

Energiewende-Szenarien für Ost- und Westdeutschland bis zum Jahr 2010

Endbericht im Auftrag von Greenpeace Deutschland

Uwe Fritsche/Felix C. Matthes/Dieter Seifried

unter Mitarbeit von Gotelind Alber

ÖKO-INSTITUT e.V.

Darmstadt/Berlin/Freiburg, Oktober 1991

Einleitung

Das Öko-Institut erstellte im Auftrag von *Greenpeace Deutschland e.V.* Energieszenarien für Ost- und Westdeutschland bis zum Jahr 2010, wobei jeweils eine *Trend*-Entwicklung und ein *ÖKO*-Szenario entworfen wurden. Dieser Bericht erläutert die wesentlichen Annahmen und Vorgehensweise und faßt die wichtigsten Ergebnisse und Schlußfolgerungen zusammen. Anhänge geben weitergehende Informationen zur Datenbasis und Einzelresultaten.

Den vorliegenden Szenarien liegen die wesentlichsten Annahmen (z.B. Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung) der *Energieprognose 2010* (PROGNOS/ISI 1990), die Ergebnisse des Studienprogramms *Energie und Klima* Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages (Enquête 1990) sowie aktuelle Daten aus verschiedenen anderen Studien zugrunde.

Das *Trend*-Szenario für Westdeutschland orientiert sich aus Vergleichbarkeitsgründen überwiegend an den Grundannahmen der PROGNOS/ISI-Studie. Für Ostdeutschland erarbeitete das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) im Unterauftrag eine Abschätzung plausibler sozio-demographischer und ökonomischer Rahmendaten für die Zeiträume 1992/1993, 1993-95 und 1995-2010 (IÖW 1991), auf deren Basis das Öko-Institut die ökonomischen Annahmen für die ostdeutschen Szenarien ableitete.

Das *ÖKO*-Szenario verfolgt für Westdeutschland generell die im "GRÜNEN CO₂-optimierten Energiewende-Szenario 2010" (vgl. ÖKO 1990) entwickelte Strategie für eine klimaschonende Energieversorgung ohne Atomkraft. Für Ostdeutschland wurde nunmehr ein analoges Szenarium entwickelt.

Alle *ÖKO*-Szenario-Annahmen beruhen auf Arbeiten und Einschätzungen des Öko-Instituts und wurden nicht durch Greenpeace oder von anderer Seite vorgegeben.

Bei der Aggregation der getrennt geführten Szenarien für West- und Ostdeutschland zur gesamtdeutschen "BRD" mußte aus Datengründen eine Umrechnung des Basisjahrs erfolgen, da für Ostdeutschland der Bezug auf 1987 - also vor der Währungsunion - nur wenig aussagekräftig wäre. Daher wurde für die neuen Bundesländer durchgängig das Basisjahr 1989 gewählt, während für Westdeutschland das Bezugsjahr 1987 beibehalten wurde. In der Zusammenfassung wurden dann die West-Daten des Jahres 1987 auf 1989 umgerechnet, wobei dies aus modelltechnischen Gründen nicht über statistisch erfaßte Bedarfe, sondern über eine Interpolation der Werte von 1987 und 1990 erfolgte. Die sich hieraus ergebenden Abweichungen sind aber vernachlässigbar, zumal Szenarien eben *keine Prognosen*, sondern die Beschreibung und Modellierung plausibler Entwicklungslinien darstellen.

1 Zu den Basisdaten beider Szenarien

Die Szenarien "Trend" und "ÖKO" beschreiben, ausgehend von den *gleichen* ökonomischen und sozio-demographischen Grunddaten, jeweils verschiedene Entwicklungsmöglichkeiten zum Energiebedarf und dessen Deckung in Ost- und Westdeutschland. Das *Trend*-Szenario verfolgt dabei die Philosophie einer *Fortschreibung* der heutigen Situation, d.h. eine weitgehend eingriffslose Energiepolitik. Diese Entwicklung ist die wahrscheinliche, die sich mittelfristig ohne aktive Veränderung der heutigen Energiepolitik und -wirtschaft einstellen würde¹.

Als Datenhintergrund für die *alten* Bundesländer wurde die für den Bundeswirtschaftsminister erstellte *Energieprognose 2010* verwendet (vgl. PROGNOSES/ISI 1990), um den Vergleich des ÖKO-Szenarios mit einer offiziell akzeptierten Referenz-Entwicklung zu erlauben. Die *Energieprognose 2010* wurde auch deshalb gewählt, weil die Arbeiten der Klima-Enquête-Kommission (Enquête 1990) und der Bundesregierung (IMA 1990) über zukünftige CO₂-Reduktionen ganz wesentlich auf dieser Arbeit als Referenzpfad beruhen.

Dennoch mußten aufgrund der Entwicklungen der Jahre 1990 und 1991 einige von PROGNOSES/ISI abweichende Basisdaten für die Szenarien entwickelt werden. Dies betrifft insbesondere die Bevölkerungs- und Wohnungsentwicklung in Westdeutschland, die schon 1990, erst recht aber 1991 deutlich von den PROGNOSES/ISI-Werten abweichen. Weiterhin entwickelte sich der Pkw-Bestand sowie dessen Ausnutzung nicht im Sinne der im Referenz-Szenario von PROGNOSES/ISI, sodaß hier eine eigene Grunddefinition der Basisdaten erfolgen mußte.

Als ergänzendes Datengerüst für die Modellierung des Trend-Szenarios wurden daher Arbeiten herangezogen, die vergleichbar zur PROGNOSES/ISI-Studie als "offiziell" anerkannte Studien gelten können. Im Kern sind dies Untersuchungen, die vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) zur Frage der CO₂-Minderungspotentiale in den neuen Bundesländern im Auftrag des Bundes-Umweltministers sowie für die Klima-Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages zum Thema Verkehr durchgeführt wurden (DIW 1989).

Die wichtigste Änderung gegenüber PROGNOSES/ISI ist die Entwicklung der Wohnbevölkerung und des Wohnungsbestands in Ost- und Westdeutschland (vgl. Tabellen 1 und 2).

Aufgrund der angesetzten Wirtschaftsentwicklung in den neuen Bundesländern (vgl. unten) wird für Westdeutschland bis zum Jahr 2000 eine stetige Abnahme der Zuwanderung aus Ostdeutschland unterstellt, sodaß sich die Bevölkerung in beiden Teilen Deutschlands bis zur Jahrtausendwende stabilisiert² - im Westen auf einem höheren, im Osten auf einem niedrigen Niveau als heute.

¹ Dabei wird allerdings die Einführung einer Energiesteuer in der Mitte der 90er Jahre schon als Trend angenommen (vgl. PROGNOSES/ISI 1990).

² Ab diesem Zeitpunkt sind auch keine nennenswerten Einwanderungs-Gewinne mehr angenommen. Zur Datenbegründung im Einzelnen vgl. (DIW 1990).

Tabelle 1 Entwicklung der Wohnbevölkerung in Ost- und Westdeutschland im Trend- und ÖKO-Szenario (in Mio.)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Westdeutschland	61,1	63,5	64,8	64,9	64,9	64,9
Ostdeutschland	16,7	16,0	15,6	15,4	15,4	15,4
Gesamt-BRD	77,8	79,5	80,4	80,3	80,3	80,3

Tabelle 2 Wohnungsentwicklung in Ost- und Westdeutschland im Trend- und ÖKO-Szenario

		1991-	1996-	2001-		
2006-						
Wohnungsbestand	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Westdeutschland						
[1.000 Whgn.]	25.845	26.690	28.266	30.190	30.301	30.300
[1987=100]	100%	103%	109%	117%	117%	117%
Ostdeutschland						
[1.000 Whgn.]	6.901	6.967	6.850	6.899	7.007	7.102
[1987=100]	100%	101%	99%	100%	102%	103%

Darauf aufbauend wurde eine Abschätzung der Wohnungsentwicklung durchgeführt, die sich eng an die kürzlich vom DIW veröffentlichte Vorschau bis zum Jahr 2000 anlehnt (DIW 1990). Dabei wird von einer relativ starken Zubautätigkeit in Westdeutschland ausgegangen, die praktisch als Grenze der Baukonjunktur verstanden werden kann.

Parallel hierzu wird ein sehr hoher Zubau- und Sanierungsgrad für ostdeutsche Wohnungen unterstellt, der ebenfalls als optimistische Annahme darstellt, also eine *obere Grenze* zur Auslastung der Bauwirtschaft.

Insgesamt beschreiben diese Annahmen also einen *Maximalwert* der möglichen Entwicklung, womit denkbare Einflüsse sozial- und wohnungspolitischer Art auf die Szenarien konservativ abgeschätzt wurden. Bei realistischen Annahmen wäre der Bedarf an Raumwärme voraussichtlich geringer.

Im Bereich der *Industrie* wurden die Wachstumsannahmen zu Netto-Produktionswerten (NPW) der verschiedenen Branchen in den *alten Bundesländern* direkt aus dem Referenzszenario von PROGNOSES/ISI übernommen, um eine weitgehende Kompatibilität der ökonomischen Entwicklung in Westdeutschland zu erlauben³. Eine Übersicht zu diesen Wachstumsannahmen gibt Tabelle 3.

Tabelle 3 Wachstumsannahmen zur westdeutschen Industrie im Trend- und ÖKO-Szenario (% pro Jahr)

Sektor	87-95	95-2010
Übr. Bergbau		0,0% -1,0%
Grundstoffe		2,0% 1,3%
davon		
- Steine/Erden		2,0% 1,1%
- Eisen&Stahl		0,5% -0,9%
- Giesserei		0,8% -0,1%
- Ziehereien		2,0% 0,2%
- NE-Metalle		0,2% -0,3%
- Chemie		3,0% 2,3%
- Zellstoff/Papier		3,5% 2,1%
- Gummi		3,5% 0,9%
Investitionsgüter		2,5% 2,3%
Verbrauchsgüter		2,2% 1,8%
Nahrungs- u. Genuß		2,2% 2,0%
Verarbeitendes Gewerbe	2,3%	2,0%

Für Ostdeutschland wurde vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) im Unterauftrag eine Palette denkbarer und plausibler Entwicklungen der Wirtschaft erstellt, die auch die Arbeitsplatz- und Produktivitätseffekte in den neuen Ländern branchenspezifisch berücksichtigt (IÖW 1991).

³ Die in einer kürzlich veröffentlichten Studie der PROGNOSES für Nordrhein-Westfalen nur summarisch aufgeführten geänderten Wachstumsannahmen für Westdeutschland konnten hier nicht berücksichtigt werden. Ihre Begründung, damit die durch die Vereinigung ausgelösten "Boom"-Effekte in Westdeutschland abbilden zu wollen, kann ohne eine parallele Betrachtung für Ostdeutschland - die in dieser PROGNOSES-Studie fehlt - nicht näher analysiert werden. Dies wird erst eine weitere Studie zulassen, die PROGNOSES derzeit im Auftrag des Bundeswirtschaftsministers erstellt und die eine Referenzentwicklung für die Gesamt-BRD bis zum Jahr 2010 beschreiben soll. Die Veröffentlichung dieser Arbeit ist für Ende 1991 vorgesehen (Masuhr 1991).

Von den dort entwickelten Varianten wurde für beide Szenarien die optimistische Variante C gewählt, die eine weitgehende Angleichung wesentlicher ökonomischer Parameter in Ostdeutschland an die "West-Standards" bis zum Jahr 2000 beschreibt. Wesentlich ist hier, daß die durch die Vereinigung erfolgte Währungsumstellung, Schuldenregelung, Marktöffnung nach Westen sowie die Marktverluste in Osteuropa eine krisenhafte Umbruchsituation auslösten, die derzeit noch andauert.

Das IÖW unterstellt in seiner Abschätzung, daß der Tiefpunkt dieser Krise Ende 1992 erreicht sei, und daß ab 1993 eine Erholung mit drastischem Wachstum einsetzt, die bis 1995 dauert und dann in eine längere Phase starken Wachstums übergeht.

Eine Darstellung der daraus abgeleiteten Wachstumsannahmen gibt Tabelle 4.

Tabelle 4 Wachstumsannahmen zur ostdeutschen Industrie im Trend- und ÖKO-Szenario (% pro Jahr)

89-92 93-95 95-00 00-10

0,0%	Übriger Bergbau	-12,5%	-2,0%	0,0%
8,0%	Grundstoffe	-15,6%	14,0%	12,0%
	davon			
10,0%	- Steine-Erden	-10,9%	18,0%	16,0%
8,0%	- Eisen&Stahl	-15,3%	12,0%	12,0%
7,0%	- Giesserei	-16,7%	7,0%	7,0%
7,0%	- Ziehereien	-18,4%	7,0%	7,0%
5,0%	- NE-Metalle	-17,4%	5,0%	5,0%
9,0%	- Chemie	-18,8%	30,0%	20,0%
9,0%	- Zellstoff/Papier	-15,0%	10,0%	10,0%
6,0%	- Gummi	-15,2%	8,0%	8,0%
11,0%	Investitionsgüter	-18,0%	20,0%	16,0%
8,0%	Verbrauchsgüter	-18,1%	8,0%	8,0%
8,0%	Nahrungs- u. Genuß	-14,5%	8,0%	8,0%
	Verarbeitendes Gewerbe	-14,8%	12,0%	11,0%
			9,0%	

Für den statistisch sehr heterogenen Sektor *Kleinverbrauch* wurden für Westdeutschland die von PROGNOSES/ISI im Referenzszenario unterstellten Entwicklungstendenzen für alle Subsektoren übernommen, während für Ostdeutschland weder eine entsprechende Detaillierung vorliegt noch gesicherte Grundlagen über die Entwicklungsrichtung des Kleinverbrauchs existieren.

Daher wurde einerseits auf der Basis verschiedener Arbeiten über den heutigen Energiebedarf des Kleinverbrauchssektor verwendet, um eine der westdeutschen Detaillierung auf Subsektoren entsprechende Beschreibung der Energieverwendung im Basisjahr 1989 zu definieren (DIW 1991; GwE 1990; Ife 1990; Jahrbuch DDR 1990).

Andererseits wurde unter Bezugnahme auf die vom IÖW erstellten Varianten zur gesamtökonomischen Entwicklung dem ostdeutschen Kleinverbrauch eine plausible Schätzung über die Dynamik wesentlicher Leitindikatoren hinterlegt.

Wegen der geringeren Detaillierung der Energiewirtschaft in Ostdeutschland wurden statt 9 Index-Endwicklungen (wie bei PROGNOSES/ISI für Westdeutschland) für Energieanwendungen von uns nur 3 Typen für beide Teile Deutschlands abgebildet und fortgeschrieben. Diese Vereinfachung ist aber wegen der relativ klaren Struktur und Dynamik der energetisch relevanten Subsektoren (Baugewerbe, Banken/Versicherungen, Öffentliche Hand, sonstige Dienstleistungen) nur wenig ergebniswirksam, wie intern durchgeführte Vergleichsrechnungen für die alten Bundesländer und deren Vergleich mit dem differenzierteren PROGNOSES/ISI-Ansatz zeigten.

Eine Übersicht zu den Leitindikatoren für West- und Ostdeutschland, die im Trend- und ÖKO-Szenario zur Beschreibung der zukünftigen Energienachfrage im Kleinverbrauch verwendet wurden, geben die Tabellen 5 und 6.

Die dort verwendeten Indikatoren Beschäftigte (B) und Produktion (P) wurden sowohl einzeln als auch als gemischter Indikator verwendet, wobei je nach Sub-Sektor eine möglichst aussagekräftige Indexwahl erfolgte.

Im *Verkehrssektor* wurde eine Datenbasis zur Situation in Ostdeutschland entwickelt. Wegen der engen Verknüpfung der wesentlichen Parameter im Verkehrssektor erfolgt die Darstellung der Grunddaten und Szenarioannahmen geschlossen in Abschnitt Verkehr (vgl. Kapitel 4).

Für den *Umwandlungssektor*, der für die Bereitstellung von Energieträgern zur Deckung des Endenergiebedarfes übernimmt, wurde für das Trend- und ÖKO-Szenario eine gemeinsame Datenbasis zur Beschreibung von Effizienz, Verlusten und Emissionen bei den Teilsektoren Raffinerien, Kokswirtschaft und Bergbau verwendet (vgl. Kapitel 5.4).

Dagegen wurden Kraft- und Heizkraftwerke *szenariospezifisch* definiert, da hier große Potentiale zur Energieeinsparung und Umweltentlastung liegen (vgl. Kapitel 5.1 - 5.3).

Tabelle 5 Entwicklung der Leitindikatoren im Kleinverbrauch in Westdeutschland im Trend- und ÖKO-Szenario

Sub-Sektor	Anwendung	Indikator	2000	2010	
Landwirtschaft	Raumwärme	B/P			97
					92
	Warmwasser	B/P			97
	Strom/Kraft	P	119	120	
Ind.Kleinb.	Raumwärme	B			93
					85
	Warmwasser	P			133
	Strom/Kraft	P	133	165	
Handwerk	Raumwärme	B			93
					85
	Warmwasser	P			133
	Strom/Kraft	P	133	161	
Baugewerbe	Raumwärme	B			92
					83
	Warmwasser	B			92
	Strom/Kraft	B	110	116	
Einzelhandel	Raumwärme	B/P			115
					128
	Warmwasser	B			96
	Strom/Kraft	P	135	170	
Großhandel	Raumwärme	P			135
					170
	Warmwasser	B			96
	Strom/Kraft	P	120	150	
Banken/Vers.	Raumwärme	B			98
					97
	Warmwasser	B			98
	Strom/Kraft	B	120	140	

152	Wäsch/Rein.	Raumwärme	alle Anwendungen	130
152		Warmwasser	nutzen	130
		Strom/Kraft	Produktion	130 152
153	Gastgewerbe	Raumwärme	B/P	127
180		Warmwasser	P	140
		Strom/Kraft	P	140 180
102	Krankenhäuser	Raumwärme	alle Anwendungen	104
102		Warmwasser	nutzen	104
		Strom/Kraft	Bettenzahl	105 110
86	Schulen	Raumwärme	alle Anwendungen	92
86		Warmwasser	nutzen	92
		Strom/Kraft	Schülerzahl	95 100
100	Bäder	Raumwärme	Infrastruktur-	100
100		Warmwasser	prognose	100
		Strom/Kraft		120 150
165	sonst. priv.	Raumwärme	alle Anwendungen	140
165		Warmwasser	nutzen	140
		Strom/Kraft	Beschäftigte	150 180
115	Öffentl. Hand	Raumwärme	alle Anwendungen	115
115		Warmwasser	nutzen	115
		Strom/Kraft	Beschäftigte	125 140

Tabelle 6 Entwicklung der Leitindikatoren im Kleinverbrauch in Ostdeutschland im Trend- und ÖKO-Szenario (Index 1989 = 100)

Sub-Sektor	Anwendung	Indikator	2000	2010	
Landwirtschaft	Raumwärme	B/P			50
			35		
	Warmwasser	B/P			55
			38		
	Strom/Kraft	P	65	60	
Ind.Kleinb.	Raumwärme	B			140
			160		
	Warmwasser	P			155
			175		
	Strom/Kraft	P	150	165	
Handwerk	Raumwärme	B			80
			100		
	Warmwasser	P			100
			125		
	Strom/Kraft	P	125	150	
Baugewerbe	Raumwärme	B			50
			75		
	Warmwasser	B			60
			90		
	Strom/Kraft	B	150	175	
Einzelhandel	Raumwärme	B/P			120
			120		
	Warmwasser	B			60
			50		
	Strom/Kraft	P	140	150	
Großhandel	Raumwärme	P			150
			180		
	Warmwasser	B			80
			60		
	Strom/Kraft	P	150	200	
Banken/Vers.	Raumwärme	B			100
			100		
	Warmwasser	B			100
			100		
	Strom/Kraft	B	200	250	

150	Wäsch/Rein.	Raumwärme	alle Anwendungen	150
150		Warmwasser	nutzen	150
		Strom/Kraft	Produktion	150 150
180	Gastgewerbe	Raumwärme	B/P	150
200		Warmwasser	P	180
		Strom/Kraft	P	180 200
80	Krankenhäuser	Raumwärme	alle Anwendungen	90
80		Warmwasser	nutzen	90
		Strom/Kraft	Bettenzahl	105 110
60	Schulen	Raumwärme	alle Anwendungen	80
60		Warmwasser	nutzen	80
		Strom/Kraft	Schülerzahl	80 60
60	Bäder	Raumwärme	Infrastruktur-	80
60		Warmwasser	prognose	80
		Strom/Kraft		80 60
200	sonst. priv.	Raumwärme	alle Anwendungen	150
200		Warmwasser	nutzen	150
		Strom/Kraft	Beschäftigte	150 200
60	Öffentl. Hand	Raumwärme	alle Anwendungen	80
60		Warmwasser	nutzen	80
		Strom/Kraft	Beschäftigte	80 60

2 Zu den Annahmen im ÖKO-Szenario

Bei der Festlegung der Strukturentwicklung wurde davon ausgegangen, daß über im Betrachtungszeitraum keine Wirtschaftskrisen, Kriege oder sonstige Katastrophen eintreten.

Hinsichtlich der technischen Entwicklung wurde den Szenarien ein *konservatives* Konzept vertreten, da generell vom heutigen Stand der Technik ausgegangen wurde. Lediglich zum Ende der Betrachtungszeit wurden technische Gerätekonzepte im Haushaltsbereich in begrenztem Umfang in die Betrachtung einbezogen, die heute als Prototypen existieren.

2.1 Atomausstieg

Im ÖKO-Szenario wird unterstellt, daß alle derzeit betriebenen Atomkraftwerke (AKW) in der BRD bis zum Ende des Jahres 1991 stillgelegt werden, d.h. ab Anfang 1992 kein Atomstrom in Deutschland erzeugt wird.

Die technische Machbarkeit dieses *Sofortausstiegs* ist bei den heute gegebenen Kraftwerksparken in West- und Ostdeutschland sowie dem derzeitigen Bedarf an Strom und gesicherter Leistung möglich (vgl. im Einzelnen ÖKO 1990). Eine im Energiemodell des Öko-Instituts erfolgte detaillierte Analyse der bestehenden Gas-, Öl- und Kohlekraftwerke in Westdeutschland zeigt, daß die ausfallende Stromarbeit der AKW ersetzt werden kann, *ohne* daß vom Klimaschutzziel der Enquête-Kommission Abstriche gemacht werden müssen⁴.

2.2 Kohlepolitik

Die Grundannahmen für das ÖKO-Szenario gaben *keine* quantitative Zielsetzung für den Kohleinsatz vor, sondern verfolgten das Konzept einer möglichst effizienten *Kohlenutzung*. Die alleinige Verstromung von Kohle erfolgt dabei nur in dem Maße, wie notwendiger Strom nicht durch andere Optionen bereitgestellt werden kann. Aufgrund der Umweltschäden bei der Braunkohleförderung im Tagebau wurde dabei vorrangig Steinkohle eingesetzt und die bestehenden Braunkohle-Großkraftwerke entsprechend ihrer Altersstruktur sukzessive stillgelegt ("Absterbekonzept"). Die bis 1995 im Trend-Szenario angenommenen Neubauten von Kohlekraftwerken in den neuen Bundesländern wurden auch im ÖKO-Szenario angesetzt, da die entsprechenden Vorplanungen und Genehmigungen einem kurzfristigen Verzicht auf diese Anlagen entgegenstehen.

In Ostdeutschland wurde zudem der Ersatz von Braunkohleverwendungen in *Heizanlagen* als strategisches Ziel verfolgt.

2.3 Effizienzstrategie

Die grundlegende Konzeption des ÖKO-Szenarios beruht auf der Ausnutzung der *volkswirtschaftlich* kosteneffizienten Potentiale zur Energieeinsparung auf der Nachfrage- und Angebotsseite, also bei der Bereitstellung (z.B. Kraftwerke) und Nutzung (z.B. Haushaltsgeräte) von Energie.

⁴ Die Fahrweise des öffentlichen Kraftwerksparks beim AKW-Ausstieg wird im näher in Kapitel 5 näher diskutiert.

Die im Szenario verwendeten Potentiale beruhen auf einem Wirtschaftlichkeitskalkül, das eine kostenmäßige *Internalisierung externer Umwelteffekte* durch Schadstoffemissionen und CO₂ berücksichtigt. Als Größenordnung für die Internalisierung werden, bezogen auf Kohlestrom, rund 2 Pf/kWh_{e1} angenommen (vgl. ÖKO 1989c)⁵.

Das ÖKO-Szenario fußt auf der Annahme, daß die volkswirtschaftlich attraktive Potentiale nur in geringem Umfang durch die Trend-Entwicklung erschlossen werden, da dem erhebliche *Hemmnisse* entgegenstehen. Für die Stromspar- und Kraft-Wärme-Kopplungs-Potentiale werden die in der vorliegenden Literatur genannten Werte verwendet und angenommen, daß durch eine *aktive Politik* die wesentlichen Hemmnisse für rationelle Energiebereitstellung und -nutzung überwunden werden.

Dies gilt z.B. für das wichtige Hemmnis der Kapitalverfügbarkeit und Rentabilitätsforderungen bei privaten Investoren, indem EVU die kosteneffektiven Potentiale realisieren bzw. dies Dritten durch entsprechende Stromvergütungen ermöglichen.

Auf der Nutzerseite wird unterstellt, daß durch Einsparprogramme der EVU (Informations-, Beratungs-, Rabatt- und Leasingprogramme) die wichtigsten Hemmnisse überwunden werden. Die wirtschaftlichen Stromeinsparpotentiale erhöhen sich außerdem durch die Internalisierung von Umweltkosten - die durch Energieeinsparung vermiedenen Emissionen werden als ersparte Umweltkosten verbucht, womit auch höhere Ausgaben für Sparmaßnahmen wirtschaftlich werden.

Bei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wurde angenommen, daß industrielle Potentiale und KWK-Anlagen in mittleren Städten über Kooperationsangebote der regionalen und überregionalen EVU aktiviert werden, und daß die technische Verbesserung von KWK-Systemen mit bestehenden Wärmenetzen ebenfalls aktiv verfolgt wird. Bei der Planung von Neubaugebieten sind generell Nahwärmeversorgung und Niedrig-Energiebauweise angenommen.

Für die regenerativen Energien wurde unterstellt, daß die Reaktivierung/Sanierung von Wasserkraftanlagen, der Zubau von Windkraftanlagen sowie die Ausnutzung der regionaler Biomassepotentiale in der Land- und Forstwirtschaft durch die EVU erfolgt. Bei der Nutzung der getrennt gesammelten organischen Müllfraktion ist eine Kooperation kommunaler Abfallbetriebe mit den EVU angenommen.

⁵ Alle Berechnungen erfolgten über Emissionsdaten für neue Anlagen (vgl. ÖKO 1989) mit dem GEMIS-Programm (ÖKO 1989b).

3 Die Szenario-Annahmen zur Energienachfrage (ohne Verkehr)

3.1 Haushalte

Die Haushalte stellen in den alten Bundesländern neben der Industrie den größten Energiebedarfssektor dar. Im folgenden wird der Haushaltssektor in die vier wesentlichen Anwendungsbereiche für Energie unterteilt: Raumwärme, Warmwasser, Kochen sowie Haushaltsgeräte. Die Analyse der Bedarfsentwicklung in diesen vier Bereichen wurde nicht isoliert durchgeführt, da viele Querverbindungen zwischen ihnen auftreten: so legt etwa die Wahl des Heizsystems in den meisten Fällen auch die Art der Warmwasserbereitung fest. Die Darstellung jedoch erfolgt aus Gründen der Übersichtlichkeit getrennt für jeden Einzelbereich.

3.1.1 Raumwärme

Zur Methodik

Der Endenergiebedarf für die Raumwärme im Haushaltsbereich wurde nach folgendem Schema ermittelt:

- * Der Wohnungsbestand wird, unterschieden nach Ein-/Zwei- und Mehrfamilienhäusern, nach Baualtersklassen und Bautypen sowie der Beheizungsstruktur in den jeweiligen Baualtersklassen klassifiziert.
- * Über die derart strukturierte Matrix der Wohnungszahl wird mit den spezifischen Wohnungsgrößen je Baualtersklasse und Bautyp die zu beheizende Fläche errechnet.
- * Diesen Flächen wird der jahresdurchschnittliche Nutzenergiebedarf nach Baualtersklassen und Bautypen zugeordnet. Dieser Nutzenergiebedarf ist zunächst für ein durchschnittliches modernes Raumheizungssystem (Öl- oder Gasheizung) definiert.
- * Der über die zu beheizende Fläche ermittelte Nutzenergiebedarf wird danach mit einem verhaltensbedingten Faktor korrigiert. Dieser Faktor beinhaltet im wesentlichen verhaltensabhängige Differenzen, die vor allem in der Dauer der Raumheizung und der Inanspruchnahme der zu beheizenden Fläche bestehen (Z.B. wird in Wohnungen mit Kachelofen-Einzelheizung nur ein Teil der Wohnungsfläche und diese nach den vorliegenden Untersuchungen über einen kürzeren Zeitraum beheizt).
- * Der sich daraus ergebende Nutzenergiebedarf wird über die Umwandlungswirkungsgrade der Heizungssysteme auf die Verteilung der benötigten Endenergie umgerechnet.

Die Beheizung der "Nichtwohngebäude" wird endenergieseitig über feste Faktoren mit den Wohngebäuden verknüpft. Hier werden in Ermangelung aktuellerer Untersuchungen die Werte der *Energieprognose 2010* (PROGNOS/ISI 1990) verwendet.

Zur Szenarientwicklung

Für die Szenarientwicklung muß in das o.g. Schema die Entwicklung des Wohnungsbestandes nach Zubau, Abriß und Sanierung sowie die Substitution von Heizungsanlagen (bei Sanierung etc.) integriert werden. Die Grundannahmen für Abriß und Zubau (Zahl der Wohnungen, Flächen je Wohnung) sowie die Wirkungsgrade der Heizsysteme werden dabei für die beiden Szenarien Trend und ÖKO konstant gehalten. Variiert werden in den Szenarien die Sanierungsraten, die Ersatzprozesse und die Entwicklung der spezifischen Nutzenergieverbräuche bei Neubau/Sanierung

Somit ergibt sich die Ermittlung von Nutzenergiebedarf und Endenergieverbrauch nach folgendem Ansatz:

$$E = f(WB, N_{Z,A}, SNE_{z/a}, SR, SNE_s, HS, SF, HS, VF, WG)$$

mit

E	Endenergiebedarf
WB	Wohnungsbestand nach Bautypen und Baualtersklassen
$N_{Z,A}$	Faktor für Zubau und Abriß nach Baualtersklassen
$SNE_{z/a}$	Spezifischer Nutzenergiebedarf für Zubau
SR	Sanierungsraten nach Baualtersklassen
SNE_s	Spezifischer Nutzenergiebedarf nach Sanierungen
SUB	Substitution von Heizungsanlagen
SF	Spezifische Fläche je Wohnung nach Baualtersklassen
HS	Verteilung der Heizungssysteme nach Baualtersklassen
VF	Verhaltensbedingter Faktor
WG	Wirkungsgrad der Heizungssysteme

Das Vorgehen für Ostdeutschland

Eine Haustypologie, wie sie in der Literatur (PROGNOS/ISI 1990; IWU 1990) für Westdeutschland nach Baualtersklassen, Bautypen und flächenbezogenen Nutzenergiebedarf vorliegt, ist in dieser konsistenten Form für Ostdeutschland derzeit nicht verfügbar.

Es liegen jedoch einzelne Angaben zu unterschiedlichen Bereichen in verschiedenen Veröffentlichungen vor: Das Statistische Jahrbuch der DDR weist Wohnungsbauzahlen aus (Jahrbuch DDR 1990), und die Energiestatistik der DDR enthält Angaben über die Beheizungsstruktur und die Zahl der beheizten Wohnungen (GwE 1990; IfE 1990). Über eine Anzahl von weiteren Parametern liegen Einzelveröffentlichungen vor (z.B. DIW 1990). Dazu kommen Daten, die vom Öko-Institut für laufende Arbeiten recherchiert wurden.

Unter Berücksichtigung der etwa 102.000 leerstehenden Wohnungen (die vor allem den Baualtersklassen bis 1945 zugeordnet wurden), ergab sich so eine eigene Datenbasis für den Wohnungsbestand Ostdeutschlands .

Es zeigen sich hier deutlich die unterschiedlichen Etappen des Wohnungsbaus auf dem Gebiet der DDR. Der Schwerpunkt des Wohnungsbaus hat sich seit Beginn der 60er Jahre deutlich auf die Plattenbauweise verlagert. Ein weiteres Spezifikum ist die Konzentration dieser Bauten in abgeschlossenen Satellitenstädten oder -vierteln.

Für die spezifischen Wohnungsflächen kann in guter Näherung angenommen werden, daß bei den Bauten bis zum Beginn der fünfziger Jahre in Ost- und Westdeutschland die gleichen Parameter anzusetzen sind. Für die Zeit nach dem zweiten Weltkrieg sind die durchschnittlichen Wohnungsgrößen aus den Angaben des Statistischen Jahrbuchs der DDR rekonstruierbar. Die durchschnittliche Wohnung in einem Ein- oder Zweifamilienhaus hat nach unseren Berechnungen eine zu beheizende Fläche von 85,6 m² und eine solche im Mehrfamilienhaus 56,5 m². Im Landesdurchschnitt ergibt sich damit eine durchschnittliche Fläche von 65,9 Quadratmetern je Wohnung.

Der spezifische Nutzenergiebedarf für die einzelnen Wohnungstypen wurde nach Sichtung der bisher für den Raum der DDR vorliegenden kommunalen und regionalen Energiekonzepte geschätzt⁶.

Die Verteilung der Heizungssysteme liegt für die Gesamtheit der Wohnungen in den Energiestatistiken der DDR vor. Hier wurde die Verteilung nach Baualtersklassen nach Plausibilitätsannahmen geschätzt. Dies ist leichter möglich als zunächst angenommen, da die beiden wesentlichsten Heizungssysteme (Kohle-Heizungen und Fernwärme) den Baualtersklassen relativ sicher zugeordnet werden können (Anhang 1).

Die Besonderheit der Heizungs-Mischsysteme⁷ wurde berücksichtigt, indem die Zahl dieser Heizungsanlagen auf Gas- bzw. Strom-Vollbeheizung und Kohle-Einzelheizungen aufgelöst wurde. Entsprechend der Verteilung dieser Heizungstypen und der "heizungswirksamen" Flächenanteile wurden damit 72% der teilweise mit Gas beheizten Wohnungen als vollständig gasbeheizt und 68% der mit Strom teilweise beheizten Wohnungen als vollständig mit Elektroenergie beheizten Wohnungen angesetzt. Der "Rest" wurde den Kohle-Einzelheizungen zugeordnet.

Die nutzerabhängigen Korrekturfaktoren wurden in Anlehnung an die unterschiedlichen Nutzungsdauer der Heizungssysteme in der Energieprognose 2010 (PROGNOS/ISI 1990) angesetzt, wobei für die Zentralheizungssysteme ein "Verschwendungszuschlag" von 10% angesetzt wurde, um die fehlende Erfassung und Abrechnung der Heizenergie zu berücksichtigen. Die Wirkungsgrade für die Heizungsanlagen wurden wiederum in Anlehnung an die *Energieprognose 2010* (PROGNOS/ISI 1990) definiert (vgl. Anhang 2).

⁶ Z.B. das Gutachten des Öko-Instituts für die Stadt Dresden (ÖKO 1991). Die Daten wurden mit den vorliegenden Zahlen des Bundesbauministeriums und für Altbauten mit denen von IWU, (Nutzenergiebedarf vor Renovierung, vgl. IWU 1990) abgeglichen. Dabei ergeben sich besonders bei den Zahlen des Bauministeriums (z.B. zitiert in Energiedepesche III/1991) teilweise erhebliche Abweichungen. Diese sind wahrscheinlich durch den Sachverhalt erklärbar, daß es sich in der Regel um *errechnete* Werte handelt. Da die Basisrechnungen für die Jahre 1989 und 1990 gut mit den Energielieferungen für den Raumwärmebedarf der Bevölkerung nach Energiestatistik (GwE 1990; IfE 1990) übereinstimmen ist eine indirekte Bestätigung der von uns teilweise geschätzten Werte (Anhang 1) gegeben.

⁷ d.h. Teilbeheizung der Wohnung mit Gas oder Strom in Verbindung mit Kachelofenheizungen

Grundlage für die Annahmen zum Abriß/Zubau sowie zur Sanierung der Bausubstanz ist eine Arbeit des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW 1990). Die vom DIW angenommene Zahl der im Jahre 1990 existierenden Wohnungen (7,0 Millionen Wohnungen) wurde um die 100.000 leerstehenden Wohnungen ("energetisch nicht wirksam") und den Wohnungszubau des Jahres 1990 (ca. 70% des Zubaus von 1989) korrigiert. Gestützt wird dies durch die Energiestatistik der DDR⁸ und Daten des IFO-Instituts⁹.

Für die Entwicklung des Wohnungsbestandes wurde das Stabilitäts-Szenario (Szenario B) der DIW-Studie gewählt, das von einer Stabilisierung der Bevölkerungszahl ausgeht. Folgt man der Logik des DIW auch über das Jahr 2000 hinaus, so ergibt sich die in

Tabelle 7 gezeigte Entwicklung des Wohnungsbestandes. Die Angaben der DIW-Studie gehen von der erforderlichen (!) Zahl der neuzubauenden bzw. zu sanierenden Wohnungen bis zum Jahr 2000 aus. Obwohl nach Meinung der Verfasser beim derzeitigen Stand der Diskussion die angestrebten Zielgrößen kaum realisierbar sein werden, wurden sie als "energetisch wirksame Obergrenze" zu Grunde gelegt.

Besonders in Ostdeutschland ist die Sanierung der Wohnsubstanz von großer Bedeutung. Um den desolaten Zustand vieler Wohnbauten schnellstmöglich zu beheben, werden in den nächsten Jahren erhebliche Anstrengungen nötig werden. Die Tabelle 7 zeigt zusammenfassend die Entwicklung des Wohnungsbestandes.

