolge anlagenbezogener Maßnahmen in anderen Ländern sichergestellt sein wird, müssen die dem Selbstverpflichtungsmodell zugeschriebenen Vorteile stark relativiert werden. Die Vorteile gemeinsamer Lösungen in Europa oder sogar über Europa hinaus werden immer stärker in den Vordergrund rücken.

## 6.5 Beseitigung von Hemmnissen und Restriktionen

Auch nach der Internalisierung externer Effekte kann der Marktmechanismus die in ihn gesetzten Erwartungen nur erfüllen, wenn eine Reihe weiterer Bedingungen erfüllt sind. Hierzu zählen:

- Alle Marktparteien müssen über ausreichende Transparenz verfügen. Sie müssen die notwendigen Informationen besitzen, um die "richtigen" Entscheidungen treffen zu können. Hierzu zählen nicht nur entsprechende Kenntnisse über die verfügbaren Optionen mit ihren technischen Spezifikationen sondern auch ihre Kosten, und zwar über die gesamte Betriebszeit.
- Gleichzeitig muss sichergestellt sein, dass Optionen auch umgesetzt werden können. Dies hängt vom Ausbildungsstand potentieller Anwender und vor allem vom Zugang zum Kapitalmarkt ab.
- Es darf keine Präferenz sachlicher, zeitlicher oder persönlicher Natur oder ideologische Vorbehalte geben. Die individuelle Einschätzung von Risiken und Chancen muss mit der gesellschaftlichen übereinstimmen.
- Marktstruktur und Marktverhalten müssen den Anforderungen eines funktionsfähigen Wettbewerbs entsprechen. Es dürfen weder die Angebots- noch die Nachfrageseite so hoch konzentriert sein, dass hiervon eine Beeinträchtigung des Wettbewerbs ausgeht. Dasselbe gilt für Marktzutritts- und -austrittsbarrieren im Hinblick auf bestimmte Technologien, Konzepte oder Marktakteure.
- Außerdem müssen sich die Marktakteure wettbewerbsgerecht verhalten, d.h. keine Absprachen treffen oder gemeinsame strategische Verhaltensweisen an den Tag legen.
- Nicht zuletzt muss auch der durch den Staat gesetzte institutionelle Rahmen Marktprozesse unterstützen. In anderer Beziehung anzustrebende Ziele müssen harmonisiert werden. Konzepte, z.B. Mieterschutz, Denkmalschutz, Bebauungsordnungen müssen abgestimmt werden.

In der Realität werden diese Bedingungen vollkommener Märkte in vielfältiger Weise beeinträchtigt. Daher kann der Markt auch nur die in ihn gesetzten Erwartungen erfüllen, wenn diese Hemmnisse beseitigt werden.

Besondere Probleme entstehen, wenn die Auffassungen über die tatsächliche Knappheit in Anspruch genommener Ressourcen und damit die „Richtigkeit“ der sich zu einem bestimmten Zeitpunkt auf Märkten herausbildenden Preis-, Angebots- und Verbrauchsrelationen zwischen staatlichen Instanzen und Privaten unterschiedlich sind. Dies betrifft auch die Einschätzung unterschiedlicher Kalkulationszeiträume, der Liquiditätspräferenzen oder unterschiedliche Erwartungshaltungen oder Risikoeinstellungen zwischen privaten und staatlichen Akteuren. Staatliches Handeln muss offen gelegt, marktkonformen Maßnahmen Priorität eingeräumt, die mit entsprechenden Eingriffen einhergehenden Konsequenzen aufgezeigt und die notwendigen Bewertungsprozesse in öffentlichem Diskurs vorgenommen werden. Gleichzeitig müssen verfügbare Optionen für eine Ausweitung der Ressourcenbasis durch staatliche Förderung von Forschung und Entwicklung erweitert werden.

Auch für die Beseitigung der diversen Hemmnisse oder ihrer Korrektur kommen die unterschiedlichsten Herangehensweisen und Instrumente infrage.

Hemmnisse haben ihre Ursache in der historisch gewachsenen Konstellation eines jeden Landes. Eine am Konzept der Nachhaltigkeit orientierte Politik, die die Ursachen einer Fehlsteuerung des Marktes korrigieren und nicht nur an den Symptomen kurieren will, muss daher zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele das gesamte vorhandene System an staatlichen Maßnahmen, aber auch die Marktverfassung sowie die Marktstruktur und die Marktzugangsbedingungen für die diversen Marktakteure einer kritischen Analyse unterziehen. Dabei können in der Vergangenheit andere Konstellationen, andere Bewertungskriterien und auch eine andere Bewusstseinslage der Marktteilnehmer wie der Politik vorgelegen haben. Demgemäß wäre die Entwicklung bereits anders ausgefallen, wenn die heutigen Bedingungen vorgelegen hätten. Bei einer kritischen Überprüfung des bestehenden Systems werden sich Konfliktsituationen nicht vermeiden lassen. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf eine Kollision von Nachhaltigkeitszielen mit anderen wirtschafts- und gesellschaftspolitischen Zielen, wie Wachstum, Wettbewerbsfähigkeit, Sicherheit der Versorgung, Beschäftigung, sozialer Ausgleich oder wünschenswerter Regionalentwicklung. Hinzu kommt, dass sich unter Wahrung vorliegender siedlungsstruktureller, regionaler oder struktureller Gegebenheiten Restriktionen für die Verfolgung von Nachhaltigkeitszielen ergeben, die nur langfristig geändert werden können. Erst nach vorurteilsfreier Durchforstung des derzeit vorliegenden Systems können zusätzliche Maßnahmen ins Auge gefasst werden. Der Markt muss in die Lage versetzt werden, nach Überwindung von Hemmnissen und nach der Internalisierung externer Effekte seine Funktion in der erwarteten Weise erfüllen zu können. Hierfür kommen global wirkende Instrumente nicht in Frage, weil diese für den Zweck der Hemmnisbeseitigung nicht



zielgenau eingesetzt werden können. Geeignet sind hierfür sektorspezifische Maßnahmen, die unmittelbar an der jeweiligen Problemlage ansetzen. Dabei ist marktconformen Maßnahmen eingebettet in international abgestimmte Vorgehensweisen der Vorzug zu geben, um ein möglichst hohes Maß an Effizienz bei möglichst geringen Reibungsverlusten sicherzustellen.