⁸ nach (GwE 1990; IfE 1990) im Jahre 1989: 6,9 Millionen "energetisch wirksame" Wohnungen

⁹ nach Zeitungsmeldungen (FR vom 18.09.91) Fertigstellung von 62.000 Wohnungen im Jahre 1990 gegenüber 92.000 in 1989 (=67%)

Tabelle 7 Entwicklung des Wohnungsbestandes in Ostdeutschland (in 1.000 Wohnungen)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Bestand	6.901	6.967	6.850	6.899	7.007	7.102
dav. 1+2-FH	2.257	2.265	2.258	2.264	2.283	2.284
dav. MFH	4.644	4.702	4.592	4.636	4.724	4.818
Abriß			387	390	213	215
dav. 1+2-FH			77	94	71	69
dav. MFH			310	296	142	146
Zubau			270	440	320	340
dav. 1+2-FH			70	100	90	70
dav. MFH			200	340	230	270

Da die Raten für die Sanierung von Wohngebäuden in Ostdeutschland in jedem Falle sehr hoch sein werden sind spezielle Programme zur Erhöhung der Sanierungsraten im Szenario ÖKO nicht vorgesehen: für beide Szenarien wurden damit gleiche Sanierungsraten angenommen (Tabelle 8).

Tabelle 8 Sanierung von Wohngebäuden in Ostdeutschland (TREND und ÖKO) [1.000 Wohnungen]

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
san. Wohnungen (kumuliert)			636	1.720	2.364	2.917
dav. 1+2-FH			251	741	1.038	1.238
dav. MFH			385	979	1.326	1.679

Bis zum Jahre 2010 werden die vor 1945 errichteten Wohnungen fast vollständig saniert; auch an den Bauten, die nach dem Krieg errichtet wurden, werden besonders gegen Ende des Betrachtungszeitraums Sanierungsmaßnahmen wirksam.

Die spezifischen Nutzenergieverbräuche für den Neubau und die Sanierung (Bauten bis in die fünfziger Jahre) werden im *Trend-Szenario*¹⁰ nach (PROGNOS/ISI 1990) angesetzt. Für die Sanierung von Mehrfamilienhäusern, die nach 1960 errichtet wurden (hier liegen kaum praktische Erfahrungen vor), werden in vorsichtiger Schätzung Einsparraten zwischen 3 und 15% angesetzt (siehe Anlage 2). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß Sanierungen an diesen Bauten erst zum Ende des Szenariozeitraums wirksam werden.

Im *ÖKO-Szenario*¹¹ wurde angenommen, daß eine neue Wärmeschutzverordnung für Neubauten den Niedrigenergiehaus-Standard (40 bis 60 kWh/m²) vorschreibt. Für Sanierungen wurden in Anlehnung an (IWU 1990) die wirtschaftlichen Potentiale bei einem Nutzenergiepreis von 8-13 Pf/kWh angesetzt.

¹⁰ Die Basis-Parameter für das Szenario Trend finden sich in der Anhang 2, die Szenarientwicklung ist in der Anhang 3 dokumentiert. Die tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Anhang 0 gezeigt.

¹¹ Die Basis-Parameter für das Szenario ÖKO finden sich in der Anhang 2, die Szenarientwicklung ist in der Anhang 4 dokumentiert. Die tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Anhang 0 gezeigt.

Bei hohen Nutzenergiepreisen bzw. entsprechenden Anreizmaßnahmen werden natürlich auch Wärmedämmmaßnahmen bzw. Optimierungen der Heizungsanlagen in den Neubauten der DDR induziert, so daß hier Einsparraten von 17 bis 30% angesetzt werden können (Anhang 2)¹².

Die Verteilung der Heizungssysteme ist abhängig von der *Struktur der Heizungssysteme bei Neubauten* und den *Umrüstungen von Heizanlagen* (u.a. im Zuge der bautechnischen Sanierungen).

Im *Trend-Szenario* wurde (nach einer Angleichungsphase bis 1995) die Verteilung der Heizungssysteme in Anlehnung an die PROGNOSE-Struktur definiert. Für die Übergangsphase wurde dabei angenommen, daß wegen Fertigstellung der begonnenen Neubaugebiete bis 1995 der Fernwärmeanteil noch größer und durch die nicht vorhandenen Erdgas-Infrastrukturen der Erdgasanteil wesentlich kleiner als im Westteil der Republik sein wird. Weiterhin wurde davon ausgegangen, daß aufgrund der veralteten Netze im Niederspannungsbereich und den Unsicherheiten bei der Veränderung der Lastcharakteristik im elektrischen Netz Stromheizungen nicht zugebaut werden.

Für das *ÖKO-Szenario* wurde von wesentlich größeren Anteilen für die Fern- und Nahwärme ausgegangen, die durch die verstärkte Ausweisung von Vorranggebieten, die gesetzliche Festlegung von garantierten Einspeisepreisen für Kraft-Wärme-Kopplungs-Strom, spezielle Anreizprogramme (Steuererleichterungen, Anschlußprämien etc.) und besonders die durch Einführungshilfen beschleunigte Kostensenkungen bei neuen Verlegetechnologien (vgl. Klien 1990) begründet werden. Nach der Jahrtausendwende ist mit dem Einsatz von solaren Raumwärmesystemen für Ein- und Zweifamilienhäusern zu rechnen. Die Tabelle 9 zeigt die Annahmen für den Neubau in beiden Szenarien.

¹² Die Zuordnung von Sanierungs- bzw. Optimierungsmaßnahmen an den Heizungsanlagen ist nur schwer möglich. Sie werden hier der Kompatibilität wegen dem Bereich der Nutzenergienachfrage zugeordnet obwohl sie strenggenommen Wirkungsgradverbesserungen des Heizsystems darstellen.

Tabelle 9 Verteilung der Heizungssysteme in Neubauten (Ostdeutschland)

	1+2-FH				MFH			
	FW [%]	Öl-Z [%]	Gas-Z [%]	solar [%]	FW [%]	Öl-Z [%]	Gas-Z [%]	Ko-Z [%]
<i>TREND</i>								
1995	1,4	54,1	43,9	0,0	36,6	30,9	32,1	0,4
2000	1,4	54,1	43,9	0,0	12,3	21,8	65,5	0,4
2005	1,4	54,1	43,9	0,0	12,3	21,8	65,5	0,4
2010	1,4	54,1	43,9	0,0	12,3	21,8	65,5	0,4
<i>ÖKO</i>								
1995	2,0	54,1	43,9	0,0	36,6	30,7	32,7	0,0
2000	8,0	34,0	58,0	0,0	20,0	10,0	70,0	0,0
2005	15,0	23,0	57,0	5,0	28,0	10,0	62,0	0,0
2010	25,0	15,0	55,0	5,0	35,0	10,0	55,0	0,0

Die Wohnungsabriss werden vor allem dem Wohnungsbestand mit Kohle-Einzelheizungen zugerechnet, erst nach dem Jahr 2000 ist auch mit Abrissen von heute fernwärmebeheizten Wohnungen in größerem Ausmaß zu rechnen. Neben der Verteilung der Heizanlagen in den Neubauten ist die Substitution von Heizanlagen von besonderer Bedeutung, da der heutige Wohnungsbestand bis weit in das nächste Jahrhundert die Struktur der Wohngebäude bestimmen wird.

Im *Trend-Szenario* werden folgende Substitutionen angenommen¹³:

- * *1991-1995*: In Einfamilienhäusern werden vor allem Kohleheizungen ausgewechselt, wobei diese hauptsächlich durch Ölheizungen ersetzt werden. Bei Mehrfamilienhäusern werden ebenfalls vor allem Kohleheizungen durch Ölheizungen substituiert. Zusätzlich werden durch die Aufgabe von kleineren Nahwärmenetzen Fernwärmeheizungen durch Öl- und Gasheizungen ersetzt.
- * *1996-2000*: Bei Einfamilienhäusern setzt sich der oben beschriebene Trend fort. Bei Mehrfamilienhäusern werden Kohleheizungen zunehmend stärker durch Gasheizungen und Fernwärme substituiert.
- * *2001-2010*: Der Trend des Ersatzes von Kohle- durch Öl- und Gasheizungen setzt sich fort, wobei Gas ständig an Bedeutung gewinnt. Der Schrumpfungsprozeß bei Fernwärme ist beendet, es findet keine Substitution mehr statt.

Das *ÖKO-Szenario* geht dagegen von folgenden Prämissen aus:

- * *1991-1995*: Kohleheizungen werden im wesentlichen durch Öl-/Gas-Zentralheizungen und Fernwärmesysteme ersetzt. Während bei Ein-/Zweifamilienhäusern Fernwärme und Öl etwa gleiche Anteile haben, liegen die Substitutionen zugunsten von Fernwärme in Mehrfamilienhäusern deutlich über denen des Öls. In allen Gebäuden profitieren Gassysteme am stärksten vom Ersatz der Heizanlagen.

¹³ Die vollständigen Substitutionsmatrizen finden sich im Anhang 2.

- * 1996-2000: Während im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser die Prozesse stabil bleiben, verlagern sich die Neuanschlüsse in Mehrfamilienhäusern klar in Richtung von Nah- und Fernwärmenetzen.
- * 2001-2010: Dieser Prozeß wird auch in Zeitraum nach 2000 anhalten.

Schließlich ergeben sich die in den Tabellen 10 und 11 gezeigten Heizungsstrukturen.

Tabelle 10 Entwicklung der Beheizungsstruktur im Trend-Szenario für Ostdeutschland

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Fernwärme	24,1	24,6	24,6	25,2	26,2	25,4
Öl-Zentral	0,0	0,0	10,3	18,9	23,0	25,3
Gas-Zentral	0,7	0,7	5,5	17,1	25,0	29,8
Kohle-Zentral	14,5	14,5	11,2	6,5	3,6	2,1
Öl-Einzel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas-Einzel	5,4	5,4	7,3	9,0	8,9	9,1
Kohle-Einzel	53,4	52,9	39,1	21,3	11,4	6,4
Strom	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 11 Entwicklung der Beheizungsstruktur im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Fernwärme	24,1	24,6	30,0	36,0	39,9	40,8
Öl-Zentral	0,0	0,0	5,1	9,7	12,0	13,2
Gas-Zentral	0,7	0,7	7,1	17,7	23,6	27,5
Kohle-Zentral	14,5	14,5	11,2	6,6	3,7	2,3
Öl-Einzel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas-Einzel	5,4	5,4	5,5	6,6	7,2	7,4
Kohle-Einzel	53,4	52,9	39,1	21,5	11,7	6,9
Strom	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Während im Trend-Szenario der Anteil der Fernwärme etwa konstant bleibt und Ölheizungen innerhalb von 20 Jahren ein Marktsegment von über 25% besetzen, werden Gasheizungssysteme mit insgesamt fast 40% die dominierende Heizungsvariante.

Durch die massive Erschließung von Kunden für Nah- und Fernwärmesysteme kann im ÖKO-Szenario die Fernwärme (bei stark sinkender Nachfrage nach Nutzenergie) mit fast 41% ihre Stellung wesentlich verbessern. Während Gasheizungen noch fast 35% der Wohnungen mit Raumwärme versorgen, beschränkt sich der Einsatz von Ölheizungen im wesentlichen auf Ein- und Zweifamilienhäuser und erreicht einen Marktanteil von nur 13,2%.

Der Nutzenergiebedarf ergibt sich aus der Veränderung der bauphysikalischen Parameter (Wärmedämmung, Baugeometrie etc.), die sich bedarfssenkend auswirken. Der zunehmende Ausstattungsgrad der Wohnungen mit "modernen" Heizungssystemen wirkt durch die veränderten Benutzungsgewohnheiten dagegen bedarfssteigernd. Insgesamt ergibt sich für die beiden Szenarien der in Tabelle 12 gezeigte Nutzenergiebedarf.

Die Einführung einer verbrauchsabhängigen Erfassung und Abrechnung des Energiebedarfs auch in fernwärmebeheizten Wohnungen führt zur Erschließung von "Spar"potentialen von 10 bis 15 Prozent. Der bewußtere Umgang mit Energie seitens der Verbraucher wird konservativ mit einem Potential von 4% bis zum Jahr 2010 angesetzt.

Tabelle 12 Entwicklung des Nutzenergiebedarfs im Trend- und ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
TREND	80.427	81.175	80.685	77.667	75.393	71.191
<i>1989=100</i>	<i>100</i>	<i>101</i>	<i>100</i>	<i>97</i>	<i>94</i>	<i>89</i>
ÖKO	80.427	81.175	80.580	73.309	67.411	60.458
<i>1989=100</i>	<i>100</i>	<i>101</i>	<i>100</i>	<i>91</i>	<i>84</i>	<i>75</i>

Endenergieseitig ergibt sich für die beiden Szenarien das in Tabelle 13 gezeigte Verhältnis.

Tabelle 13 Entwicklung des Endenergiebedarfs im Trend- und ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
TREND	112.251	113.089	110.346	99.557	92.074	84.552
<i>1989=100</i>	<i>100</i>	<i>101</i>	<i>98</i>	<i>89</i>	<i>82</i>	<i>75</i>
Fernwärme	17,7%	18,1%	17,5%	18,7%	20,8%	21,2%
Öl	0,0%	0,0%	13,1%	23,1%	27,1%	29,5%
Gas	5,1%	5,1%	14,3%	27,6%	34,7%	38,5%
Kohle	75,4%	75,0%	53,4%	28,9%	15,8%	9,3%
Strom	1,8%	1,8%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%
Solar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ÖKO	112.251	113.089	108.388	91.616	80.264	70.100
<i>1989=100</i>	<i>100</i>	<i>101</i>	<i>97</i>	<i>82</i>	<i>72</i>	<i>62</i>
Fernwärme	17,7%	18,1%	23,4%	31,7%	38,2%	41,0%
Öl	0,0%	0,0%	6,7%	11,7%	13,8%	14,9%
Gas	5,1%	5,1%	14,2%	25,1%	29,9%	32,3%
Kohle	75,4%	75,0%	54,0%	29,8%	16,5%	10,2%
Strom	1,8%	1,8%	1,7%	1,6%	1,6%	1,6%
Solar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Im ÖKO-Szenario läßt sich trotz der Einführung von moderneren Heizungssystemen und den damit nach allen Erfahrungen verbundenen Tendenzen zur Verbrauchssteigerung der Endenergiebedarf um 38% senken, während im Trend-Szenario nur Einsparungen von 25% errechnet werden konnten.

Die zu erwartenden, starken Verbesserungen bei Gas- und Ölheizungssystemen (verstärkte Durchsetzung von Gas-Brennwertkesseln z.B., siehe Anhang 2) verstärken des jeweiligen Trend der Szenarien. Der gegenüber Trend verringerte Nutzenergiebedarf im ÖKO-Szenario schlägt sich, durch die Orientierung auf Fern-/Nahwärme- und Gassysteme noch verstärkt, endenergieseitig ebenfalls nieder. So ergibt das globale Verhältnis von Nutz- zu Endenergie im Jahre 2010 in Trend einen Wert von 84,2% und in ÖKO 86,2%.

Die Entwicklung in Westdeutschland

Die Darstellung des Wohnungsbestandes und seiner Entwicklung in den alten Bundesländern stützt sich im wesentlichen auf drei Arbeiten¹⁴: Die Beschreibung des Bestandes erfolgt nach einer Studie für die Klima-Enquête-Kommission (IWU 1990). Hier wird eine Haustypologie über die verschiedenen Altersklassen gegliedert die verdeutlicht, daß Ein-/Zwei- und Reihenhäuser im westlichen Teil Deutschlands wesentlich stärker vertreten sind als in Ostdeutschland (47,4% zu 32,5%). Da die durchschnittliche Wohnung in Ein- oder Zweifamilienhäusern wesentlich größer ist als in Mehrfamilienhäusern (104,4 zu 65,6 m²/Wohnung) und der spezifische Nutzenergiebedarf aus bauphysikalischen und baugometrischen Gründen relativ hoch ist, kommt den Ein- und Zweifamilien energetisch eine besonders hohe Bedeutung zu.

Die durchschnittliche Wohnung in Westdeutschland hatte im Jahr 1990 eine Fläche von 84 Quadratmetern und war damit deutlich größer als die repräsentative Wohnung in Ostdeutschland (65,9 m²/Wohnung).

Die Entwicklung des Wohnungsbestandes basiert wie die in Ostdeutschland auf der Studie des DIW (DIW 1990). Im Szenario B addieren sich von 1990 bis 2000 netto 3,5 Millionen Wohnungen zum Bestand (Tabelle 14). Dieser Trend wurde für 2001 bis 2010 extrapoliert, so daß im Jahre 2010 in Westdeutschland 30,3 Millionen Wohnungen existieren, davon 51% in Mehrfamilienhäusern. Der Ausgangsbestand des DIW von 26,8 Millionen Wohnungen im Jahr 1990 wurde wegen der Kalibrierung auf die energiebezogene Gebäudematrix von IWU auf 26,69 reduziert.

Tabelle 14 Entwicklung des Wohnungsbestandes in Westdeutschland (in 1.000 Wohnungen)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Bestand	25.845	26.690	28.266	30.190	30.301	30.300
<i>dav. 1+2-FH</i>	12.193	12.639	13.582	14.500	14.696	14.832
<i>dav. MFH</i>	13.652	14.052	14.685	15.690	15.605	15.467
Abriß			224	377	674	704
<i>dav. 1+2-FH</i>			57	82	104	114
<i>dav. MFH</i>			167	295	570	590
Zubau			1.800	2.300	785	702
<i>dav. 1+2-FH</i>			1.000	1.000	300	250
<i>dav. MFH</i>			800	1.300	485	452

¹⁴ Die Basisdaten zur Beschreibung des Ausgangszustandes finden sich in Anhang 5.

Die Fortschreibung des Trends basiert auf den Annahmen der Energieprognose 2010 (PROGNOS/ISI 1990). Die gemäßigten Sanierungsquoten für das *Trend-Szenario*¹⁵ (sie bezeichnen die "Teilnahme" an wärmetechnischen Sanierungen) unterscheiden sich in Westdeutschland jedoch von den Annahmen, die für das *ÖKO-Szenario*¹⁶ getroffen wurden. Hier wurden besonders im Bestand der Mehrfamilienhäuser beträchtliche Anstrengungen (Anreize, Programme) vorausgesetzt, um einen möglichst großen Teil des Bestandes wärmetechnisch zu modernisieren¹⁷ (Tabelle 15).

Tabelle 15 Sanierung von Wohngebäuden im Trend- und ÖKO-Szenario für Westdeutschland (in 1.000 Wohnungen)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
TREND						
san. Wohnungen (kum.)			713	1.599	2.881	4.516
dav. 1+2-FH			336	745	1.340	2.110
dav. MFH			378	854	1.541	2.406
ÖKO						
san. Wohnungen (kum.)			713	4.596	9.751	15.099
dav. 1+2-FH			336	1.359	2.656	4.075
dav. MFH			378	3.237	7.095	11.024

Die Verteilung der Heizungssysteme auf den Gebäudebestand nach Altersklassen für die Basisjahre 1987 und 1990 wurde (IWU 1990) entnommen. Die Fortschreibung im Trend-Szenario für Neubauten folgt der Dynamik von (PROGNOS/ISI 1990). Für den ÖKO-Pfad wird die gleiche Entwicklung wie in Ostdeutschland unterstellt: vorrangige Orientierung auf Erweiterung und Verdichtung sowie die Neuanlage von Nah- und Fernwärmenetzen. In Tabelle 16 sind die beiden Varianten gegenübergestellt.

¹⁵ Die grundlegenden Parameter für das Trend-Szenario enthält Anhang 6 während die detaillierte Szenarioentwicklung in der Anhang 7 nachvollzogen werden kann.

¹⁶ Die Basis-Parameter sind wieder in Anhang 6 gezeigt während die Szenarioentwicklung detailliert in der Anlage 8 enthalten ist.

¹⁷ Zu den detaillierten Annahmen siehe Anhang 6.

Tabelle 16 Verteilung der Heizungssysteme in Neubauten im Trend- und ÖKO-Szenario für Westdeutschland

	1+2-FH					MFH			
	FW [%]	Öl-Z [%]	Gas-Z [%]	Strom [%]	solar [%]	FW [%]	Öl-Z [%]	Gas-Z [%]	Strom [%]
<i>TREND</i>									
1995	2,8	40,3	53,2	3,7	0,0	13,5	11,8	64,7	10,0
2000	2,8	40,3	53,4	3,5	0,0	14,0	11,6	65,4	9,0
2005	3,0	38,3	55,7	3,0	0,0	14,6	11,4	66,0	8,0
2010	3,2	38,3	56,0	2,5	0,0	15,2	11,2	66,6	7,0
<i>ÖKO</i>									
1995	2,8	40,3	54,9	2,0	0,0	13,5	11,8	74,7	0,0
2000	8,0	34,0	58,0	0,0	0,0	20,0	10,0	70,0	0,0
2005	15,0	23,0	57,0	0,0	5,0	28,0	10,0	62,0	0,0
2010	25,0	15,0	55,0	0,0	5,0	35,0	10,0	55,0	0,0

Die Entwicklung für Trend wurde in der PROGNOSE-Dynamik nachgefahren (Tabelle 17).

Tabelle 17 Entwicklung der Beheizungsstruktur im Trend-Szenario für Westdeutschland

	1987 [%]	1990 [%]	1995 [%]	2000 [%]	2005 [%]	2010 [%]
Fernwärme	5,7	5,8	6,4	6,8	7,4	8,0
Öl-Zentral	38,9	38,5	38,1	37,7	37,3	37,0
Gas-Zentral	27,1	28,0	32,9	36,4	38,9	41,4
Kohle-Zentral	1,5	1,4	1,2	1,0	0,8	0,7
Öl-Einzel	7,9	7,7	5,0	3,2	1,7	0,2
Gas-Einzel	3,7	3,6	2,8	2,4	2,0	1,5
Kohle-Einzel	6,6	6,4	4,8	3,8	2,8	1,9
Strom	8,6	8,5	8,7	8,7	9,1	9,4
Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Während sich Nah- und Fernwärmesysteme zwar ausweiten, jedoch nur einen kleinen Marktanteil ausfüllen, haben besonders Gasheizungen die höchsten Steigerungsraten. Während der Anteil der Ölheizungen unmaßgeblich kleiner wird, verschwinden Kohle-Heizungen fast völlig während Stromheizungen besonders zu Beginn des nächsten Jahrhunderts wieder stärker installiert werden.

Für die Substitution von Heizungssystemen im Gebäudebestand wurden für ÖKO die nachfolgend beschriebenen Prozesse unterstellt¹⁸:

- * 1991-1995: In dieser Periode nehmen jeweils 10% der mit Kohle-Zentral-, Öl-Einzel- und Gas-Einzelheizungen, 20% der mit Kohle-Einzel-Heizungen und je 2% der mit Öl-Zentral- und Stromheizungen beheizten Wohnungen an Substitutionsprozessen teil. Verlagert wird im wesentlichen auf Fern-/Nahwärme- und Gassysteme.

¹⁸ detaillierte Angaben in Anhang 6

- * 1996-2000: In diesem Zeitraum wird mit verstärkten Programmen zur Ablösung von Kohleheizungen sowie zur Ablösung von Öl- und Stromheizungen eine deutliche Zunahme der besonders umweltfreundlichen Gas- und Nah-/Fernwärmesysteme beabsichtigt.
- * 2001-2010: Die im letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts angesetzten Programme und Vorschriften werden verstärkt und entfaltet.

Schließlich führen diese Entwicklungen zur in Tabelle 18 gezeigten Heizungsstruktur.

Tabelle 18 Entwicklung der Beheizungsstruktur im ÖKO-Szenario für Westdeutschland

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Fernwärme	5,7	5,8	6,8	10,8	16,6	24,0
Öl-Zentral	38,9	38,5	37,8	34,9	31,5	27,7
Gas-Zentral	27,1	28,0	31,6	36,4	38,8	39,6
Kohle-Zentral	1,5	1,4	1,2	0,9	0,6	0,4
Öl-Einzel	7,9	7,7	6,5	4,7	3,8	2,8
Gas-Einzel	3,7	3,6	3,2	2,7	2,4	1,9
Kohle-Einzel	6,6	6,4	4,8	2,9	1,7	0,7
Strom	8,6	8,5	8,0	6,7	4,4	2,4
Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6

Während Nah- und Fernwärmesysteme und Gasheizungen ihre Strukturanteile massiv vergrößern können, nimmt der Anteil der Ölheizungen um über 10 Prozentpunkte ab. Kohleheizungen und Strom-Nachtspeicherheizungen verlieren stark an Bedeutung.

Für den Nutzwärmebedarf wird für die an Sanierungsprozessen beteiligten Gebäude im Trend-Szenario die Einsparung nach PROGNOSE wirksam (je nach Baualtersklasse zwischen 5 und 25%)¹⁹. Die entsprechenden Sparraten für das ÖKO-Szenario basieren auf den Angaben von IWU. Von 1996 bis 2000 wird mit der Durchführung der bei einem Nutzenergiepreis von 8 Pfennigen je Kilowattstunde wirtschaftlichen Dämmmaßnahmen gerechnet. Bis zum Jahre 1995 werden die entsprechenden Werte linear angeglichen. Ab 2001 werden bei den zu sanierenden Gebäuden die bei 13 Pf/kWh Nutzenergie wirtschaftlichen Arbeiten ausgeführt. Insgesamt bewegt sich das Spektrum der Einsparungsmöglichkeiten je nach Baualtersklasse und Sanierungszeitpunkt zwischen 17 und 65 Prozent²⁰.

Für Neubauten wird vorausgesetzt, daß eine neue Wärmeschutzverordnung ab 1995 ebenso wie in Ostdeutschland nur noch die Errichtung von Niedrigenergiehäusern zuläßt.

Insgesamt entwickelt sich der Nutzenergiebedarf entsprechend Tabelle 19.

¹⁹ siehe Anhang 6

²⁰ siehe Anhang 6

Tabelle 19 Entwicklung des Nutzenergiebedarfs im Trend- und ÖKO-Szenario für Westdeutschland

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
TREND	321.239	329.157	345.098	359.158	351.497	341.926
<i>1987=100</i>	100	102	107	112	109	106
ÖKO	321.239	329.157	337.451	325.980	287.726	247.784
<i>1987=100</i>	100	102	105	101	90	77

Da die Wirkungsgrade der Umwandlungsanlagen zwischen beiden Szenarien nicht variiert werden, kommt in der Veränderung des Endenergiebedarfs nur die Dynamik der Heizungssubstitution zum Tragen (Tabelle 20).

Tabelle 20 Entwicklung des Endenergiebedarfs für Raumwärme im Trend- und ÖKO-Szenario für Westdeutschland

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
TREND	447.178	457.898	447.470	443.090	418.868	397.043
<i>1987=100</i>	100	102	100	99	94	89
davon						
Fernwärme	3,9%	3,9%	4,7%	5,1%	5,8%	6,4%
Öl	53,5%	53,1%	49,5%	47,1%	45,4%	43,7%
Gas	31,0%	31,6%	34,9%	37,4%	38,8%	40,2%
Kohle	6,2%	6,1%	5,1%	4,4%	3,4%	2,7%
Strom	5,4%	5,3%	5,7%	6,0%	6,5%	7,0%
Solar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ÖKO	447.178	457.898	438.716	401.716	341.798	285.858
<i>1987=100</i>	100	102	98	90	76	64
davon						
Fernwärme	3,9%	3,9%	5,1%	8,1%	13,0%	20,1%
Öl	53,5%	53,1%	51,1%	46,6%	42,2%	37,2%
Gas	31,0%	31,6%	33,2%	36,8%	38,9%	39,1%
Kohle	6,2%	6,1%	5,2%	3,6%	2,3%	1,2%
Strom	5,4%	5,3%	5,4%	4,9%	3,3%	1,7%
Solar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,8%

Trotz der Zunahme des Wohnungsbestandes um 17% bis zum Jahre 2010 sinkt der Endenergiebedarf gegenüber 1987 im Trend-Szenario um 11% und im ÖKO-Szenario um 36%! Die beträchtlichen Sparpotentiale im ÖKO-Szenario werden vor allem durch die stark gesenkte Nutzenergienachfrage verursacht, während im Trend-Szenario vor allem die Verbesserungen der Umwandlungswirkungsgrade wirken.

3.1.2 Warmwasser

Die Bereitstellung von warmem Wasser ist neben der Raumwärmebereitstellung der zweitgrößte Energieverbraucher im Haushaltsbereich. Die Bedarfsentwicklung hängt entscheidend von der Entwicklung des Warmwasserbedarfs pro Kopf, der Warmwasser-Versorgungsstruktur und den zukünftigen spezifischen Bedarfen der Versorgungssysteme ab. Die ersten beiden Parameter wurden sowohl im Trend- wie auch im ÖKO-Szenario gleich angesetzt und datenmäßig für Westdeutschland an die *Energieprognose 2010* sowie Studien für die Klima-Enquête-Kommission (EBÖK/Ife 1989) angelehnt. In beiden Szenarien werden Kohleöfen aus Umwelt- und Komfortgründen bis zum Jahr 2010 fast vollständig ersetzt (vgl. Tabelle 21).

Tabelle 21 Warmwasser-Geräte-Ausstattung im Trend- und ÖKO-Szenario für Westdeutschland (bezogen auf Haushalte)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Wärmepumpen 1,0%		0,8%	0,9%	1,0%	1,0%	1,0%
Solaranlagen 2,5%		0,2%	0,2%	0,4%	0,5%	1,0%
Öl-Einzel 0,0%		1,7%	1,5%	1,1%	0,6%	0,0%
Gas-Einzel 17,2%		18,0%	17,7%	17,0%	15,0%	18,2%
Kohle-Einzel 0,0%		5,2%	3,8%	2,2%	0,6%	0,0%
Strom	74,3%	75,8%	78,0%	79,8%	79,8%	79,3%

Die Entwicklung der zentralen Warmwasserversorgung ist eng mit der Entwicklung der Heizungsstruktur verbunden (vgl. vorherigen Abschnitt). Auf der Grundlage dieser Daten wird im Trend-Szenario ein leichtes Ansteigen der Anschlußquote des Warmwassersystems an die Zentralheizung angenommen (Tabelle 22).

Tabelle 22 Anteil WW-Anschluß an Zentralheizung im Trend-Szenario für Westdeutschland

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
--	------	------	------	------	------	------

74%	Öl-Zentral 73%	76%	75%	75%	75%
55%	Gas-Zentral 55%	55%	55%	55%	55%
61%	Kohle-Zentral 60%	62%	62%	62%	62%
	Fernwärme	66%	66%	65%	65%

Im ÖKO-Szenario dagegen sollte aus energetischen und ökologischen Gründen ein möglichst hoher Prozentsatz der Warmwasserversorgung über öl-, gas- und fernwärmebetriebene Zentralheizungssysteme erfolgen, da dieses gegenüber Einzelgeräten eine günstigere Energiebilanz aufweisen. Tabelle 23 zeigt, daß im ÖKO-Szenario eine leichte Steigerung beim Anschluß an Öl- und Gasheizungen gegenüber dem Trend-Szenario unterstellt wurde.

Tabelle 23 Anteil WW-Anschluß an Zentralheizung im ÖKO-Szenario für Westdeutschland

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Öl-Zentral 85%		76%	75%	75%	75%	80%
Gas-Zentral 75%		55%	55%	55%	55%	65%
Kohle-Zentral 60%		62%	62%	62%	62%	61%
Fernwärme	66%	66%	66%	65%	65%	65%

Im Trend-Szenario wurden auch Wirkungsgradverbesserungen der Warmwasser-Systeme entsprechend der Energieprognose 2010 (PROGNOS/ISI 1990) angenommen, die in Tabelle 24 gezeigt sind.

Tabelle 24 Nutzungsgradentwicklung bei WW-Systemen im Trend-Szenario für Westdeutschland

System	1987	1990	1995	2000	2005	2010
--------	------	------	------	------	------	------

62%	Öl-Zentral 63%	55%	55%	57%	60%		
70%	Gas-Zentral 72%	58%	61%	64%	67%		
45%	Kohle-Zentral 45%	45%	45%	45%	45%		
95%	Fernwärme 95%	95%	95%	95%	95%		
230%	Wärmepumpen 230%	230%	230%	230%	230%		
95%	Solar 95%	95%	95%	95%	95%		
40%	Öl-Einzel 40%	40%	40%	40%	40%		
73%	Gas-Einzel 75%	65%	66%	68%	71%		
40%	Kohle-Einzel 40%	40%	40%	40%	40%		
	Strom	88%	89%	90%	91%	92%	92%

Im ÖKO-Szenario wurden über die Trend-Ansätze hinaus weitergehende Verbesserungen angenommen, die insbesondere bei den zentralen Öl- und Gas-Systemen technisch möglich und kosteneffektiv sind ((EBÖK/IfE 1990). Dies zeigt die folgende Tabelle 25.

Tabelle 25 Nutzungsgradverbesserungen bei WW-Systemen im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (bezogen auf Trend-Szenario)

System	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Öl-Zentral 36,4%		0,0%	0,0%	3,6%	13,6%	22,7%
Gas-Zentral 46,6%		0,0%	5,2%	10,3%	15,5%	37,9%
Kohle-Zentral 0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fernwärme 3,2%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%
Wärmepumpen 0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Solar 0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Öl-Einzel 0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Gas-Einzel 30,8%		0,0%	1,5%	4,6%	15,4%	23,1%
Kohle-Einzel 0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Strom	0,0%	1,1%	2,3%	3,4%	4,5%	4,5%

In Ergänzung zu den Wirkungsgradverbesserungen wurde im ÖKO-Szenario auch der Ersatz von kohlebetriebener und elektrischer Warmwasserbereitung durch Gassysteme (Substitution) als Strategie berücksichtigt. Diese kosteneffektive Möglichkeit wird z.B. schon heute durch erste Programme auf Stadtwerksebene gefördert (München) und bringt deutliche Reduktionen in der CO₂-Bilanz der Warmwasserversorgung. Da aber Gas nicht überall verfügbar ist, erfolgt die Verdrängung von Strom aus diesem für ihn ungünstigen Anwendungsfeld auch im ÖKO-Szenario nur in moderatem Umfang (vgl. Tabelle 26).

In Ergänzung zur Stromsubstitution wird im ÖKO-Szenario ab dem Jahr 2000 auch ein Ersatz von Warmwasser-Systemen auf Gasbasis durch Solarkollektoren berücksichtigt, allerdings nur mit vorsichtigen Annahmen, da die CO₂-Verbesserung durch diese Substitution nur relativ gering ist²¹.

²¹ Im ÖKO-Szenario wird Solarenergie überwiegend in Form von solaren Nahwärmesystemen für Heizzwecke und für die Strombereitstellung durch Photovoltaik genutzt. Hier sind die erzielbaren CO₂-Reduktionen am größten.

Tabelle 26 Substitutions-Annahmen zu WW-Systemen im ÖKO-Szenario für Westdeutschland

<u>Substitution WW-Syst</u>	<u>1987</u>	<u>1990</u>	<u>1995</u>	<u>2000</u>	<u>2005</u>	<u>2010</u>	
Strom --> Gas 40%		0%	0%	1%	10%	20%	
Kohle --> Gas 80%		0%	0%	3%	35%	60%	
Gas --> Solar	0%	0%	0%	5%	10%	20%	

Ostdeutschland

Die Warmwasserbereitung und Geräteverteilung in Haushalten Ostdeutschlands unterscheiden sich deutlich von den alten Bundesländern. Die Daten zur Beschreibung der Ist-Situation sind der Energiestatistik der DDR für 1989 entnommen (IfE 1990; GwE 1990), für die zukünftige Entwicklung wurde in Anlehnung an den westdeutschen Trend eine eigene Schätzung durchgeführt (vgl. Tabelle 27).

Tabelle 27 Warmwasser-Geräte-Ausstattung im Trend-Szenario für Ostdeutschland (bezogen auf Haushalte)

		1989	1990	1995	2000	2005	2010
0,0%	Wärmepumpen		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	0,0%						
21,0%	Fernwärme		18,0%	18,0%	18,0%	18,0%	20,0%
	22,0%						
0,0%	Öl-Einzel		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	0,0%						
30,0%	Gas-Einzel		23,0%	24,0%	25,0%	25,0%	27,5%
	32,0%						
10,0%	Kohle-Einzel		24,0%	22,0%	20,0%	20,0%	15,0%
	5,0%						
	Strom	35,0%	36,0%	37,0%	37,5%	39,0%	41,0%

Während im Trend-Szenario die elektrische WW-Bereitung zunimmt, wird im ÖKO-Szenario nur eine geringfügige Steigerung angenommen, während Gas-Systeme stärker zunehmen (vgl. Tabelle 28).

Tabelle 28 Warmwasser-Geräte-Ausstattung im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (bezogen auf Haushalte)

		1989	1990	1995	2000	2005	2010
--	--	------	------	------	------	------	------

0,0%	Wärmepumpen 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
21,0%	Fernwärme 22,0%	18,0%	18,0%	18,0%	20,0%	
0,0%	Öl-Einzel 0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
31,5%	Gas-Einzel 35,5%	23,0%	24,0%	25,0%	27,5%	
10,0%	Kohle-Einzel 5,0%	24,0%	22,0%	20,0%	15,0%	
	Strom	35,0%	36,0%	37,0%	37,5%	37,5%

Entsprechend der Entwicklung in den alten Bundesländern wird auch in Ostdeutschland die Warmwasserbereitung zunehmend durch Anschluß an eine ggf. vorhandene Zentralheizung erfolgen, wobei hier vor allem die Ölheizung im Zuge des Neuzugangs von Heizsystemen auf parallele WW-Bereitstellung ausgelegt werden kann (vgl. Tabelle 29).

Tabelle 29 Anteil WW-Anschluß an Zentralheizung im Trend-Szenario für Ostdeutschland

		1989	1990	1995	2000	2005	2010
74%	Öl-Zentral		0%	0%		38%	75%
	73%						
55%	Gas-Zentral		55%	55%		55%	55%
	55%						
61%	Kohle-Zentral		62%	62%		62%	62%
	60%						
	Fernwärme	66%	66%	66%	65%	65%	65%

Demgegenüber wird im ÖKO-Szenario eine entsprechende Tendenz auch bei Gasheizungen angenommen, da die Preisentwicklung bei Strom dieses System günstiger werden läßt (vgl. Tabelle 30).

Tabelle 30 Anteil WW-Anschluß an Zentralheizung im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

		1989	1990	1995	2000	2005	2010
80%	Öl-Zentral		0%	0%		38%	75%
	85%						
65%	Gas-Zentral		55%	55%		55%	55%
	75%						
61%	Kohle-Zentral		62%	62%		62%	62%
	60%						
	Fernwärme	66%	66%	66%	65%	65%	65%

Die Entwicklung der Nutzungsgrade erfolgt in Ostdeutschland analog zu der in den alten Bundesländern, da bei Ersatz- und Neukäufen die gleiche Gerätepalette zur Verfügung steht. Die folgenden Tabellen zeigen die entsprechenden Daten für beide Szenarien.

Tabelle 31 Nutzungsgradentwicklung bei WW-Systemen im Trend-Szenario für Ostdeutschland

System	1989	1990	1995	2000	2005	2010
--------	------	------	------	------	------	------

62%	Öl-Zentral 63%	55%	56%	58%	60%	
70%	Gas-Zentral 72%	58%	60%	63%	67%	
45%	Kohle-Zentral 45%	40%	41%	43%	45%	
95%	Fernwärme 95%	95%	95%	95%	95%	
230%	Wärmepumpen 230%	230%	230%	230%	230%	
95%	Solar 95%	95%	95%	95%	95%	
40%	Öl-Einzel 40%	40%	40%	40%	40%	
73%	Gas-Einzel 75%	65%	67%	68%	71%	
40%	Kohle-Einzel 40%	40%	40%	40%	40%	
	Strom	88%	89%	90%	91%	92%

Tabelle 32 Nutzungsgradentwicklung bei WW-Systemen im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

System	1989	1990	1995	2000	2005	2010
---------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

68%	Öl-Zentral 75%	55%	57%	59%	63%		
80%	Gas-Zentral 85%	58%	60%	63%	67%		
45%	Kohle-Zentral 45%	40%	41%	43%	45%		
98%	Fernwärme 98%	95%	95%	95%	95%		
230%	Wärmepumpen 230%	230%	230%	230%	230%		
95%	Solar 95%	95%	95%	95%	95%		
40%	Öl-Einzel 40%	40%	40%	40%	40%		
80%	Gas-Einzel 85%	65%	68%	70%	75%		
40%	Kohle-Einzel 40%	40%	40%	40%	40%		
	Strom	88%	89%	90%	91%	92%	92%

In Ergänzung zu der Nutzungsgradentwicklung wird auch für Ostdeutschland im ÖKO-Szenario eine Substitutionsstrategie für kohlebetriebene und elektrische WW-Systeme durch Gas sowie von Gas durch Solarwärme abgebildet (vgl. Tabelle 33).

Tabelle 33 Substitutions-Annahmen zu WW-Systemen im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

	Substitution WW-Syst	1989	1990	1995	2000	2005	2010
10%	Strom --> Gas 20%		0%	0%	0%	5%	
0%	Kohle --> Gas 0%		0%	0%	0%	0%	
	Gas --> Solar	0%	0%	0%	5%	10%	20%

Da in Ostdeutschland die Renovierung und Sanierung von bestehenden Gebäuden in stärkerem Umfang stattfindet als im Westen, kann die Integration von Solarsystemen zur WW-Bereitung in größerem Umfang als im Westen kosteneffektiv durchgeführt werden. Entsprechend ist der Substitutionsanteil für diese Systeme höher.

Beim Ersatz von elektrischen WW-Systemen ist die Tendenz allerdings gegenläufig: da Erdgas in den neuen Bundesländern verbrauchsseitig nicht in dem Umfang zur Verfügung steht wie in den alten Bundesländern, liegt die Substitutionsrate hier nur halb so hoch wie im Westen.

3.1.3 Kochen

Der Endenergiebedarf im Bereich Kochen ist abhängig von der Anzahl der genutzten Herde, die mit Strom, Gas oder Kohle betrieben werden, und vom spezifischen Bedarf der Einzelgeräte. Im Trend-Szenario wurden Ausstattungsgrade mit Kochgeräten angenommen, nach denen die Verbreitung von E-Herden zu Lasten von Gas und Kohle zunimmt (vgl. Tabelle 34).

Tabelle 34 Ausstattung mit Kochherden im Trend-Szenario für Westdeutschland (bezogen auf Haushalte)

System	1987	1990	1995	2000	2005	2010
E-Herde		74,6%	77,4%	82,2%	85,2%	85,8%
						86,4%
Gas-Herde		19,8%	18,0%	16,0%	13,5%	13,0%
						12,5%
Kohle-Herde	5,6%	4,6%	1,8%	1,3%	1,2%	1,1%

Die Einsparung durch Geräteverbesserungen sind im Trend-Szenario relativ bescheiden (vgl. Tabelle 35), da nur Prototypen signifikante Reduktionen erlauben, diese aber in der Trend-Entwicklung nicht in den Markt eingeführt werden.

Tabelle 35 Spezifischer Bedarf von Kochherden im Trend-Szenario für Westdeutschland (kWh/a)

System	1987	1990	1995	2000	2005	2010
E-Herde	455	446	430	420	410	400
Gas-Herde	550	535	520	510	500	490
Kohle-Herde	1.080	1.070	1.050	1.050	1.050	1.050

Im ÖKO-Szenario wird dagegen die Erschließung der technischen Stromeinsparmöglichkeiten für Elektroherde in der gleichen Logik wie für die anderen Stromsparpotentiale im Haushaltsbereich angenommen (vgl. unten). Die Einsparpotentiale der heutigen marktbesten Geräte sind bis zum Jahr 2000 nicht wesentlich höher als bei Trend, erst danach kommen die Prototypen zum Einsatz.

Tabelle 36 Spezifischer Bedarf von Kochherden im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (kWh/a)

System	1987	1990	1995	2000	2005	2010
---------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

E-Herde	455	446	430	400	350	300
Gas-Herde	550	535	520	500	500	400
Kohle-Herde	1.080	1.070	1.050	1.050	1.050	1.050

Entscheidender als die Einsparung ist im Bereich Kochen die Substitution von Elektro- und Kohleherden durch Gasgeräte, da diese energetisch günstiger arbeiten und kostenseitig mindestens gleichwertig sind. Neuere Entwicklungen der Gaskochtechnik (indirekte Erwärmung) sind zudem hinsichtlich der Innenraumbelastung durch Verbrennungsabgase unbedenklich. Im ÖKO-Szenario werden daher 35 % des Strombedarfs für Elektroherde und 80 % der (heute bereits nur noch wenig verbreiteten) Kohleherde bis zum Jahr 2010 durch Gasherde ersetzt.

Tabelle 37 Substitution von Kochherden im ÖKO-Szenario für Westdeutschland

System	1987	1990	1995	2000	2005	2010	
E-Herd -->Gas		0%	0%	3%	10%	20%	35%
Kohle-Herd -->Gas	0%	0%	5%	10%	35%	80%	

Die Entwicklung in Ostdeutschland

Die Geräteausstattung zum Kochen in den neuen Bundesländern unterscheidet sich ähnlich stark von Westdeutschland wie die Raumwärme- und Warmwassernutzung. Derzeit dominiert der Gasherd gegenüber dem E-Herd (vgl. Tabelle 38), allerdings wird diese Tendenz im Trend- und ÖKO-Szenario an den West-Standard angeglichen.

Tabelle 38 Ausstattung mit Kochherden (bezogen auf Haushalte) in Ostdeutschland im Trend-Szenario

System	1989	1990	1995	2000	2005	2010	
E-Herde		36,5%	38,6%	40,0%	45,0%	55,0%	55,0%
60,0%							
Gas-Herde		58,0%	56,2%	55,0%	50,0%	45,0%	45,0%
40,0%							
Kohle-Herde		5,5%	5,2%	5,0%	5,0%	0,0%	0,0%
0,0%							

Die Entwicklungslogik der Gerätebedarfe folgt den Annahmen des westdeutschen Trend- bzw. ÖKO-Szenarios, allerdings mit verschiedenem Ausgangsniveau (vgl. Tabellen 39 + 40). Dies reflektiert die unterstellte Angleichung der Standards in den alten und neuen Bundesländern bis zum Jahr 2010.

Tabelle 39 Spezifischer Bedarf von Kochherden im Trend-Szenario für Ostdeutschland (kWh/a)

<u>System</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1995</u>	<u>2000</u>	<u>2005</u>	<u>2010</u>	
E-Herde	650	581	535	420	410	400	400
Gas-Herde	911	791	711	510	500	490	490
Kohle-Herde	1.500	1365	1275	1.050	1.050	1.050	

Tabelle 40 Spezifischer Bedarf von Kochherden im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (kWh/a)

<u>System</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1995</u>	<u>2000</u>	<u>2005</u>	<u>2010</u>	
E-Herde	650	575	525	400	350	300	300
Gas-Herde	911	788	706	500	500	400	400
Kohle-Herde	1.500	1365	1275	1.050	1.050	1.050	

Wie in Westdeutschland enthält das ÖKO-Szenario für die neuen Bundesländer aber eine Strategie zur Substitution von Elektroherden durch moderne Gasherde (vgl. Tabelle 41). Wegen der flächenmäßig geringeren Verfügbarkeit von Erdgas ist die erzielbare Umstellungsquote in Ostdeutschland allerdings geringer als im Westen.

Tabelle 41 Substitution von Kochherden im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

<u>System</u>		<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1995</u>	<u>2000</u>	<u>2005</u>	<u>2010</u>	
E-Herd	-->Gas	0%	0%	5%	8%	10%	20%	20%
Kohle-Herd	-->Gas	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

3.1.4 Elektrische Haushaltsgeräte

Die in den privaten Haushalte Westdeutschlands betriebenen elektrischen Geräte fragen derzeit knapp jede sechste Kilowattstunde Strom nach, die in den alten Bundesländern erzeugt wird. Da die Anzahl der Haushalte und deren Ausstattung mit Geräten noch wachsen werden, liegt hier ein Schwerpunkt auch der zukünftigen Stromnachfrage.

Entsprechend der Zielsetzung, nicht ausstattungsbedingte Unterschiede in den Szenarien vorzusehen, wurde die Geräteausstattung im Trend- und ÖKO-Szenario gleich angesetzt, wobei die Datenbasis hierzu aus der *Energieprognose 2010* (PROGNOS/ISI 1990) entnommen wurde (vgl. Tabelle 42).

Tabelle 42 Entwicklung der Ausstattungsquoten für Haushaltsgeräte im Trend- und ÖKO-Szenario für Westdeutschland

Gerät	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Kühlschrank		75,0%	74,6%	74,0%	74,0%	72,0%
71,1% 70,2%						
Kühl/Gefrier-Komb.		23,3%	27,1%	33,6%	37,6%	
39,4% 41,3%						
Gefriergerät		52,3%	55,7%	61,3%	66,2%	
67,1% 68,0%						
Geschirrspüler		28,8%	31,3%	35,4%	38,2%	
40,6% 43,1%						
Waschmaschine		75,6%	74,9%	73,8%	71,9%	
69,8% 67,7%						
Waschtrockner		9,2%	11,7%	15,9%	18,9%	
21,7% 24,5%						
Wäschetrockner		14,0%	16,1%	19,7%	23,3%	
25,8% 28,3%						
TV		100,0%	99,3%	98,2%	103,8%	
106,7% 109,6%						
Licht		100,0%	100,0%	103,0%	105,0%	
107,5% 110,0%						
Sonstige Geräte		100,0%	100,0%	105,0%	110,0%	
112,5% 115,0%						
Pumpen/Gebläse Hzg	75,0%	77,1%	82,6%	84,0%	86,5%	89,0%

Dieser Trend zeigt, daß die Ausstattung mit Geräten zunehmen wird. In der gleichen Richtung wirkt auch der Anstieg der Haushalte und Wohnungen, auf die sich die o.g. Quoten beziehen, sodaß absolut die Gerätezahl deutlich steigen wird.

Die im Trend-Szenario angenommene Entwicklung der Strombedarfe je Gerät zeigt die folgende Tabelle für das Trend-Szenario. Diese Daten sind wiederum der Entwicklung in der *Energieprognose 2010* angelehnt.

Tabelle 43 Entwicklung der spezifischen Gerätebedarfe im Trend-Szenario für Westdeutschland (kWh/a)

	Gerät	1987	1990	1995	2000	2005	2010
185	Kühlschrank 160		330	302		255	210
315	Kühl/Gefrier-Komb. 290		450	414		355	340
280	Gefriergerät 230		580	520		420	330
300	Geschirrspüler 285		420	390		340	315
195	Waschmaschine 180		280	263		235	210
463	Waschtrockner 425		620	592		545	500
280	Wäschetrockner 260		370	353		325	300
73	TV 69		119	107		88	76
243	Licht 235		285	276		260	250
205	Sonstige 205		205	205		205	205
	Pumpen/Gebläse Hzg	208	160	155	155	155	150

Schon im Trend-Szenario wird demnach ein klarer Rückgang der spezifischen Strombedarfe eintreten, der auch durch die Steigerung der Geräte nicht kompensiert wird - der Trend geht also in Richtung Sparen.

Allerdings wurde in der *Energieprognose 2010* nicht das kosteneffektive Sparpotential ausgeschöpft, das im Gerätebestand verborgen liegt, sondern nur Teile davon.

Im ÖKO-Szenario werden daher über Trend hinaus die kosteneffektiven Möglichkeiten zum Stromsparen bei den Haushaltsgeräten ausgenutzt.

Als Grundlage für die Effizienzbetrachtungen bei Haushaltsgeräten dient die EBÖK-Studie (EBÖK 1986), die ein Bild der Stromsparoptionen im Gerätebestand der durch Ersatz gegen Neugeräte liefert. Neuere Arbeiten zeigen die seit damals erzielten technischen Fortschritt bei Haushaltsgeräten auf (Ebel 1989; NATO 1989; Norgard 1989+1990). Die wichtigsten Spartechniken werden nachfolgend kurz dargestellt.

Bei *Kühlanwendungen* (Kühl- und Gefriergeräte, Kombination) liegen Stromsparpotentiale in der besseren thermischen Isolation und effizienteren Kompressoren sowie Wärmetauschern. In den nächsten Jahren werden durch FCKW-freie "Super-Isolation" mit hochevakuierten Sandwich-Dämmmaterialien weitere Verbesserungen erwartet (EBÖK/FFE 1990).

Ein weiterer Bedarfsschwerpunkt liegt bei *Waschmaschinen*. Über heute marktbeste Geräte hinaus erlauben sparsamere Motoren und Pumpen sowie eine bessere Wärmedämmung des Waschbehälters, den Bedarf gegenüber dem heutigen Bestand um 60 % zu senken (Norgard 1989+1990). Bei *Geschirrspülern* ergeben sich durch Ersatz mit marktbesten Geräten gegenüber dem heutigen Bestand rd. 32 % Verbrauchsreduktion. Auch bei den Spülgeräten sind Verbesserungen (Wärmedämmung, Programmoptimierung) möglich, die zu rd. 58 % weniger Stromverbrauch führt (EBÖK/FFE 1990).

Für *Pumpen* bei Heizungsumlauf und Warmwasserzirkulation wurden im Bundesdurchschnitt 1987 zusammen rd. 5 % des gesamten Haushaltsstroms verwendet. Diese Pumpen sind z.T. nicht zeitlich gesteuert und in der Regel deutlich überdimensioniert. Werden die vorhandenen Pumpen im Warmwasserkreis durch eine Zeitsteuerung nachgerüstet und im Heizungskreis durch leistungsangepaßte Geräte ersetzt, so ergibt sich eine Verbrauchssenkung für die Heizungspumpen von 23 % und für die Warmwasserzirkulation von 35 %. Wird bei letztere auch eine Leistungsanpassung der Pumpe, d.h. Austausch gegen eine kleinere, durchgeführt und für die Heizungsanlage eine temperaturgeführte Regelung installiert, die die Umwälzung bei der Nachtabenkung abschaltet, erhöht sich die Einsparung auf rund 43 % bei der Heizungspumpe und rund 70 % bei der Warmwasser-Zirkulation.

Im Vordergrund der *Beleuchtung* stehen derzeit Glühbirnen, deren Lichtausbeute (in Lumen) pro Watt Leistungsaufnahme bei 12-15 lm/W liegt. Sparsamere *Kompakt-Fluoreszenz-Lampen (KFL)* weisen neben einer Lichtausbeute von 45-75 lm/W (entspricht rd. 75 % Einsparung) auch eine deutlich längere Lebensdauer als Glühbirnen auf. Als weitere Verbesserung sind elektronische Vorschaltgeräte zu nennen, die die Lichtausbeute der KFL um 25 % erhöhen und zudem flimmerfreien Betrieb und flackerfreien Start garantieren. Diese Systeme erreichen mit 60-75 lm/W eine Stromeinsparung von über 80 % gegenüber der Glühlampe. Schließlich bringen KFL, deren Lichtspektrum im Frequenzbereich der drei Farbrezeptoren des menschlichen Auges jeweils ein Maximum aufweisen (Drei-Banden-Lampe) eine Lichtausbeute von 95 lm/W, dies entspricht einer Stromeinsparung von fast 90 %.

Diese Sparpotentiale werden nach der folgenden Entwicklungslogik erschlossen:

- * Für 1995 wird mit einem Gerätebestand gerechnet, der sich zu 50% aus den marktbesten Geräten des Jahres 1987 und zu 50 % aus bestehenden zusammensetzt.
- * Für 2000 wird ein Bestand von 100 % marktbesten Geräte angesetzt.
- * Im Jahr 2010 wird ein Gerätebestand aus 50 % marktbesten Neugeräten und 50 % verbesserten Neugeräten unterstellt. Die verbesserten Geräte sind schon heute als Prototyp verfügbar, werden aber noch nicht in Großserie gebaut.

Die Haupteinsparungen in den Haushalten werden bei Kühl- und Gefriergeräten, Wasch- bzw. Spülmaschinen sowie bei der Beleuchtung (Sparlampen) erreicht.

Eine Übersicht zu den im ÖKO-Szenario verwendeten Gerätebedarfen gibt die folgende Tabelle.

Tabelle 44 Entwicklung der spezifischen Gerätebedarfe im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (kWh/a)

	Gerät	1987	1990	1995	2000	2005	2010
96	Kühlschrank 69		330	302	240	162	
306	Kühl/Gefrier-Komb. 243		450	414	392	368	
141	Gefriergerät 106		580	520	391	238	
255	Geschirrspüler 215		420	390	372	338	
154	Waschmaschine 133		280	263	241	206	
404	Waschtrockner 365		620	592	548	487	
254	Wäschetrockner 233		370	353	335	305	
40	TV 32		119	102	89	68	
77	Licht 49		285	279	240	175	
158	Sonstige 140		205	205	189	173	
	Pumpen/Gebläse Hzg	208	210	153	100	92	72

Die Entwicklung in Ostdeutschland

Die Geräteausstattung der Haushalte in den neuen Bundesländern unterscheidet sich im Basisjahr 1989 erheblich von der in Westdeutschland, wobei aber durch die Vorgabe "Anpassung an West-Standards" bis 2010 eine Angleichung erfolgen wird. Dies wurde sowohl im Trend- wie auch im ÖKO-Szenario unterstellt (vgl. Tabelle 45).

Tabelle 45 Entwicklung der Ausstattungsquoten für Haushaltsgeräte im Trend- und ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

Gerät		1989	1990	1995	2000	2005	2010
71,1%	Kühlschrank 70,2%		105,0%	95,1%	88,5%	72,0%	
39,4%	Kühl/Gefrier-Komb. 41,3%		0,0%	11,3%	18,8%	37,6%	
67,1%	Gefriergerät 68,0%		45,0%	51,4%	55,6%	66,2%	
40,6%	Geschirrspüler 43,1%		0,0%	11,4%	19,1%	38,2%	
69,8%	Waschmaschine 67,7%		62,7%	65,4%	67,3%	71,9%	
21,7%	Waschtrockner 24,5%		0,0%	5,7%	9,5%	18,9%	
25,8%	Wäschetrockner 28,3%		0,0%	7,0%	11,6%	23,3%	
106,7%	TV 109,6%		113,0%	110,2%	108,4%	103,8%	
107,5%	Licht 110,0%		100,0%	101,5%	102,5%	105,0%	
112,5%	Sonstige Geräte 115,0%		100,0%	103,0%	105,0%	110,0%	
	Pumpen/Gebläse Hzg	15,0%	35,7%	49,5%	84,0%	86,5%	89,0%

Für die Entwicklung der Gerätebedarfe wurde, ausgehend vom Basisjahr 1989, sowohl im Trend- wie auch im ÖKO-Szenario eine Entwicklung abgebildet, die ab 1990 gleitend auf die Werte in Westdeutschland im Jahr 2000 übergeht.

Den Hintergrund dieser Strategie bildet die Tatsache, daß in Ostdeutschland kein "getrennter Gerätemarkt" für Neuanschaffungen mehr besteht, sondern im Prinzip die gleichen Geräte wie im Westen zum Kauf angeboten werden. Die entsprechenden Daten geben die beiden folgenden Tabellen wieder.

Tabelle 46 Entwicklung der spezifischen Gerätebedarfe im Trend-Szenario für Ostdeutschland (kWh/a)

	Gerät	1989	1990	1995	2000	2005	2010
185	Kühlschrank 160		368	321	289	210	
315	Kühl/Gefrier-Komb. 290		450	417	395	340	
280	Gefriergerät 230		419	392	375	330	
300	Geschirrspüler 285		420	389	368	315	
195	Waschmaschine 180		545	445	378	210	
463	Waschtrockner 425		620	584	560	500	
280	Wäschetrockner 260		370	349	335	300	
73	TV 69		75	75	76	76	
243	Licht 235		176	198	213	250	
205	Sonstige 205		353	309	279	205	
	Pumpen/Gebläse Hzg	160	159	158	155	155	150

Tabelle 47 Entwicklung der spezifischen Gerätebedarfe im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (kWh/a)

	Gerät	1989	1990	1995	2000	2005	2010
--	-------	------	------	------	------	------	------

96	Kühlschrank 69	368	306	265	162		
306	Kühl/Gefrier-Komb. 243	450	425	409	368		
141	Gefriergerät 106	419	365	329	238		
255	Geschirrspüler 215	420	395	379	338		
154	Waschmaschine 133	545	443	376	206		
404	Waschtrockner 365	620	580	553	487		
254	Wäschetrockner 233	370	351	338	305		
40	TV 32	75	73	72	68		
77	Licht 49	176	176	176	175		
158	Sonstige 140	353	299	263	173		
	Pumpen/Gebläse Hzg	160	142	130	100	92	72

3.1.5 Gesamter Endenergiebedarf der Haushalte

Die skizzierte Entwicklung der Bedarfe für die einzelnen Verwendungsbereiche im Haushaltssektor läßt sich nun wie folgt zusammenfassen:

Tabelle 48 Endenergiebedarf der Haushalte im Trend-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

Energieträger		1987	1990	1995	2000	2005	2010
755,5	Heizöl		934,8	949,2	873,1	826,7	
	692,5						
655,4	Erdgas		557,3	578,7	627,6	666,4	
	645,3						
33,0	Steinkohle		66,6	65,6	52,2	44,2	
	25,1						
15,5	Braunkohle		30,0	30,0	24,7	20,9	
	11,4						
103,5	Fernwärme		73,7	75,8	88,1	95,8	
	108,4						
348,8	Strom		347,3	342,4	344,5	353,6	
	340,9						
1,5	Solar		0,4	0,5	0,6	0,8	
	2,3						
5,4	Biomasse		10,7	10,6	8,6	7,2	
	4,1						
Summe		2.020,9	2.052,8	2.019,5	2.015,8	1.918,5	1.829,9

Tabelle 49 Endenergiebedarf der Haushalte im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

Energieträger	1987	1990	1995	2000	2005	2010
----------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

	Heizöl	934,8	949,2	882,6	740,1		
576,8	426,2						
	Erdgas	557,3	578,7	587,7	602,3		
545,0	468,1						
	Steinkohle	66,6	65,6	51,6	28,4		
9,7	10,8						
	Braunkohle	30,0	30,0	24,4	15,8		
8,3	1,8						
	Fernwärme	73,7	75,8	93,1	139,2		
193,2	254,7						
	Strom	347,3	346,1	332,7	292,2		
211,8	154,3						
	Solar	0,4	0,5	1,0	1,7		
6,7	15,3						
	Biomasse	10,7	10,6	8,4	10,7		
11,2	0,1						
	Summe	2.020,9	2.056,5	1.981,5	1.830,2	1.562,8	1.331,2

Für Ostdeutschland ergeben sich im Haushaltssektor die folgenden Endenergiebedarfe:

Tabelle 50 Endenergiebedarf der Haushalte im Trend-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

Energieträger		1989	1990	1995	2000	2005	2010
100,0	Heizöl 100,5		0,0	0,0	54,7	91,4	
147,8	Erdgas 151,5		49,5	48,0	84,5	128,7	
6,3	Steinkohle 3,4		7,9	15,9	22,5	12,2	
53,1	Braunkohle 27,1		327,7	311,7	202,7	102,5	
78,7	Fernwärme 74,4		79,8	82,3	78,1	76,2	
57,9	Strom 57,4		58,3	59,9	58,7	57,8	
0,0	Solar 0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	
2,8	Biomasse 2,9		0,1	6,3	10,9	5,6	
	Summe	523,3	524,1	512,0	474,3	446,6	417,1

Tabelle 51 Endenergiebedarf der Haushalte im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

Energieträger		1989	1990	1995	2000	2005	2010
----------------------	--	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

44,9	Heizöl 42,4	0,0	0,0	27,1	42,9		
116,0	Erdgas 110,6	49,5	47,8	83,5	111,3		
5,3	Steinkohle 2,9	7,9	15,9	22,3	10,7		
46,8	Braunkohle 24,8	327,7	311,7	201,6	96,2		
123,6	Fernwärme 119,0	79,8	82,3	100,7	116,2		
41,2	Strom 35,7	58,3	58,1	55,4	50,3		
0,1	Solar 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
5,0	Biomasse 2,7	0,1	6,3	10,9	7,8		
	Summe	523,3	522,0	501,6	435,5	382,9	338,2

3.2 Kleinverbrauch

Der Sektor "Kleinverbrauch" ist statistisch gesehen ein "Nicht-Sektor": in ihm werden alle Energieverbraucher zusammengefaßt, die nicht den positiv definierten Sektoren Industrie, Haushalte und Verkehr zuzurechnen sind. In der Summe vereinigen diese Verbraucher knapp 1/5 des gesamten Endenergiebedarfs der alten Bundesländer auf sich.

3.2.1 Die Annahmen zum Kleinverbrauchssektor

Eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Endenergiebedarfs ist auf Grund der heterogenen Zusammensetzung dieses Sektors relativ kompliziert, da die Datenlage für die unterschiedlichen Verbrauchergruppen sowie die Entwicklungsperspektiven der Einzelbereiche stark voneinander abweichen.

Die folgende Tabelle zeigt die Verteilung des Endenergiebedarfs im Basisjahr auf Energieträger und Sub-Sektoren.

Tabelle 52 Energiebedarf im Sektor Kleinverbrauch in Westdeutschland im Jahr 1987 (in PJ)

Holz/Kohle	Öl	Gase	Fernw.	Strom	Summe
------------	----	------	--------	-------	-------

Landwirtschaft	2,4	62,5	0,7	0,0	27,7
93,3					
Gärtnereien	1,0	26,4	6,8	1,1	2,1
37,3					
Ind.Kleinb.	8,8	30,7	29,7	1,2	21,1
91,5					
Handwerk	3,7	45,0	10,9	1,4	18,0
78,9					
Baugewerbe	3,1	39,4	2,4	0,5	2,1
47,5					
Einzelhandel	0,9	53,3	34,7	10,3	33,8
132,9					
Großhandel	0,9	35,2	18,5	0,3	20,3
75,2					
Banken/Vers.	0,0	13,9	10,8	2,1	7,7
34,5					
Wäsch./Rein.	0,0	12,2	1,1	0,1	1,4
14,8					
Gastgewerbe	0,7	30,2	19,8	6,0	16,4
73,0					
Krankenhäuser	0,0	36,1	27,0	20,6	13,1
96,9					
Schulen	1,2	45,2	32,5	12,4	16,5
107,8					
Bäder	0,0	2,9	15,7	2,6	4,0
25,2					
Sonstige priv.	0,1	35,4	22,3	5,4	38,2
101,5					
Öff.Hand.	0,2	56,9	39,3	8,3	73,2
177,8					
Summe	23,0	525,1	272,3	72,2	295,5
		1188,0			

Die Verwendung der Energieträger für Anwendungen ist, gemittelt über den gesamten Sektor, recht unterschiedlich, wie die folgende Tabelle zeigt.

Tabelle 53 Struktur der Nutzenergienachfrage im Sektor Kleinverbrauch in Westdeutschland im Jahr 1987

	Holz/Kohle	HEL	Gase	Fernwärme	Strom
Raumwärme	63,1%	49,5%	71,6%	81,0%	8,0%
Prozeßwärme	36,9%	35,5%	28,4%	19,0%	24,0%
Strom/Kraft	0,0%	15,0%	0,0%	0,0%	68,0%

Unter Beachtung der beiden Szenarien gemeinsamen Entwicklung der Leitindikatoren für die Energieanwendungen Raumwärme, Prozeßwärme sowie Strom/Kraft (vgl. Kapitel 1) kann auf dieser Basis eine Hochrechnung der zukünftigen Nachfrage erfolgen.

Anschließend wurde die Entwicklung der spezifischen Bedarfe für jede Verwendungsart getrennt bis zum Jahr 2010 geschätzt. Die im Trend-Szenario unterstellte Entwicklung lehnt sich an die *Energieprognose 2010* (PROGNOS/ISI 1990) an, womit sich für Stromanwendungen keine Einsparungen, sondern *Steigerungen* ergeben (vgl. Tabelle 54).

Tabelle 54 Entwicklung der spezifischen Energiebedarfe im Sektor Kleinverbrauch in Westdeutschland bis zum Jahre 2010 im Trend-Szenario (Index 1987 = 100)

	1990	1995	2000	2005	2010
Raumwärme	94,5	88,0	83,0	80,0	75,0
Warmwasser	100,0	99,0	97,0	95,0	93,0
Strom	104,0	110,0	120,0	130,0	140,0

Demgegenüber wurden im ÖKO-Szenario Werte für die Entwicklung des spezifischen Strombedarfs verwendet, die auf einer ausführlichen Auswertung des technischen Standes beruhen. Dieser soll im folgenden kurz dargestellt werden.

Die Stromverwendung für *Kühlzwecke* unterscheidet sich im Kleinverbrauch hinsichtlich der eingesetzten Geräte deutlich von der in den Haushalten. Die Kühlaggregate beispielsweise im Einzel- und Großhandel sind erheblich größer dimensioniert und weisen wegen des geringen Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnisses daher niedrigere spezifische Verbräuche als Haushaltsgeräte auf.

Andererseits sind aber hier Überdimensionierungen, mangelnde Vorkühlung und schlechte Abstimmung der Be- und Entladung weit verbreitet, sodaß ähnliche Einsparungen wie im Haushaltsbereich möglich sind. Als mittelfristige technische Einsparrate sind hier rd. 50 % realistisch ((Heuel/Schauerte 1986). Durch verbesserte Kompressoren und Wärmetauscher sowie neue Isolationsmaterialien kann diese Einsparung längerfristig auf mindestens 75 % erhöht werden (Pedersen 1989).

Die Stromanwendung für *Antriebe* hat im Sektor Kleinverbrauch ihre Schwerpunkte in der Landwirtschaft (Gebläse, Pumpen), den Kleinbetrieben, dem Baugewerbe sowie den Dienstleistungsbetrieben (Brunner 1986+1988). Da hier keine detaillierteren Aufschlüsselungen vorliegen, wird im von eigenen Schätzungen der Verteilung ausgegangen. Unter der Annahme, daß die Antriebe in der Regel (d.h. zu 90 %) im Größenbereich über 2 kW mit einem Schwerpunkt > 10 kW liegen und rd. 3/4 eine geregelte Betriebsweise erfordern, und unter der Annahme, daß hierbei 80 % durch elektronische Drehzahlregelung verbessert werden können, beläuft sich das Sparpotential auf 10 % (Heuel-Schauerte). Hinzu kommen Einsparungen durch verbesserte Motoren, Vermeidung von Leerlaufzeiten sowie richtige Dimensionierung der Antriebe und Kupplungen, die ein weiteres Potential von 15 % Einsparung ergeben (de Almeida/Eto 1989).

Der Stromverbrauch für die *Lüftung* resultiert im wesentlichen aus dem Betrieb von Gebläsen, z.T. werden auch Kompressoren für Klimatisierungszwecke eingesetzt. Da in diesem Anlagenbereich die schon vorgenannten Überdimensionierungen der Antriebe auftreten und elektronische Regelungen zum Einsatz kommen können, ist eine Verbesserung um 25 % möglich (Brunner/FFE 1989).

Der Betrieb von *Bürogeräten*, d.h. Schreibmaschinen, EDV, Kopierer usw. zählt derzeit nicht zu den Schwerpunkten der Stromanwendung im Kleinverbrauch, weist aber eine starke Wachstumsdynamik auf. Im Dienstleistungssektor, bei Banken/Versicherungen sowie der Öffentlichen Hand sind jedoch die zusätzlich zu erwartenden Strombedarfe vor allem auf elektrische und elektronische Geräte zurückzuführen, sodaß Einspartechniken auch in diesem Anwendungsbereich interessant sind. Aus der Vielzahl von Geräten und Anwendungen läßt sich gegenüber der heutigen Ausstattung ein generelles technisches Einsparpotential von rund 80 % angeben, wenn technisch in der Entwicklung befindliche Verfahren für Bildschirme (Farb-LCD-Technik), Kopierer/Drucker (kalte Toner) sowie die Trends zu lokalen Netzwerken und tragbaren Computern (Laptops) berücksichtigt werden ((Norford u.a. 1989).

Im Kleinverbrauch werden, ähnlich wie in der Industrie, für *Beleuchtung* überwiegend Leuchtstofflampen eingesetzt. Da bisher keine genauere Analyse der Aufteilung Leuchtstoff-/Glühlampe vorliegt, wird eine Aufteilung von 80 % des Verbrauchs für Leuchtstofflampen und 20 % für Glühlampen unterstellt.

Die Einspartechnologien bei Leuchtstofflampen führen zu einer Verbesserung um rd. 25 % gegenüber dem heutigen Anwendungsstand (ETSU 1990b). Ergänzend treten die vor allem im Dienstleistungssektor (Büros...) einsetzbaren Möglichkeiten der *Lichtleittechnik* und verspiegelter Reflektoren hinzu (van Vliet 1989). Zusammen ergibt sich eine mittelfristige Einsparung von rd. 45 % gegenüber heute. Längerfristig kann mit der o.g. Drei-Banden-Lampe und arbeitsplatzoptimierter Lichtlenkung eine Verbesserung auf 75 % Einsparung gegenüber heute erreicht werden (Norgard/Guldebrandsen 1989).

Die sich aus diesen kosteneffizienten Sparpotentialen ergebenden Verbesserungen gegenüber den Annahmen im Trend-Szenario zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 55 Einsparraten bei den spezifischen Energiebedarfen im Sektor Kleinverbrauch im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (gegenüber Trend)

	1990	1995	2000	2005	2010	
Raumwärme		0%	0%	25%	35%	40%
Warmwasser		0%	0%	15%	20%	25%
Strom/Kraft	0%	0%	25%	30%	35%	

Innerhalb der Anwendungen im Kleinverbrauch wird in den nächsten Jahren eine Veränderung der Energieträgerwahl stattfinden, wenn alte Geräte durch neue mit einem anderen Brennstoff ausgetauscht werden. Dies gilt insbesondere für Anwendungen, die feste Brennstoffe und Öl einsetzen. Daher wurde die Substitution von Energieträgern im Kleinverbrauch ebenfalls abgebildet. Die Ersatzraten für das Trend-Szenario beruhen auf der *Energieprognose 2010* (PROGNOS/ISI 1990) und sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 56 Substitution zwischen Energieträgern im Sektor Kleinverbrauch im Trend-Szenario für Westdeutschland

verlagert zu	Holz/Kohle	Öl	Gase	Fernw.	Strom	
Heizöl		10%	0%	0%	0%	0%
Erdgas	40%		10%	0%	0%	0%
Fernwärme		0%	6%	0%	0%	0%
Strom		20%	4%	0%	0%	0%
Insgesamt	70%	20%	0%	0%	0%	

Demgegenüber wird im ÖKO-Szenario auch ein Wechsel von Öl und Gas zur Fernwärme sowie der Ersatz von Stromanwendungen - vor allem durch Gas - angenommen, wobei die angesetzten Ersatzquoten durch die Verfügbarkeit von Erdgas und Fernwärme sowie den relativen Kosten bestimmt werden. Die angenommenen Substitutionsdaten zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 57 Substitution zwischen Energieträgern im Sektor Kleinverbrauch im ÖKO-Szenario für Westdeutschland

verlagert zu	Holz/Kohle	Öl	Gase	Fernw.	Strom	
Heizöl		20%	0%	0%	0%	0%
Erdgas		40%	0%	0%	0%	25%
Fernwärme		30%	20%	25%	0%	10%
Strom		0%	0%	0%	0%	0%
Insgesamt	90%	20%	25%	0%	35%	

Die Entwicklung in Ostdeutschland

Der Kleinverbrauch in den neuen Bundesländern unterscheidet sich in Umfang und Energieträgereinsatz für das Basisjahr recht deutlich von Westdeutschland (vgl. Tabelle 58).

Tabelle 58 Energiebedarf im Sektor Kleinverbrauch in Ostdeutschland im Jahr 1989 (in PJ)

	<u>Holz/Kohle</u>	<u>Öl</u>	<u>Gase</u>	<u>Fernw.</u>	<u>Strom</u>	<u>Summe</u>	<u>Anteil</u>
<u>a</u>							

119,3	Landwirtschaft 24,6%	62,1	17,9	8,1	15,5	15,6
0,0	Gärtnereien 0,0%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,9	Ind.Kleinb. 0,8%	2,0	0,0	0,3	0,6	0,6
25,2	Handwerk 5,2%	13,1	0,2	1,7	4,1	3,9
55,3	Baugewerbe 11,4%	11,5	22,4	3,8	5,4	12,2
7,9	Einzelhandel 1,6%	4,1	0,1	0,5	1,3	1,2
31,4	Großhandel 6,5%	16,3	0,3	2,1	5,1	4,9
0,5	Banken/Vers. 0,1%	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1
4,4	Wäsch./Rein. 0,9%	2,3	0,0	0,3	0,7	0,7
13,1	Gastgewerbe 2,7%	6,8	0,1	0,9	2,1	2,0
46,1	Krankenhäuser 9,5%	24,0	0,4	3,1	7,5	7,2
56,3	Schulen 11,6%	29,3	0,5	3,8	9,2	8,8
2,4	Bäder 0,5%	1,3	0,0	0,2	0,4	0,4
75,2	Sonst.priv. 15,5%	56,4	2,3	5,1	19,7	11,2
44,1	Öff.Hand. 9,1%	23,0	0,4	3,0	7,2	6,9
	Summe	252,3	44,8	33,1	79,0	75,8
		<hr/>				
		100,0%				

Auch die Struktur der Energieträgerverwendung ist klar von der westdeutschen verschieden, wobei insbesondere der Öl-Einsatz für Kraftzwecke (Landwirtschaft) beachtlich ist (vgl. Tabelle 59).