Es ist kaum möglich, einen kompletten Überblick über Ansätze zur Durchforstung und zur Weiterentwicklung sowie zur Ergänzung des bestehenden Systems zu vermitteln. Das folgende Spektrum von Maßnahmen mag die Größenordnung der diesbezüglichen Aufgabe markieren:

- Abbau von Erhaltungssubventionen, Preisverfälschungen und diskriminierenden Besteuerungsregimes;
- Auflösung institutioneller Hemmnisse (z.B. Mieter-Vermieter-Dilemma);
- Eliminierung von Informationsdefiziten, Schaffung von mehr Transparenz;
- Einleitung und Sicherung von F + E- Strategien zur Entwicklung zukunftssträchtiger Problemlösungen;
- Schulung und Ausbildung;
- Erleichterung des Know-how- sowie des Kapitaltransfers vor allem in die Schwellen- und Entwicklungsländer durch Gewährung von Patenten, Bürgschaften, Zinserleichterungen, Krediten und Beihilfen sowie geeigneter institutioneller Voraussetzungen;
- Schaffung eines level playing field für sämtliche angebots- wie nachfrageseitig verfügbare Optionen (Information und Beratung, Abbau - zumindest aber Verhinderung einer Zunahme - von Machtkonzentration und deren missbräuchlicher Ausnutzung, Beseitigung von Marktzutrittsbarrieren, Gewährung von befristeten und, degressiven Starthilfen für neue Technologien)
- Unterstützung der Entwicklung neuer Märkte für Energiedienstleistungen durch organisatorische Vorkehrungen und/oder Gewährung von Starthilfen,
- Lösung von Akzeptanzproblemen.

An diesen Beispielen wird deutlich, dass grundsätzlich ein breites Spektrum maßgeschneiderter Instrumente wie Subventionen, Steuererleichterungen, Bürgschaften und Garantien, spezielle Steuern und Abgaben ebenso wie ordnungsrechtliche Eingriffe in Form von speziellen Standards, Grenzwerten, Quoten oder Mindestpreisvorgaben, aber auch Informationsverpflichtungen oder „moral suasion“ in Frage kommen. Klar ist aber auch, welche Eingriffe zur die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele grundsätzlich negative Auswirkungen haben. Dies gilt insbesondere für Ansätze,

- deren Zielbeitrag unbedeutend ist,
- bei denen bereits heute Dauersubventionen absehbar sind,
- für die die Belastungen und Risiken in keinem Verhältnis zu den realistischerweise zu erwartenden Vorteilen und Chancen stehen,
- bei denen gravierende Diskriminierungen nicht ausgeschlossen werden können,
- unverhältnismässig hohe Trade Offs befürchtet werden müssen,
- belastbare Optionen ausgeschlossen oder verbaut werden,
- nationale Alleingänge ohne Berücksichtigung der internationalen Implikationen erfolgen,
- die Planungssicherheit nicht erhöht sondern sogar reduziert wird.

## 6.6 Fazit und Schlussfolgerungen

Die vor uns liegende Aufgabe besteht darin, unter den grundsätzlich verfügbaren strategischen Optionen die auszuwählen, die unter Zugrundelegung der oben aufgeführten Kriterien auf absehbare Zeit die bestmöglichen Resultate im Hinblick auf Effektivität, Effizienz und Trade Offs erwarten lässt. Die gewonnenen Ergebnisse müssen in den anstehenden internationalen Diskussionsprozess eingebracht werden. Angesichts der verbleibenden Ungewissheiten kann eine rationale Strategie nachhaltiger Energieversorgung nur schrittweise und auf mittlere Sicht angelegt werden. Dies ist begründet durch den Charakter und die Dringlichkeit der im Rahmen eines Konzeptes nachhaltiger Energieversorgung aufgeworfenen Probleme. Zukunftsfähige Konzepte müssen offen gehalten werden für ständige Veränderungen in der Einschätzung der zu bewältigenden Herausforderungen, des relevanten Umfeldes, des Wissens- und Erkenntnisfortschritts, von Präferenzen und Werthaltungen, der technologischen Entwicklung und nicht zuletzt der weltweiten politischen

Zwänge, denen sich ein Land wie die Bundesrepublik Deutschland gegenüber sieht. Isolierte, nationalstaatliche Aktivitäten reichen nicht aus. Energieversorgungsprobleme sind global. Nationale Politik ist durch bindende internationale Vereinbarungen und abgestimmte Vorgehensweisen vorerst zumindest innerhalb des Industriestaaten zu ergänzen.

Ein funktionierendes marktwirtschaftliches System ist der beste Garant für die Realisierung der Ziele einer nachhaltigen Energiewirtschaft. Die beste Strategie besteht dementsprechend darin, eine funktionsfähige Wettbewerbsordnung zu etablieren, sie immer wieder zu überprüfen und fortzuentwickeln. Hierbei ist staatlicherseits ein marktwirtschaftlicher Ordnungsrahmen zu setzen und zu sichern. Externe Effekte sind zu internalisieren und bestehende Hemmnisse und Restriktionen, die dem Funktionieren eines marktwirtschaftlichen Systems entgegenstehen, zu beseitigen. Gelingt es hierbei, einen sorgfältig ausgewählten Instrumentenmix zum Einsatz zu bringen, wird sichergestellt, dass die Nachhaltigkeitsziele effektiv, wirtschaftlich effizient, d.h. mit den günstigsten Kosten-/Nutzenrelationen, mit den geringsten Durchsetzungs- und Akzeptanzproblemen sowie minimaler Kontrolle und Bürokratie realisiert werden. Gleichzeitig kann davon ausgegangen werden, dass in hohem Maß Diskriminierung ausgeschlossen, Wettbewerbs- und Standortnachteile sowie negative Beschäftigungseffekte vermieden sowie eine unververtretbare Erhöhung der Staatsquote und unakzeptable Umverteilungswirkungen verhindert werden. Dies bedeutet, dass in einem solchen Konzept einzelne Handlungsoptionen nicht auf der Strategieebene angesiedelt sind wie z.B. die Steigerung der Energieeffizienz, die Erhöhung des Beitrags klimaneutraler und die fossilen Energieressourcen schonender Energieträger (wie Regenerative oder Kernenergie) ebenso wie bestimmte Technologien (wie die KWK oder die Brennstoffzelle) oder bestimmte Versorgungsalternativen (wie dezentrale Versorgung oder auch Energiedienstleistungskonzepte), sondern nur Mittelcharakter besitzen. Alle diese Optionen konkurrieren miteinander um die Realisierung der mit einer nachhaltigen Energieversorgung verfolgten Ziele. Ihr jeweiliger Beitrag zur Zielerreichung ist offen zu halten und kann nicht vorab festgelegt werden. Mit dieser ergebnisoffenen Herangehensweise an die Problemlösung unterscheidet sich der hier vorgelegte Ansatz diametral von dem der Koalition, der in planwirtschaftlicher Manier den einzelnen Handlungsoptionen feste Zielbeiträge zuordnet, ohne die hieraus resultierenden Konsequenzen zu würdigen. Gemessen hieran stellt die von CDU/CSU und FDP und den von ihnen benannten Sachverständigen präferierte Strategie einen ausgesprochenen Paradigmenwechsel dar. Aufgabe einer marktwirtschaftlich orientierten Nachhaltigkeitsstrategie ist es, sämtlichen Handlungsoptionen faire Startchancen, ein level playing field zu schaffen und ihrem unverfälschten Einsatz gegebenenfalls entgegenstehende Restriktionen zu beseitigen. Dies kann durch den Einsatz der unterschiedlichsten Instrumente geschehen. Standards und Festlegung von Grenzwerten