Tabelle 59 Struktur der Nutzenergienachfrage im Sektor Kleinverbrauch in Ostdeutschland im Jahr 1989

	Holz/Kohle	Öl	Gase	Fernwärme	Strom	Summe
Raumwärme	70,0%	10,0%	60,0%	90,0%	5,0%	68,2%
Prozeßwärme	30,0%	10,0%	40,0%	10,0%	16,0%	16,9%
Strom/Kraft	0,0%	80,0%	0,0%	0,0%	79,0%	14,9%

Im Trend-Szenario wird eine eigene Abschätzung der Entwicklung der spezifischen Energiebedarfe je Anwendung angesetzt, die u.a. den starken Wechsel in der Zusammensetzung des Kleinverbrauchs - Stichwort Handwerk und Dienstleistung - reflektiert. Daher steigen die stromspezifischen Anwendungen klar an, während die Wärmeanwendungen leicht rückläufig sind. Die Einzelwerte gibt die folgende Tabelle.

Tabelle 60 Entwicklung der spezifischen Energiebedarfe im Sektor Kleinverbrauch in Ostdeutschland bis zum Jahre 2010 im Trend-Szenario (Index 1989 = 100)

	1990	1995	2000	2005	2010	
Raumwärme	90,0	88,0	83,0	80,0	80,0	75,0
Prozeßwärme	90,0	89,0	88,0	88,0	88,0	88,0
Strom/Kraft	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0	

Demgegenüber wird im ÖKO-Szenario die Ausschöpfung der kosteneffizienten Sparpotentiale sowohl bei der Wärme wie auch beim Strom angenommen, wobei dies durch die Sanierung bzw. Neugründung von Unternehmen mit der entsprechenden Neubeschaffung der Geräteausstattung in einem hohem Maße möglich ist, soweit die sektorspezifischen Hemmnisse durch eine adäquate Politik überwunden werden. Die für Ostdeutschland möglichen Sparmaßnahmen zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 61 Entwicklung der spezifischen Energiebedarfe im Sektor Kleinverbrauch in Ostdeutschland bis zum Jahre 2010 im ÖKO-Szenario (Index 1989 = 100)

	1990	1995	2000	2005	2010	
Raumwärme	90,0	88,0	80,0	70,0	70,0	65,0
Prozeßwärme	90,0	89,0	85,0	80,0	80,0	75,0
Strom/Kraft	90,0	100,0	105,0	100,0	100,0	90,0

Auch in den neuen Bundesländern wird innerhalb der Anwendungen im Kleinverbrauch eine Veränderung der Energieträgerwahl eintreten, wenn alte Geräte durch neue mit einem anderen Brennstoff ausgetauscht werden. Dies gilt in Ostdeutschland in besonderem Maße für die Verwendung von Kohle. Die Ersatzraten für das Trend-Szenario beruhen auf einer eigenen Schätzung und sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 62 Annahmen zur Substitution zwischen Energieträgern im Sektor Kleinverbrauch in Ostdeutschland bis zum Jahr 2010 im Trend-Szenario

verlagert zu	Holz/Kohle	Öl	Gase	Fernw.	Strom	
Heizöl		10%	0%	0%	0%	0%
Erdgas		50%	0%	0%	0%	0%
Fernwärme		15%	0%	0%	0%	0%
Strom		5%	0%	0%	0%	0%
Insgesamt	80%	0%	0%	0%	0%	

Im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland wird zu dieser Entwicklung wie im Westen eine leichte Substitution von Stromanwendungen sowie Zugewinne der Fernwärme zu Lasten von Öl und Gas angenommen, wie die folgende Tabelle darstellt.

Tabelle 63 Annahmen zur Substitution zwischen Energieträgern im Sektor Kleinverbrauch in Ostdeutschland bis zum Jahr 2010 im ÖKO-Szenario

verlagert zu	Holz/Kohle	Öl	Gase	Fernw.	Strom	
Heizöl		10%	0%	0%	0%	0%
Erdgas		50%	0%	0%	0%	5%
Fernwärme		20%	10%	20%	0%	5%
Strom		0%	0%	0%	0%	0%
Insgesamt	80%	10%	20%	0%	10%	

3.2.2 Gesamter Endenergiebedarf des Kleinverbrauchs

Aus den vorstehend diskutierten Parametern ergibt sich im Trend-Szenario für Westdeutschland die folgende Endenergienachfrage des Kleinverbrauchs:

Tabelle 64 Endenergiebedarf des Kleinverbrauchs im Trend-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010	
540		611	600	586	573	560	Heizöl, Diesel
329		272	277	290	305	319	Erdgas
16		40	37	32	27	21	Steinkohle
0		0	0	0	0	0	Braunkohle
103		73	76	82	89	97	Fernwärme
540		295	321	365	420	479	Strom
0		0	0	0	0	0	Solar
2		4	4	4	3	2	Biomasse
	Summe	1294,8	1315,4	1358,7	1416,8	1477,2	1530,0

Für das ÖKO-Szenario sind die Resultate in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 65 Endenergiebedarf des Kleinverbrauchs im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
--	------	------	------	------	------	------

377	Heizöl, Diesel	611	600	582	464	416	
222	Erdgas	272	272	278	230	222	
10	Steinkohle	40	36	27	17	9	
0	Braunkohle	0	0	0	0	0	
203	Fernwärme	73	99	146	154	179	
222	Strom	295	303	302	251	239	
0	Solar	0	0	0	0	0	
3	Biomasse	4	4	7	7	9	
	Summe	1294,8	1315,4	1342,4	1124,7	1073,7	1037,1

Die entsprechende Entwicklung im Trend- und ÖKO-Szenario für Ostdeutschland geben die beiden nachfolgenden Tabellen wieder.

Tabelle 66 Endenergiebedarf des Kleinverbrauchs im Trend-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Holz/Kohle	310,3	252,4	176,0	120,0	85,7	44,9
- Steinkohle	7,8	12,6	17,6	12,0	8,6	4,5
- Braunkohle	279,3	201,9	123,2	84,0	60,0	31,4
- Holz/Stroh	3,1	12,6	8,8	6,0	8,6	4,5
Heizöl/Diesel	50,8	48,6	58,1	67,3	79,1	91,0
Gas	33,1	44,4	75,9	93,2	116,1	141,6
Fernwärme	79,0	75,2	78,9	80,0	87,3	92,7
Strom	75,8	70,2	80,9	91,9	105,3	119,0
Summe	528,8	465,5	443,4	434,5	464,9	484,7

Tabelle 67 Endenergiebedarf des Kleinverbrauchs im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
--	------	------	------	------	------	------

Holz/Kohle	310,3	252,4	176,0	116,1	76,8
39,5					
- Steinkohle	7,8	12,6	17,6	11,6	7,7
3,9					
- Braunkohle	279,3	201,9	123,2	81,3	53,8
27,6					
- Holz/Stroh	3,1	12,6	8,8	5,8	7,7
3,9					
Heizöl/Diesel	50,8	48,1	56,5	61,7	63,7
63,4					
Gas	33,1	44,1	75,3	89,7	103,3
123,4					
Fernwärme	79,0	78,4	87,6	90,7	95,1
101,9					
Strom	75,8	67,8	74,5	77,8	75,7
70,2					
Summe	528,8	465,5	443,4	418,6	406,9
	394,5				

3.3 Industrie

Der Industriesektor ist in den Energiestatistiken ein klar abgegrenzter Bereich, der das gesamte Verarbeitende Gewerbe und den sogenannten "Übrigen Bergbau" (Erz, Kali, Steinsalz) umfaßt. Kohlebergbau sowie Öl- und Gaswirtschaft fallen statistisch betrachtet in den Umwandlungsbereich der Energiebilanz und sollen daher hier nicht betrachtet werden.

In der Regel wird der Industriesektor in vier große Bereiche aufgefächert, wobei sich der energetisch wichtigste Bereich - die Grundstoff- und Produktionsgüterindustrie - noch einmal in 8 einzelne Wirtschaftszweige aufteilt. Der Ausgangspunkt für die Ermittlung des zukünftigen industriellen Energiebedarfs ist eine Prognose der Nachfrage nach Energiedienstleistungen (EDL) in diesem Sektor. Wegen der Vielzahl der Produkte und komplexen Produktionsverfahren ist es allerdings nicht möglich, die Energiedienstleistungen, die der Industriesektor benötigt, im Detail aufzulisten und zu quantifizieren. Aus Vereinfachungsgründen wird daher üblicherweise die Energie Dienstleistung nicht als Mengengröße (z.B. Tonnen Stahlproduktion, Anzahl Kopfschmerztabletten etc), sondern als Wertgröße definiert: sie ist gleich der industriellen Wertschöpfung.

Um nun den Endenergiebedarf der Industrie zu erfassen, muß neben der Entwicklung der Wertschöpfung auch die Entwicklung der spezifischen Bedarfe nach einzelnen Energieträgern (Kohle, Strom, Fernwärme etc.) ermittelt werden. Dies geschieht auf der Grundlage von technischem Wissen und Annahmen über zukünftige Produktionsprozesse. Der Endenergiebedarf läßt sich danach sehr einfach durch Multiplikation der Basisgrößen (Wertschöpfung) mit den spezifischen Energiebedarfen bestimmen. Er kann dann sowohl für die einzelnen Wirtschaftszweige als auch für die (Sekundär-) Energieträger ausgewiesen werden. Die Darstellung der den Szenarien gemeinsamen Annahmen zum Wachstum der Wertschöpfung in den einzelnen Industriebranchen Ost- und Westdeutschlands erfolgte bereits an anderer Stelle (vgl. Kapitel 1), sodaß im folgenden auf die spezifischen Bedarfe einzugehen ist.

3.3.1 Entwicklung der spezifischen Bedarfe

Für die westdeutsche Industrie wurde die spezifische Bedarfsentwicklung des Trend-Szenarios in Anlehnung an die Energieprognose 2010 (PROGNOS/ISI 1990) definiert, nach der eine deutliche Einsparung im Bereich Wärmeanwendungen, aber eine relativ geringe beim Strom auftritt (vgl. Tabelle 68). Die deutlichen Reduktionen bei den Nichteisen-Metallen und der Chemie sind auf kombinierte Effekte der Einsparung und des Strukturwandels zurückzuführen.

Tabelle 68 Einsparquoten (inkl. Strukturwandel) im Sektor Industrie in Westdeutschland bis zum Jahr 2010 im Trend-Szenario (Basisjahr 1987)

Branche	Wärme	Strom
Steine-Erden	11,0%	8,3%
Eisenschaffend	29,9%	-2,3%
Giessereien	27,0%	7,5%
Ziehereien/Walzwerke	6,0%	5,8%
NE-Metalle	30,0%	45,2%

Chemie	37,2%	36,5%
Zellstoff/Papier	41,8%	33,0%
Gummi	34,0%	20,0%
Investitionsgüter	23,7%	5,9%
Verbrauchsgüter	41,0%	-7,2%
Nahrungs- u. Genuß	25,1%	3,0%
Übriger Bergbau	39,0%	0,0%

Zur Bestimmung der kosteneffizienten Einsparraten im ÖKO-Szenario diente eine zusammenfassende Arbeit (ÖKO 1990), zwei Grundarbeiten (Heuel/Schauerte 1986; Maier/Angerer 1986) sowie ergänzende Studien zu Einzeltechniken²². Die sich für das ÖKO-Szenario ergebenden Einsparungen zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 69 Einsparquoten (inkl. Strukturwandel) im Sektor Industrie in Westdeutschland bis zum Jahr 2010 im ÖKO-Szenario (Basisjahr 1987)

Branche	Wärme	Strom
Steine-Erden	11 %	15 %
Eisenschaffend	20 %	30 %
Giessereien	27 %	25 %
Ziehereien/Walzwerke	6 %	25 %
NE-Metalle	10 %	70 %
Chemie	37 %	60 %
Zellstoff/Papier	42 %	60 %
Gummi	34 %	40 %
Investitionsgüter	24 %	35 %
Verbrauchsgüter	41 %	30 %
Nahrungs- u. Genuß	25 %	20 %
Übriger Bergbau	39 %	10 %

Wie Tabelle 69 zeigt, werden im ÖKO-Szenario bei Wärme die gleichen Werte angenommen wie in Trend, während bei Strom höhere Effizienzsteigerungen stattfinden.

Eine Ausnahme hiervon bilden die Stahlindustrie sowie die Nichteisenmetalle, da hier die Substitution von Stromanwendungen zu einer höheren Wärmenachfrage führen, womit sich zwar größere Stromeinsparungen als in Trend ergeben, dies aber nur zu Lasten einer geringeren Wärmeeinsparung möglich ist²³.

Die Annahme gleicher Einsparraten liegt an der im ÖKO-Szenario vorrangigen Strategie zum Ersatz von direktem Brennstoffeinsatz zur Wärmebereitstellung durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), die eine weitergehende Einsparung in den Betrieben wenig attraktiv werden läßt²⁴.

²² Als Quellen zur Aktualisierung wurden herangezogen: (AKF 1990a+b; Blok 1990; BMFT 1989; CEC 1988; FFE/ISI 1989; IEA 1989a; March 1989; ÖKO 1990).

²³ Da die Substitution überwiegend durch Erdgas erfolgt, ist die CO₂-Bilanz insgesamt günstiger als im Trend.

²⁴ vgl. zur KWK näher Kapitel 5.2

Allerdings gilt hier anzumerken, daß aufgrund des Umbaus im Kraftwerkssektor im ÖKO-Szenario dieser Vorrang ab dem Jahr 2008 nicht mehr gültig ist - eine Kombination von Wärmeeinsparung mit getrennter Stromerzeugung über Gas-GuD-Kraftwerke ist dann ökologisch und ökonomisch günstiger als die Kraft-Wärme-Kopplung.

Da längerfristig mit der Entwicklung neuer, kosteneffizienter Einspartechniken für Industriewärme zu rechnen ist, kann bei einer Szenariorechnung über das Jahr 2010 hinaus eine gegenüber den Annahmen des ÖKO-Szenarios abweichende Entwicklung unterstellt werden: durch Prozeßintegration, Bio- (*nicht* Gen-) Techniken, verbesserte Katalysatoren und massives Recycling könnte der Prozeßwärmebedarf der Grundstoffindustrie weiter gesenkt werden, und der "ausfallende" KWK-Strom würde über hocheffiziente Gas-GuD-Kraftwerke gedeckt werden²⁵.

Die Entwicklung in Ostdeutschland

Wegen des Fehlens eines Referenzpfades für die neuen Bundesländer wurde für das Trend- und ÖKO-Szenario eine eigene Abschätzung der Entwicklung im Industriesektor durchgeführt. Dabei wurden die Einsparpotentiale wegen der angenommenen krisenhaften Entwicklung bis zum Jahresende 1992 auf die Basis des Jahres 1993 bezogen, um nicht extrem hohe Struktureffekte in die Rechnung einstellen zu müssen.

Die für das Trend-Szenario verwendeten Einsparquoten beinhalten die Umstrukturierung der industriellen Basis hin zu westdeutschen Techniken, bei denen vor allem der Wärmeeinsatz drastisch geringer ist. Insoweit sind die in Tabelle 70 aufgeführten Daten ganz überwiegend durch Struktureffekte - alt gegen neu und Wechsel der Produktpalette - bestimmt. Wegen der großen Unsicherheiten bei der Datenbasis (bestehende Anlagen, zukünftige Produktionsstruktur) wurden für die Trendentwicklung eher pessimistische Werte gewählt, um eine obere Grenze der industriellen Energienachfrage zu erhalten.

Tabelle 70 Einsparquoten (inkl. Strukturwandel) im Sektor Industrie in Ostdeutschland bis zum Jahr 2010 im Trend-Szenario (Basisjahr 1993)*

Branche	Wärme	Strom
Steine-Erden	25 %	20 %
Eisenschaffend	50 %	15 %
Giessereien	40 %	20 %
Ziehereien/Walzwerke	10 %	15 %
NE-Metalle	50 %	70 %
Chemie	60 %	50 %
Zellstoff/Papier	40 %	40 %
Gummi	40 %	30 %
Investitionsgüter	30 %	10 %
Verbrauchsgüter	30 %	5 %
Nahrungs- u. Genuß	30 %	5 %
Übriger Bergbau	30 %	5 %

²⁵ Zu einer entsprechenden Diskussion des Solarenergieeinsatzes vgl. Kapitel 6.5.

* = Basisjahr 1993 wg. Krise von 1989-1992

Im ÖKO-Szenario wurde bei gleichem Strukturwandel nunmehr die kosteneffizienten Potentiale zur Wärme- und Stromeinsparung berücksichtigt, die auch in der westdeutschen Industrie verwendet wurden. Durch die Angleichung der Produktionsstrukturen und -technologien bis zum Jahr 2010 können in Ostdeutschland somit weitgehend ähnliche Effizienzen wie im Westen unterstellt werden. Eine Übersicht zu den jeweiligen Daten gibt die folgende Tabelle.

Tabelle 71 Einsparquoten (inkl. Strukturwandel) im Sektor Industrie in Ostdeutschland bis zum Jahr 2010 im ÖKO-Szenario (Basisjahr 1993)

Branche	Wärme	Strom
Steine-Erden	50 %	35 %
Eisenschaffend	70 %	30 %
Giessereien	45 %	30 %
Ziehereien/Walzwerke	25 %	20 %
NE-Metalle	45 %	75 %
Chemie	65 %	65 %
Zellstoff/Papier	50 %	50 %
Gummi	45 %	40 %
Investitionsgüter	40 %	35 %
Verbrauchsgüter	40 %	30 %
Nahrungs- u. Genuß	40 %	30 %
Übriger Bergbau	30 %	25 %

Auf der Nachfrageentwicklungen in den Szenarien wurde nun für Ostdeutschland rechnerisch eine Verteilung der Brennstoffe gelegt, die den Wechsel von Energieträgern bei den Anwendungstechniken abbildet. Dabei wurden im Trend- und ÖKO-Szenario gleiche Werte verwendet, da die Szenarien sich nur in der Spartechnik, nicht aber im Brennstoffmix unterscheiden. Die folgende Tabelle zeigt die Veränderungen der Struktur des industriellen Brennstoffeinsatzes über den Szenariozeitraum.

Tabelle 72 Verteilung der Brennstoffe auf die Wärmeproduktion in der Industrie im Trend- und ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

Brennstoffe		1989	1990	1995	2000	2005	2010
15,0%	Steinkohle		10,6%	10,0%	12,5%	15,0%	
		15,0%					
10,0%	Braunkohle		50,2%	45,0%	25,0%	15,0%	
		10,0%					
0,0%	Heizöl S		4,5%	3,0%	2,0%	0,0%	
		0,0%					
10,0%	Heizöl EL		0,0%	1,5%	3,0%	5,0%	
		10,0%					
45,0%	Gase		25,5%	31,5%	47,5%	50,0%	
		45,0%					
10,0%	Fernwärme		7,3%	7,0%	7,5%	10,0%	
		10,0%					
	Sonstige	1,9%	2,0%	2,5%	5,0%	10,0%	10,0%

3.3.2 Gesamter Endenergiebedarf der Industrie

Auf der Grundlage der in den vorherigen Abschnitten dargestellten Einzelparameter wurde der gesamte Endenergiebedarf der Industrie bestimmt. Die entsprechenden Resultate für die Szenarien in West- und Ostdeutschland zeigen die folgenden Tabellen.

Tabelle 73 Endenergiebedarf der Industrie im Trend-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010	
247	Heizöl, Diesel		347	323	317	266	256
846	Erdgas		735	784	838	801	826
249	Steinkohle		430	429	410	319	283
60	Braunkohle		62	63	67	62	61
54	Fernwärme		40	41	48	49	51
679	Strom		573	596	635	626	652
0	Solar		0	0	0	0	0
	Biomasse	12	12	13	13	16	20

Tabelle 74 Endenergiebedarf der Industrie im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
--	------	------	------	------	------	------

227	Heizöl, Diesel 208	347	324	304	248
733	Erdgas 694	735	787	806	704
221	Steinkohle 184	430	431	395	297
48	Braunkohle 16	62	63	65	58
53	Fernwärme 57	40	41	49	50
475	Strom 465	573	577	583	486
0	Solar 0	0	0	0	0
17	Biomasse 21	12	12	13	14
	ProzWä aus KWK	0	83	191	374

Tabelle 75 Endenergiebedarf der Industrie im Trend-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
89	Heizöl, Diesel	36	20	28	39	82
381	Erdgas	205	142	265	389	358
134	Steinkohle	85	45	70	118	122
80	Braunkohle	403	204	138	115	77
89	Fernwärme	59	32	42	79	82
319	Strom	169	151	149	221	266
0	Solar	0	0	0	0	0
89	Biomasse	15	9	14	39	82
	ProzWä aus KWK	0	0	1	7	29

Tabelle 76 Endenergiebedarf der Industrie im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
--	------	------	------	------	------	------

67	Heizöl, Diesel	36	20	27	36	67	
240	Erdgas	205	142	260	345	271	
65	Steinkohle	85	45	65	98	80	
23	Braunkohle	403	204	130	98	47	
67	Fernwärme	59	32	41	73	67	
219	Strom	169	151	149	202	204	
0	Solar	0	0	0	0	0	
67	Biomasse	15	9	14	36	67	
	ProzWä aus KWK	0	0	10	40	70	138

Es soll nochmals betont werden, daß der industrielle Endenergiebedarf erheblich deutlicher zurückgehen würde, wenn statt der hohen Wachstumsannahmen insbesondere in der Grundstoffindustrie ein Szenario zugrundegelegt würde, wie es mit dem Stichwort "Umbau der Industriegesellschaft" diskutiert wird.

Vor diesem Hintergrund ist das vorgestellte industrielle Energiewende-Szenario in der Tat nur eine vorsichtige Abschätzung dessen, was ohne einen großen "Umbau" erreicht werden kann.

4 Die Szenario-Annahmen im Verkehrssektor

4.1 Aufgabenstellung

Die starke Zunahme des motorisierten Individualverkehrs in der BRD hat bewirkt, daß ein größer werdender Anteil der gesamten Schadstoffemissionen im Verkehrsbereich entsteht. Die Schäden durch Lärm, Unfälle und Schadstoffemissionen sowie der Flächenverbrauch verursachen hohe gesamtgesellschaftliche Kosten und die Lebensräume von Menschen, Tieren und Pflanzen werden durch den Verkehr gravierend gestört.

In dem Verkehrsteil des Gutachtens soll einerseits gezeigt werden, "was passiert, wenn nichts passiert", d.h. wenn die bisherige Verkehrspolitik der alten Bundesländer weiter fortgeschrieben und auch auf die neuen Bundesländer übertragen wird (Trend-Szenario). Andererseits wird im ÖKO-Szenario dargelegt, welche Entwicklung möglich ist, wenn im Rahmen der Verkehrspolitik die Weichen umgestellt werden und mittels wirksamer Maßnahmen der Verkehr vermieden und umgelenkt, sowie durch technische und verhaltensbedingte Maßnahmen weniger umweltbelastend gestaltet wird.

Um die beiden Szenarien des Verkehrsteils vergleichbar zu machen, liegt beiden Szenarien (Trend- und ÖKO-Szenario) dieselbe demographische und ökonomische Entwicklung zugrunde.

4.2 Szenarientwicklung

Im Trend-Szenario wird die Verkehrsentwicklung unter der Annahme abgebildet, daß die bisherige Verkehrspolitik im wesentlichen beibehalten wird. Neben dem Ausbau des Schienennetzes soll also auch das Straßennetz "bedarfsgerecht" ausgebaut werden.

Das Trendszenario stützt sich bei seinen Annahmen und Daten für die zukünftige Entwicklung des Verkehrsbereichs in den alten Bundesländern im wesentlichen auf die in jüngerer Zeit veröffentlichten Gutachten vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW 1990) sowie auf das PROGNOSES/ISI-Gutachten²⁶. Als Datengrundlage für die trendmäßige Entwicklung in den neuen Bundesländern wurde eine Studie des IFEU-Instituts herangezogen (IFEU 1991).

Die Analyse wurde für den Personen- und Güterverkehr getrennt vorgenommen.

²⁶ Auf abweichende Annahmen und Ergebnisse der vorliegenden Studie wird jeweils hingewiesen.

4.2.1 Personenverkehr

Darstellung des Szenarienaufbaus

Die Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr wird im wesentlichen durch den Pkw-Verkehr bestimmt. 1989 wurden 82% aller motorisierten Personenverkehrsleistungen in Westdeutschland über den motorisierten Individualverkehr (MIV) abgewickelt. Eine weiter steigende Tendenz ist im Trendszenario zu erwarten.

Der MIV umfaßt den Verkehr mit Pkw und motorisierten Zweirädern sowie, trotz seiner Sonderstellung als quasi-öffentlicher Verkehr, auch den Verkehr mit Taxis und Mietwagen. Dem Anteil der motorisierten Zweiräder am gesamten Energieverbrauch des MIV kommt in den westlichen Bundesländern nur eine geringe Bedeutung zu; er wird im Rahmen dieser Studie vernachlässigt.

Neben der Entwicklung der Bevölkerung bestimmt die Entwicklung der Motorisierung das künftige Verkehrsaufkommen. Vor allem wird der Modal Split, also die Wahl zwischen den Verkehrsmitteln sowie die Entfernung der gewählten Ziele und damit die Verkehrsleistung (Anzahl der Wege mal durchschnittliche Weglänge) von der Verfügbarkeit eines Pkw beeinflußt (DIW 1990).

Im Trendszenario wurde nach folgender Methode vorgegangen:

Aus der Bevölkerungsentwicklung und der angesetzten Entwicklung des Motorisierungsgrades wird die Bestandsentwicklung bei den Kraftfahrzeugen errechnet. Dabei wird unterstellt, daß der Motorisierungsgrad im Trendszenario noch deutlich steigen wird. Während 1990 auf 1000 westdeutsche Einwohner 480 privat genutzte Pkw kamen, werden es nach DIW im Jahr 2005 bereits 570 Fahrzeuge pro 1000 Einwohner sein. Insbesondere die verstärkte Motorisierung der weiblichen Bevölkerung wird zu diesem Anwachsen beitragen (siehe PROGNOSES/ISI 1990).

Im nächsten Schritt wird der Pkw/Kombi-Bestand nach Antriebsarten in Diesel- und Vergasermotoren aufgeteilt. Dabei wird in Anlehnung an PROGNOSES/ISI davon ausgegangen, daß der Anteil der mit Dieselmotoren ausgerüsteten Fahrzeuge leicht zunimmt. Ab dem Jahr 2000 wird nach PROGNOSES eine zwar geringe aber wachsende Anzahl von Elektrofahrzeugen unterstellt.

Aus dem Fahrzeugbestand und den durchschnittlichen Fahrleistungen pro Fahrzeug (unterschieden nach Vergaser- bzw. Dieselfahrzeugen) errechnet sich die Pkw-Transportleistung (in Mrd. km) und unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Pkw-Besetzung die Transportleistung des MIV (motorisierten Individualverkehrs) in Mrd. Personenkilometern (Mrd. Pkm).

Über den spezifischen Verbrauch der Fahrzeuge errechnet sich aus der jährlichen Fahrleistung und der durchschnittlichen Pkw-Besetzung der Kraftstoff- bzw. der Stromverbrauch (Elektrofahrzeuge) für den motorisierten Individualverkehr im Trendszenario.

Neben dem MIV wird der Öffentliche Verkehr untersucht. Dieser umfaßt den

- Eisenbahnverkehr, also den Schienenverkehr der Deutschen Bundesbahn (einschließlich S-Bahn) sowie den Schienenverkehr bei den nichtbundeseigenen Eisenbahnen.

- öffentlichen Straßenpersonenverkehr (ÖSPV), der den Omnibus-, Straßenbahn- und U-Bahn-Verkehr umfaßt,
- den Luftverkehr, der die beförderten Personen im gewerblichen Verkehr der elf internationalen Verkehrsflughäfen auf dem Boden der BRD erfaßt; er setzt sich zusammen aus den Passagieren im Linien- und Charterverkehr.
- nichtmotorisierten Verkehr der den Fußgängerverkehr und den Fahrradverkehr umfaßt. Zum Fußgängerverkehr rechnen alle zielgerichteten Fußwege, die öffentlichen Verkehrsraum in Anspruch nehmen. Dieselbe Definition gilt sinngemäß für den Fahrradverkehr.

Die Einteilung der Verkehrswege wird nach der hauptsächlichsten Art des benutzten Verkehrsmittels vorgenommen. Wege, die lediglich Zubringerfunktion zu anderen Verkehrsmitteln haben - in erster Linie Wege zu Fuß - sind somit nicht gesondert erfaßt.

Für den öffentlichen Verkehr errechnet sich der Treibstoffverbrauch aus der Verkehrsleistung der oben genannten Verkehrsarten und den spezifischen Verbräuchen für die Verkehrsleistung, ausgedrückt in Energieeinheiten pro Personenkilometer. Die Trend-Daten basieren auf der Analyse der Verkehrsnachfrage des DIW (DIW 1990). Lediglich für den Flugverkehr wurde eine andere Abgrenzung gewählt, weil unter dem Aspekt der globalen Auswirkungen des Energieverbrauchs und der damit verbundenen CO₂-Emissionen die insgesamt durch Bundesbürger verursachten Emissionen ermittelt werden müssen. Deshalb darf sich die Betrachtung des Flugverkehrs nicht auf die Inlandsflüge beschränken, sondern muß auch die Flüge ins Ausland und aus dem Ausland berücksichtigen. Es wurden die Daten aus der Trendprognose von PROGNOSES/ISI zugrundegelegt.

Im folgenden wird die Entwicklung der wichtigsten Parameter in Kurzform dargestellt. Eine Übersicht gibt die folgende Tabelle 77.

Tabelle 77 Entwicklung der wichtigsten Parameter beim motorisierten Individualverkehr (MIV) in den Szenarien

		1987	1988	1990	1995	2000
2005	2010					
<i>Bevölkerung in Mio</i>						
Westdeutschland			61,10	61,70	63,50	64,80
64,90	64,90	64,90				
Ostdeutschland		16,70	16,60	16	15,60	15,40
15,40	15,40					
<i>Motorisierungsgrad</i>						
West Trend			0,46		0,48	0,51
0,54	0,57	0,61				
Ost Trend				0,23	0,28	0,37
0,43	0,49	0,55				
West ÖKO			0,46		0,48	0,50
0,50	0,50	0,50				
Ost ÖKO			0,23	0,28	0,34	0,39
0,45	0,50					
<i>Jahreskilometerleistung pro Fahrzeug in Westdeutschland</i>						
Trend-Szenario						
Benziner			12000		12300	12300
12300	12300	12300				
Diesel			18000		17200	17000
16800	16600	16400				
Elektro						
6000	6000	6000				
ÖKO-Szenario						
Benziner			12000		12300	11070
11070	11070	11070				
Diesel			18000		17200	16150
15960	15770	15580				
Elektro						6000
6000	6000					
<i>Jahreskilometerleistung pro Fahrzeug in Ostdeutschland</i>						
Trend-Szenario						

Benziner			9500	9500	10200
10900	11600	12300			
Diesel			9500	12000	13100
14200	15300	16400			
Elektro					
6000	6000	6000			
Zweitakter			9500	9500	10200
10900					
ÖKO-Szenario					
Benziner			9500	9500	9893
10285	10678	11070			
Diesel			9500	12000	12895
13790	14685	15580			
Elektro					
6000	6000	6000			
Zweitakter			9500	9500	9893
					10285

Bevölkerung

Die Annahmen für die Bevölkerungsentwicklung beruhen auf einer aktuellen Projektion des DIW. Demnach ist bis zum Jahr 2005 in Westdeutschland eine Bevölkerungszunahme auf 64.9 Mio Einwohner zu erwarten. In den neuen Bundesländern hingegen nimmt die Bevölkerung von 16.7 Mio im Jahr 1987 auf 15,4 Mio Einwohner im Jahr 2010 ab (siehe Kapitel 2).

Motorisierungsgrad

Der Motorisierungsgrad für das Trendszenario wurde entsprechend den Annahmen des DIW-Szenarios festgelegt, obwohl sich gerade in der Vergangenheit gezeigt hat, daß die offiziellen Verkehrsprognosen den Anstieg der Massenmotorisierung stets unterschätzten. Das Trendszenario birgt die Gefahr in sich, daß die Entwicklung der Motorisierung in der Realität noch schneller und weiter voranschreitet als hier angenommen.

Im ÖKO-Szenario wird aufgrund einer Reihe von Maßnahmen, die die Kosten- und Nutzenrelationen zugunsten des öffentlichen Verkehrs verschieben, von einem nur noch geringfügig steigenden Motorisierungsgrad ausgegangen. Ab 1995 bleibt der Fahrzeugbestand in etwa konstant. In dem Szenario wird davon ausgegangen, daß die im MIV wegfallenden Transportleistungen zum Teil auf den nichtmotorisierten Verkehr, überwiegend jedoch auf den Öffentlichen Verkehr verlagert werden.

In den neuen Bundesländern wird sich im Trendszenario die Motorisierung den alten Bundesländern annähern. Es wird unterstellt, daß der Motorisierungsgrad im Jahr 2010 nur noch 10% unter dem der alten Bundesländer liegt. Das Szenario geht von der Grundannahme aus, daß die Einkommen sich innerhalb dieses Zeitrahmens angeglichen haben und bezogen auf die Bevölkerungszahl in den neuen fünf Bundesländer mehr Fahrzeuge angeschafft werden als in den alten Bundesländern. Dennoch ist davon auszugehen, daß aufgrund der unterschiedlichen Ausgangsbedingungen bei Einkommen und Vermögen, die Motorisierungsquote in den neuen Bundesländern gegenüber dem Westen um etwa 10% zurückbleibt.

Im ÖKO-Szenario erreicht die Motorisierungsquote in beiden Teilen Deutschlands denselben Wert. Da dieser deutlich geringer ist als im Trend, fallen hier die unterschiedlichen Ausgangsbedingungen in Bezug auf den Endzustand nicht ins Gewicht.

Fahrzeugtypen

Der Fahrzeugbestand (Pkw und Kombi) wird nach Antriebsarten in Diesel und Vergasermotoren aufgeteilt, wobei sich der in der Vergangenheit gezeigte Trend zum Dieselfahrzeug auch weiterhin fortsetzen wird. So wird in dem Szenario der Anteil der Dieselflotte an dem Gesamtfahrzeugbestand von 13% (1987) auf 18% im Jahr 2010 (PROGNOS/ISI 1990) ansteigen.

Neben der Substitution von Benzin- durch Dieselfahrzeuge wurde ab dem Jahr 2000 der Elektroantrieb in die Betrachtung mit einbezogen. Dies geschieht vor folgendem Hintergrund:

Die wachsende Luftverunreinigung in den Städten könnte dazu führen, daß Fahrzeuge mit direkten Emissionen aus den Innenstädten verbannt werden. Weiterhin können in den nächsten 10 Jahren technische Fortschritte bei der Entwicklung von Speichermedien erwartet werden. Damit könnte die größte Schwäche des Elektroautos im Wettbewerb mit traditionellen Fahrzeugen - die geringe Reichweite trotz hoher Batteriegewichte - zumindest teilweise behoben werden kann.

"Prognostisch verbleiben hinsichtlich einer realistischen Größenordnung des Elektro-Pkw-Bestandes eine Reihe von Unwägbarkeiten (Angebotspreise, Lebensdauer der Batterien, Ladestationen, technische Alternativen, u.a.m)" (zit.n. PROGNOS/ISI 1990, S.364).

Insofern ist die Annahme eines Bestandes von 0.3 Mio Elektroautos in den alten Bundesländern im Jahre 2010 als szenarioartige Vorgabe zu interpretieren, die eine hohe Unsicherheitsmarge nach beiden Seiten enthält. Für die neuen Bundesländer wurden vergleichbare Annahmen getroffen.

Wenngleich das Elektrofahrzeug keineswegs als ÖKO-Fahrzeug betrachtet werden kann, wurde im ÖKO-Szenario mit der dreifachen Anzahl von Elektrofahrzeugen gerechnet, da durch Maßnahmen der Verkehrspolitik, wie z.B. Tempolimit oder Sperrung von Innenstädten für Fahrzeuge mit Emissionen, die Fahrzeuge eher innerhalb des gesamten Verkehrssystem konkurrieren können.

Es wird davon ausgegangen, daß die Elektrofahrzeuge aufgrund ihrer technisch bedingten Eigenschaften (geringe Fahrleistung) Fahrzeuge mit Vergaserkraftstoff und nicht Dieselfahrzeuge mit hohen Jahresfahrleistungen ersetzen.

In Ost-Deutschland wird dieselbe Aufteilung nach Fahrzeugtypen für das Jahr 2010 wie im Westen unterstellt.

Eine Übersicht zu den wesentlichen Parametern des MIV in den Szenarien gibt die folgende Tabelle.

Tabelle 78 Fahrleistungen im motorisierten Individualverkehr (Transportleistung in Mrd. km)

	1990	1995	2000	2005	2010
<i>Trend-Szenario</i>					
Westdeutschland					
Benziner	327	347	366	378	381
Diesel	71	81	91	107	115
Elektro	0	0	0,1	0,6	1,8
Summe	398	428	456	485	498
Ostdeutschland					
Benziner	22	45	62	72	84
Diesel	5	10	14	20	25
Elektro	0	0	0	0	0
Zweitakter	19	5	0		
Summe	46	61	76	92	109
<i>ÖKO-Szenario</i>					
Westdeutschland					
Benziner	327	288	267	242	218
Diesel	71	71	70	73	71
Elektro	0	0	0	1	4
Summe	398	359	338	317	293
Ostdeutschland					
Benziner	22	39	50	55	60
Diesel	5	9	12	16	20
Elektro	0	0	0	0	1
Zweitakter	19	5	0	0	0
Summe	46	53	62	72	81
Summe Trend BRD	444	489	532	577	607
Summe ÖKO BRD	444	412	400	389	375

Durchschnittliche Fahrleistung

Im Trendszenario für die alten Bundesländer wird davon ausgegangen, daß die jährliche Fahrleistung pro Fahrzeug über den betrachteten Zeitraum hinweg konstant bleibt. Hierbei schlagen sich Überlegungen nieder, daß sich die in entgegengesetzter Richtung wirkenden Einflußfaktoren im Ergebnis ausgleichen werden. Einerseits ist damit zu rechnen, daß die Kilometerleistung von zunehmend angeschafften Zweitwagen geringer als die heutige durchschnittliche Fahrleistung ist. Dem steht andererseits gegenüber, daß bei wachsendem Einkommen und gleichzeitiger Reduzierung der Arbeitszeit die Fahrtenlänge und Häufigkeit für Urlaubs- Freizeit und Erholungszwecke größer wird und die finanziellen Schranken ausgedehnt werden.

Im Gegensatz dazu wird im ÖKO-Szenario angenommen, daß die durchschnittliche Fahrleistung durch eine Reihe von Maßnahmen um rund 10% gesenkt werden kann (z.B. durch Verbesserung des Wohn- und Erholungswertes des Wohnumfeldes, Wohnfolgeeinrichtungen.

Die Fahrleistung in den neuen Bundesländern liegt im Jahr 1988 mit 9500 km pro Jahr rund 30% unter den Werten der alten Bundesländer. In beiden Szenarien wird unterstellt, daß sich die Fahrgewohnheiten bzw. die Fahrleistungen bis zum Jahr 2010 angleichen werden.

Besetzungsgrad der Fahrzeuge

Die Massenmotorisierung in Westdeutschland geht einher mit geringeren Besetzungsgraden bei der Fahrzeugnutzung. Lag Anfang der 70er Jahre der Durchschnittswert noch bei knapp 1.8 Insassen pro Fahrzeug, sank dieser Wert auf 1.47 im Basisjahr und wird im Trendszenario bis zum Jahr 2010 auf 1.38 absinken.

In den neuen Bundesländern lag dieser Faktor im Basisjahr 1988 noch bei 2 Personen pro Fahrzeug. Aufgrund der unterstellten Entwicklung bei der Motorisierung und der Angleichung der Fahrgewohnheiten, wird sich auch dieser Faktor bis 2010 an den westdeutschen Durchschnittswert angleichen.

Im ÖKO-Szenario wird davon ausgegangen, daß der Besetzungsgrad der Fahrzeuge in Folge der vorgesehenen Maßnahmen wieder leicht ansteigt. Vor allem gezielte Umsteigemaßnahmen im Berufsverkehr wie z.B. eine entsprechende Parkplatzbewirtschaftung,

finanzielle Umsteigehilfen, Wegfall der steuerlichen Erleichterung für Fahrten zum Arbeitsplatz, sowie Vorfahrt und Beschleunigung für den ÖPNV werden einerseits zu einer Verlagerung des Verkehrs auf andere Verkehrsmittel, andererseits jedoch zu einer besseren Belegung der Fahrzeuge (Fahrgemeinschaften) führen. Die allgemeine Verteuerung des Individualverkehrs durch eine Anlastung der von ihm verursachten externen Kosten wird diesen Trend stützen.

Tabelle 79 Ergebnisse Verkehrsleistung Personenverkehr (in Mrd Pkm)

	1990	1995	2000	2005	2010
<u>Veränderung</u>					
<i>Motorisierter Individualverkehr</i>					

Trend West		581	612	644	670
687	1,18				
Trend Ost		87	104	114	129
151	1,73				
Summe Trend BRD		668	716	758	838
<hr/>					
<u>1,26</u>					
ÖKO West		581	528	507	491
455	0,78				
ÖKO Ost		87	95	105	115
126	1,45				
Summe ÖKO BRD		668	624	612	581
<hr/>					
<u>0,87</u>					
<i>Öffentlicher Verkehr</i>					
Trend West					
Nahverkehr		96	96	96	95
95	0,99				
Fernverkehr		116	133	149	166
183	1,58				
Trend Ost					
Nah- und Fernverkehr		87	86	86	85
85	0,98				
Summe ÖV Trend BRD		298	315	331	363
<hr/>					
<u>1,22</u>					
ÖKO West					
Nahverkehr		96	122	142	167
177	1,85				
Fernverkehr		116	149	178	211
234	2,02				
ÖKO Ost					
Summe Nah- und Fernverkehr		87	94	100	106
108	1,25				
Summe ÖV ÖKO BRD		298	366	421	520
<hr/>					
<u>1,74</u>					

<i>Summe Personenverkehrsleistung MIV und ÖV</i>					
Trend MIV		668	716	758	798
838	1,26				
Trend ÖV		298	315	331	347
363	1,22				
ÖKO MIV		668	624	612	606
581	0,87				
ÖKO ÖV		298	366	421	483
520	1,74				
Summe Trend BRD		966	1031	1088	1145
				1201	
<u>1,24</u>					
Summe ÖKO BRD		966	990	1033	1089
				1101	
<u>1,14</u>					

Verkehrsvermeidung durch siedlungsstrukturelle Maßnahmen

"Der unschädlichste Verkehr ist naturgemäß der, der gar nicht stattfindet."

Bisher befinden sich Verkehrs- und Siedlungsstrukturen in einem sich selbst verstärkenden Regelkreis: der Pkw-Verkehr führt zu einer Flucht in die Fläche, die ihrerseits einen erhöhten Pkw-Verkehr und eine Ausdünnung des ÖPNV zur Folge hat.

"Das zeitweise Ausdörren der Innenstädte als Wohngegend, die fehlende Ansiedlung von Kleinhandel und Gewerbe in Neubaugebieten, die Konzentration neuer Handelsformen oder Industrien am Stadtrand, die Zersiedlung der Landschaft - all dies wurde durch das Auto ermöglicht oder ausgelöst, und es förderte die Entwicklung des Autos. Dazu trugen auch Flächennutzungspläne und Verkehrskonzepte bei, die einseitig auf das Auto ausgerichtet waren." (zit.n. Saarbrücker Zukunftskonzept Öffentlicher Personennahverkehr)

In dem ÖKO-Szenario wird unterstellt, daß Maßnahmen hin zu einer verkehrsvermeidenden Siedlungspolitik getroffen werden, die Mobilität schafft, ohne lange Autowege hervorzurufen. Für das ÖKO-Szenario wurde unterstellt, daß durch eine konsequente Politik der Verkehrsvermeidung bis zum Jahr 2010 etwa 10% aller Wege vermieden bzw. auf ein nicht motorisiertes Verkehrsmittel verlagert werden können.

Vermeidung von MIV

Das DIW geht in seinen Überlegungen zur Verkehrsreduktion von der Grundannahme aus, daß die Mobilität der Verkehrsteilnehmer, definiert als Wege im Jahr (in den einzelnen Fahrtzwecken), grundsätzlich nicht eingeschränkt wird. Die vorgesehenen Maßnahmen bewirken lediglich Verlagerungen vom motorisierten Individual- und vom Luftverkehr zu den anderen Verkehrsarten. Nach DIW findet eine Verringerung der Mobilität nur insoweit statt, daß die Weglängen, insbesondere aufgrund der durch die Flächennutzungs politik veränderten Bebauungsstruktur kürzer werden als im Trend-Fall und damit die Verkehrsleistungen sinken.

Im Gegensatz hierzu wird im ÖKO-Szenario unterstellt, daß durch eine grundlegende Veränderung der Verkehrs- und Siedlungskonzeption Wege entfallen, bzw. mit dem Fahrrad oder zu Fuß statt mit dem Pkw zurückgelegt werden.

Trotz dieser unterstellten Veränderungen handelt es sich im ÖKO-Szenario um moderate Maßnahmen, die die Zunahme der Verkehrsleistung im ÖKO-Szenario nur dämpfen, nicht jedoch zu einer Abnahme der Verkehrsleistung führen. Denkbar wäre auch eine Verkehrspolitik, die die Verkehrsleistung im Personenverkehr halbiert und somit zu einer Verkehrsleistung führt, die Mitte der 60er Jahre in der Bundesrepublik erreicht war.

Verlagerung

Neben der Verkehrsvermeidung ist die Verlagerung auf umweltschonendere Verkehrsmittel ein wichtiges Ziel umweltorientierter Verkehrspolitik. Im ÖKO-Szenario werden die vom ermittelten Werte für die Verlagerung der Verkehrsleistungen übernommen. Zudem wird unterstellt, daß durch die allgemeinen verkehrsbeeinflussenden Maßnahmen der Motorisierungsgrad niedriger ist als im Trend. Die hierdurch errechnete Reduzierung beim motorisierten Individualverkehr wird zu 70% (1995) bzw. zu 80% (2010) auf den öffentlichen Verkehr umgelegt. Die restlichen 20 bis 30% der Verkehrsleistung gelten als vermieden, da einerseits ein Teil der Verkehrswege (z.B. Ausflugsfahrten) entfällt und zum anderen Ziele mit kürzeren Wegen gewählt werden (z.B. bei Einkauf, Freizeit).

Das unterstellte Ausmaß der Verlagerung setzt eine Doppelstrategie voraus, die darin besteht, einerseits mit einer ganzen Reihe von Maßnahmen die Attraktivität des ÖPNV gegenüber dem Individualverkehr deutlich zu erhöhen und andererseits den motorisierten Individualverkehr zu beschneiden. Hierzu muß der ÖPNV nicht zuletzt durch eine Flächenumverteilung eindeutig Vorrang erhalten, (z.B. eigene Trassen, Busspuren, Neuordnung des innerstädtischen Parkens).

Weiterhin ist eine Qualitätsverbesserung im Angebot aber auch bei der Information notwendig.

Neben den klassischen Kriterien wie hohe Bedienungshäufigkeit, Schnelligkeit und Zuverlässigkeit spielen beim Einkaufs- und Besorgungsverkehr vor allem die Fahrgastinformation und die Fahrgastbetreuung eine Rolle. Fahrgäste im Einkaufs und Besorgungsverkehr fahren, anders als im Berufsverkehr, nur gelegentlich und meist auf wechselnden Routen und zu wechselnden Zeiten und sind deshalb mehr als "Berufsfahrer" auf gute Information und guten Service angewiesen.

Daß eine solche Strategie wirkungsvoll sind zeigt das Beispiel Zürich: Ein günstiges ÖPNV-Angebot und eine Vorrangpolitik für den ÖPNV führten dazu, daß die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge in der Stadt Zürich seit einigen Jahren abnimmt und mittlerweile geringer ist, als die Zahl der Dauerkarten im öffentlichen Verkehr (Verkehrsbetriebe Zürich; Hüsler 1989).

Tabelle 80 Aufteilung der Personenverkehrsleistung im ÖV im Trend-Szenario (in Mrd. Pkm)

	1990	1995	2000	2005	2010
Veränderung					
<i>Westdeutschland</i>					
Nahverkehr	96	96	96	95	95
0,99					

davon Fuß		19	19	20	20
20	1,09				
	Fahrrad	17	17	17	17
17	1,02				
	ÖPNV	47	46	45	45
44	0,95				
	davon Straba	17	16	16	16
16	0,95				
	Bus	30	30	29	29
28	0,94				
	Eisenbahn	14	14	14	14
13	0,96				
Fernverkehr		116	133	149	166
1,58					183
davon ÖPNV		23	24	25	26
27	1,16				
	davon Straba	0	0	0	0
0					
	Bus	23	24	25	26
27	1,16				
	Eisenbahn	27	29	32	34
36	1,33				
	Flugzeug	65	79	93	106
120	1,83				
<u>Summe Nah- und Fernverkehr</u>		<u>212</u>	<u>228</u>	<u>245</u>	<u>261</u>
<u>1,31</u>					
<i>Ostdeutschland</i>					
Summe Nah- und Fernverkehr		87	86	86	85
0,98					

davon Fuß					
	Fahrrad				
	ÖPNV	30	27	25	22
21	0,71				
	davon Straba	7	5	4	3
2	0,30				
	Bus	23	22	21	20
19	0,84				
	Eisenbahn	21	18	15	11
10	0,45				
	Flugzeug	6	14	22	29
33	5,53				
<u>Summe ÖV Trend BRD</u>		<u>298</u>	<u>315</u>	<u>331</u>	<u>347</u>
1,22					
<u>Summe Trend BRD</u>		<u>298</u>	<u>315</u>	<u>331</u>	<u>347</u>
1,22					

Tabelle 81 Aufteilung der Personenverkehrsleistung im ÖV im ÖKO-Szenario (in Mrd. Pkm)

	1990	1995	2000	2005	2010
Veränderung					
<i>Westdeutschland</i>					
Nahverkehr	96	122	142	167	177
1,85					
davon Fuß			19	24	28
34	1,83				
Fahrrad			17	21	24
29	1,77				
ÖPNV			47	60	69
86	1,85				
davon Straba			17	21	25
31	1,85				
Bus			30	39	45
56	1,84				
Eisenbahn			14	18	22
27	1,96				
Fernverkehr	116	149	178	211	234
2,02					
davon ÖPNV			23	29	34
42	1,82				
davon Straba			0	0	0
0					
Bus			23	29	34
42	1,82				
Eisenbahn			27	38	47
62	2,29				
Flugzeug			65	78	89
104	1,59				
Summe Nah- und Fernverkehr	212	272	321	377	412
1,94					
<i>Ostdeutschland</i>					
Summe Nah- und Fernverkehr	87	94	100	106	108
1,25					

davon Fuß					
	Fahrrad				
	ÖPNV	30	31	31	31
31	1,06				
	davon Straba	7	6	5	4
4	0,57				
	Bus	23	25	26	27
28	1,21				
	Eisenbahn	21	21	20	19
18	0,86				
	Flugzeug	6	12	18	24
27	4,48				
Summe ÖV ÖKO BRD		298	366	421	483
1,74					
Summe ÖKO BRD		298	366	421	483
520	1,74				

Technische Effizienz der Fahrzeuge

Im Trendszenario wird gemäß PROGNOSES/ISI unterstellt, daß im Bereich der Fahrzeugtechnik weitere Fortschritte erzielt werden. Die technischen Entwicklungslinien beziehen sich im wesentlichen

"auf Fortschritte im Motoren und Getriebebereich; Stichworte sind hier: weitere Verbesserung elektronischer Steuerungselemente, Verbesserung der Kraftstoffnutzung, Motoren mit variabler Kompression je nach Lastbedarf, Hybrid-Motoren, Schwungradkonzepte u.ä.

- auf Verbesserungen in der Aerodynamik und verbesserte Reifen (geringere Rollwiderstände) und
- auf Einsparungen im Fahrzeuggewicht durch Leichtbauweise und leichtere Werkstoffe."

(zit. n. PROGNOSES/ISI 1990, S.370)

Im Trend-Szenario wird unterstellt, daß die heutigen, völlig übermotorisierten Fahrzeuge weiter verbessert werden, so daß die spezifischen Verbräuche der Neufahrzeuge sinken. Dies macht sich durch den laufenden Ersatz der Fahrzeuge auch in einem Absinken des Durchschnittsverbrauchs aller Pkw bemerkbar. So sinkt der Durchschnittsverbrauch aller benzingetriebener Fahrzeuge von 10.4 Liter pro 100 km im Jahr 1990 auf 8.7 Liter im gesamten Fahrzeugbestand zum Ende des Szenariozeitraums ab.

Im ÖKO-Szenario wird hingegen davon ausgegangen, daß mit einer Veränderung des gesamten Verkehrssystems auch die Fahrzeugentwicklung andere Wege geht.

Es werden - den geringeren Geschwindigkeiten angemessen - leichtere, kleinere und schwächere Fahrzeuge angeboten, deren Motoren und Getriebe auf niedrigere Geschwindigkeiten ausgelegt sind. Diese "Öko"-Fahrzeuge, die gegenüber heute wesentlich geringere Emissionen und geringere soziale Kosten verursachen würden, könnten nach einer Entwicklungszeit ab 1995 eingeführt werden.

Mit einem Energieverbrauch von 3 Litern und einem weiteren Absinken auf 2,5 Liter/100 km ab dem Jahr 2000 könnten diese Fahrzeuge unter anderen Rahmenbedingungen (z.B. Tempolimit, Vorrang für den öffentlichen Nahverkehr) Transportleistungen genauso gut, jedoch wesentlich kostengünstiger erfüllen. Allerdings werden diese Fahrzeuge anderen Bedürfnissen weniger gerecht.

Der Fetisch-Charakter des Autos, der von der Autolobby geschickt genutzt und gepflegt wird, würde allmählich verloren gehen, die Absatzeinbußen bei der Automobilindustrie wären nicht zu vernachlässigen.

Daß ein Durchschnittsverbrauch von 2.5 Litern keine unrealistische Utopie darstellt, sei anhand eines Versuchsfahrzeuges dokumentiert, das 1989 auf der Internationalen Automobilausstellung von der Firma AUDI vorgestellt wurde: das Fahrzeug mit einem neuen 2,5 Liter-Turbo-Dieselmotor mit Direkteinspritzung "der zweiten Generation" erzielte auf einer rund 5.000 Kilometer langen Teststrecke einen Durchschnittsverbrauch von 1,8 Liter Dieselkraftstoff pro 100 Kilometer.

Der Rekord wurde mit einem Serienfahrzeug erzielt, das jedoch mit einigen technischen Modifikationen, wie z.B. einem länger übersetzten Getriebe ausgestattet war. Zudem wurde versucht, den Kraftstoffverbrauch durch eine gleichmäßige und sparsame Fahrweise sowie durch eine niedrige Geschwindigkeit zu minimieren.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit über die Gesamtstrecke betrug 60,2 km/h. Wenn man nun noch in Betrachtung zieht, daß das Fahrzeug nicht nur sehr schwer sondern auch mit 120 PS für die Transportzwecke im ÖKO-Szenario deutlich übermotorisiert war, so scheint bei konsequenter Weiterentwicklung von effizienten Fahrzeugen ein Durchschnittsverbrauch von 2.5 Litern auch bei "normaler" Fahrweise nicht unrealistisch.

Mit einem schwächer motorisierten, kleineren und leichterem Fahrzeug ließen sich wohl noch günstigere Werte erzielen.

Solche Verbrauchswerte können jedoch nur über die Festlegung von sogenannten Flottenverbräuchen erzielt werden. So gibt es z.B. seit 1975 in den USA ein Gesetz (Corporate Average Fuel Economy), das den maximal zulässigen Durchschnittsverbrauch sämtlicher von einem Hersteller in Amerika verkauften Autos, den sogenannten Flottenverbrauch, festlegt.

Eine Übersicht zu den spezifischen Treibstoffbedarfen in den Szenarien gibt die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 82 Entwicklung des spezifischen Treibstoffverbrauchs von Pkw

	1990	1995	2000	2005	2010
<i>Neufahrzeuge</i>					
Trend-Szenario					
Benziner (l/100 km)	8,70	8,50	9,30	9,10	8,90
Diesel (l/100 km)	7	6,80	7,50	7,30	7,20
Elektro (kWh/100 km)	25	25			25
ÖKO-Szenario					
Benziner (l/100 km)	2,50	2,50	9,30	8,50	2,50
Diesel (l/100 km)	2,10	2,10	7,50	6,90	2,10
Elektro (kWh/100 km)			25	25	25
<i>Fahrzeugbestand</i>					
Trend-Szenario					
Benziner (l/100 km)	8,90	8,70	10,40	9,80	9,30
Diesel (l/100 km)	7,20	7	8,30	8,0	7,60
Elektro (kWh/100 km)	25	25			25
Zweitakter		8,80	8,80	8,80	
ÖKO-Szenario					

Benziner (l/100 km)	10,40	9,80	7,50
4 2,50			
Diesel (l/100 km)	8,30	7,88	5,89
3,25 2,13			
Elektro (kWh/100 km)			25
25 25			
Zweitakter	8,80	8,80	8,80

Ausgangssituation und Verkehrsentwicklung in den neuen Bundesländern

Da sich die Ausgangsbedingungen für die Verkehrs- und Siedlungsentwicklung in den fünf neuen Bundesländern erheblich von der Situation in der alten Bundesrepublik unterscheiden, sollen die wesentlichen Unterschiede kurz herausgearbeitet werden:

- Die DDR war durch stark regulierte Verkehrsverhältnisse geprägt. Aus energiepolitischen Gründen, bzw. aus Devisenknappheit wurde von der DDR-Regierung die Eisenbahn zum Haupttransportmittel für den Gütertransport vorgeschrieben. Die Nutzung von Pkw war wegen der geringeren Pkw-Produktion und den beschränkten Importmöglichkeiten von Fahrzeugen eingeschränkt.

Heute sind jedoch bereits wesentliche Änderungen zu erkennen: westliche, individualverkehrsorientierte Lebensgewohnheiten werden übernommen. Die Motorisierung hatte bis zum Sommer 1991 bereits um etwa ein Drittel zugenommen! Die Auslastung der öffentlichen Verkehrsmittel nahm im gleichen Zeitraum deutlich ab.

Auch der Gütertransport verlagert sich mehr und mehr auf die Straße. Die Folge: die Verkehrszunahme führt immer häufiger zu überlasteten Straßenverhältnissen, was wiederum Wirtschaft und Politik zu einem schnellen Ausbau der Infrastruktur auf West-Niveau veranlaßt.

- Die Länge des Straßennetzes in beiden Teilen Deutschlands ist, bezogen auf die Einwohnerzahl, etwa vergleichbar mit den alten Bundesländern. Für den Ausbauzustand und die Qualität der Straßen gilt dies allerdings nicht.
- Die spezifische Länge des Schienennetzes in den fünf neuen Bundesländern ist um 50% höher als in den alten Bundesländern. In diesem Faktor drückt sich auch die "erfolgreiche" Streckenstilllegungspolitik der Bundesbahn in den alten Bundesländern aus.
- Viele Städte der ehemaligen DDR bieten für eine umweltbewußte Verkehrspolitik günstige Ausgangsbedingungen: Straßen und Plätze in den Klein- und Mittelstädten sind in ihrer historischen Überlieferung räumlich und städtebaulich intakt. Unter dem Aspekt der Siedlungsplanung vollzieht sich derzeit jedoch bedenkliches: Gewerbebetriebe und Wohnstandorte entstehen außerhalb der Kernstädte. Die Gründe sind vielfältig: schwierige Eigentumsfragen, Altlasten an bisherigen Standorten sowie eine unregelmäßige Übergangsphase im Planungsbereich legen heute die Grundlage für den Verkehrsbedarf von morgen (DIW 1991a).
- Die Personenverkehrsleistung mit allen motorisierten Verkehrsmitteln lag in der DDR je Einwohner um rund 30 % niedriger als in der Bundesrepublik (IFEU 1991 und DIW 1991a). Besonders groß waren die Unterschiede der Verkehrsleistung je Einwohner zwischen Bundesrepublik und DDR im Flugverkehr und im Pkw-Verkehr. 1989 wurden in den alten Bundesländern 82% der gesamten Verkehrsleistung über den motorisierten Individualverkehr abgewickelt.

Die Eisenbahn war hingegen nur mit einem Anteil von 6,2% beteiligt (BMV/DIW 1990). Andererseits wies die DDR je Einwohner eine besonders hohe Verkehrsleistung mit Bahnen, Bussen und motorisierten Zweirädern auf. Der Anteil des bodengebundenen Öffentlichen Verkehrs lag mit 39 % an der gesamten Personenverkehrsleistung mehr als doppelt so hoch wie in der alten Bundesrepublik (IFEU 1991).

- Der durch den motorisierten Personenverkehr je Einwohner verursachte Primärenergiebedarf war ebenso wie die Kohlendioxidemissionen in der alten Bundesrepublik mehr als zweimal so hoch wie in der DDR (IFEU 1991).
- Im Güterverkehr lagen im Bezugsjahr 1988 die Transportleistungen je Einwohner in der DDR um rund 8 % höher als in der Bundesrepublik. Dabei wurde in der Bundesrepublik je Einwohner die 2,5fache Transportleistung auf der Straße und die 7fache Transportleistung mit dem Binnenschiff erbracht. Umgekehrt war die Transportleistung je Einwohner in der DDR beim Schienengüterverkehr fast 4mal so hoch wie in den alten Bundesländern.
- Der durch den Güterverkehr verursachte Primärenergieverbrauch je Einwohner war in der Bundesrepublik um 75 %, die zugehörigen Emissionen des Kohlendioxids lagen um etwa 60 % höher als in der DDR. Grund für diese günstigere Situation in der DDR war der hohe Anteil des insgesamt spezifisch günstigeren Schienenverkehrs gegenüber dem Transport auf der Straße (IFEU 1991).

4.2.2 Güterverkehr

Im Bereich der Güterverkehrsentwicklung stützt sich das Szenario im wesentlichen auf das DIW-Gutachten für die Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" (DIW 1990). Diese Studie betrachtet die möglichen Umstrukturierungen im Güterverkehr zum einen bis zum Zieljahr 2005 und zum anderen eine langfristige Entwicklung bis zum Jahr 2050. Für die vorliegende Arbeit wurde die im DIW unterstellte Entwicklung für das Jahr 2005 bis zum Jahr 2010 fortgeschrieben.

Ziel des Trend-Szenarios ist es wie im Personenverkehr, die Entwicklung der Verkehrsleistung und die damit verbundenen verkehrsbedingten Emissionen in den zukünftigen Jahren darzustellen. Dieser Entwicklung wird das ÖKO-Szenario gegenübergestellt, dem eine grundlegende Veränderung der Verkehrspolitik zugrunde liegt.

Das Trendszenario berücksichtigt die sich heute abzeichnende Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen und demographischen Einflußfaktoren. Die zu erwartenden Effekte der Einführung des EG-Binnenmarktes ab 1993 werden einbezogen.

Das Verkehrsaufkommen wird entsprechend der DIW-Studie getrennt nach zwölf Güterkategorien angesetzt. Abgeleitet von einer gesamtwirtschaftlichen Entwicklung und einer vorgegebenen Wachstumsrate des BIP von jährlich 2,3 % werden in dem DIW-Gutachten sektorale Prognosen erstellt und die Auswirkungen der wirtschaftlichen Entwicklung auf das Verkehrsaufkommen nachgebildet.

Für die künftige Verkehrsteilung (Modal Split) ist diese Vorgehensweise von großer Bedeutung. So ist heute absehbar, daß die Wirtschaftszweige des Montanbereichs erheblich an Bedeutung verlieren (Eisen- und Stahlindustrie) oder sogar absolut zurückgehen, wie z.B. im Bergbau. Die Produkte dieses Bereiches werden jedoch überwiegend per Bahn transportiert. Hingegen wird die überproportionale Zunahme der Wirtschafts- und Transportleistung im Bereich der Investitions- und Verbrauchsgüter, die überwiegend auf der Straße transportiert werden, zu einer weiteren Zunahme des Straßengüterverkehrs führen.

Neben dem Güterstruktureffekt wird im Trend-Szenario auch der Substitutionseffekt (Verlagerung auf andere Verkehrsmittel) berücksichtigt. Dieser Effekt hat in den 80er Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen und wird im Projektionszeitraum eher noch eine größere Rolle spielen (Aberle 1988). So ist beispielsweise die Industrie weiterhin bestrebt, das "Just-in-time-Prinzip" voranzutreiben, wie eine Umfrage des BDI zeigte (BDI 1989).

Auch die Vollendung des Binnenmarktes wird zu einer weiteren Verschiebung der Leistungsanteile zwischen Schiene und Straße zugunsten des Güterverkehrs auf der Straße führen: Der grenzüberschreitende Verkehr ist gerade das Marktsegment, bei dem die Bahn in den letzten Jahren erhebliche Anteile verloren hat und in dem sie - Trendentwicklung unterstellt - auch weiter ihre Schwächen haben wird. Zudem wird die Vollendung des Binnenmarktes zu einer verschärften internationalen Konkurrenz der Frächter führen, die sich in niedrigeren Frachttarifen beim Lkw-Verkehr und somit auch in niedrigeren Erlösen bei der Bundesbahn niederschlagen wird.

Weiterhin werden in die Untersuchung Strategien einbezogen, die darauf abzielen, über eine verbesserte Auslastung (Aufhebung des Kabotageverbots²⁷ sowie z.B. Leerfrachtenbörse) die Fahrleistungen zu reduzieren (DIW 1990)

Die Möglichkeiten, wie über eine Umstrukturierung der Wirtschaft, über die Förderung von regionalen Wirtschaftsstrukturen oder eine Erhöhung der Fertigungstiefe Transporte vermieden werden können, wird in der Studie nicht betrachtet.

Eine Übersicht zum Güterverkehr im Trend-Szenario gibt die folgende Tabelle.

²⁷ Dies bedeutet, daß ausländische Transportunternehmen keine Inlandtransporte in der Bundesrepublik übernehmen dürfen.

Tabelle 83 Verkehrsleistung Güterverkehr im Trendszenario (in Mrd. tkm)

		1987	1990	1995	2000
2005	2010				
Westdeutschland					
Eisenbahnen			58	60	63
66	69	70			
Straßengüterverkehr			145	155	172
189	206	211			
davon Fernverkehr			102	111	126
141	156	161			
Nahverkehr			43	44	46
48	50	51			
Binnenschifffahrt			50	51	54
57	60	61			
Flugzeuge			0,4	0,5	0,6
0,8	1,0	1,11			
insgesamt (o.Fernleitungen)		253	267	290	313
335	343				
Ostdeutschland					
		1988	1990	1995	2000
2005	2010				
Eisenbahnen			60	55	43
31	19	13			
Lkw			16	21	33
45	57	63			
Binnenschifffahrt			2	4	8
12	17	19			
Flugzeug			0	0	1
1	2	2			
Güterverkehr Ost insgesamt		79	81	85	90
95	97				

Güterverkehr - Trend BRD

Eisenbahnen			115	106
97	88	83		
Lkw			176	205
234	263	275		
Binnenschifffahrt			55	62
70	77	80		
Flugzeug			1	1
2	3	3		
Summe Güterverkehr			347	375
430	440			

Auf der Grundlage des Trendszenarios werden die verlagerungsfähigen Verkehrspotentiale ermittelt.

Die wichtigsten Ansatzpunkte sind dabei:

- das Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistungen nach Güterbereichen und Verkehrsarten
- der kombinierte Verkehr
- die Gefahrguttransporte
- die Entwicklung im nationalen und grenzüberschreitenden Verkehr

Für das ÖKO-Szenario wird ein Maßnahmenbündel aufgezeigt, mit dessen Hilfe der Transport der Güter auf andere Verkehrsträger verlagert werden kann oder über eine bessere Ausnutzung der Fahrzeuge auch die Transportleistung durch eine geringere Anzahl von Fahrten erbracht werden kann. Das Maßnahmenbündel wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

Tabelle 84 Verkehrsleistung Güterverkehr im ÖKO-Szenario (in Mrd. tkm)

	1987	1990	1995	2000	Verhältnis Westdeutsch land	
					2005	2010
<u>2010/1990</u>						

Eisenbahnen				58	60	78	90
103	112	1,87					
Straßengüterverkehr				145	155	156	162
169	166	1,07					
davon Fernverkehr				102	111	108	112
116	112	1,01					
	Nahverkehr			43	44	47	50
53	54	1,23					
Binnenschifffahrt				50	51	57	61
66	68	1,31					
Flugzeuge					0,37	0,47	0,50
0,59	0,67	0,78	1,66				
<u>gesamt (ohne Fernleitungen)</u>				<u>253</u>	<u>267</u>	<u>291</u>	<u>314</u>
						<u>338</u>	<u>346</u>
							<u>1,30</u>

Ostdeutschland				1988	1990	1995	2000
2005	2010	1,01					
Eisenbahnen						60,30	55,44
47,25	37,92	28,60	23,94	0,43			
Lkw						16,40	21,20
28,96	37,93	46,90	51,39	2,42			
Binnenschifffahrt						2,10	3,82
8,77	13,54	18,30	20,68	5,42			
Flugzeug						0,04	0,25
0,53	0,87	1,22	1,39	5,59			
<u>gesamt (ohne Fernleitungen)</u>				<u>78,84</u>	<u>80,71</u>	<u>85,50</u>	
<u>90,26</u>	<u>95,02</u>	<u>97,40</u>	<u>1,21</u>				

Summe Güter-Verkehrsleistung ÖKO-Szenario							
Eisenbahnen					115	125	128
132	136	1,18					
Lkw							176
184	200	216	218	1,23			
Binnenschifffahrt							55
66	75	84	88	1,60			
Flugzeug							1
1	1	2	2	3,03			
<u>Summe Güterverkehr Ost und West</u>				<u>347</u>	<u>376</u>	<u>405</u>	
<u>433</u>	<u>444</u>	<u>1,28</u>					

Neben den Bedarfen nach Verkehrsleistung wird der Energiebedarf des Güterverkehrs (und öffentlichen Verkehrs) durch die spezifischen Energiebedarfe je Transportdienstleistung bestimmt. Die folgende Tabelle zeigt die in den Szenarien verwendeten Grunddaten.

Tabelle 85 Spezifischer Energieverbrauch öffentlicher Verkehr und Güterverkehr

			1987	1990	1995
2000	2005	2010			
Trend-Szenario					
Eisenbahn					
Strom (Wh/Btkm)					
31	30	30	29,5	29	31,1
Diesel (kg/1000 Btkm)					
12,6	12,8	13	13,2	13,4	12,6
Lkw (Fern- und Nahverkehr) in kg/ 1000 tkm					
62	59	57	55	52	61
Binnenschifffahrt (kg/1000 tkm)					
12	11	11	10	10	12
Flugverkehr					
Personenverkehr (kg/1000 Pkm)					
55,80	49,50	44,60	41,40	39,30	57
Güterverkehr (kg/1000 tkm)					
558	495	446	414	393	570
Omnibus in kg Diesel/100 km					
27,50	26,60	25,80	25	24,20	28,10
Straßen- u. U-bahnen in kWh/1000 Pkm			100	100	100
100	100	100			
			1987	1990	1995
ÖKO-Szenario Eisenbahnen					
Strom (Wh/Btkm)					
30	29,5	29	31,1	31	30
Diesel (kg/1000 Btkm)					
12,35	12,21	12,06		12,60	12,48
Lkw (Fern- und Nahverkehr) in kg/ 1000 tkm					
54	51	47	61	62	58
Binnenschifffahrt (kg/1000 tkm)					
11	10	10	12	12	11
Flugverkehr					
Personenverkehr (kg/1000 Pkm)					
44,60	41,40	39,30	57	55,80	49,50

Güterverkehr (kg/1000 tkm)	570	558	495
446 414 393			
Omnibus in kg Diesel/100 km	28,10	27,50	25,27
23,22 21,25 19,36			
Straßen- und U-bahnen in kWh/1000 Pkm	100	100	95
90 85 80			

4.3 Unterstellte verkehrspolitische Maßnahmen im ÖKO-Szenario

Im folgenden sollen die Maßnahmenbündel dargelegt werden, die im Rahmen einer veränderten Verkehrspolitik eine Trendwende bei der Verkehrsentwicklung bewirken werden.

Wenngleich der Umfang und die Tiefe der steuernden und lenkenden Maßnahmen den Eindruck erwecken mögen, daß hier "über das Ziel hinaus geschossen wird", soll dem entgegen gehalten werden, daß es sich bei diesen Maßnahmen um "moderate" Eingriffe handelt, die *die freie Verkehrsmittelwahl* nicht tangieren sondern lediglich die Privilegien des Individualverkehrs abbauen, zu einem umweltschonenden Einsatz der Verkehrsmittel führen und, was die Steuererhöhungen betrifft, ausschließlich die Kosten für das knappe Gut "Umwelt" in die Preise mit einbezieht. Das DIW weist zurecht darauf hin, daß

"je länger man mit diesen Preiserhöhungen wartet, umso größer werden die Umweltschäden sein. Die künftig entstehenden Reparaturkosten - bei heutigem "Laissez-faire" - für die Umweltzerstörungen wären so hoch, daß negative Rückwirkungen für die Wirtschaft und die Bevölkerung eine zwangsläufige Folge wären. Möglicherweise sind die (künftigen) Umweltschäden sogar existenzbedrohend. Die dann gegebenenfalls notwendigen generellen Benutzungsverbote für Pkw und Lkw und die erforderliche zunehmende Einführung von dirigistischen und planwirtschaftlichen Steuerungskonzepten wären auch nicht mehr kompatibel mit marktwirtschaftlichen Prinzipien." (zit.n. DIW 1990, S.203)

Wegen der komplexen Zusammenhänge lassen sich die verschiedenen verkehrspolitischen Maßnahmen auf die Verkehrsmittelwahl nur im Zusammenhang bewerten. So wird beispielsweise eine moderat erhöhte Mineralölsteuer als isolierte Maßnahme kaum einen Einfluß auf den Motorisierungsgrad der Bevölkerung und allenfalls eine vorübergehende Wirkung auf die jährliche Fahrleistung der Autofahrer haben. Hingegen im Verbund mit anderen Maßnahmen, wie z.B. einer Einschränkung der Parkmöglichkeiten, einer großflächigen Verkehrsberuhigung in den Städten sowie einem Tempolimit auf den Fernstraßen, einer Verbesserung und relativen Preisveränderung der öffentlichen Verkehrsmittel im Vergleich zum MIV sowie einer begleitenden Image- und Bewußtseinskampagne werden die Maßnahmen eine völlig andere Wirkung zeigen.

Obwohl nur das Zusammenwirken aller Maßnahmen ergebnisbestimmend ist, soll der Versuch gemacht werden, die einzelnen Parameter und Wirkungen getrennt abzuschätzen und darzulegen. Dabei muß betont werden, daß vor allem die Reaktionen auf die vorgeschlagenen verkehrspolitischen Maßnahmen den Charakter von groben Abschätzungen und plausiblen Überlegungen tragen. Ein entsprechendes, weitreichendes Maßnahmenbündel ist bislang in der Bundesrepublik oder einem anderen Land nicht eingeführt worden. Empirische Wirkungen sind somit nur im Hinblick auf bereits umgesetzte Einzelmaßnahmen vorhanden.

Im folgenden werden die Maßnahmen den verfolgten Oberzielen untergeordnet, wobei jede Maßnahme nur einmal genannt wird, auch wenn sie zur Erreichung anderer Ziele beiträgt. Kriterium der Zuordnung ist hier die Hauptwirkung.