sowie von Quoten und Mindestvergütungen, Subventionen und Steuererleichterungen u.s.w. müssen als Maßnahmen zur Förderung der Entwicklung und Markteinführung von Energieträgern oder von Technologien bzw. Verfahren zur Effizienzsteigerung in Erzeugung, Transport, Umwandlung, Verteilung oder Endenergieverbrauch auf den Prüfstand. Sie sollten keinesfalls auf Dauer angelegt sein, d.h. von vorneherein zeitlich befristet und degressiv ausgestaltet werden. Alle verfügbaren Handlungsoptionen – traditionelle, wie neue, angebots- wie nachfrageseitige, im nationalen wie im internationalen Bereich ansetzende – müssen sich dem Wettbewerb stellen. Keine darf von vorneherein präferiert, diskriminiert oder aus der Betrachtung ausgeschlossen werden. Eine Politik der Sicherung einer nachhaltigen Energiewirtschaft muss sich auf der einen Seite der Offenhaltung, auf der anderen Seite aber auch der Erweiterung des Spektrums verfügbarer Optionen widmen. Forschung und Entwicklung nehmen hierbei eine zentrale Stellung ein. Staatliche Einrichtungen sollten im wesentlichen auf den Grundlagenbereich konzentriert sein. Die staatlich zu unterstützende Industrieforschung gehört in den Bereich anwendungsnahe Forschung.

Mit den Herausforderungen einer weltweiten Nachhaltigkeitsstrategie fallen dem Staat neue Aufgaben zu. Dies gilt nicht nur für das Setzen und Sichern langfristig verlässlicher Rahmendaten, die Internalisierung externer Effekte und die Beseitigung dem Marktmechanismus entgegenstehender Restriktionen, sondern auch für die verbindliche Übernahme konkreter Ziele einer international abzustimmenden Nachhaltigkeitsstrategie. Vorgehensweisen, Fristen oder die Nutzung bestimmter Instrumente wie das Emission Trading oder die flexiblen Kyoto-Instrumente müssen international abgestimmt werden. Dies setzt eine Durchforstung des bestehenden Systems voraus, um unterschiedlichste historisch gewachsene Hemmnisse für das Funktionieren des Marktmechanismus zu erkennen und gegebenenfalls zu beseitigen. Angesichts der im Zuge der Globalisierung noch wachsenden gegenseitigen Interdependenz werden nationale Alleingänge zur Sicherstellung einer nachhaltigen Entwicklung im Energiebereich immer weniger als zielführend sein. Dies gilt ebenso für die mit der weiteren wirtschaftlichen Entwicklung verknüpfte weltweite Nutzung von Energieressourcen wie für die Inanspruchnahme der Umwelt. Nur wenn es gelingt, nicht nur die in Kyoto erstmalig zustande gekommenen Vereinbarungen fortzuschreiben und zu ergänzen, sondern auch zunächst die Schwellenländer, schließlich jedoch alle Staaten in bindende Verpflichtungen mit einzubeziehen, werden die sich bereits heute abzeichnenden Probleme im Hinblick auf einen schonenden Umgang mit knappen Energieressourcen, vor allem aber eine Stabilisierung des Klimageschehens zu beherrschen sein und sich die mit entsprechenden Strategien verbundenen Anpassungslasten schultern lassen. Nur eine Strategie, die sich als effektiv sowie belastbar und gleichzeitig auch bei steigenden Kosten und Zielverzichten als bezahlbar, transparent sowie nichtdiskriminierend und damit auch als

durchsetzbar erweist, und die es gestattet, sich flexibel und reversibel den verbleibenden Ungewissheiten anzupassen, wird daher als nachhaltig angesehen werden können.

Dabei ist im Rahmen eines marktwirtschaftlichen Systems eindeutig der Vorzug zu geben dem Einsatz

- marktkonformer Instrumente gegenüber marktinkonformen,
- global wirkender Instrumente gegenüber sektorspezifischen,
- international eingebetteter Instrumente gegenüber ausschließlich national orientierten,
- flexibler und reversibler Instrumente gegenüber starren,
- umfassend angelegter Ansätze, d.h. andere Sektoren und alle Klimagase, die Nutzung von Senken ebenso wie die Erhöhung der Adaptationsfähigkeit oder eine Kompensation von Schäden umfassende Überlegungen, gegenüber nur auf den Energiebereich und eine Reduzierung von CO<sub>2</sub> beschränkte Ansätze.

Gefordert ist daher im Rahmen einer marktwirtschaftlich orientierten Nachhaltigkeitsstrategie neben der Setzung eines marktwirtschaftlichen Ordnungsrahmens ein Instrumentenmix aus maßgeschneiderten sektorspezifischen Maßnahmen zur Überwindung von Markthemmnissen und Restriktionen. Darüber hinaus bedarf es global wirkender marktkonformer, international abgestimmter Maßnahmen zur Internalisierung externer Effekte. Eine abschließende Entscheidung für Steuern, Emission Trading oder weiterentwickelte Selbstverpflichtungen als Antwort auf die mit einer Nachhaltigkeitsstrategie verbundenen Herausforderungen wird stark von den konkreten Möglichkeiten der Ausgestaltung sowie den jeweils gültigen Umfeldbedingungen abhängen. Dabei sollte das Ordnungsrecht allenfalls im Einzelfall (Lärmbekämpfung) oder ergänzend angewandt werden. Der Einsatz des steuerlichen Instrumentariums ist für die Lösung der mit externen Effekten einer Emission sonstiger Schadstoffe verbundenen Probleme vorstellbar. Unter pragmatischen Gesichtspunkten bietet es sich derzeit an, das bestehende Instrument der Selbstverpflichtung systematisch – nicht zuletzt im Hinblick auf den Anwendungsbereich, die Reichweite und die Anrechenbarkeit international erworbener Credits - zu erweitern und parallel dazu sorgfältig die Voraussetzungen für die – zumindest europaweite – Einführung eines Systems handelbarer Zertifikate zu erarbeiten.