4.3.1 Personenverkehr

Verkehrsvermeidung

In dem ÖKO-Szenario wird unterstellt, daß Maßnahmen einer verkehrsvermeidenden Siedlungspolitik getroffen werden, die Mobilität schafft, ohne lange Autowege hervorzurufen:

- Statt einer weiteren Zersiedlung des städtischen Umfeldes, werden vorhandene Siedlungsgebiete verdichtet sowie Baulücken geschlossen.
- Neubaugebiete werden möglichst stadtnah und mit einem Anschluß an den ÖPNV erschlossen werden, wobei flächensparendes Bauen (jedoch nicht in Form von Hochhaussiedlungen) Vorrang erhalten sollte. Das bedeutet Abkehr von den extremen Siedlungsformen wie dem freistehenden Einfamilienhaus einerseits aber auch dem Großwohnblock und seiner Funktion als Schlafstädte andererseits.
- Im ÖKO-Szenario wird eine "polyzentrische Stadtentwicklung", unterstellt, die zum Ziel hat, daß die Menschen in ihren Stadtteilen (fast) alles finden, was sie brauchen (Einkaufsmöglichkeiten, Dienstleistungen, Behörden, Kultur, Freizeit- und Sportanlagen, Kindergärten, Schulen...). Bereits vorhandene reine Schlafstätten am Stadtrand können durch nachträgliche Nutzungsänderungen umgestaltet werden. Eine weitere Ausweitung peripher gelegener Handelsflächen muß vermieden werden (Schallaböck 1991).
- Durch eine Wohnumfeldverbesserung und durch wohnungsnaher Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten wird der Freizeitverkehr tendenziell reduziert.
- Durch eine multifunktionale, durchmischte Flächennutzung und durch eine Ansiedlung von umweltverträglichen Gewerbebetrieben können sowohl Wege zur Arbeit als auch Einkaufswege verkürzt und somit mithilfe anderer Verkehrsmittel erledigt werden.

Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung wird die fußläufige Erreichbarkeit von Zielen erhöht sowie die Anbindung an den ÖPNV verbessert. Tendenziell führt dies auch zu einem Rückgang der Pkw-Verfügbarkeit und damit auch zu einer geringeren Verkehrsleistung dieser Haushalte²⁸.

Für das ÖKO-Szenario wurde unterstellt, daß bis zum Jahr 2010 gegenüber dem Trend 10% aller Wege durch diese siedlungsstrukturellen Maßnahmen in Verbindung mit weiteren Maßnahmen vermieden werden können.

Vor allem für die neuen Bundesländern sind diese Erkenntnisse von erheblicher Bedeutung, da sich in den ostdeutschen Städten derzeit und in naher Zukunft strukturelle Veränderungen in großem Ausmaß vollziehen bzw. vollziehen werden. Weichen, die heute falsch gestellt werden, werden bis weit in das nächste Jahrhundert hinein, zu einem unnötig hohen Energieverbrauch führen.

²⁸ Eine in diese Richtung veränderte Siedlungsstruktur erfordert einen geringeren technischen Aufwand bei der Versorgung. Dies gilt nicht nur für die verkehrliche Erschließung sondern auch für die Energieversorgung. Bei kompakten Siedlungsformen ist nicht nur der Endenergiebedarf pro Wohnfläche niedriger, sondern über die wirtschaftliche Versorgung mit Nah- oder Fernwärme (in KWK-Anlagen erzeugt) können auch die Umwandlungsverluste niedrig und der Primärenergieeinsatz klein gehalten werden (Schallaböck 1991).

Verkehrsverlagerung/Substitution

Das Auto genießt heute sowohl im Stadt- als auch im Überlandverkehr absolute Privilegien, obwohl es das Ziel eines ökologisch verträglichen Verkehrs am schlechtesten erfüllt. Ein Ziel des ÖKO-Szenarios ist es daher, den Verkehr auf umweltschonende Verkehrsmittel zu lenken. Dazu ist der faktische Vorrang des Autoverkehrs auf ein stark beschränktes Vorrangnetz zu reduzieren. Daraus ergibt sich für die Städte "von selbst" eine Mobilitätsverbesserung für Fußgänger und Fahrradfahrer sowie für den ÖPNV.

Um dieses Ziel zu erreichen ist ein ganzes Bündel verschiedener Maßnahmen durchzuführen, die hier in den folgenden Unterpunkten zusammengefaßt werden.

Maßnahmen im Bereich der städtischen Verkehrspolitik

Ein großer Teil der Pkw-Fahrten entfällt auf kurze Entfernungen. Ein Teil dieser Wege könnte theoretisch zu Fuß oder mit dem Fahrrad bzw. mit dem ÖPNV zurückgelegt werden. Doch nach dem heutigen Kenntnisstand führt eine steigende Pkw-Verfügbarkeit dazu, Ziele, die ebensogut auch zu Fuß erreicht werden könnten, mit dem Pkw anzusteuern, sowie auch dazu, gleichartige Einrichtungen in größerer Entfernung zu nutzen.

Eine spürbare Veränderung der Verkehrsmittelwahl ist einerseits durch eine Verbesserung des ÖPNV-Angebots zu erreichen, andererseits muß gleichzeitig die MIV-Qualität durch Restriktionen im ruhenden und fließenden Verkehr eingeschränkt werden. Letzteres ist unbedingt notwendig, um Platz für die erforderlichen Verbesserungen bei Fahrradfahrern und Fußgängern zu schaffen. Nur Restriktionen für den Autoverkehr genügen hier nicht, da die Entscheidung fürs Auto häufig mit schlechten und gefährvollen Wegen für Fahrradfahrer und Fußgänger begründet wird (Monheim/Dandorfer 1990).

a) Vorrang für den öffentlichen Verkehr in den Städten

a1) Beschleunigungsprogramm für öffentliche Verkehrsmittel:

- Schaffung von eigenen Trassen für Straßenbahnen um eine vom Individualverkehr unbehinderte Fahrt zu gewährleisten.
- Einrichtung von Bussonderspuren an Engpässen.
- Vorrangschaltung für Bus und Bahn. Diese erhalten an allen Knotenpunkten absolute Vorfahrt. Durch eine entsprechende Steuerung der Ampelanlagen kann die Wartezeit für die öffentlichen Verkehrsmittel auf "Null" verkürzt werden.
- Fahrplanverdichtungen und Verdichtung des Streckennetzes (werden mit zunehmender Annahme des ÖPNV wieder möglich und nötig).

a2) Installation eines datengesteuerten Betriebsleitsystem. Dadurch können der Verkehrsablauf optimiert und evt. auftretende Fahrplanabweichungen sofort erkannt und evt. entsprechende korrigierende Maßnahmen (z.B. Ersatz- oder Entlastungsfahrzeuge) getroffen werden. An den wichtigsten Haltestellen werden die Fahrgäste über evt. auftretende Fahrplanabweichungen informiert.

a3) Organisatorische Verbesserungen im ÖPNV (Verkehrsverbünde, abgestimmte Fahrpläne, Preisgestaltung, bessere Erreichbarkeit der Haltestellen)

a4) Attraktivitätsverbesserungen (z.B. Frühstück in S-Bahn)

b) Umbau in fahrradfreundliche Städte

Eine wichtige Rolle bei der Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs kann das Fahrrad spielen. Durch eine Beschränkung des motorisierten Individualverkehrs und eine Förderung des nichtmotorisierten Verkehrs in den Städten wird im ÖKO-Szenario ein fahrradfreundliches Klima und eine Alternative zur Pkw-Benutzung geschaffen (Bracher 1987; Vortanz 1987).

Für das ÖKO-Szenario wurden folgende Maßnahmen unterstellt:

b1) Angemessene Aufteilung des Straßenquerschnitts zwischen Auto, Fahrradfahrern und Fußgängern. D.h. eine Umverteilung der Verkehrsflächen in den Städten zulasten des MIV.

b2) Ausbau des Radverkehrsnetzes mit Beschilderung der Hauptrouten

b3) Festlegung einer fahrradverträglichen Höchstgeschwindigkeit (Tempo 30) auf allen Fahrrad-Hauptstraßen und in allen Wohngebieten.

b4) Fahrradfreundliche Verkehrstechnik

- Hindernisfreiheit auf Radwegen
- Bordsteinabsenkung auf Null-Niveau
- Vermeidung von Niveauwechseln (z.B. bei Grundstückszufahrten)
- günstige Signalsteuerung für Fahrradfahrer
- Berücksichtigung der Radfahrer bei Baustellen
- Beläge von Fahrradwegen in gleicher Qualität wie Straße

b5) Verhinderung des Parkens auf Radwegen durch regelmäßige "Streifen" zu Rad

b6) Schaffung von sicheren Abstellplätze und Service-Stationen

b7) Attraktivierung der Nahbereiche für den nichtmotorisierten Verkehr .

c) Aufwertung des Fußgängerverkehrs

Der Fußgängerverkehr ist nach wie vor die bedeutendste Verkehrsart in den Städten. Als wichtigste Maßnahmen zur Förderung des Fußgängerverkehrs (Monheim/Dandorfer 1990) werden angenommen:

- Überall dort, wo die Fußgängerströme sehr verdichtet sind, soll durch den Bau von Hauptfußwegachsen (z.B. Alleen, Boulevards, Arkaden) dem Fußgängerverkehr Vorrang eingeräumt, das Auto entsprechend zurückgedrängt werden.
- Fußgänger erhalten länger und vor allem schneller "grün" an Ampeln.
- Durch eine flächendeckende Verkehrsberuhigung (Tempo 30) können viele Ampeln abgeschafft werden.
- Fußgängerunterführungen sind durch sichere und freundliche ebenerdige Überquerungen zu ersetzen.
- Die Haltestellen des ÖPNV werden durch attraktive Fußwege erschlossen.

d) Parkraumbewirtschaftung

Die Parkraumbereitstellung ist eine der wichtigsten Regulierungsschrauben für das Kfz-Aufkommen in den Städten. Folgende Maßnahmen sind notwendig:

- Parkraumreduzierung im öffentlichen Straßenraum; Zentralisierung von Parkflächen, Sammelgaragen
- Parkraumbewirtschaftung nach einheitlichen Maßstäben (einschl. Betriebe, Behörden, Straßenränder)
- Erhöhung der Parkgebühren
- Verhinderung von Ausweichreaktionen (Stellflächenpolitik in peripheren Lagen)
- Vermeidung des Parksuchverkehrs durch Parkleitsysteme, die auf die P+R-Anlagen in Außenbezirken ausgerichtet sind.
- Änderung der Stellplatzsatzung in den Städten. So müssen z.B. in Paris Firmen mit mehr als 10 Beschäftigten eine Nahverkehrsabgabe bezahlen.

e) Einschränkung des MIV

- Erweiterungen der Fußgängerzonen
- Verschärfung der Smog-Verordnung

f) Umsteige-Aktionen

Durch konkrete Umsteige Hilfen (VCD/ÖKO-Institut 1991) können vor allem im Berufsverkehr Fahrten vom MIV auf öffentliche Verkehrsmittel verlagert werden. So hat beispielsweise die Firma Ciba Geigy in Basel jeden Mitarbeiter, der seinen Abstellplatz auf dem Betriebsgelände aufgibt, mit einem Fahrrad belohnt.

Maßnahmen im überregionalen Verkehr

a) Bahn

Um die Konkurrenzfähigkeit der Bahn zu erhöhen sind folgende Maßnahmen durchzuführen:

- Ausbau des Schienennetzes der DB; Aufbau eines Schnellfahrnetzes mit Reisegeschwindigkeit 250 km/h; langfristig Anschluß an das europäische Schnellfahrnetz
- Zusätzlicher Ausbau des S-Bahn- und Stadtbahnnetzes gegenüber Trend. Erweiterungen des Angebots auch im Fernverkehr; Ergänzungseinrichtungen für Park and Ride, Bike and Ride.
- Statt den Fahrplan bei den Nebenstrecken weiter auszudünnen und unrentable Nebenstrecken abzubauen, wird das Angebot auf diesen Strecken erweitert.
- Buslinien werden nicht privatisiert. Stattdessen wird das Angebot ausgedehnt und die Fahrpläne auf das Angebot auf Schiene abgestimmt.
- Durch zusätzliche Züge können mehr direkte Städteverbindungen angeboten werden. Umsteigen wird hierdurch seltener nötig.

- Durch attraktive Dienstleistungen vor, während und nach der Reise wird das Bahnfahren angenehmer gemacht (z.B.: kürzere Wartezeiten beim Kauf von Fahrkarten, Fahrkartenkauf durch *Verkehrs-Kreditkarte*, leisere, klimatisierte Waggons, mehr Parkplätze für Bahnkunden, freundliche Verkaufsräume statt unpersönliche Schalterhallen, kürzere Wege zwischen Bahn und Bussen, Mitnahmemöglichkeit von Fahrrädern).
- Einbindung der Flughäfen in das Schnellfahrnetz

Durch das Zusammenwirken aller hier dargestellten nichtmonetären Maßnahmen, die im Rahmen einer Gesamtverkehrskonzeption abgestimmt werden müssen, kann eine gegenüber dem Trendszenario deutlich veränderte Verkehrsverteilung erzielt werden.

Ökonomische Ansätze

Der Einsatz der weiter unten aufgeführten Maßnahmen muß behutsam, aber entschlossen erfolgen. So ist es z.B. für die Verbraucher im ÖKO-Szenario wichtig zu wissen, daß der Benzinpreis mittelfristig stark ansteigt. Dies beeinflußt das Verhalten der Autokäufer bereits zu einem Zeitpunkt, in dem die Treibstoffpreise noch relativ niedrig sind. Dadurch wird vermieden, daß die Belastungen aus einer Benzinpreiserhöhung unerträglich werden (und damit auch nicht durchsetzbar wären).

a) Erhöhung der Mineralölsteuer

Ein großer Teil der externen Kosten, die der Straßenverkehr verursacht, wird heute über allgemeine Steuern aufgebracht bzw. von einzelnen Personen und Personengruppen getragen.

Diese externen Kosten müssen im ÖKO-Szenario entsprechend dem Verursacherprinzip vom Kfz-Verkehr getragen werden. Im ÖKO-Szenario wird deshalb die Mineralölsteuer gegenüber dem Trend-Szenario verdoppelt.

Hierdurch wird einerseits der Straßenverkehr absolut teurer, andererseits verschiebt sich das Preisverhältnis zwischen Individualverkehr und dem öffentlichen Verkehr zugunsten des letzteren.

b) Umlegung der Kfz-Steuer auf Mineralölsteuer

Durch die Umlegung der Kraftfahrzeugsteuer auf die Mineralölsteuer kann ein zusätzlicher Anreiz zur "sinnvollen" Autonutzung erzielt werden, indem eine Verlagerung der Fixkosten auf die variablen Kosten erfolgt. Hierdurch würde die Kostenstruktur für die Benutzung des Privatfahrzeugs der Preisbildung bei der Bahn etwas angeglichen.

c) Abschaffung der Kilometerpauschale

Mit Wirkung vom 1.10.1991 wird die Kilometerpauschale für Fahrten zum Arbeitsplatz von 42 auf 52 Pfennig pro Kilometer erhöht. Diese Begünstigung des motorisierten Individualverkehrs wird im Rahmen des ÖKO-Szenarios ersatzlos gestrichen. Dabei ist ein steuerlicher Ausgleich zu schaffen, der soziale Härten ausgleicht (z.B. Erhöhung des Steuerfreibetrages). Weiterhin dürfen Dienstreisen bzw. Fahrten zum Arbeitsplatz, die mit anderen Verkehrsmittel durchgeführt werden (Fahrrad, öffentliche Verkehrsmittel) finanziell nicht schlechter gestellt werden.

d) *Steuerliche Behandlung von "Firmenwagen"*

Steuerliche Abzugsfähigkeit von Pkw als Firmenwagen auf einen Anschaffungswert von bis zu 30.000 DM begrenzen.

d) *Parkplatzgebühren*

Generelle Parkplatzgebühren (einschl. "Latengaragen", ausgenommen Anwohnerparken auf privatem Grund)

e) *Preisstruktur Bahn*

Die Besitzer von Pkw treffen bei der Abwägung zwischen den Kosten für eine Fahrt mit dem Pkw und einer Fahrt mit der Bahn diese vor dem Hintergrund einer ungleichen Kostenzurechnung. Während für die Pkw-Fahrt nur die variablen Kosten oder evt. nur das Benzingeld angesetzt wird, wird bei der Bahnfahrt mit den Vollkosten gerechnet.

Im Szenario wurde unterstellt, daß die Bahn einen Halbp reis-Paß einführt. So hat z.B. die Schweizer Bundesbahn ein *1/2 Tax-Abo* im Angebot. Für 100 Franken kann man einen "Paß" erstehen, der ein Jahr gültig ist, und der den Preis aller Fahrten um 50% reduziert. Binnen kürzester Zeit führte dieser Paß in der Schweiz zu 10% mehr Bahnkunden. Inzwischen hat fast jeder Dritte in der Schweiz ein solches Abo.

Durch einen Halbp reispaß mit Vergünstigungen für Mitfahrer kann die Preisstruktur der Bahn an die Kostenstruktur des Pkws angepaßt werden.

f) *Preisstruktur Straßenbahn*

Auf denselben Überlegungen basiert der Vorschlag, einen Teil der Kosten für den ÖPNV als Grundgebühr (als Anwohnergebühr) zu erheben und den Leistungstarif entsprechend niedrig zu halten.

g) *Tarifverbund*

In Freiburg wurde mit Wirkung zum 1.9.1991 ein neues Modell eingeführt (Regio-Karte), das eine Weiterentwicklung der sogenannten Umweltkarte darstellt. Für einen Betrag von 49 DM wird eine übertragbare Monatskarte angeboten, die "freie Fahrt" in 3 Landkreisen und die kostenlose Mitnahme von Zusatzpersonen am Wochenende ermöglicht. Durch eine solche Maßnahme wird die Stadterreichbarkeit für die Landbevölkerung erhöht und der Motorisierungsdruck entsprechend reduziert.

Durch ein einheitliches Tarifstruktursystem, das für die gesamte Bundesrepublik anzustreben ist, kann die Benutzung des öffentlichen Verkehrssystems für Ortsunkundige erleichtert und das Informationsproblem reduziert werden.

Technische Verbesserungen

Im Rahmen des ÖKO-Szenarios wird vorgesehen, daß den Autoherstellern bzw. den Importeuren der max. Flottenverbrauch vorgeschrieben wird. Dies führt zu einer Entwicklung und Einführung von "Öko-Fahrzeugen" die ab 1995 zunehmende Marktanteile gewinnen werden. So wird davon ausgegangen, daß der Marktanteil dieser Fahrzeuge am Neuwagenkauf von 10% im Jahr 1995 auf 50% im Jahr 1997 und auf 100% im Jahr 2000 ansteigen wird.

In Verbund mit den weiteren Maßnahmen (Tempolimit, Mineralölsteuer, Rücknahme von Privilegien für die Kfz) führt die Flottenverbrauchsregelung zu einem völlig neuen Autotypus, der darauf ausgerichtet ist, die Dienstleistung Transport von Personen und Gütern mit möglichst geringer Umweltbelastung und geringen Kosten zu erfüllen.

Verhaltensänderung/Tempolimit

Als wichtige begleitende Maßnahme für die gesamte Umstrukturierung der Verkehrspolitik wird im ÖKO-Szenario ein Tempolimit eingeführt. Für das ÖKO-Szenario wurden folgende Geschwindigkeitsbeschränkungen unterstellt:

- Tempo 100 auf Autobahnen
- Tempo 80 auf Landstraßen
- Tempo 50 auf Hauptverkehrsadern in den Städten
- Tempo 30 flächendeckend in Wohngebieten

Alle Bundesverkehrsminister der vergangenen Jahre vertraten die Auffassung, daß ein Tempolimit keine Verbesserungen für die Umwelt erbringen würde und lehnten ein Tempolimit strikt ab.

Dies allerdings wider besseres Wissen. So kamen bereits Mitte der 80er Jahre verschiedene Arbeiten unabhängig voneinander zu dem Ergebnis, daß über ein Tempolimit erhebliche Emissionsminderungen erzielt werden könnten.

In jüngster Zeit wurden die Ergebnisse durch eine Studie des Bundesverkehrsministerium - die allerdings offiziell unter Verschluß gehalten wird - bestätigt. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, daß niedrigere Spitzen- und Durchschnittsgeschwindigkeiten auf den Autobahnen sowohl zur Verkehrssicherheit beitragen als auch der Umwelt spürbar zugute kommen würden. Das interne Papier verweist auf die weiteren Vorteile eines Tempolimits: Erhöhte Leistungsfähigkeit der Autobahnen, weniger Staus, weniger Unfälle bei ungünstigen Witterungsverhältnissen und ein gelasseneres Verkehrsumfeld. Ein Tempolimit helfe beim Abbau von Leistungs- und Dominanzstreben auf den Straßen und fördere ein sozialverträgliches Miteinander. Das Auto werde normaler Gebrauchsgegenstand und verliere zunehmend seine Bedeutung als Statussymbol.

Die Einführung eines Tempolimit ist jedoch nur der erste Schritt. Er muß durch eine Erhöhung der Ahndungsquote und durch eine Heraufsetzung der Ahndungshöhen auch umgesetzt werden. Dazu ist mit einem gewissen Vorlauf und auch begleitend eine entsprechende Informationspolitik notwendig, die Vorteile und Notwendigkeit eines Tempolimits gegenüber der Öffentlichkeit darstellt. Darüberhinaus ist jedoch eine Vorbildfunktion bei Führungspersonlichkeiten und Meinungsführer gefragt. Soll ein Umlenkungsprozeß stattfinden, so muß sich dies z.B. auch durch eine andere Beschaffungspolitik bei Dienstfahrzeugen (z.B. Golfklasse statt Benz) und durch ein anderes Verhalten (Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel, Fahrrad) ausdrücken.

Eindämmung des Flugverkehrs

Der Flugverkehr befindet sich in einem ungebremsten Anstieg. Allein in den Jahren von 1977 bis 1988 stieg die Verkehrsleistung (in Pkm) um über 60%, die Luftfracht um mehr als 100% an (BMV/DIW 1990).

Bis zum Jahr 2010 wird im Trendszenario für die alten und neuen Bundesländer mit einer Zunahme des Treibstoffverbrauchs von über 50 % gerechnet. Die Vollendung des EG-Binnenmarktes wird wesentlich zu dieser Entwicklung beitragen.

Folgende Maßnahmen werden im Rahmen des ÖKO-Szenario unterstellt:

- a) Einführung einer Mineralölsteuer (Höhe entsprechend dem Straßenverkehr)
- b) Staffelung der Start- und Landegebühren entsprechend der Umweltbelastung durch die Flugzeuge
- c) Ausdehnung der Nachtflugverbote
- d) keine Kapazitätserweiterungen für den regionalen Flugverkehr
- e) Streichung sämtlicher Subventionen für den Bau und Betrieb von Flughäfen.
- f) Durch Aufklärungskampagnen soll ein Imagewandel des Fliegens und des Bahnfahrens erreicht werden.

Privatisierung Busbetriebe?

Nach dem wirtschaftlichen Zusammenbruch der östlichen Planungswirtschaften, wird auch in der Bundesrepublik der Ruf nach Markt und Konkurrenz immer lauter. So wird in den letzten Monaten die Privatisierung der Bahnbusse vorangetrieben. Bei einer Privatisierung der Regionalbusgesellschaften ist jedoch zu erwarten, daß das Streckennetz der "Bahn"-Busse weiter ausgedünnt wird, und letztlich nur die wirtschaftlich zu betreibenden Linien übrig bleiben. Die Konsequenz: höherer Motorisierungsgrad, höhere Fahrleistung beim MIV, Abwanderung von Fahrgästen beim öffentlichen Verkehr, höhere Defizite bei der Bahn und bei den Buslinien. Eine weitere Einschränkung des Angebots wäre die Folge. Im ÖKO-Szenario wird davon ausgegangen, daß die Buslinien nicht privatisiert und das Leistungsangebot auch nicht eingeschränkt wird, sondern daß im Gegenteil das Angebot erweitert und durch die begleitenden Maßnahmen die Kapazität der Busse besser ausgelastet wird. Eine Reduzierung der Kosten kann dabei durchaus über die Auslagerung von Einzelleistungen an private Unternehmen erfolgen.

Infokonzzept

Eine Veränderungen der Einstellungen und Verhaltensweisen ist eine Grundvoraussetzung dafür, daß die dargelegten verkehrspolitischen Maßnahmen von einer breiten Bevölkerungsschicht akzeptiert werden. Dies setzt eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit voraus (Seifried 1989). Im ÖKO-Szenario wird angenommen, daß

- durch verstärkte zielgruppenbezogene Image-Kampagnen für die Einstellung zu den ÖV verbessert wird,

- das Umweltbewußtsein der Verbraucher durch eine entsprechende Informationspolitik geschärft wird,
- den Verbrauchern bewußt gemacht wird, daß der Straßenverkehr mit hohen Emissions- und Immissionsbelastungen verbunden ist und
- der *Fetisch Auto* entmystifiziert wird.

4.3.2 Güterverkehr

Für das ÖKO-Szenario wird unterstellt, daß bei Entscheidungsträgern in Wirtschaft und Politik sich die Einsicht durchsetzt, daß die hohen ökologischen Kosten, die insbesondere durch den Straßengüterverkehr verursacht werden, auch dem Verkehrsträger angelastet werden müssen. (DIW 1990)

Die bisher erfolgte Subventionierung des Lkw-Verkehrs über die nahezu kostenlose Bereitstellung der Straßen (UPI 1988) führte zu einem starken Konkurrenzdruck bei der Bahn. Diese wird dadurch gezwungen, zu kaum kostendeckenden Tarifen anzubieten, was wiederum den Investitionsspielraum der Bundesbahn beeinträchtigt und die Konkurrenzfähigkeit verringert.

Durch ein Paket von Maßnahmen, das im folgenden Abschnitt dargestellt wird, soll der bisherige Trend der Verlagerung von der Schiene auf die Straße umgekehrt werden.

Dabei muß berücksichtigt werden, daß Studien, die über alle Maßnahmenkomplexe hinweg versuchen, mögliche Verkehrsverlagerungen zu quantifizieren, für das Gebiet der Bundesrepublik nicht vorliegen.

Die Ergebnisse, die im ÖKO-Szenario ausgewiesen werden haben deshalb - wie auch die Ergebnisse der DIW-Studie - den "Charakter von angestrebten Wirkungsrichtungen" (DIW 1990, S.156).

Maßnahmen im Güterverkehr

Zur Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene bzw. aufs Wasser sowie zur Effizienzverbesserung des Transports auf der Straße wurden verschiedene Maßnahmen im ÖKO-Szenario unterstellt, die sich an die Annahmen der DIW-Studie anlehnen (DIW 1990, S.158ff):

- Einführung und Kontrolle verschärfter Vorschriften zu Lenk- und Ruhezeiten. Dieser Bereich gewinnt mit der Vollendung des EG-Binnenmarktes zusätzlich an Bedeutung, da ab 1993 zunehmend Frächter auf die Transportmärkte drängen werden, in deren Herkunftsländer die entsprechenden Standards niedriger gesetzt sind und in denen die Einhaltung der Vorschriften noch weniger überwacht wird.
- Einbau von Temporeglern und nicht manipulierbaren Fahrtenschreibern. Wie nötig eine verschärfte Kontrolle der zulässigen Höchstgeschwindigkeit (Tempo 80) ist, zeigt die Tatsache, daß die mittlere(!) Lkw-Geschwindigkeit auf Autobahnen 1989 bereits 87 km/h betrug.

- Der Gütertransport auf der Straße verursacht wesentlich höhere volkswirtschaftliche Kosten als er andererseits über die Mineralölsteuer oder Kfz-Steuer aufbringt. Eine Verdoppelung des Kraftstoffpreises (bis 1995) und eine weitere Erhöhung bis zum Jahr 2010 wird unterstellt.
- verschärfte Sicherheitsanforderungen für Fahrzeuge zum Transport gefährlicher Güter.
- Verbot von Gütertransporten auf der Straße oberhalb bestimmter Entfernungsstufen bei Existenz akzeptabler Schienen- und Wasserstraßenverbindungen.
- Verbot von Gefahrguttransporten auf der Straße bei Existenz akzeptabler Schienen- und Wasserstraßenverbindungen
- Verbesserung des Angebotes für den Gütertransport in der Fläche; Vermehrung der Gleisanschlüsse; Aufbau eines Güterschnellverkehrsnetzes
- Straffung des Rangierbahnhofskonzeptes, Erweiterung des Angebotes an Direktverbindungen, Errichtung neuer Güterverteilzentren an geeigneten Schnittstellen, verstärkter Ausbau von Anlagen des Kombi-Verkehrs.
- Verbesserung transportbegleitender Leistungen durch die Bahn (Lager, Distribution)
- Abbau von Grenzhemmnissen im internationalen Schienengütertransport.

Ein Großteil der im ÖKO-Szenario dargelegten Maßnahmen bewirkt eine Kostenerhöhung für den Straßengüterverkehr und führt zu einer deutlich gestärkten Wettbewerbsposition von Bahn und Binnenschifffahrt. Diese Maßnahmen bewirken somit den Großteil der ermittelten Verlagerungspotentiale. Die aufgrund von Ge- und Verboten beruhenden verlagerungsfähigen Verkehrsmittel sind demgegenüber gering.

4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse im Verkehrssektor

Verkehrsleistung motorisierter Individualverkehr

Im Trendszenario steigt die Verkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr bis zum Jahr 2010 gegenüber 1990 um 26% an. Dies entspricht einer Zunahme von 668 auf 838 Mrd. Pkm. Die Zunahme verläuft dabei im alten und neuen Teil der Bundesrepublik unterschiedlich: Während der Zuwachs in den alten Bundesländern 19% beträgt, wird in den neuen Bundesländern ein Anstieg um 73% errechnet.

Im ÖKO-Szenario wird die Verkehrsleistung im MIV bis zum Jahr 2010 in der Summe um 13% reduziert.

Verkehrsleistung Öffentlicher Verkehr

Während im Trendszenario die Verkehrsleistung im öffentlichen Verkehr bis zum Jahr 2010 gegenüber 1990 um 22% ansteigt beträgt die Zunahme im ÖKO-Szenario 74%. Diese starke Zunahme ist im wesentlichen durch die verkehrsverlagernde Maßnahmen bedingt, die im ÖKO-Szenario unterstellt werden.

Verkehrsleistung Personenverkehr insgesamt

Die Verkehrsleistung im Personenverkehr steigt im Trendszenario von 966 auf 1201 Mrd. Pkm an. Dies entspricht einer Zunahme von 24%. Im ÖKO-Szenario wird dieser Anstieg auf 14% gedämpft. Gegenüber dem Trendszenario liegt die Verkehrsleistung im Personenverkehr im Jahr 2010 um 101 Mrd Pkm niedriger.

Verkehrsleistung Güterverkehr

Die Transportleistung steigt in beiden Szenarien von 335 Mrd. tkm auf 440 Mrd. tkm oder um rund 27% an. Jedoch werden im Trendszenario 62% der Transportleistung über die Straße abgewickelt, während dieser Anteil im ÖKO-Szenario nur 49% beträgt.

Energiebedarf

Im Trendszenario steigt der Gesamtenergiebedarf im Verkehrssektor von 2291 PJ auf 2730 PJ oder um 19% an. Diese Zunahme ist überwiegend durch den überaus starken Zuwachs im Bereich des Straßenverkehrs in den fünf neuen Bundesländern bedingt. Der Benzinverbrauch in den alten Bundesländern verharrt hingegen auf etwa gleichem Niveau, da die Zunahme bei der Verkehrsleistung durch eine Verbesserung der spezifischen Verbräuche aufgefangen wird.

Tabelle 86 Energiebedarf des motorisierten Individualverkehrs

Verhältnis		1990	1995	2000	2005
2010	2010 zu 1990				
Trend West					
Benzin (in Mrd. Liter)				33,98	33,98
33,99	33,62 33,18		0,98		
Dieselmkraftstoff (in Mrd. Liter)				5,88	6,51
6,91	7,70 8,05		1,37		
Strom (in Mrd. kWh)		0	0	0,02	0,15
0,45					
Trend Ost					
Benzin (in Mrd. Liter)				3,77	4,93
5,75	6,39 7,28		1,93		
Dieselmkraftstoff (in Mrd. Liter)				0,40	0,83
1,08	1,43 1,77		4,41		
Strom (in Mrd. kWh)		0	0	0,00	0,03
0,10					
ÖKO West					
Benzin (in Mrd. Liter)				33,98	28,24
20,06	9,68 5,45		0,16	0,16	
Dieselmkraftstoff (in Mrd. Liter)				5,88	5,62
4,14	2,37 1,52		0,26	0,19	
Strom (in Mrd. kWh)		0	0	0,04	0,37
1,04	2,31				
ÖKO Ost					
Benzin (in Mrd. Liter)				3,77	4,27
3,76	2,22 1,51		0,40	0,21	
Dieselmkraftstoff (in Mrd. Liter)				0,40	0,71
0,70	0,52 0,42		1,05	0,24	
Strom (in Mrd. kWh)		0	0	0,01	0,09
0,30	3,07				
Trend BRD					

Benzin (in Mrd. Liter)					37,74	38,91
39,74	40,01	40,46		1,07		
Dieselmkraftstoff (in Mrd. Liter)					6,29	7,34
7,99	9,14	9,82		1,56		
Strom (in Mrd. kWh)					0	0
					0,02	0,18
0,55						

ÖKO BRD

Benzin (in Mrd. Liter)					37,74	32,50
23,82	11,90	6,96		0,18	0,17	
Dieselmkraftstoff (in Mrd. Liter)					6,29	6,32
4,84	2,90	1,94		0,31	0,20	
Strom (in Mrd. kWh)					0	0
					0,05	0,46
1,34		2,44				

Im ÖKO-Szenario sinkt hingegen der Energieverbrauch von seinem Ausgangswert von 2291 PJ auf 1156 PJ im Jahr 2010 ab. Diese Abnahme um nahezu 50% (58% gegenüber Trendwert 2010) ist vor allem durch die drastische Reduzierung des Energiebedarfs der Kraftfahrzeuge im ÖKO-Szenario bedingt. Während im Trendszenario der Benzinverbrauch im Jahr 2010 rund 1370 PJ beträgt, sinkt der Vergleichswert im ÖKO-Szenario auf 236 PJ ab. Der Stromverbrauch bleibt im Trendszenario etwa konstant, während er sich im ÖKO-Szenario aufgrund der höheren Verkehrsleistung bei den Bahnen und dem höheren Anteil an Elektrofahrzeugen fast verdoppelt.

Der Verbrauch an Dieselmkraftstoff nimmt im Trendszenario um rd. 29% zu, während im ÖKO-Szenario aufgrund der angenommenen Verlagerung von Transportleistungen auf die Schiene der Verbrauch um 24% abnimmt. Während im Trendszenario der Verbrauch an Flugturbinentreibstoff um 65% ansteigt, wird der Anstieg im ÖKO-Szenario auf 35%.

Tabelle 87 Energiebedarf des öffentlichen Verkehrs

Verhältnis		1990	1995	2000	2005
2010	2010 zu 1990				
Trend West					

Straßenbahn (in Mio kWh)				1657	1638
1619	1600	1581	0,95		
Bus u. Bahn (in 1000 t Diesel)				820	800
713	746	722	0,88		
Eisenbahn (in Mio kWh)				2602	2703
2974	2967	3066	1,18		
Flugzeug (in 1000 t Flugtreibst.)				3648	3912
4714		1,29		4133	4401

Trend Ost

Straßenbahn (in Mio kWh)				676	541
405	270	202	0,30		
Bus u. Bahn (in 1000 t Diesel)				492	417
345	273	234	0,48		
Eisenbahn (in Mio kWh)				832	810
747	644	601	0,72		
Flugzeug (in 1000 t Flugtreibst.)				336	684
1309		3,90		964	1217

Summe ÖV Trend BRD

Straßenbahn (in Mio kWh)				2333	2179
2024	1870	1783	0,76		
Bus u. Bahn (in 1000 t Diesel)				1312	1217
1057	1019	956	0,73		
Eisenbahn (in Mio kWh)				3435	3513
3721	3610	3667	1,07		
Flugzeug (in 1000 t Flugtreibst.)				3984	4595
6022		1,51		5096	5618

ÖKO West

Straßenbahn (in Mio kWh)				1657	2014
2218	2459	2456	1,48		
Bus u. Bahn (in 1000 t Diesel)				820	969
940	1096	1064	1,30		
Eisenbahn (in Mio kWh)				2602	3512
4463	5137	5542	2,13		
Flugzeug (in 1000 t Flugtreibst.)				3648	3868
4085		1,12		3947	4046

ÖKO Ost

Straßenbahn (in Mio kWh)				676	576		
466	366	309	0,46				
Bus u. Bahn (in 1000 t Diesel)				492	449		
392	334	293	0,60				
Eisenbahn (in Mio kWh)				832	950		
1019	1073	1139	1,37				
Flugzeug (in 1000 t Flugtreibst.)				336	572	790	989
1061	3,16						

Summe ÖV ÖKO BRD

Straßenbahn (in Mio kWh)				2333	2590		
2684	2824	2765	1,19				
Bus u. Bahn (in 1000 t Diesel)				1312	1418		
1332	1431	1357	1,03				
Eisenbahn (in Mio kWh)				3435	4462		
5482	6210	6681	1,95				
Flugzeug (in 1000 t Flugtreibst.)				3984	4440	4738	5035
5146	1,29						

Tabelle 88 Energiebedarf im Güterverkehr

Verhältnis	Verhältnis	1990	1995	2000	2005	2010
<u>2010/1990 ÖKO/Trend in 2010</u>						
Trend West						
Dieselmkraftstoff (in kt)			10417		11032	11486
12084	11824					1,14
Flugtreibstoff (in kt)			261		313	355
397	438					1,67
Strom (in Mio kWh)		4164	4333	4693	4668	4696
						<u>1,13</u>
Trend Ost						
Dieselmkraftstoff (in kt)			1290		1638	1986
2334	2508					1,94
Flugtreibstoff (in kt)			97		268	440
611	697					7,21
Strom (in Mio kWh)		1129	1053	976	900	862
						<u>0,76</u>
Summe Trend BRD						
Dieselmkraftstoff (in kt)			11707		12670	13472
14418	14332					1,22
Flugtreibstoff (in kt)			358		581	795
1008	1134					3,17
Strom (in Mio kWh)		5294	5386	5670	5568	5558
						<u>1,05</u>
ÖKO West						
Dieselmkraftstoff (in kt)			10417		9213	9115
9272	8764					0,84
0,74						
Flugtreibstoff (in kt)			261		249	262
277	306					1,17
0,70						
Strom (in Mio kWh)		4164	5392	6472	7013	7523
						<u>1,81</u>
						<u>1,60</u>
ÖKO Ost						

Dieselmkraftstoff (in kt)		1290	1512	1770
2028	2157	1,67	0,86	
Flugtreibstoff (in kt)		97	164	262
359	408	4,22	0,59	
Strom (in Mio kWh)		1129	1230	1280
		1330	1355	
	1,20	1,57		

Summe ÖKO BRD

Dieselmkraftstoff (in kt)		11707	10725	10885
11300	10921	0,93	0,76	
Flugtreibstoff (in kt)		358	413	523
636	713	1,99	0,63	
Strom (in Mio kWh)		5294	6622	7752
		8343	8878	
	1,68	1,60		

Ost-West-Vergleich

Im Trendszenario steigt der Energiebedarf im Verkehrsbereich der alten Bundesländer um rund 20% an. Der Zuwachs in den fünf neuen Bundesländern beträgt hingegen über 100%. Im ÖKO-Szenario steigt der Energieverbrauch bis zum Jahr 2000 von 247 auf 300 PJ an und kann in den folgenden 10 Jahren vor allem aufgrund der Effizienzverbesserungen der Pkw auf den Ausgangswert im Jahr 1990 zurückgeführt werden.

Tabelle 89 Gesamter Endenergiebedarf im Verkehrssektor

	1990	1995	2000	2005	2010	Verhältnis 2010:1990
Trend West						
Benzin (in kt)		26504	26505	26515	26222	25877
	1					
Dieselmkraftstoff (in kt)		16239	17365	18071	19378	19388
	1,19					
Strom (in Mio kWh)		8424	8674	9301	9385	9793
	1,16					
Flugtreibstoff (in kt)	3910	4225	4488	4798	5151	1,32
Trend Ost						

Benzin (in kt)	2937	3845	4482	4988	5679
1,93					
Dieselmkraftstoff (in kt)	2123	2757	3249	3824	4243
2,00					
Strom (in Mio kWh)	2638	2403	2132	1844	1763
0,67					
<u>Flugtreibstoff (in kt)</u>	<u>432</u>	<u>952</u>	<u>1403</u>	<u>1828</u>	<u>2005</u>
					4,64
ÖKO West					
Benzin (in kt)	26504	22024	15644	7553	4252
0,16					
Dieselmkraftstoff (in kt)	16239	14957	13573	12384	11116
0,68					
Strom (in Mio kWh)	8424	10918	13193	14980	16560
1,97					
<u>Flugtreibstoff (in kt)</u>	<u>3910</u>	<u>4117</u>	<u>4209</u>	<u>4323</u>	<u>4391</u>
					1,12
ÖKO Ost					
Benzin (in kt)	2937	3328	2932	1730	1179
0,40					
Dieselmkraftstoff (in kt)	2123	2561	2757	2808	2808
1,32					
Strom (in Mio kWh)	2638	2756	2814	3232	4141
1,57					
<u>Flugtreibstoff (in kt)</u>	<u>432</u>	<u>736</u>	<u>1052</u>	<u>1348</u>	<u>1468</u>
					3,40
Summe Trend BRD					
Benzin (in kt)	29441	30350	30997	31210	31556
1,07					
Dieselmkraftstoff (in kt)	18362	20122	21320	23202	23631
1,29					
Strom (in Mio kWh)	11061	11078	11433	11229	11555
1,04					
<u>Flugtreibstoff (in kt)</u>	<u>4342</u>	<u>5176</u>	<u>5891</u>	<u>6626</u>	<u>7156</u>
					1,65
Summe ÖKO BRD					
Benzin (in kt)	29441	25352	18576	9284	5431
0,18					
Dieselmkraftstoff (in kt)	18362	17518	16329	15192	13924
0,76					
Strom (in Mio kWh)	11061	13674	16007	18212	20700
1,87					
<u>Flugtreibstoff (in kt)</u>	<u>4342</u>	<u>4853</u>	<u>5261</u>	<u>5672</u>	<u>5859</u>
					1,35

Tabelle 90 Gesamter Endenergiebedarf im Verkehrssektor (in PJ)

Verhältnis	Verhältnis					
	1990	1995	2000	2005	2010	2010:1990 ÖKO
zu Trend						
Trend West						
Benzin		1154	1154	1155	1142	1127
0,98						
Dieselmkraftstoff		694	742	772	828	828
1,19						
Strom		30	31	33	34	35
1,16						
Flugturbinentreibstoff	167	180	192	205	220	1,32
Trend Ost						
Benzin		128	167	195	217	247
1,93						
Dieselmkraftstoff		91	118	139	163	181
2,00						
Strom		9	9	8	7	6
0,67						
Flugturbinentreibstoff	18	41	60	78	86	4,64
ÖKO West						
Benzin		1154	959	681	329	185
0,16	0,16					
Dieselmkraftstoff		694	639	580	529	475
0,68	0,57					
Strom		30	39	47	54	60
1,97	1,69					
Flugturbinentreibstoff	167	176	180	185	188	1,12
0,85						
ÖKO Ost						
Benzin		128	145	128	75	51
0,40	0,21					
Dieselmkraftstoff		91	109	118	120	120
1,32	0,66					
Strom		9	10	10	12	15
1,57	2,35					
Flugturbinentreibstoff	18	31	45	58	63	3,40
0,73						
Summe Trend BRD						

Benzin		1282	1322	1350	1359	1374
1,07						
Dieselmkraftstoff		784	859	910	991	1009
1,29						
Strom		40	40	41	40	42
1,04						
Flugturbinentreibstoff	185	221	252	283	306	1,65
Summe ÖKO BRD						
Benzin		1282	1104	809	404	236
0,18	0,17					
Dieselmkraftstoff		784	748	697	649	595
0,76	0,59					
Strom		40	49	58	66	75
1,87	1,79					
Flugturbinentreibstoff	185	207	225	242	250	1,35
0,82						
Summe Trend West	2045	2107	2151	2208	2210	1,08
Summe Trend Ost	247	334	401	465	520	2,11
Summe Trend BRD	2291	2442	2553	2673	2730	1,19
Summe ÖKO West	2045	1813	1488	1096	907	0,44
Summe ÖKO Ost	247	296	300	265	249	1,01
Summe ÖKO BRD	2291	2108	1788	1361	1156	0,50
Differenz Trend/ÖKO	0	333	764	1312	1575	
Verhältnis ÖKO/Trend	1	0,86	0,70	0,51	0,42	0,42

5 Die Endenergienachfrage in den Szenarien

Das folgende Kapitel faßt kurz die Resultate der Szenarien in den einzelnen Bedarfssektoren zusammen. Es wird jeweils der Endenergiebedarf im Trend- und ÖKO-Szenario für West- und Ostdeutschland beschrieben.

5.1 Das Trend-Szenario für Westdeutschland

Die Fortschreibung der heutigen Energiepolitik in den alten Bundesländern würde zu einer insgesamt leicht steigenden Nachfrage nach Endenergie bis zum Jahr 2010 führen, wobei die Haushalte leicht rückläufige Tendenz hätten und die Industrie praktisch unverändert bliebe. Dagegen steigen im Trend-Szenario die Nachfragen des Kleinverbrauchs und des Verkehrs bis zum Jahr 2010 um jeweils rund 10 % gegenüber 1987 an. Eine Übersicht zu den sektoralen Nachfragen gibt die folgende Tabelle.

Tabelle 91 Gesamter Endenergiebedarf im Trend-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

	Sektor	1987	1990	1995	2000	2005	2010
	Haushalte		2.021	2.053	2.019		2.016
1.919	1.830						
	Kleinverbrauch		1.295	1.315	1.359		1.417
1.477	1.530						
	Industrie		2.199	2.248	2.329		2.136
2.146	2.156						
	Verkehr		2.040	2.045	2.107		2.152
2.209	2.210						
	Summe	7.555	7.661	7.815	7.721	7.750	7.726

Tabelle 92 Struktur des Endenergiebedarfs im Trend-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

Energieträger	1987	1990	1995	2000	2005	2010
---------------	------	------	------	------	------	------

3.746	Heizöl, Diesel 3.655	3.892	3.887	3.852	3.785		
1.800	Erdgas 1.820	1.564	1.640	1.756	1.772		
337	Steinkohle 291	537	532	495	389		
76	Braunkohle 72	92	93	92	83		
251	Fernwärme 266	186	193	218	233		
1.513	Strom 1.595	1.256	1.290	1.376	1.434		
1	Solar 2	0	1	1	1		
24	Biomasse 26	27	26	25	23		
0	ProzWä aus KWK 0	0	0	0	0		
Summe Endenergie		7.555	7.661	7.815	7.721	7.750	7.726

Bei der Struktur der Endenergienachfrage zeigt sich im Trend-Szenario eine leicht rückläufige Tendenz für Heizöl, Benzin und Dieselkraftstoff sowie starke Rückgänge für Stein- und Braunkohle. Demgegenüber steigen die Nachfragen nach Fernwärme deutlich und nach Strom merkbar an (vgl. Tabelle 92).

5.2 Das ÖKO-Szenario für Westdeutschland

Im ÖKO-Szenario entwickelt sich der Endenergiebedarf wegen der Umsetzung von kosteneffizienten Sparpotentialen in allen Sektoren rückläufig (siehe Tabelle 94). Besonders stark ausgeprägt ist dieser Rückgang beim Verkehr, wo das "ÖKO"-Maßnahmenpaket zu mehr als einer Halbierung der Nachfrage nach Treibstoffen führt. Am schwächsten ist der Rückgang in der Industrie, wo allerdings eine starke Verlagerung in Richtung Prozeßwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung stattfindet (vgl. Tabelle 94). Die Fernwärme für Heizzwecke steigt um das 2,5-fache, während die Stromnachfrage um rund 1/4 sinkt. Der direkte Kohleeinsatz sinkt noch stärker als im Trend-Szenario ab.

Tabelle 93 Gesamter Endenergiebedarf im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

Sektor	1987	1990	1995	2000	2005	2010
--------	------	------	------	------	------	------

	Haushalte	2.016	2.056	1.982	1.830
1.563	1.331				
	Kleinverbrauch	1.295	1.315	1.342	1.125
1.074	1.037				
	Industrie	2.199	2.236	2.297	2.048
2.033	2.019				
	Verkehr	2.040	2.045	1.805	1.481
1.088	899				
	Summe	7.550	7.653	7.426	6.484
				5.758	5.287

Tabelle 94 Struktur des Endenergiebedarfs im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

Energieträger	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Heizöl, Diesel	3.892	3.889	3.535	2.886		
2.254	1.851					
Erdgas	1.564	1.638	1.672	1.537		
1.500	1.384					
Steinkohle	536	533	473	342		
240	205					
Braunkohle	92	93	89	73		
56	18					
Fernwärme	186	216	287	344		
425	515					
Strom	1.251	1.257	1.257	1.076		
980	902					
Solar	0	1	1	2		
7	15					
Biomasse	27	26	29	32		
37	23					
ProzWä aus KWK	0	0	83	191		
259	374					
Summe Endenergie	7.550	7.653	7.426	6.484	5.758	5.287

5.3 Das Trend-Szenario für Ostdeutschland

Die Entwicklung in Ostdeutschland folgt im Trend-Szenario strukturell der in den alten Bundesländern, allerdings wächst hier die industrielle Nachfrage nach dem "Einbruch" in den frühen 90er Jahren ab 1995 wieder stark an und überschreitet ab dem Jahr 2000 den Ausgangswert (vgl. Tabelle 95). Im Verkehrssektor führt die starke Motorisierung zu mehr als einer Verdopplung der Treibstoffnachfrage. Bei den Energieträgern führt die Trend-Entwicklung zu einem drastischen Bedarfszuwachs bei Öl (inkl. Treibstoffen), das mehr als 2,5-mal stärker genutzt wird als im Basisjahr. Etwa gleich ausgeprägt ist der Zuwachs beim Erdgas, und auch die Stromnachfrage wächst auf mehr als das 1,5-fache der Ausgangsnachfrage (vgl. Tabelle 96). Dem steht ein dramatischer Rückgang der direkten Braunkohleverwendung gegenüber, die von der dominanten Position als "Energieträger Nr. 1" mit fast 50 % Anteil auf unbedeutende 5 % absinkt, also eine Reduktion um knapp 90 % bis zum Jahr 2010.

Tabelle 95 Gesamter Endenergiebedarf im Trend-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

Sektor	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Haushalte		523	524	512	474	447
417						
Kleinverbrauch		529	466	443	434	465
485						
Industrie		972	603	708	1.008	1.082
1.212						
Verkehr		245	298	335	402	465
520						
Summe	2.269	1.891	1.998	2.318	2.458	2.633

Tabelle 96 Struktur des Endenergiebedarfs im Trend-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

Energieträger	1989	1990	1995	2000	2005	2010
---------------	------	------	------	------	------	------

795	Heizöl, Diesel	323	358	467	592	719	
674	Erdgas	287	235	426	611	622	
142	Steinkohle	101	74	110	142	137	
139	Braunkohle	1.010	717	464	301	191	
256	Fernwärme	218	189	199	235	247	
502	Strom	312	290	298	379	436	
0	Solar	0	0	0	0	0	
97	Biomasse	18	28	34	51	93	
29	ProzWä aus KWK	0	0	1	7	13	
Summe Endenergie		2.269	1.891	1.998	2.318	2.458	2.633

5.4 Das ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

Als Kontrast zu dieser ungebremsten Wachstumsdynamik des Energiebedarfs entwickelt sich im ÖKO-Szenario die Nachfrage aufgrund der massiven Erschließung von Effizienzressourcen rückläufig. Haushalte, Kleinverbrauch und Industrie können trotz deutlicher Verbesserung der Ausstattung und drastischen Wirtschaftswachstums den Endenergiebedarf unter das Niveau des Basisjahres senken (vgl. Tabelle 97). Der Verkehrssektor liegt nach einer leichten Erhöhung zwischen 1995 und 2005 am Ende des Szenariozeitraums fast wieder gleich mit dem Niveau der Ausgangsnachfrage, obwohl die Mobilität drastisch wächst. Bei der Energieträgerverteilung (vgl. Tabelle 98) wird im ÖKO-Szenario die Nachfragesteigerung bei Öl und Gas gegenüber der Trendentwicklung stark gebremst, und auch die Stromnachfrage wächst nur minimal gegenüber 1989. Der Rückgang bei der direkten Kohlenutzung ist mit fast 95 % noch ausgeprägter als im Trend-Szenario.

Tabelle 97 Gesamter Endenergiebedarf im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

Sektor	1989	1990	1995	2000	2005	2010
--------	------	------	------	------	------	------

338	Haushalte	523	522	502	436	383	
394	Kleinverbrauch	529	466	443	419	407	
885	Industrie	972	603	696	930	873	
247	Verkehr	245	246	289	296	262	
	Summe	2.269	1.837	1.930	2.080	1.925	1.865

Tabelle 98 Struktur des Endenergiebedarfs im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

	Energieträger	1989	1990	1995	2000	2005	2010
404	Heizöl, Diesel		323	305	390	427	425
474	Erdgas		287	234	419	547	490
72	Steinkohle		101	74	105	121	93
76	Braunkohle		1.010	717	455	276	147
288	Fernwärme		218	192	229	280	286
340	Strom		312	286	289	341	333
0	Solar		0	0	0	0	0
73	Biomasse		18	28	33	50	80
138	ProzWä aus KWK		0	0	10	40	70
	Summe Endenergie	2.269	1.837	1.930	2.080	1.925	1.865

6 Die Szenario-Annahmen zum Umwandlungsbereich

Die Bereitstellung der in den Szenarien nachgefragten Endenergien erfolgt über verschiedene Umwandlungsanlagen, wobei insbesondere die Strom- und Fernwärmebereitstellung detailliert abgebildet wurde.

6.1 Konventionelle Kraftwerke

Im Trend-Szenario für Westdeutschland wird, entsprechend der *Energieprognose 2010* (PROGNOS/ISI 1990), einerseits die derzeitige Struktur der Erzeugung durch Ersatz-Investitionen in Braun- und Steinkohle-Kraftwerke beibehalten sowie der AKW-Einsatz ausgeweitet.

Im Jahr 2010 stehen knapp 22.000 MW installierte Leistung an Atomkraftwerken zur Verfügung - das ist ein großer Block (1.300 MW) mehr als im Jahr 1987. Dafür werden Ölkraftwerke nach dem Jahr 1995 in erheblichem Maße abgebaut. Dafür werden verstärkt neue Gaskraftwerke (Kombikraftwerke mit GuD-Schaltung) in die Stromerzeugung genommen, ihre Gesamt-Erzeugung erhöht sich auf 63 TWh im Jahr 2010 und übersteigt damit die Braunkohleverstromung.

Im ÖKO-Szenario wird dagegen Ende 1991 eine Abschaltung aller AKW vorgesehen. Die ausfallende Erzeugung wird in den ersten Jahren durch forcierten Einsatz vor allem der vorhandenen Gas- und Ölkraftwerke, teilweise aber auch stein- und braunkohlebetriebenen Anlagen kompensiert. Die zuwachsenden Heizkraftwerke sowie die Industrie-HKW übernehmen zusammen ab 1995 mit Wasser und Braunkohle immer stärker die Grundlast-Erzeugung.

Außerdem werden im ÖKO-Szenario nicht nur die AKW abgeschaltet, sondern auch Braunkohlekraftwerke ab Mitte der neunziger Jahre stetig vom Netz genommen. Diese Stilllegung wird im Jahr 2010 mit einem **völligen Verzicht auf braunkohlefeuerte Kondensations-Kraftwerke** abgeschlossen.

Die Braunkohle wird dafür in die zuwachsenden industriellen und öffentlichen Heizkraftwerke umgeleitet. Dies entspricht einer ökologisch orientierten Braunkohlenutzung (ÖKO 1987).

Weiterhin werden im ÖKO-Szenario die ab 1995 aus Altersgründen abgängigen Steinkohle-Kraftwerke nicht mehr ersetzt. Ebenfalls abgängig sind über den Szenariozeitraum Ölkraftwerke, die nach 1995 überwiegend zur Spitzenlastdeckung und Reservevorhaltung sowie zur Regelung eingesetzt werden und bis zum Jahr 2010 vollständig stillgelegt werden. Die Leistung der herkömmlichen Gaskraftwerke wird bis zum Jahr 2010 komplett durch neue hocheffiziente Gas-Kombi-Kraftwerke (GuD-Schaltung) ersetzt, von denen dann 10000 MW mit einer Erzeugung unter der des Basisjahrs in Betrieb sind und Regelaufgaben sowie Spitzenlast abdecken.

6.2 Heizkraftwerke

Ein wesentlicher Bestandteil der Effizienzstrategie auf der Angebotsseite ist die sog. Kraft-Wärme-Kopplung, die ein weites Einsatzspektrum bezüglich Technologien, Brennstoffen sowie Art und Größe der Systeme aufweist. Während bei der Verstromung von Brennstoffen in reinen Kraftwerken das Ziel in einer maximalen Umsetzung der Brennstoffenergie zu Strom liegt, beruht die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) darauf, für die Stromerzeugung nicht nutzbare Abwärme mit höheren Temperaturen aus dem Stromerzeugungsprozeß auszukoppeln und so für *Heizzwecke* zur Verfügung zu stellen. Hierbei muß bei Dampfkraftwerken auf einen kleinen Teil der Stromerzeugung verzichtet werden, dafür kann aber die gewonnene Abwärme wegen der höheren Temperatur (70-130 °C) nun zu Wärmeverbrauchern transportiert und dort zum Heizen genutzt werden. Bei Gasmotoren und Gasturbinen kann dagegen Abwärme *ohne* Stromeinbuße genutzt werden. Der Gesamtwirkungsgrad der KWK liegt bei 85-90 % (Strom und Wärme).

Ergänzend zur Abwärmenutzung zur Heiz- oder Prozeßwärmebereitstellung kann auch *Kälte* durch Wärmeauskopplung bereitgestellt werden, womit sich der effizienten Strombereitstellung durch KWK das breite Anwendungsfeld der *Kühlung bzw. Klimatisierung* erschließt.

Hierzu dienen Absorptions-Kälte-Maschinen (AKM), die bei Abwärme-Einkopplung mit Temperaturen von 100-180 °C mit einfachen Zyklen je kW Abwärme rd. 0,67 kW Kälteleistung bereitstellen (Lessing 1989; Jacobowsky 1991). Damit lassen sich 0,2-0,25 kW Leistung ersetzen, die sonst für ein elektrisch betriebenes Kompressionskälteaggregat erforderlich wären. Ein KWK-System mit "Kältekopplung" stellt daher zusätzlich zur jedem direkt verfügbaren kW elektrischer Leistung parallel weitere 0,35 kW an "NegaWatt" bereit, die sich aus dem Ersatz eines elektrischen Kompressionskälteaggregats durch die abwärmebeheizte AKM ergeben.

Für diese NegaWatt ist kein zusätzlicher Brennstoffaufwand im Kraft-Kälte-System erforderlich. Wird daher die NegaWatt-Leistung zu der direkt erzeugten elektrischen Leistung des Kraft-Kälte-Systems gezählt, steigt der stromseitige Nutzungsgrad des KWK-Systems bei Gasmotoren auf rd. 43 % an, bei kältegekoppelten Gasturbinen auf rund 47 %, und bei Dieselaggregaten steigt er sogar auf 50 %.

Als ökologisch wichtiger Nebeneffekt werden durch die Kältebereitstellung per AKM auch FCKW-haltige - und somit ozonschädigende und auch treibhauswirksame - Arbeitsmittel der elektrischen Kompressionskälteaggregate ersetzt, wobei die Arbeitsmittel von AKM aus Ammoniak oder LiBr/H₂O-Gemischen bestehen, also ökologisch nur geringe Gefahren aufweisen.

Die Kraft-Kälte-Kopplung (KKK) ist mittlerweile ein technisch ausgereiftes System, das in vielfältigen Einsatzbereichen bei Industrie und Gewerbe seine Eignung und Effizienz demonstriert hat (vgl. ASUE 1990). Schwerpunkte für KKK liegen im Kleinverbrauch (Büros, Großmärkte, Lager) und der Lebensmittelindustrie (Kühlung).

Für die Einsatzbereiche der KKK ist zudem wesentlich, daß bei geringer Kühllast die Abwärme konventionell für Heizzwecke genutzt werden kann, wobei die Übergänge gleitend gestaltet werden können. Bei geringer Kühllast im Winter wird z.B. im Banken- und Versicherungswesen oder in Kaufhäusern Heizwärme bereitgestellt, während im Sommer die Abwärme zur Klimatisierung dient. Damit kann die gekoppelte Stromerzeugung *ganzjährig* erfolgen.

In der Industrie (vgl. Kapitel 5.2.2) kann die KKK das ggf. durch Wärmeeinsparung reduzierte KWK-Potential zumindest kompensieren, da mit ihr *zusätzliche* Anwendungsgebiete für die gekoppelte Strombereitstellung erschlossen werden.

5.2.1 Öffentliche Kraft-Wärme-Kopplung

Die öffentliche Kraft-Wärme-Kopplung versorgt private Verbraucher (Haushalte) sowie öffentliche Einrichtungen aller Art mit Nah- und Fernwärme. Dabei werden in den Szenarien zwei Anlagentypen unterschieden:

- * KWK-Anlagen, die nur dann Strom erzeugen, wenn gleichzeitig die Wärme von VerbraucherInnen nachgefragt wird, d.h. die Erzeugung ist wärmeorientiert;
- * Anlagen, die auch dann Strom erzeugen können, wenn die Wärme nicht von den KundInnen abgenommen wird, wobei für diese Zeit die Abwärme über Rückkühlung oder Kühltürme abgeführt wird. Die Betriebsweise ist demnach stromorientiert.

Der Bereich der wärmeorientierten Heizkraftwerke (HKW) entspricht der Mehrzahl der heutigen Anlagen, die mit Gegendruckturbinen, Verbrennungsmotoren oder Gasturbinen arbeiten. Stromorientierte HKW mit Entnahme-Kondensationsturbinen sind heute dagegen nur in geringem Umfang in Betrieb.

In beiden Szenarien wird von einem steigenden Nah- und Fernwärmebedarf ausgegangen, wobei sich allerdings das Ausmaß der Steigerung sowie die Verteilung auf Einsatzbrennstoffe und Erzeugungsarten deutlich unterscheiden.

Die Bereitstellung der Nah- und Fernwärme im Trend-Szenario erfolgt praktisch ausschließlich in wärmeorientierten KWK-Systemen. Im ÖKO-Szenario wird dagegen ein deutlicher Zubau von stromorientierten Heizkraftwerken (Entnahme-Kondensation) angenommen.

Die Stromkennzahl (Verhältnis Strom- zu Wärmeleistung) der Heizkraftwerke im öffentlichen Bereich (Nah- und Fernwärme) steigt sowohl im Trend- wie auch im ÖKO-Szenario deutlich an, in letzterem allerdings stärker. Damit kann bei gleicher Wärmenachfrage mehr Strom in KWK erzeugt werden. Eine Übersicht zu den Kenndaten der Heizkraftwerke in den Szenarien geben die folgenden Tabellen.

Tabelle 99 Kenndaten zur Fern- und Nahwärme in Westdeutschland im Trend-Szenario (Angaben in GWh)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Verteilverluste	15,5%	13,0%	12,0%	10,0%	9,0%	9,0%

Nutzungsgrade						
n-ges stromor. HKW	88,0%	88,0%	88,0%	90,0%		
90,0%	90,0%					
n-ges sonstige HKW	85,0%	85,0%	85,0%	86,0%		
87,0%	87,0%					
n-th Heizwerke	87,0%	87,0%	87,0%	87,0%	87,0%	87,0%
Stromkennzahlen						
k stromor. HKW	0,50	0,50	0,60	0,65		
0,65	0,75					
k sonstige HKW	0,36	0,36	0,40	0,45	0,48	0,48
Aufteilung Fernwärme						
stromor. HKW	0%	0%	0%	0%		
0%	0%					
sonstige HKW	63%	70%	75%	80%		
80%	85%					
Heizwerke	37%	30%	25%	20%		
20%	15%					
- davon solar	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabelle 100 Kenndaten zur Fern- und Nahwärme in Westdeutschland im ÖKO-Szenario

	1987	1990	1995	2000	2005	
2010						
Verteilverluste	15,5%	13,0%	12,0%	10,0%	9,0%	9,0%
Nutzungsgrade						
n-ges stromor. HKW	88,0%	88,0%	88,0%	90,0%		
90,0%	90,0%					
n-ges sonstige HKW	85,0%	85,0%	85,0%	87,0%		
88,0%	89,0%					
n-th Heizwerke	87,0%	87,0%	87,0%	87,0%	87,0%	87,0%
Stromkennzahlen						
k stromor. HKW	0,50	0,50	0,55	0,63		
0,65	0,70					
k sonstige HKW	0,36	0,36	0,40	0,60	0,75	0,75

Aufteilung Fernwärme						
	stromor. HKW	0%	0%	0%	10%	
20%	30%					
	sonstige HKW	63%	70%	80%	80%	
70%	65%					
	Heizwerke	37%	30%	20%	10%	
10%	5%					
	- davon solar	0%	0%	0%	25%	50%

Bei den Heizwerken wird im ÖKO-Szenario ab dem Jahr 2005 ein Anteil von solaren Nahwärmesystemen einbezogen. Hierbei dient ein Kollektorfeld zur Unterstützung von Kraft-Wärme-Systemen. Damit wird eine längerfristig wichtige Option zur Nutzung regenerativer Energien im Heizungsbereich im Szenario eingeführt, die Bedeutung dieser Anlagen wird allerdings beim heutigen Technikstand erst nach 2010 steigen.

Die Brennstoffwahl für die KWK-Systeme erfolgt in den Szenarien strategiebedingt unterschiedlich. Während im Trend-Szenario die vorhandenen KWK-Systeme auf Kohlebasis erhalten bleiben und jeweils rund 40 % der Fernwärme erzeugen (vgl. Tabelle 101), sinkt dieser Anteil im ÖKO-Szenario auf 10 % im Jahr 2010 ab (siehe Tabelle 102). Dafür wächst im ÖKO-Szenario der Anteil des Erdgases stark an, während schweres Heizöl komplett verdrängt wird.

Dieser Gas-Zuwachs beruht auf dem starken Zubau dezentraler Anlagen (Gasmotoren und Gasturbinen), die kleinere Nahwärmenetze versorgen.

Tabelle 101 Aufteilung des Brennstoffeinsatzes in den öffentlichen HKW Westdeutschlands im Trend-Szenario

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
--	------	------	------	------	------	------

Steinkohle:	39,3%	36,0%	39,7%	40,3%	40,5%
40,7%					
Braunkohle:	2,8%	2,7%	2,4%	2,0%	1,9%
1,7%					
sonst.f.Brennst.:	6,6%	8,3%	10,3%	11,4%	12,6%
13,0%					
Heizöl schwer:	12,7%	12,6%	10,6%	8,2%	5,3%
3,1%					
Heizöl leicht:	4,5%	4,5%	3,7%	2,9%	1,9%
1,0%					
Erdgas:	31,4%	32,9%	30,7%	33,0%	35,9%
38,8%					
sonst. Gase:	2,4%	2,7%	2,3%	1,9%	1,6%
1,4%					
Atomkraft:	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%

Tabelle 102 Aufteilung des Brennstoffeinsatzes in den öffentlichen HKW Westdeutschlands im ÖKO-Szenario

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Steinkohle:	39,3%	36,0%	20,0%	15,0%	15,0%	
10,0%						
Braunkohle:	2,8%	2,7%	2,5%	2,0%	2,0%	
2,0%						
sonst.f.Brennst.:	6,6%	8,3%	10,0%	10,0%	15,0%	
20,0%						
Heizöl schwer:	12,7%	12,6%	0,0%	0,0%	0,0%	
0,0%						
Heizöl leicht:	4,5%	4,5%	5,0%	7,5%	10,0%	
10,0%						
Erdgas:	31,4%	32,9%	60,0%	63,0%	55,5%	
55,5%						
sonst. Gase:	2,4%	2,7%	2,5%	2,5%	2,5%	
2,5%						
Atomkraft:	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	

Die Entwicklung in Ostdeutschland

Die Heizkraft-Systeme in den neuen Bundesländern werden im Trend- und ÖKO-Szenario zügig auf einen modernen technischen Stand umgerüstet, bei Neuanlagen werden die den westdeutschen Anlagen vergleichbaren Techniken eingesetzt²⁹. Tabelle 103 zeigt die Kenndaten der KWK-Anlagen. Im Unterschied zu den alten Bundesländern werden keine stromorientierten Heizkraftwerke auf Steinkohlebasis zugebaut, sondern eine stärkere Mischung aus Gas- und Braunkohleanlagen modernen Typs. Dies liegt darin begründet, daß der Bedarf an zusätzlichem Kondensationsstrom aus KWK-Anlagen in den neuen Ländern relativ gering bleibt.

Tabelle 103 Kenndaten zur Fern- und Nahwärme in Ostdeutschland im Trend- und ÖKO-Szenario

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Verteilverluste:	15,0%	15,0%	13,5%	12,0%	10,0%	10,0%
Nutzungsgrade						
n-ges stromor. HKW:		88,0%	88,0%	88,0%	90,0%	90,0%
90,0%						
n-ges sonstige HKW:		80,0%	80,0%	80,0%	85,0%	87,0%
87,0%						
n-th Heizwerke:	80,0%	80,0%	82,5%	85,0%	87,0%	87,0%
Stromkennzahlen						
k stromor. HKW:		0,50	0,50	0,60	0,65	0,65
0,75						
k sonstige HKW:	0,13	0,13	0,18	0,35	0,45	0,48
Aufteilung Fernwärme						
stromor. HKW:		0%	0%	0%	0%	0%
0%						
sonstige HKW:		50%	50%	60%	70%	75%
80%						
Heizwerke		50%	50%	40%	30%	25%
20%						
- davon solar	0%	0%	0%	0%	0%	0%

²⁹ Die Daten für die öffentlichen Kraftwerke, die öffentlichen Heizkraftwerke sowie die Industrieanlagen sind der internen Datenbank "DDR-Kraftwerke" des ÖKO-Instituts entnommen.

Die Bereitstellung von Nah- und Fernwärme durch die verschiedenen KWK-Systeme und Brennstoffe erfolgt im Trend- und ÖKO-Szenario nach der gleichen Struktur (siehe Tabelle 104). Der Braunkohleeinsatz geht stark zurück, während Erdgas und in geringerem Maße auch Steinkohle Anteile zugewinnen. Der drastische Anstieg des Gaseinsatzes in der Kraft-Wärme-Kopplung nach 1990 beruht auf der in beiden Szenarien unterstellten Sanierung bestehender Heizwerke (inkl. Blockheizungen) durch dezentrale KWK-Anlagen sowie die Neuerrichtung von KWK-Anlagen bei der Ausweisung von Neubaugebieten und Gewerbeansiedlungen.

Tabelle 104 Aufteilung des Brennstoffeinsatzes in den öffentlichen HKW im Trend- und ÖKO-Szenario für Ostdeutschland

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Steinkohle:		0,0%	0,0%	5,0%	10,0%	15,0%
Braunkohle:		87,0%	87,0%	57,5%	35,0%	30,0%
sonst.f.Brennst.:		0,0%	0,0%	2,5%	5,0%	5,0%
Heizöl schwer:		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Heizöl leicht:		0,0%	0,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Erdgas:		13,0%	13,0%	30,0%	45,0%	45,0%
sonst. Gase:		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Atomkraft:		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

5.2.2 Industrielle Kraft-Wärme-Kopplung

Der Bereich der industriellen Kraft-Wärme-Kopplung wurde im Modell ähnlich differenziert abgebildet wie die öffentliche KWK, wobei allerdings zwischen den Techniken zur Bereitstellung von KWK-Strom noch weiter unterschieden wurde.

Ausgehend von der schon heute stattfindenden gekoppelten Stromerzeugung wurde für das Trend-Szenario entsprechend den Ansätzen der *Energieprognose 2010* (PROGNOS/ISI 1990) eine gleichbleibende Erzeugung angenommen, d.h. die heute betriebenen Anlagen werden fortgeschrieben (vgl. Tabelle 105).

Tabelle 105 KWK-Stromerzeugung in der westdeutschen Industrie im Trend-Szenario bis zum Jahr 2010 (in GWh)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
--	------	------	------	------	------	------

aus Steinkohle	12.480	12.534	12.000	12.000	12.000
12.000					
aus Braunkohle	1.756	1.763	1.700	1.700	1.700
1.700					
aus Erdgas	8.090	8.126	8.500	8.500	8.500
8.500					
aus Biomasse	574	576	600	600	600
600					
Summe KWK-Strom	22.900	23.000	22.201	22.201	22.201

Parallel zur KWK stellt die Industrie auch Kondensationsstrom bereit, der in Eigenanlagen erzeugt wird. Wie bei der KWK wurde die heutige Erzeugung im Trend-Szenario größenordnungsmäßig als konstant angenommen, während die Struktur sich (u.a. wegen kostenträchtigen Umweltauflagen) von der Kohle hin zu Erdgas entwickelt (vgl. Tabelle 106).

Tabelle 106 Kondensations-Stromerzeugung in der westdeutschen Industrie im Trend-Szenario bis zum Jahr 2010 (in GWh)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
aus Steinkohle	49%	43%	40%	35%	30%	30%
25%						
aus Braunkohle	7%	6%	5%	5%	5%	5%
5%						
aus Erdgas	35%	41%	45%	50%	55%	55%
60%						
aus Biomasse	9%	10%	10%	10%	10%	10%
10%						
Summe Kond-Strom	43.500	43.400	40.799	40.799	40.799	40.799

Im ÖKO-Szenario wird dagegen die industrielle KWK zu Lasten der reinen Prozeßwärmebereitstellung deutlich ausgeweitet. Der direkte Kohleeinsatz zur Prozeßwärmeerzeugung wird bis zum Jahr 2010 zu 30 % (Steinkohle) bzw 75 % (Braunkohle) durch KWK-Wärme ersetzt. Diese Annahme resultiert aus der relativ leicht durchzuführenden Umrüstung von kohlenutzenden Prozeßwärme-Anlagen, die im Szenario-Zeitraum altersbedingt vollständig zu erneuern sind. Der direkte Öl- und Gaseinsatz zur Prozeßwärmeerzeugung wird bis zum Jahr 2010 nur zu 20 bzw. 22 % durch KWK ersetzt, da hier wegen Platzmangel und fehlendem Personal wesentlich größere Hemmnisse gegen eine Umrüstung auf KWK-Anlagen zu verzeichnen sind.

Insgesamt ersetzt Prozeßwärme aus KWK-Anlagen im Jahr 2010 rund 1/4 der direkten Prozeßwärmebereitstellung aus Brennstoffen (vgl. Tabelle 107).

Tabelle 107 Annahmen zur Substitution von Prozeßwärme durch KWK-Wärme in der westdeutschen Industrie bis zum Jahr 2010 im ÖKO-Szenario

substituierte Anteile an	1987	1990	1995	2000	2005	2010	
Steinkohle		0%		0%	5%	10%	25%
30%							
Braunkohle		0%		0%	5%	10%	25%
75%							
Mineraloelprodukte		0%		0%	5%	10%	15%
20%							
Gase		0%		0%	5%	15%	15%
22%							
an ges. Prozwärme	0%	0%	5%	13%	17%	25%	

Die industrielle KWK erfolgt einerseits durch kohlebetriebene Gegendruck-Heizkraftwerke, andererseits durch Gasmotor-BHKW und insbesondere Gasturbinen und GuD-HKW auf Erdgasbasis, die höhere Stromkennzahl aufweisen. Auch Biomasse als Brennstoff (aus industriellen Reststoffen) wird in Industrie-HKW zunehmend eingesetzt, wobei hier vor allem Biogas aus Fermentation und thermischer Vergasung wichtig wird. Die Stromerzeugung aus Industrie-HKW erfolgt im Jahr 2010 zu rund 15 % aus Steinkohle, zu 8 % aus Braunkohle sowie zu fast 60 % aus Erdgas (vgl. Tabelle 108).

Die Anteile an Erdgas sind von 1990 bis zum Jahr 2000 wegen der raschen Ausbaumöglichkeiten dezentraler Gas-HKW im Industriebereich strategiebedingt höher (50-70 %), werden aber längerfristig durch die "langsameren" Kohle-HKW wieder reduziert.

Eine wichtige Rolle bei der schnellen Realisierung der industriellen KWK-Potentiale spielt neben dem Zubau auch die Verbesserung *bestehender* Anlagen durch moderne Gasturbinen ("topping") und Kombi-Heizkraftwerke, womit bei gleicher Wärmenutzung deutlich mehr Strom bereitgestellt werden kann.