Eine rationale Strategie nachhaltiger Energieversorgung verzichtet darauf, bereits heute langfristig erst gegebenenfalls zukünftig erforderlich werdende Eingriffe zu konzipieren und umzusetzen. Sie setzt sich vielmehr operative Ziele für einen überschaubaren Zeitraum und trägt damit sowohl den verbleibenden Ungewissheiten, aber auch den Problemen der Durchsetzbarkeit allzu rigider Eingriffe Rechnung. Eine Nachhaltigkeitsstrategie überzeugt nur, wenn sie für notwendig erachtete Eingriffe hinreichend begründet und die damit einhergehenden Chancen aber auch Risiken und Zielverzichtete verdeutlicht.

## **7. Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen**

### **7.1 Große Herausforderungen**

Es ist eine erstrangige politische Aufgabe, dafür Sorge zu tragen, dass im 21. Jahrhundert einer wachsenden und sich rasch weiter entwickelnden Menschheit Energie in stets ausreichender, qualitativ befriedigender und kostengünstiger Form bereitsteht, ohne dass hiermit inakzeptable Beeinträchtigungen der Umwelt und der Interessen zukünftiger Generationen einhergehen. Jede nationale Nachhaltigkeitsstrategie hat zudem der globalen Verantwortung gerecht zu werden, die ökonomischen, ökologischen und sozialen Ungleichgewichte in der Welt zu mindern und auszugleichen.

### **7.2 Internationaler Zusammenhang**

Die Entwicklung einer nachhaltig zukunftsfähigen Energieversorgung ist eine globale Herausforderung. Sie setzt globale Lösungen voraus und erfordert gleichzeitiges Handeln von Industrie- und Entwicklungsländern. Hierbei sind die Industrieländer wegen ihrer außerordentlich hohen Inanspruchnahme von Energieressourcen und Umwelt alleine unter Beachtung des Verursachungsprinzips, aber auch wegen der bei weitem größeren - ihnen zur Verfügung stehenden – Optionen und nicht zuletzt ihrer viel besseren Kapitalausstattung gefordert. Langfristig ist aber auch die Einbindung von Schwellen- und Entwicklungsländern in bindende internationale Vereinbarungen zur schonenden Ressourcennutzung und zum Schutz des Klimas unverzichtbar.

Die von UNCED in Rio de Janeiro 1992 ausgegangenen Aktivitäten müssen über den Weltgipfel 2002 in Johannesburg hinaus fortentwickelt und verstärkt werden. Nationalstaatliche Aktivitäten allein in den Industrieländern reichen nicht aus. Sie sind vielmehr nachdrücklich gefordert, um die Voraussetzungen für globale nachhaltige

Entwicklungen insbesondere auch in den Entwicklungsländern zu schaffen. Hierfür ist der Transfer von Wissen und energieeffizienten Energieerzeugungstechnologien und –anlagen erforderlich, gleichzeitig muss die Finanzierung gesichert werden. Technische und finanzielle Unterstützung allein reichen jedoch nicht aus. Jede Seite hat ihre besondere Verantwortung.

Ohne Eigenverantwortung und gute Regierungsführung in den Entwicklungsländern wird sich der Erfolg nicht einstellen. Internationale Vereinbarungen, die auch die Schwellen- und Entwicklungsländer mit umfassen, sind eher erreichbar, wenn die Industriestaaten sich auf abgestimmte Vorgehensweisen verständigen. Dazu sind überzeugende Initiativen Deutschlands geboten und unverzichtbar.

Die Sicherstellung einer nachhaltig zukunftsfähigen Energieversorgung in den Entwicklungs-, Schwellen- und Transformationsländern ist eine zentrale Aufgabe der wirtschaftlichen Zusammenarbeit und Entwicklungspolitik. Sie ist die Grundlage der Armutsbekämpfung, der Realisierung einer befriedigenden wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung der Schwellen- und Entwicklungsländer und einer wirtschaftlichen Kooperation, aus der sich nicht zuletzt auch künftige Exportmärkte entwickeln können. Sie leistet schon mittelfristig einen entscheidenden Beitrag zur weltweiten Friedenssicherung und zur Vermeidung unerwünschter Migration.

### **7.3 Grundsätze einer nationalen Nachhaltigkeitsstrategie**

Die gegenwärtige nationale Energiepolitik bedarf einer Umsteuerung. Sie muss sich von ihrem interventionistischen, technologiebezogenen, überwiegend aus der Binnensicht begründeten und einseitig auf einzelne – häufig nicht an energiewirtschaftlichen Kriterien orientierte - Belange ausgerichteten Vorgehen lösen. Es bedarf einer neuen strategischen Grundausrichtung, die ökologische, ökonomische und soziale Ziele im internationalen Kontext gleichrangig und mit derselben Intensität verfolgt. Die volkswirtschaftlichen Kosten für die Durchsetzung von Nachhaltigkeitszielen müssen bei der Auswahl von Maßnahmen und Mitteln die entscheidende Größe sein.

Für eine globale Nachhaltigkeitspolitik ist es von hervorragender Bedeutung, dass die Industrieländer ihre in Rio 1992 eingegangenen Verpflichtungen vollständig einlösen. Öffentliche Entwicklungshilfe muss erheblich ausgebaut und in den Dienst nachhaltiger Entwicklung gestellt werden. Sie wird aber allein die für den grundlegenden Strukturwandel erforderlichen Finanz- und Technologieströme nicht bereitstellen können. Die private Wirtschaft wird durch Selbstverpflichtungen, wirtschaftliche Anreize und einen geeigneten

Ordnungsrahmen ebenfalls für die Zielsetzungen der nachhaltigen Entwicklung mobilisiert werden und letztlich hierfür sogar den entscheidenden Beitrag leisten müssen.

Die bisher verfolgte Energiepolitik der technologiebezogenen Zielvorgaben und der staatlichen Regulierungen über die dauerhafte Subvention bestimmter Techniken hat langfristig nicht die bestmögliche Ressourcennutzung und nicht die geringstmöglichen volkswirtschaftlichen Kosten zum Ergebnis.

Diese Politik muss ersetzt werden durch die Konzeption einer nachhaltigen Energieversorgung im Rahmen eines funktionierenden marktwirtschaftlichen Systems, für die der Staat langfristig verlässliche Rahmenbedingungen und strategische Nachhaltigkeitsziele – wie z.B. Umweltqualitätsziele – und nicht in erster Linie die Techniken und Energieträger zu ihrer Erreichung festlegt. Diese Konzeption erfasst den gesamten Ressourcenverzehr, der mit der Befriedigung des Energiedienstleistungsbedarfs verbunden ist. In ihr spiegeln die Preise für die Inanspruchnahme von Ressourcen (Energieträger, Rohstoffe, Kapital, Arbeit, Umwelt) und für die Bereitstellung von Gütern und Leistungen deren tatsächliche Knappheit wider. Die Produktionsfaktoren werden in die jeweils produktivste Verwendung gelenkt. Alle technischen und infrastrukturellen Optionen besitzen nur Mittelcharakter und stehen miteinander im Wettbewerb. Ihr jeweiliger Beitrag zur Zielerreichung ergibt sich aus dem Marktgeschehen und kann nicht vorab festgelegt werden. Die effiziente Nutzung der Ressource Umwelt erfolgt über die Steuerungsmechanismen des Marktes, eine Übernutzung wird vermieden.

Die mit dem Konzept einer nachhaltigen Energieversorgung verknüpften Ziele – z.B. für den Klimaschutz – können bestmöglich erreicht werden, wenn die Energieversorgung zu den langfristig niedrigsten volkswirtschaftlichen Kosten erfolgt. Voraussetzung dafür ist, dass der Staat grundsätzlich vier Gestaltungsaufgaben erfüllt.

1. Einrichtung und Sicherung eines langfristig orientierten Ordnungsrahmens, innerhalb dessen sich der Marktmechanismus mit seinen Such- und Optimierungsprozessen entfalten kann.
2. Regelungen zur Internalisierung externer Effekte (Inwertsetzung von Umwelt und Natur), die gegebenenfalls als Konsequenz z.B. von Schadstoffemissionen, Klimaveränderungen oder der Übernutzung der verfügbaren Ressourcen abzuleiten sind.
3. Eliminierung oder zumindest Abbau von Hemmnissen, die dem Wirken des Marktmechanismus entgegenstehen und hierbei insbesondere



4. Intensivierung von Forschung und Entwicklung, um die Effizienz der Energiewandlung zu erhöhen, den Materialaufwand und die Umweltbelastungen durch Stofffreisetzungen von Energiesystemen zu reduzieren und die technisch-wissenschaftlich nutzbare Energiebasis für kommende Generationen zu erweitern sowie die bestehenden Wissensdefizite hinsichtlich der ökologischen Wirkungen von Energiesystemen zu mindern.

Wegen der grundsätzlich nicht zu eliminierenden Ungewissheiten, wie über den Charakter und die Größenordnung des Klimaproblems, die – zu welchen – Bedingungen als erschließbar anzusehenden Ressourcen, die Wirkung und das Gewicht externer Effekte, die nationale und internationale Entwicklung der Energiemärkte, die Verbraucherpräferenzen, der technische Fortschritt, die Adaptionfähigkeit biologischer, physischer und gesellschaftlicher Systeme, die Wirkung einzelner Instrumente u.a.m., muss das Konzept einer nachhaltigen Energieversorgung Schritt für Schritt auf flexible und stets reversible Weise verwirklicht werden. Dabei ist zwischen den Implikationen, Kosten, Zielverzichten und Drittwirkungen hinsichtlich der ökonomischen, ökologischen und sozialen Belange abzuwägen. Interessen- und Zielkonflikte sind transparent zu machen und demokratisch auszutragen. Ein nachhaltig zukunftsfähiges Energieversorgungssystem entsteht also in einem evolutionären Prozess, der von regelmäßigen Überprüfungen des erreichten Entwicklungsstandes und Abwägungen zwischen ökonomischen, ökologischen und sozialen Belangen aufgrund neuen Wissens begleitet ist.

Nationale Politik kann angesichts der zunehmenden Integration unserer Volkswirtschaft in den europäischen- und den Weltmarkt immer weniger darauf verzichten, die supra- und internationale Entwicklung zu berücksichtigen aber gleichermaßen mitzugestalten. Nationale ökologische Vorreiterrollen sind gegen ihre sozialen und ökonomischen Auswirkungen abzuwägen.

Die Liberalisierung der Energiemärkte ist weltweit voranzutreiben, damit für Erzeuger, Dienstleister und Verbraucher gegebenenfalls noch bestehende Zutrittsbarrieren abgebaut werden und der Staat sich auf seine notwendige Rolle zurückziehen kann. Durch die Einführung des Wettbewerbs und den Marktzutritt neuer Anbieter wird Druck zur Ausschöpfung des Rationalisierungspotenzials erzeugt und die Vielfalt der angebotenen Energieprodukte und –dienstleistungen erweitert. Bei der Liberalisierung setzt Deutschland – anders als die übrigen Mitgliedstaaten der EU – auf den verhandelten Netzzugang ohne Regulierungsbehörde. Dies ist bei der gegebenen Struktur der leitungsgebundenen deutschen Energiewirtschaft eine effiziente Lösung und entspricht auch dem wettbewerbspolitischen Verständnis: Vorrang der Selbstregulierung der Wirtschaft vor staatlicher Regulierung, solange der Marktmechanismus funktioniert. Die Entwicklungen von

Marktstruktur, -verhaltensweisen und -ergebnissen müssen sich daher immer wieder einer kritischen Überprüfung stellen.

Aus Gründen der Vorsorge ist vor allem eine aktive Klimaschutzpolitik geboten, allerdings unter Beachtung des Abwägungsgebots, d.h. die mit dem Einsatz bestimmter Instrumente verbundenen Kosten müssen in einem ausgewogenen Verhältnis zu den realistischerweise zu erwartenden positiven Effekten stehen. Die Klimapolitik ist mit einem Monitoring zu begleiten und an neu gewonnene Erkenntnisse flexibel anzupassen. Sie muss einerseits alle Möglichkeiten zur Reduktion von Treibhausgasemissionen, andererseits aber auch die gegebenen Optionen zur Nutzung von Klimagassenken und einer Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels in die Überlegungen einbeziehen. Globale, breit angelegte Strategien sind sektorspezifischen, oft inkonsistenten und ineffizienten Handlungsmustern vorzuziehen. Angesichts der bestehenden Unsicherheit des Klimawandels haben „No-regret“-Maßnahmen, d.h. gesamtwirtschaftlich effiziente Maßnahmen, eine prioritäre Bedeutung. Entsprechende politische und andere Hemmnisse, die ihrer Verwirklichung entgegen stehen, sind abzubauen.

Die strategischen Optionen für staatlich zu regelnde und den Marktakteuren zur Verfügung zu stellende Instrumente sind so auszuwählen, dass die Nachhaltigkeitsziele innerhalb der vorgesehenen Fristen mit bestmöglichen Resultaten hinsichtlich ihrer Effektivität, Effizienz und sonstigen Wirkungen erreicht werden können. Welchem Instrumentenmix aus den vorhandenen Instrumentengruppen wie ordnungsrechtliche Auflagen, Steuern und Abgaben, Subventionen, handelbare Zertifikate und freiwillige Selbstverpflichtungen der Vorzug zu geben ist, hängt in hohem Maße vom Gegenstand und von der konkreten Ausgestaltung ab, nicht zuletzt auch von deren Einbettung in parallele - zumindest europaweite - Aktivitäten der übrigen Industrieländer. Dabei ist marktkonformen Maßnahmen der Vorzug zu geben, um die Suchprozesse des Marktes in den Dienst einer Nachhaltigkeitsstrategie zu stellen. Dauersubventionen scheiden als Instrument jedoch aus; das Ordnungsrecht erweist sich in vielen Fällen unter Effizienzgesichtspunkten und unter Berücksichtigung der damit verbundenen Drittwirkungen als unterlegen. Sowohl die Steuer als auch bestimmte Formen des Zertifikatehandels werfen weitreichende Umverteilungsprobleme auf.

Vor der Einführung eines dieser Instrumente sollte wegen des Grundsatzcharakters einer solchen Entscheidung in jedem Falle noch eine sorgfältige Evaluierung der hiermit sich eröffnenden Möglichkeiten aber gegebenenfalls auch Probleme erfolgen. Bis zur Entwicklung einer europaweit abgestimmten Vorgehensweise sollte daher das Selbstverpflichtungsmodell - gegebenenfalls erweitert - fortgeführt und durch sektorspezifische Maßnahmen flankiert werden. Dabei dürfte der Weg der Internalisierung externer Effekte bestmöglich durch global

wirkende Instrumente und die Beseitigung von Hemmnissen durch sektorspezifische Maßnahmen erreichbar sein.

Technische Optionen müssen offen gehalten und nach Möglichkeit erweitert werden. Es geht dabei um alle erreichbaren Potenziale

- einer technisch-wirtschaftlich nutzbaren Energiebasis für eine global steigende Energienachfrage,
- der Vermeidung und Verminderung der Freisetzung von Schadstoffen, insbesondere von klimarelevanten Gasen auch in den übrigen Sektoren unserer Volkswirtschaft sowie
- der Anpassung an die Folgen nicht nachhaltiger Entwicklungen.

In der Konsequenz fairer, globaler Ressourcen- und Arbeitsteilung ist es Aufgabe von Industrieländern wie der rohstoffarmen Industrienation Deutschland, wettbewerbsfähige Kapital- und wissensbasierte Energiesysteme zu entwickeln und zu nutzen, nicht zuletzt um die Weltmärkte im Interesse der Länder der Dritten Welt zu entlasten.

Im Bereich der Energietechnologie nimmt Deutschland international eine Spitzenstellung ein. Deutschland ist in hohem Maße auf Primärenergieimporte angewiesen. Aus diesen Gründen ist ein starker Energiestandort, d.h. Erzeugungsstandort notwendig, an dem technologische Kompetenz und qualifizierte Arbeitsplätze im Wettbewerb erhalten werden können. Notwendig ist zudem Freiraum für Forschung und Entwicklung und für Innovation, um den Energiestandort Deutschland auf hohem Niveau weiterzuentwickeln. Nach 2010 wird ein großer Erneuerungsbedarf bei den deutschen Kraftwerken bestehen. Die investierende Wirtschaft muss über alle technischen Optionen bestmöglich verfügen können.

Erforschung und Entwicklung neuer Energietechniken und –systeme sind staatlich zu fördern, wenn zu erwarten ist, dass sie einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen, d.h. eine ökonomisch, ökologisch und soziale Entwicklung leisten können. Die Markteinführung solcher Techniken und Anlagen ist zu fördern, wenn sich absehen lässt, dass sie in mittlerer Frist im Wettbewerb bestehen können. Subventionen sind nur nach Zeit und Umfang begrenzt und sich stufenweise vermindern zu gewähren. Dauersubventionen sind abzulehnen; wo sie bestehen, sind sie sozialverträglich abzubauen. Unkontrolliert anwachsende Subventionen führen zu zunehmenden sozialen und wirtschaftlichen Belastungen, sie sind externe Kosten einer nicht nachhaltigen Entwicklung.

## **7.4 Handlungsempfehlungen für eine am Leitbild Nachhaltigkeit orientierte Energiepolitik**

### **7.4.1 Internationale Maßnahmen**

Der Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung 2002 in Johannesburg hat die Zielsetzung, humanere Lebensbedingungen für eine weiter wachsende Weltbevölkerung zu schaffen und dazu gehören größere Spielräume für die wirtschaftliche Weiterentwicklung der Entwicklungs- und Schwellenländer. Eine leistungsfähige Ökonomie ist die Grundlage jeder nachhaltigen Entwicklung, sie sorgt nicht nur für ein hohes Beschäftigungsniveau sondern auch für einen schnelleren Umschlag des Kapitals und damit für die beschleunigte Durchsetzung des die Effizienz steigernden technischen Fortschritts. Es ist nicht im Interesse dieser Länder, Nachhaltigkeit auf Klimaschutz und den Finanz-, Technologie- und Know-how-Transfer auf regenerative Energietechniken zu begrenzen.

- Die wirtschaftliche, umwelt- und sozialverträgliche Bereitstellung von Energiedienstleistungen ist die Voraussetzung jeder nachhaltigen Entwicklung und muss deshalb in das Zentrum der Entwicklungspolitik gerückt werden. Noch bestehende Hemmnisse auf diesem Weg sind abzubauen.
- Beim Transfer von nachhaltigen Technologien, Know-how und Kapital in die Entwicklungsländer sind die jeweiligen kulturellen, wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Gegebenheiten vor Ort zu berücksichtigen. Die zu errichtenden effizienten und von den Kosten tragbaren sowie finanzierbaren Systeme zur Bereitstellung, Verteilung und Nutzung von Energien sind an diese Gegebenheiten anzupassen.
- Da in den vorhandenen, häufig äußerst ineffizienten Versorgungsstrukturen der Haushalts- und Gewerbebereiche in den Entwicklungsländern mit geringem finanziellen Aufwand große Energiekosteneinsparungen zu erwirtschaften sind, ist deren Verbesserung mit Priorität anzupacken.
- Die Energie-Charta ist mit dem Ziel weiterzuentwickeln, Sicherheitsstandards und Energieeffizienz bei der Energieerzeugung, -umwandlung und -nutzung zu verbessern.
- Internationale Kooperationen über die nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen und den Klimaschutz sind zwischen der EU und wichtigen Ländern wie China und Indien anzustreben, die nicht zu den in Annex I der Klima-Rahmenkonvention der Vereinten Nationen aufgelisteten 24 Industrieländer zählen.

- Nationalen Emittenten muss ermöglicht werden, ihren THG-Reduktionsverpflichtungen durch besondere Anstrengungen im Ausland oder durch die Teilnahme an einem internationalen Zertifikatehandel zwischen Staaten nachzukommen (Kyoto-Mechanismen). Durch diese Verzahnung der Klimaschutzpolitik mit dem Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung in der Dritten Welt ist der Kapital- und Wissenstransfer zu Gunsten der Entwicklungsländer zu verstärken.

#### **7.4.2 Nationale und supranationale Maßnahmen**

Zum vorsorglichen Schutz vor unerwünschten Folgen möglicher Klimaänderungen hat sich die Bundesregierung verpflichtet, bis 2005 gegenüber dem Basisjahr 1990 die nationalen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 25% zu vermindern. Die Kyoto-Zielsetzungen sind bis 2008/12 zu realisieren. Die EU-Kommission stellt dazu in ihrem zweiten Zwischenbericht vom 30.11.2001 über die effektiv erzielten und erwarteten Fortschritte bei der Minderung der Treibhausgasemissionen in der EU fest, dass Deutschland seine Ziele aus der EU-Lastenteilungsvereinbarung (drei Viertel der EU-Verpflichtung insgesamt) voraussichtlich ohne zusätzliche Maßnahmen erreichen wird. Nationale Klimaschutzpolitik wird sich deshalb zunehmend mit dem Nach-Kyoto-Prozess zu befassen haben. Es ist zu erwarten, dass sie nach 2012 fortgesetzt, möglicherweise erheblich verstärkt werden muss. Weichenstellungen sind unter Beachtung der Grundsätze für eine langfristig angelegte Nachhaltigkeitspolitik, d.h. der gleichrangigen Verfolgung ökologischer, ökonomischer und sozialer Ziele vorzubereiten.

##### **➤ Umsetzung bestehender Verpflichtungen.**

- Mit einem sorgfältigen Monitoring und einer Weiterentwicklung der Selbstverpflichtungen in der deutschen Wirtschaft ist sicherzustellen, dass Deutschland seine Verpflichtungen zur CO<sub>2</sub>-Minderung auch tatsächlich erreicht. Im Klimaschutz hat sich der Weg der Selbstregulierung (durch Selbstverpflichtung) als sehr erfolgreich erwiesen. Dieser Weg muss konsequent weiter gegangen werden und ist mit neuen Instrumenten, wie Kyoto-Mechanismen und Emissionshandel, in Einklang zu bringen bzw. um diese zu ergänzen.
- Deutschland hat auf europäischer Ebene darauf hinzuwirken, dass alle EU-Mitgliedstaaten ihre Verpflichtungen aus der EU-Lastenteilungsvereinbarung einhalten. Die deutsche Wirtschaft kann nicht durch zusätzliche EU-Maßnahmen und

- eine beträchtliche Übererfüllung der ohnehin enormen nationalen EU-Verpflichtung für die großen Defizite der EU insgesamt haftbar gemacht werden.

➤ **Schaffung eines Ordnungsrahmens für eine nachhaltige Entwicklung und Abbau von Markthemmnissen**

- Volle Liberalisierung und Schaffung wettbewerblicher Energiemärkte in Europa;
- Harmonisierung der Energiebesteuerung in Europa;
- Schluss mit der politischen Festlegung von Anteilen bestimmter Energieträger bzw. Energietechnologien und statt dessen Vorgabe von Zielsetzungen, die an den Ursachen nicht nachhaltiger Entwicklungen ansetzen;
- Durchforstung bzw. etwaige Änderung des derzeit bestehenden Rechtes mit dem Ziel, institutionelle Hemmnisse abzubauen, damit im Markt die erwarteten Such- und Optimierungsprozesse ablaufen können. Beispiele für solche Hemmnisse sind:
  - Bestimmungen, die der Markteinführung von Energiedienstleistungen entgegenstehen;
  - Regelungen, die durch Liberalisierung und Internationalisierung der Energiemärkte überflüssig geworden sind, wie z.B. die Bundestarifordnung Elektrizität;
  - Fehlallokationen von Kapital durch ineffiziente Subventionen, z.B. durch das Kraft-Wärme-Kopplungs-Fördergesetz;
  - Mietrechtsbestimmungen, die eine volle Überwälzung von baulichen und heizungstechnischen Investitionskosten, die zu Heizkostensparnissen führen, auf die Miete nicht zulassen;
  - Diskriminierung der thermischen Verwertung von Stoffen bei der Altkraftfahrzeugentsorgung (Altkraftfahrzeugverordnung), welche die Leichtbauweise als Schlüsseltechnologie zur Verbrauchsreduktion behindert;
  - Neubauverbot von Kernkraftwerken in dem seit April 2002 geltenden Atomgesetz, wodurch die Option der Nutzung von Kernkraftwerken neuester Technologien blockiert wird;

- Laufzeitbeschränkungen für mit hohen Sicherheitsstandards betriebene Kernkraftwerke, wodurch Wettbewerbsverzerrungen in Deutschland zu Lasten von Arbeitsplätzen entstehen;
- Moratorium für die Erkundungsarbeiten am Endlagerstandort Gorleben, wodurch die Lösung des Entsorgungsproblems verschleppt wird.

➤ **Nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen**

- Weiterentwickelte Selbstverpflichtung der deutschen Wirtschaft unter Einbeziehung der Anrechnungsmöglichkeiten der Kyoto-Instrumente als nationale Maßnahme bis zur Einführung eines zumindest europaweit angelegten und Vorleistungen adäquat zu berücksichtigenden Zertifikathandels, der nichtdiskriminierend sämtliche THG-Emittenten umfasst und die flexiblen Kyoto-Mechanismen Joint Implementation (JI) und Clean Development Mechanism (CDM) miteinbezieht;
- internationale Kooperation mit Nicht-Annex-I-Ländern anstreben, um sie in ein Treibhausgasemissions-Begrenzungsregime einzubinden;
- zur Internalisierung der externen Kosten sonstiger Schadgasemissionen soll ein mindestens europaweit geltendes Besteuerungssystem eingeführt werden, dessen Steuersätze sich an den externen Kosten der Schadstoffemissionen orientieren;
- mit der Realisierung der Instrumente zur effizienten Nutzung von Senkenfunktionen der Umwelt, einer spezifischen Schadstoffsteuer auf sonstige Emissionen, einer weiterentwickelten Selbstverpflichtung und Treibhausgasemissions-Zertifikatehandel kann die sogenannte Ökosteuer sukzessive abgebaut bzw. abgeschafft werden.

➤ **Forschung, Entwicklung und Markteinführungshilfen**

- Erhöhung der staatlichen Mittel für Forschung und Entwicklung im Energiebereich;
- Ersatz des Erneuerbare-Energien-Gesetzes durch ein effizientes und marktkonformes Fördermodell zur Unterstützung der Markteinführung neuer Energietechniken bzw. erneuerbarer Energien; Prüfung des Zertifikatehandels zur Erfüllung der EU-Mengenvorgaben bei erneuerbaren Energien im Interesse einer Standortoptimierung;

- Forschung und Entwicklung in Technikbereichen, die plausible Beiträge zu einer nachhaltigen Energieversorgung erwarten lassen. Beispielhaft seien erwähnt:
  - fossile Kraftwerkstechniken mit sehr hohen Wirkungsgraden und minimalen Schadstoffemissionen („Clean Coal Technology“ und CO<sub>2</sub>-Endlagerungstechniken);
  - Techniken zur direkten Nutzung von Biomasse sowie zur Erzeugung gasförmiger und flüssiger Energieträger aus Biomasse;
  - Photovoltaiksysteme mit höheren Wirkungsgraden und reduzierten Kosten;
  - Brennstoffzellen-Technologien zur Strom- und Wärmebereitstellung sowie als KFZ-Antrieb;
  - Wirtschaftliche, umweltverträgliche und bedarfsgerecht verfügbare Speichersysteme;
  - Kernfusion;
  - Kernkraftsysteme mit neuesten Technologien („inhärent sichere Reaktorlinien“);
  - Entsorgungstechniken für Abfälle aus der Kernenergienutzung, die das Inventar an langlebigen radioaktiven Stoffen drastisch reduzieren (Transmutation);
  - Werkstofftechnologien und Verfahrenstechniken zur Erhöhung von Wirkungsgraden, Sicherheit und insbesondere zur Verminderung von Herstellungskosten;
  - Techniken zur rationellen Nutzung von Energie in Industrie und Gewerbe;
  - alternative Endenergieträger für den mobilen Einsatz mit dem Potenzial, alle fahrzeugseitigen Treibhausgas- und Schadstoffemissionen zu minimieren bzw. ganz zu vermeiden;
  - Methoden zur Minderung des Energiebedarfs für Fahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge durch Maßnahmen zur Minderung der Betriebswiderstände und durch Energiemanagement;
  - Methoden zur Minderung des Energieverbrauchs im Verkehr durch Verkehrsmanagementmaßnahmen.



- Staatlich geförderte Markteinführungsprogramme sind geeignet für marktnahe Techniken, die einen wesentlichen Zielbeitrag leisten können wie beispielsweise:
  - Maßnahmen zur Senkung des Energiebedarfs im Gebäudebereich wie z.B. die Einführung von Niedrigenergiehaus- oder Passivhaus-Standards;
  - Sanierung von Fassaden, Dächern, Fenstern im Altgebäudebestand im Rahmen der Erneuerungszyklen;
  - Motivation, Information und Beratung der Gebäudeeigentümer sowie die Weiterbildung der Planer und Handwerker ist durch flankierende Maßnahmen zu verstärken;
  - Wärmepumpenanlagen;
  - Befeuerungsanlagen für Biomasse.
  
- **Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen der Klimaänderung sind fortzusetzen und ggf. zu verstärken**
  - z.B. Deichbaumaßnahmen, Sandvorspülungen, Bewässerungssysteme und Schutzbauten u.a. in Gebirgsregionen.
  
- **Einführung des Leitbildes der Nachhaltigkeit in Bildung und Forschung**

Dazu gehören die

  - Entwicklung pädagogischer und didaktischer Konzepte für die schulische Erziehung, die von der reinen Wissensvermittlung über die Bewusstseinsbildung hin zu verantwortlichem Handeln umfassend angelegt sind;
  - Integration des Nachhaltigkeitsgedankens in Studiengänge, Weiterbildungsangebote sowie in alle Forschungsfelder.

## 7.5 Schlussbemerkungen

Die zur Entwicklung einer nachhaltig zukunftsfähigen Energieversorgung erforderliche Umsteuerung der gegenwärtigen Politik ist von so grundlegender Natur, dass man sie als Paradigmenwechsel kennzeichnen kann.

Angemessene Antworten auf die von einem Konzept nachhaltiger Energiewirtschaft aufgeworfenen Fragen können nur unter gleichrangiger Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Belange sowie unserer Verantwortung sowohl zukünftigen Generationen als auch den Entwicklungsländern gegenüber gefunden werden.

Der bislang im wesentlichen unkoordiniert auf den Energiebereich und die Reduktion von CO<sub>2</sub> beschränkte Ansatz muss auf alle anderen Sektoren und Klimagase, auf die Nutzung von Senken ebenso wie die Erhöhung der Adaptionfähigkeit und die Möglichkeiten einer Kompensation von Schäden umfassend erweitert werden.

Entscheidend ist, dass der Staat sich auf die ihm in einem marktwirtschaftlichen System zugewiesene Rolle konzentriert, d.h. einen verlässlichen Rahmen setzt, externe Effekte internalisiert, Hemmnisse beseitigt und durch Unterstützung von Forschung und Entwicklung das Spektrum von Optionen erweitert, die für eine Lösung der Probleme einer nachhaltigen Energieversorgung herangezogen werden können.

Marktinkonforme, isoliert national konzipierte und starre Instrumente sowie die technologiespezifischen und interventionistischen energiepolitischen Markteingriffe müssen hierbei ersetzt werden durch marktkonforme, global wirkende und international eingebettete Vorgehensweisen, die flexibel und reversibel an Erkenntnisfortschritte sowie an sich grundlegend verändernde Umfeldbedingungen angepasst werden können.

Mit einer solchen Strategie wird der Marktmechanismus in die Lage versetzt, bestmöglich den Zielsetzungen einer Konzeption nachhaltiger Energieversorgung zu entsprechen. Nicht willkürliche, unkoordinierte, technikfeindliche staatliche Intervention ist die geeignete Antwort auf die vor uns liegenden Herausforderungen, sondern nur eine Strategie, die das ganze Spektrum verfügbarer Optionen in den Blick nimmt, diese nach Maßgabe ihrer Effektivität und Effizienz vorurteilsfrei bewertet und hierbei nicht zuletzt auch die vielfältigen Implikationen staatlichen Handelns für die Realisierung einer zugleich ökologie- wie ökonomie- und sozialverträglichen Entwicklung explizit in die Überlegungen einbezieht.