Tabelle 108 KWK-Stromerzeugung in der westdeutschen Industrie im ÖKO-Szenario bis zum Jahr 2010 (in GWh)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
--	------	------	------	------	------	------

aus Steinkohle	12.480	12.534	13.227	17.488	21.898
14.734					
aus Braunkohle	1.756	1.763	2.460	3.423	4.113
7.377					
aus Erdgas	8.090	8.126	10.191	26.292	42.521
54.565					
aus Biomasse	574	576	576	1.532	6.646
18.188					
Summe KWK	22.900	23.000	26.455	48.736	75.178
	94.864				

Die "konventionelle" Stromerzeugung über Kondensationskraftwerke im Industriebereich geht im ÖKO-Szenario bis zum Jahr 2010 gegen Null zurück, d.h. es wird nur noch KWK-Strom erzeugt (vgl. Tabelle 109). Schon nach 1995 wird die Kondensationsstrom-Erzeugung in dem Maße zurückgenommen, wie Zubau und Verbesserung der KWK-Anlagen diesen Strom substituiert. Die Brennstoffbasis der Kondensationsstromerzeugung wird im ÖKO-Szenario überwiegend durch Erdgas geprägt, wie dies auch im Trendszenario unterstellt wurde.

Tabelle 109 Kondensations-Stromerzeugung in der westdeutschen Industrie im ÖKO-Szenario bis zum Jahr 2010 (in GWh)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
aus Steinkohle		49%	43%	20%	20%	20%
20%						
aus Braunkohle		7%	6%	5%	5%	5%
5%						
aus Erdgas		35%	41%	70%	68%	65%
60%						
aus Biomasse		9%	10%	5%	8%	10%
15%						
Summe Kond-Strom	43.500	43.400	45.000	25.000	10.000	0

Die Entwicklung in Ostdeutschland

In den neuen Bundesländern tritt zusätzlich zur heutigen industriellen KWK schon im Trendszenario die Möglichkeit auf, Prozeßwärme statt direkt über Brennstoffe indirekt über KWK-Anlagen zu erzeugen. Diese Option wird insbesondere für bisher mit Braunkohle befeuerte Industriekessel relevant, während der Gaseinsatz in Einzelfällen ebenfalls betroffen sein kann. Daher wurde im Trendszenario eine Substitution von Prozeßwärme durch KWK-Abwärme angenommen, deren Umfang Tabelle 110 zeigt.

Tabelle 110 Annahmen zur Substitution von Prozeßwärme durch KWK-Wärme in der ostdeutschen Industrie bis zum Jahr 2010 im Trendszenario

substituierte Anteile an	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Steinkohle		0%	0%	0%	0%	0%
Braunkohle		0%	0%	1%	3%	5%
Mineraloelprodukte		0%	0%	0%	0%	0%
Gase		0%	0%	0%	1%	3%
an ges. Prozeßwärme	0%	0%	0%	1%	2%	4%

Bedingt durch den wirtschaftlichen Einbruch in der Industrie in den frühen 90er Jahren sinkt die KWK-Stromerzeugung bis 1995 stark ab, wozu auch die mangelnde Umweltausrüstung der bestehenden Anlagen beiträgt (Stilllegung). Danach steigt die Erzeugung wieder an und übertrifft im Jahr 2010 leicht die im Basisjahr (vgl. Tabelle 111).

Tabelle 111 KWK-Stromerzeugung in der ostdeutschen Industrie im Trend-Szenario bis zum Jahr 2010 (in GWh)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
aus Steinkohle		0	0	35	356	958
aus Braunkohle	6.444	6.000	3.000	3.000	1.800	
aus Erdgas		220	200	233	668	1.635
aus Biomasse		530	500	500	500	500
Summe KWK	7.194	6.700	3.268	4.025	4.393	8.281

Wie in den alten Bundesländern wird auch in Ostdeutschland in der Industrie Strom in Kondensationsanlagen erzeugt, wobei ganz überwiegend Braunkohle als Brennstoff dient (vgl. Tabelle 112). Durch den wirtschaftlichen Einbruch zu Beginn der 90er Jahre geht diese Stromerzeugung drastisch zurück und wird auch in den Folgejahren nur auf geringem Niveau beibehalten. Die Rolle der Biomasse (Reststoffe) nimmt hierbei leicht zu, während der Braunkohleeinsatz zurückgeht.

Tabelle 112 Kondensations-Stromerzeugung in der ostdeutschen Industrie im Trend-Szenario bis zum Jahr 2010 (in GWh)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010	
aus Steinkohle		0%	0%	0%	0%	0%	0%
aus Braunkohle		93%	93%	93%	92%	92%	90%
aus Erdgas		3%	3%	3%	3%	3%	3%
aus Biomasse		5%	5%	5%	6%	6%	8%
Summe Kond-Strom	14.286	13.300	6.667	8.000	6.000	4.000	

Im ÖKO-Szenario wird wie in den alten Bundesländern eine höhere Substitutionsrate von Prozeßwärme durch KWK angenommen, die im Jahr 2010 praktisch der im Westen entspricht (vgl. Tabelle 113). Auch in Ostdeutschland bildet der Ersatz von direkter Braun- und Steinkohlenutzung den Schwerpunkt der industriellen KWK-Strategie.

Tabelle 113 Annahmen zur Substitution von Prozeßwärme durch KWK-Wärme in der ostdeutschen Industrie bis zum Jahr 2010 im ÖKO-Szenario

substituierte Anteile an	1989	1990	1995	2000	2005	2010	
Steinkohle		0%	0%	5%	10%	10%	20%
Braunkohle		0%	0%	5%	10%	10%	30%
Mineraloelprodukte		0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gase		0%	0%	0%	5%	5%	10%
an ges. ProzWärme	0%	0%	2%	6%	13%	13%	26%

Durch den Zubau moderner KWK-Anlagen und die Sanierung der energetisch recht ungünstigen bestehenden Anlagen kann in den neuen Bundesländern nach 1995 ein ähnlich hoher Anstieg der industriellen KWK-Stromerzeugung erreicht werden wie in Westdeutschland (vgl. Tabelle 114). Steinkohle und Erdgas tragen diesen Zuwachs, während die Braunkohlenutzung stark zurückgeht. Biomasse übernimmt auch im ÖKO-Szenario eine spürbare Rolle bei der KWK-Stromerzeugung.

Tabelle 114 KWK-Stromerzeugung in der ostdeutschen Industrie im ÖKO-Szenario bis zum Jahr 2010 (in GWh)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
aus Steinkohle		0	0	258	2.073	5.078
13.609						
aus Braunkohle		6.444	6.000	3.000	3.000	1.800
1.200						
aus Erdgas		220	200	436	2.650	6.667
15.560						
aus Biomasse		530	500	506	772	1.641
4.340						
Summe KWK	7.194	6.700	3.694	7.723	13.545	30.370

Die "Nur"-Stromerzeugung aus Kondensationskraftwerken der Industrie wird im ÖKO-Szenario wegen des starken Ausbaus der KWK-Anlagen zurückgenommen und findet ab dem Jahr 2005 überhaupt nicht mehr statt (vgl. Tabelle 115).

Tabelle 115 Kondensations-Stromerzeugung in der ostdeutschen Industrie im Trend-Szenario bis zum Jahr 2010 (in GWh)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
--	------	------	------	------	------	------

0%	aus Steinkohle	0%	0%	0%	0%	0%
88%	aus Braunkohle	93%	93%	93%	92%	90%
3%	aus Erdgas	3%	3%	3%	3%	3%
10%	aus Biomasse	5%	5%	5%	6%	8%
	Summe Kond-Strom	14.286	13.300	5.000	4.000	0

6.3 Regenerative Energien zur Strombereitstellung

Der Schwerpunkt bei dem Einsatz von regenerativen Energiequellen liegt auf der Stromerzeugung. Dies vor allem deshalb, weil die derzeitige Stromerzeugung auf fossiler und nuklearer Basis zu über 90% in reinen Kondensationkraftwerken erfolgt, die nur einen geringen Wirkungsgrad aufweisen. Eine Kilowattstunde Strom, mit regenerativen Energieträgern erzeugt, kann somit drei Kilowattstunden aus fossilen oder nuklearen Primärenergieträgern und die damit verbundenen Schadstoffemissionen einsparen.

Im Trendszenario werden erneuerbare Energien nur in geringem Umfang zur Stromerzeugung genutzt, wobei diese Annahmen wiederum auf der *Energieprognose 2010* (PROGNOS/ISI 1990) beruhen. Die Wasserkraftnutzung steigt leicht an, und Windkraft wird im Umfang von 1 TWh Erzeugung zugebaut. Solarstrom spielt im Trendszenario keine Rolle, während die Biomassenutzung (hier inkl. Müllverbrennung !) stark zunimmt.

Insgesamt steigt die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von rund 27 TWh im 1987 auf knapp 41 TWh im Jahr 2010 an. Gegenüber den fossilen und nuklearen Stromerzeugung ist dies aber nur ein kleiner Anteil (vgl. Tabelle 116a). Auch die Brutto-Leistung der Regenerativen ist mit 590 MW Wind und 20 MW Photovoltaik im Jahr 2010 geradezu vernachlässigbar, während Wasserkraft und Biomasse immerhin rund 10 % der gesamten Kraftwerksleistung bereitstellen (vgl. Tabelle 116b).

Im ÖKO-Szenario erfolgt dagegen ein strategischer Ausbau der Wind- und Solarenergie-nutzung zu Stromerzeugung.

Die Anlagengrößen und Aufteilung der installierten Leistung für Windkraftwerke und Photovoltaik wurde entsprechend dem CO₂-optimierten GRÜNEN Energiewende-Szenario vorgenommen (vgl. ÖKO 1990). Danach stellen Wasser- und Windkraftwerke im Jahr 2010 jeweils rund 30 TWh Strom bereit, während Photovoltaikanlagen immerhin 8 TWh - mehr als ein großer AKW-Block - erzeugen. Auch die Biomasse hat - ähnlich wie im Trendszenario - eine stark steigende Rolle bei der Stromerzeugung, wobei allerdings *keine* Müllverbrennung (wie in Trend) eingerechnet wurde.

Die regenerativen Energien zusammengenommen erzeugen im ÖKO-Szenario mit 109 TWh über 1/3 des gesamten Strombedarfs (vgl. Tabelle 117a) und stellen 40 % der Kraftwerksleistung bereit (vgl. Tabelle 117b).

Die Entwicklung in Ostdeutschland

Das Trend-Szenario für die neuen Bundesländer übernimmt die Logik des Aufbaus der erneuerbaren Stromerzeuger aus der Entwicklung im Westen, d.h. Wind und Solarenergie werden zwar zugebaut, spielen aber mengenmäßig nur eine geringe Rolle. Auch die Wasserkraft ist nur von untergeordneter Bedeutung, während die Stromerzeugung aus Biomasse (in Trend inkl. Müllverbrennung) stark zunimmt. Mit zusammengekommen weniger als 10 TWh Strom liefern die erneuerbaren Energien im Jahr 2010 unter 6 % des Strombedarfs (vgl. Tabelle 118a), und auch leistungsmäßig sind sie mit rund 2250 MW gegenüber insgesamt rund 33.200 MW unbedeutend.

Im ÖKO-Szenario für die neuen Bundesländer wird dagegen wie im Westen eine strategische Erschließung dieser Ressourcen angenommen. Die Datenbasis für die nutzbaren Potentiale in Ostdeutschland ist allerdings praktisch nicht vorhanden, sodaß die Szenariodefinition auf eigenen Schätzungen und Plausibilitätsannahmen beruht.

Für die Photovoltaik wurde ein Ausbauziel von 25 % der westdeutschen Leistung angenommen, während für Windkraft die küstennahen Potentiale mit 20 % der westdeutschen geschätzt wurden.

Damit ergibt sich im Jahr 2010 eine Gesamterzeugung von rund 21 TWh Strom aus regenerativen Energien, was knapp 17 % des (durch Einsparung reduzierten) Bedarfs entspricht (vgl. Tabelle 119a).

Die Leistung der regenerativen Stromerzeuger liegt bei rund 1/4 der Gesamtleistung im Jahr 2010 (vgl. Tabelle 119b). Somit können in den neuen Bundesländern zwar nicht die hohen Anteile der Regenerativen wie im Westen erreicht werden, aber die Basis für eine längerfristige Umgestaltung der Stromerzeugung in Richtung erneuerbarer Energien ist im ÖKO-Szenario geschaffen.

6.4 Zusammenfassung zur Strombereitstellung

Die o.g. Szenariodaten im Kraft- und Heizkraftwerkssektor fassen die folgenden Tabellen für das Trend- und ÖKO-Szenario in West- und Ostdeutschland zusammen.

Tabelle 116a Strombereitstellung durch Kraft- und Heizkraftwerke im Trend-Szenario für Westdeutschland (in GWh)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Öffentl. Kraftwerke	335.714	387.378	394.157	403.492	423.002	438.709

119.575	Steinkohle	92.161	117.598	121.700	107.000		
	134.125						
62.310	Braunkohle	72.104	73.700	62.310	62.310		
	62.310						
2.375	Öl	6.324	5.090	3.636	3.500		
	1.250						
63.000	Gas	14.092	18.386	33.240	57.000		
	63.000						
145.745	AKW	129.506	150.125	147.939	145.745		
	145.745						
9	Solar	0	0	2	5		
	18						
639	Wind	3	16	133	358		
	1.025						
20.766	Wasser	18.123	18.443	19.838	20.459		
	21.078						
	<u>Biomasse</u>	<u>3.400</u>	<u>4.020</u>	<u>5.358</u>	<u>7.115</u>	<u>8.583</u>	<u>10.157</u>
	<i>Öffentliche KWK</i>	<i>13.101</i>	<i>14.596</i>	<i>19.407</i>	<i>24.306</i>	<i>27.287</i>	<i>30.648</i>
11.085	Steinkohle	5.164	5.270	7.728	9.825		
	12.511						
520	Braunkohle	368	395	467	488		
	523						
1.971	Öl	2.260	2.503	2.784	2.706		
	1.260						
10.264	Gas	4.441	5.212	6.423	8.508		
	12.357						
	<u>Biomasse</u>	<u>867</u>	<u>1.215</u>	<u>2.005</u>	<u>2.779</u>	<u>3.449</u>	<u>3.996</u>
	<i>Industrie-Kraftwerke</i>	<i>43.500</i>	<i>43.400</i>	<i>40.799</i>	<i>40.799</i>	<i>40.799</i>	<i>40.799</i>
12.240	Steinkohle	21.463	18.698	16.320	14.280		
	10.200						
2.040	Braunkohle	3.010	2.627	2.040	2.040		
	2.040						
22.440	Gas	15.112	17.734	18.360	20.400		
	24.480						
	<u>Biomasse</u>	<u>3.915</u>	<u>4.340</u>	<u>4.080</u>	<u>4.080</u>	<u>4.080</u>	<u>4.080</u>
	<i>Industrie-KWK</i>	<i>22.900</i>	<i>23.000</i>	<i>22.801</i>	<i>22.801</i>	<i>22.801</i>	<i>22.801</i>

12.000	Steinkohle	12.480	12.534	12.000	12.000
	12.000				
1.700	Braunkohle	1.756	1.763	1.700	1.700
	1.700				
8.500	Erdgas	8.090	8.126	8.500	8.500
	8.500				
	Biomasse	574	576	600	600
				600	600
	Summe Kond. fossil	224.266	253.834	257.606	266.529
	Summe KWK fossil	34.560	35.804	39.602	43.727
	Summe regenerativ	26.883	28.610	32.016	35.396
	Gesamt-Summe	415.215	468.373	477.164	491.398
				513.890	532.956

Tabelle 116b Brutto-Leistung der Kraft- und Heizkraftwerke im Trend-Szenario für Westdeutschland (in MW)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Öffentl. Kraftwerke	79.032	82.220	82.667	87.067	86.296	84.584
Steinkohle		23.332	24.237	25.000	25.000	25.000
Braunkohle		12.542	11.000	9.300	9.300	9.300
Öl		7.269	7.272	7.272	7.000	7.000
Gas		9.407	9.193	10.693	15.000	15.000
AKW		19.778	23.457	22.415	21.753	21.753
Solar		0	1	2	5	5
Wind		2	10	95	243	243
Wasser		6.181	6.450	7.102	7.704	7.704
Biomasse	521	600	788	1.062	1.281	1.516
Öffentliche KWK	8.107	9.122	10.781	9.722	7.796	7.662

3.167	Steinkohle	3.196	3.294	4.293	3.930		
	3.128						
149	Braunkohle	228	247	260	195		
	131						
563	Öl	1.399	1.565	1.546	1.082		
	315						
2.932	Gas	2.748	3.257	3.569	3.403		
	3.089						
	Biomasse	537	759	1.114	1.112	985	999
	<i>Industrie-Kraftwerke</i>	10.022	10.029	9.696	9.696	9.696	9.696
3.060	Steinkohle	5.081	4.427	4.080	3.570		
	2.550						
346	Braunkohle	510	445	346	346		
	346						
5.610	Gas	3.778	4.434	4.590	5.100		
	6.120						
	Biomasse	653	723	680	680	680	680
	<i>Industrie-KWK</i>	4.907	4.928	4.908	4.908	4.908	4.908
2.400	Steinkohle	2.496	2.507	2.400	2.400		
	2.400						
283	Braunkohle	293	294	283	283		
	283						
2.125	Erdgas	2.023	2.031	2.125	2.125		
	2.125						
	Biomasse	96	96	100	100	100	100
	Summe Kond. fossil	61.919	61.008	61.281	65.316	64.066	61.816
	Summe KWK fossil	12.382	13.195	14.476	13.419	11.620	11.471
	Summe regenerativ	7.989	8.639	9.881	10.906	11.258	11.810
	Gesamt-Summe	102.068	106.299	108.053	111.393	108.696	106.850

Tabelle 117a Strombereitstellung durch Kraft- und Heizkraftwerke im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (in GWh)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Öffentl. Kraftwerke	335.364	387.378	338.953	245.162	169.431	112.209

67.583	Steinkohle	91.161	117.598	126.552	98.224		
	18.255						
7.200	Braunkohle	72.104	73.700	55.800	41.400		
	0						
0	Öl	6.324	5.090	47.268	2.500		
	0						
41.500	Gas	14.092	18.386	84.255	67.961		
	13.700						
0	AKW	129.506	150.125	0	0		
	0						
2.668	Solar	0	0	23	418		
	8.074						
15.000	Wind	3	16	1.000	6.000		
	30.100						
26.480	Wasser	18.123	18.443	19.930	22.660		
	30.080						
	<u>Biomasse</u>	<u>3.400</u>	<u>4.020</u>	<u>4.125</u>	<u>6.000</u>	<u>9.000</u>	<u>12.000</u>
	<i>Öffentliche KWK</i>	<i>13.101</i>	<i>14.596</i>	<i>21.179</i>	<i>46.569</i>	<i>76.856</i>	<i>96.240</i>
34.903	Steinkohle	5.164	5.270	4.236	14.501		
	47.453						
987	Braunkohle	368	395	529	755		
	1.084						
4.936	Öl	2.260	2.503	1.059	2.830		
	5.421						
28.627	Gas	4.441	5.212	13.237	24.711		
	31.441						
	<u>Biomasse</u>	<u>867</u>	<u>1.215</u>	<u>2.118</u>	<u>3.773</u>	<u>7.404</u>	<u>10.842</u>
	<i>Industrie-Kraftwerke</i>	<i>43.500</i>	<i>43.400</i>	<i>45.000</i>	<i>25.000</i>	<i>10.000</i>	<i>0</i>
2.000	Steinkohle	21.463	18.698	9.000	5.000		
	0						
500	Braunkohle	3.010	2.627	2.250	1.250		
	0						
6.500	Gas	15.112	17.734	31.500	16.875		
	0						
	<u>Biomasse</u>	<u>3.915</u>	<u>4.340</u>	<u>2.250</u>	<u>1.875</u>	<u>1.000</u>	<u>0</u>
	<i>Industrie-KWK</i>	<i>22.900</i>	<i>23.000</i>	<i>26.455</i>	<i>48.736</i>	<i>75.178</i>	<i>94.864</i>

	Steinkohle	12.480	12.534	13.227	17.488
21.898	14.734				
	Braunkohle	1.756	1.763	2.460	3.423
4.113	7.377				
	Erdgas	8.090	8.126	10.191	26.292
42.521	54.565				
	Biomasse	574	576	1.532	6.646
					18.188
Summe Kond. fossil		224.266	253.834	356.625	233.210
Summe KWK fossil		34.560	35.804	44.940	90.000
Summe regenerativ		26.883	28.610	30.022	68.198
Gesamt-Summe		415.215	468.373	431.587	365.467
					331.465
					303.314

Tabelle 117b Brutto-Leistung der Kraft- und Heizkraftwerke im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (in MW)

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Öffentl. Kraftwerke	79.032	82.220	61.385	61.760	47.200	45.060
Steinkohle		23.332	24.237	24.000		21.500
14.000	2.500					
Braunkohle		12.542	11.000	9.300		6.900
1.200	0					
Öl		7.269	7.272	7.272		5.000
0	0					
Gas		9.407	9.193	12.693		16.500
12.000	10.000					
AKW		19.778	23.457		0	0
0	0					
Solar		0	1		20	360
2.300	6.960					
Wind		2	10		500	3.000
7.500	14.000					
Wasser		6.181	6.450		6.850	7.500
8.700	9.600					
Biomasse	521	600	750	1.000	1.500	2.000
Öffentliche KWK	8.107	9.122	11.766	16.073	17.158	18.222

5.171	Steinkohle	3.196	3.294	2.353	3.246		
	6.025						
282	Braunkohle	228	247	294	302		
	271						
1.410	Öl	1.399	1.565	588	1.132		
	1.355						
8.179	Gas	2.748	3.257	7.354	9.884		
	7.860						
	Biomasse	537	759	1.177	1.509	2.115	2.710
	<i>Industrie-Kraftwerke</i>	10.022	10.029	10.881	5.993	2.376	0
500	Steinkohle	5.081	4.427	2.250	1.250		
	0						
85	Braunkohle	510	445	381	212		
	0						
1.625	Gas	3.778	4.434	7.875	4.219		
	0						
	Biomasse	653	723	375	313	167	0
	<i>Industrie-KWK</i>	4.907	4.928	5.699	10.897	16.803	20.849
4.380	Steinkohle	2.496	2.507	2.645	3.498		
	2.947						
686	Braunkohle	293	294	410	571		
	1.229						
10.630	Erdgas	2.023	2.031	2.548	6.573		
	13.641						
	Biomasse	96	96	96	255	1.108	3.031
	Summe Kond. fossil	61.919	61.008	63.771	55.581	29.410	12.500
	Summe KWK fossil	12.382	13.195	16.193	25.205	30.737	33.329
	Summe regenerativ	7.989	8.639	9.768	13.937	23.390	38.302
	Gesamt-Summe	102.068	106.299	89.732	94.723	83.537	84.131

Tabelle 118a Strombereitstellung durch Kraft- und Heizkraftwerke im Trend-Szenario für Ostdeutschland (in GWh)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
<i>Öffentl. Kraftwerke</i>	91.415	83.810	87.058	107.965	121.823	136.766

40.625	Steinkohle	0	0	6.500	26.000		
	45.500						
48.642	Braunkohle	78.790	77.769	62.732	48.642		
	48.642						
192	Öl	4	192	192	192		
	192						
27.239	Gas	229	229	15.989	29.739		
	35.339						
0	AKW	12.282	5.511	0	0		
	0						
14	Solar	0	0	5	9		
	18						
454	Wind	0	0	31	248		
	875						
158	Wasser	110	110	110	135		
	200						
	<u>Biomasse</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>1.500</u>	<u>3.000</u>	<u>4.500</u>	<u>6.000</u>
	<i>Öffentliche KWK</i>	<i>4.624</i>	<i>4.018</i>	<i>6.706</i>	<i>18.157</i>	<i>25.781</i>	<i>30.064</i>
3.867	Steinkohle	0	0	335	1.816		
	4.510						
7.734	Braunkohle	4.023	3.496	3.856	6.355		
	9.019						
1.289	Öl	0	0	335	908		
	1.503						
11.602	Gas	601	522	2.012	8.170		
	13.529						
	<u>Biomasse</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>168</u>	<u>908</u>	<u>1.289</u>	<u>1.503</u>
	<i>Industrie-Kraftwerke</i>	<i>14.286</i>	<i>13.300</i>	<i>6.667</i>	<i>8.000</i>	<i>6.000</i>	<i>4.000</i>
0	Steinkohle	0	0	0	0		
	0						
5.400	Braunkohle	13.215	12.303	6.167	7.320		
	3.500						
150	Gas	357	333	167	200		
	100						
	<u>Biomasse</u>	<u>714</u>	<u>665</u>	<u>333</u>	<u>480</u>	<u>450</u>	<u>400</u>
	<i>Industrie-KWK</i>	<i>7.194</i>	<i>6.700</i>	<i>3.768</i>	<i>4.525</i>	<i>4.893</i>	<i>8.781</i>

958	Steinkohle	0	0	35	356		
2.854							
1.800	Braunkohle	6.444	6.000	3.000	3.000		
1.200							
1.635	Erdgas	220	200	233	668		
4.227							
	Biomasse	530	500	500	500		
	Summe Kond. fossil	92.595	90.825	91.746	112.093	122.248	133.273
	Summe KWK fossil	11.288	10.218	9.807	21.273	28.885	36.842
	Summe regenerativ	1.354	1.275	2.646	5.279	7.364	9.496
	Gesamt-Summe	117.519	107.828	104.199	138.646	158.497	179.611

Tabelle 118b Brutto-Leistung der Kraft- und Heizkraftwerke im Trend-Szenario für Ostdeutschland (in MW)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Öffentl. Kraftwerke	15.571	15.271	14.129	17.932	20.587	22.842
Steinkohle		0		0	1.000	4.000
6.250	7.000					
Braunkohle		12.743	12.443	9.363	7.260	
7.260	7.260					
Öl		384	384	384	384	
384	384					
Gas		478	478	2.978	5.478	
5.478	6.478					
AKW		1.837	1.837	0	0	
0	0					
Solar		0	0	5	10	
15	20					
Wind		0	0	20	150	
275	500					
Wasser		129	129	129	150	
175	200					
Biomasse	0	0	250	500	750	1.000
Öffentliche KWK	1.849	1.607	2.682	6.052	7.366	7.516

1.105	Steinkohle	0	0	134	605	
	1.127					
2.210	Braunkohle	1.609	1.398	1.542	2.118	
	2.255					
368	Öl	0	0	134	303	
	376					
3.315	Gas	240	209	805	2.723	
	3.382					
	Biomasse	0	0	67	303	
	<u>Industrie-Kraftwerke</u>	<u>3.145</u>	<u>2.928</u>	<u>1.468</u>	<u>1.757</u>	<u>1.313</u>
0	Steinkohle	0	0	0	0	
	0					
1.200	Braunkohle	2.937	2.734	1.370	1.627	
	778					
38	Gas	89	83	42	50	
	25					
	Biomasse	119	111	56	80	
	<u>Industrie-KWK</u>	<u>1.217</u>	<u>1.133</u>	<u>649</u>	<u>822</u>	<u>984</u>
192	Steinkohle	0	0	7	71	
	571					
300	Braunkohle	1.074	1.000	500	500	
	200					
409	Erdgas	55	50	58	167	
	1.057					
	Biomasse	88	83	83	83	
	<u>Summe Kond. fossil</u>	<u>16.631</u>	<u>16.122</u>	<u>15.137</u>	<u>18.799</u>	<u>20.610</u>
	<u>Summe KWK fossil</u>	<u>2.978</u>	<u>2.657</u>	<u>3.181</u>	<u>6.488</u>	<u>7.898</u>
	<u>Summe regenerativ</u>	<u>336</u>	<u>323</u>	<u>610</u>	<u>1.276</u>	<u>1.742</u>
	<u>Gesamt-Summe</u>	<u>21.783</u>	<u>20.939</u>	<u>18.928</u>	<u>26.563</u>	<u>30.249</u>

Tabelle 119a Strombereitstellung durch Kraft- und Heizkraftwerke im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (in GWh)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Öffentl. Kraftwerke	91.415	83.810	84.656	90.877	77.047	57.241

3.250	Steinkohle	0	0	3.250	3.250
	3.250				
35.128	Braunkohle	78.790	77.769	59.829	64.608
	8.040				
192	Öl	4	192	192	192
	192				
30.239	Gas	229	229	19.739	19.139
	30.739				
0	AKW	12.282	5.511	0	0
	0				
550	Solar	0	0	5	100
	2.320				
2.925	Wind	0	0	32	438
	6.300				
263	Wasser	110	110	110	150
	400				
	<u>Biomasse</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>1.500</u>	<u>3.000</u>
	<u>Öffentliche KWK</u>	<u>4.624</u>	<u>4.018</u>	<u>7.733</u>	<u>21.626</u>
	Steinkohle	0	0	387	2.163
4.463	5.058				
8.925	Braunkohle	4.023	3.496	4.446	7.569
	10.117				
1.488	Öl	0	0	387	1.081
	1.686				
13.388	Gas	601	522	2.320	9.732
	15.175				
	<u>Biomasse</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>193</u>	<u>1.081</u>
	<u>Industrie-Kraftwerke</u>	<u>14.286</u>	<u>13.300</u>	<u>5.000</u>	<u>4.000</u>
	Steinkohle	0	0	0	0
0	0				
0	Braunkohle	13.215	12.303	4.625	3.660
	0				
0	Gas	357	333	125	100
	0				
	<u>Biomasse</u>	<u>714</u>	<u>665</u>	<u>250</u>	<u>240</u>
	<u>Industrie-KWK</u>	<u>7.194</u>	<u>6.700</u>	<u>4.200</u>	<u>8.495</u>
				<u>15.187</u>	<u>34.710</u>

5.078	Steinkohle	0	0	258	2.073
	13.609				
1.800	Braunkohle	6.444	6.000	3.000	3.000
	1.200				
6.667	Erdgas	220	200	436	2.650
	15.560				
	Biomasse	530	500	506	772
				1.641	4.340
	Summe Kond. fossil	92.595	90.825	87.760	90.949
	Summe KWK fossil	11.288	10.218	11.233	28.267
	Summe regenerativ	1.354	1.275	2.596	5.781
	Gesamt-Summe	117.519	107.828	101.589	124.998
				121.983	125.673

Tabelle 119b Brutto-Leistung der Kraft- und Heizkraftwerke im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (in MW)

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Öffentl. Kraftwerke	15.571	15.271	13.709	15.005	14.530	13.762
500	Steinkohle	0	0	500	500	500
	500					
5.243	Braunkohle	12.743	12.443	8.943	9.643	9.643
	1.200					
384	Öl	384	384	384	384	384
	384					
5.478	Gas	478	478	3.478	3.478	3.478
	5.478					
0	AKW	1.837	1.837	0	0	0
	0					
500	Solar	0	0	5	100	100
	2.000					
1.500	Wind	0	0	20	250	250
	3.000					
175	Wasser	129	129	129	150	150
	200					
	Biomasse	0	250	500	750	1.000
	Öffentliche KWK	1.849	1.607	3.093	7.209	8.431

1.275	Steinkohle	0	0	155	721
	1.265				
2.550	Braunkohle	1.609	1.398	1.779	2.523
	2.529				
425	Öl	0	0	155	360
	422				
3.825	Gas	240	209	928	3.244
	3.794				
	Biomasse	0	0	77	360
				425	422
	<i>Industrie-Kraftwerke</i>	3.145	2.928	1.101	878
				0	0
0	Steinkohle	0	0	0	0
	0				
0	Braunkohle	2.937	2.734	1.028	813
	0				
0	Gas	89	83	31	25
	0				
	Biomasse	119	111	42	40
				0	0
	<i>Industrie-KWK</i>	1.217	1.133	745	1.706
				3.256	7.535
1.016	Steinkohle	0	0	52	415
	2.722				
300	Braunkohle	1.074	1.000	500	500
	200				
1.667	Erdgas	55	50	109	663
	3.890				
	Biomasse	88	83	84	129
				274	723
	Summe Kond. fossil	16.631	16.122	14.364	14.843
	Summe KWK fossil	2.978	2.657	3.676	8.425
	Summe regenerativ	336	323	607	1.529
				3.624	7.345
	Gesamt-Summe	21.783	20.939	18.648	24.798
				26.286	29.728

6.5 Regenerative Energien zur Wärmebereitstellung

Die regenerativen Energiequellen spielen im *Trend-Szenario* auch außerhalb der Stromerzeugung nur eine sehr geringe Rolle - weder für Solarwärme noch für Biomasse kann eine spürbare Nutzung erfolgen, da die entsprechenden Programme und Rahmenbedingungen fehlen.

Im ÖKO-Szenario wird demgegenüber davon ausgegangen, daß mittels verschiedener Förderprogramme, Informationskampagnen Weiterbildungsmaßnahmen die Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz der thermischen Solarenergie deutlich verbessert werden kann.

Für die einzelnen Optionen zur thermischen Nutzung der Solarenergie können daher große Ausbaupotentiale realisiert werden.

Die bestehenden 2.900 Frei- und 3.400 Hallenbäder werden über das Trend-Szenario hinaus mit solarthermischen Anlagen ausgerüstet. Als technisches Konzept finden je nach Temperaturniveau der Wärmenachfrage marktgängige Absorbermatten bzw. glasabgedeckte Flachkollektoren Anwendung.

Im Bereich *öffentliche Gebäude* werden solarthermische Anlagen in Gebäuden eingebaut, die auch im Sommer eine größere Energienachfrage aufweisen (Schulsporthallen, Krankenhäuser, Pflege- und Wohnheime etc.). Da Warmwasser in solchen Objekten während der heizfreien Periode heute vielfach elektrisch bereitgestellt wird, führt der Einsatz von Solarenergie zu besonders hohen Primärenergie- und Emissionseinsparungen. Aufgrund der in der Regel großen Kollektorfläche, die in solchen Fällen benötigt wird, kommen kostengünstige MEGA-Kollektoren mit Kollektor-Einzelflächen von 12 m² zum Einsatz.

Als weiteres Einsatzgebiet für Solarwärme im Kleinverbrauchssektor können *Dienstleistungsbetriebe* mit nennenswertem Warmwasserbedarf gelten (Restaurants, Kosmetik/Friseure etc.), die solargestützte Warmwassererzeugung als Marketingelement einsetzen. In der *Landwirtschaft* können Luftkollektoren verstärkt zur Trocknung dienen, bei industriellen Kleinbetrieben im Bereich der Lebensmittelindustrie kann Niedertemperaturwärme ebenfalls solar erzeugt werden.

Das ÖKO-Szenario setzt in diesen Anwendungsgebieten auf eine aktive Markteinführung durch "Paket"- und Contractingangebote von Energieagenturen, die im Zuge des Ausbaus der Kraft-Wärme-Kopplung erprobt wurden. Ab dem Jahr 2005 kann wegen der dann günstigeren Emissionsbilanz der Solarwärme gegenüber Gas-BHKW (siehe unten) der Schwerpunkt der Agenturtätigkeit auf regenerative Energien - und hier besonders Solarwärme - verlagert werden.

Im Bereich *Haushalte* werden im ÖKO-Szenario Standard-Solaranlagen zunehmend in den Gebäudebestand integriert. Vor allem im Mietwohnungsbau werden kostengünstige Großsysteme mit hohen Solarenergieerträgen installiert. Voraussetzung für diese Annahmen ist die Einwirkung der Kommune auf Wohnungsbaugesellschaften und private Bauträger bzw. Vermieter sowie die aktive Rolle der o.g. Energieagenturen.

Darüber hinaus wird davon ausgegangen, daß durch eine energiesparende Bauleitplanung die für die Solarenergienutzung erforderliche Südausrichtung und Dachflächenneigung der Gebäude realisiert werden kann.

Neben der Brauchwarmwasserbereitung wird thermische Solarenergie auch zunehmend den *Raumwärmebedarf* decken können. Dies zum einen über die Integration von Solarenergie in das Heizsystem in Einzelanlagen, vor allem aber in *Nahwärmesystemen*. Der Aufbau von solarunterstützten Nahwärmenetzen wird im ÖKO-Szenario dort vorangetrieben, wo der fossile Betrieb zu einem ineffizienten Betrieb des Heizkraftwerks oder Heizwerks führt, d.h. insbesondere in den Sommermonaten.

Dabei ist zu beachten, daß die Wärmebereitstellung aus Solarkollektoren für Nahwärmenetze ab dem Jahr 2008 *emissionsmäßig und kostenseitig günstiger* ist als die Nahwärme aus Gasmotor-BHKW, da ab diesem Zeitpunkt die getrennt zur Solarwärme erfolgende Stromerzeugung dann über nicht ausgelastete, hocheffiziente Gas-GuD-Kraftwerke erfolgen kann.

Somit ist in einem längerfristig ausgerichteten Szenario, daß über den Zeithorizont 2010 hinausreicht, von einem deutlich höheren Solarenergieanteil zulasten des Erdgaseinsatzes auszugehen. Dabei wird anstelle des weiteren Aufbaus von Gasmotor-Nahwärmeinseln ein modularer Zubau von Solarkollektoren erfolgen und den Solarenergieanteil sukzessive erhöhen.

Würde diese Strategie schon im ÖKO-Szenario ab dem Jahr 2005 verfolgt, könnte der Solarenergieanteil für die Nahwärmebereitstellung um rund 2 Mio tSKE bis zum Jahr 2010 ansteigen und so zu Lasten von Erdgas den Primärenergieanteil der Regenerativen auf 36 Mio tSKE erhöhen.

Der im Industriebereich nachgefragte Wärmebedarf auf höherem Temperaturniveau (Prozeßwärme) kann im Betrachtungszeitraum *bis 2010* nur marginal mit Sonnenenergie gedeckt werden. Mögliche Einsatzfälle des Einsatzes von Solarenergie sind Brauereien, Molkereien (Flaschenreinigung), Kfz- Waschanlagen etc., die auch in den Sommermonaten einen entsprechenden Warmwasserbedarf aufweisen. Zur Beheizung von Lagerhallen kommen Luftkollektoren zum Einsatz, die je nach Temperaturprofil der Wärmenachfrage die konventionelle Heizanlage vollständig ersetzen können.

Die mit der Nutzung im privaten und öffentlichen Bereich begonnene Einführung der Solarthermik wird allerdings im Zeitraum von 1995 bis 2010 zu einer massiven Entwicklung führen, womit neue Technologien - vor allem im Bereich der Werkstoffe und der Wärmespeicher - für den Zeitraum nach 2010 erwartet werden können. Würde wie oben bei der solaren Nahwärme eine rasche Technikentwicklung angenommen, könnte der direkte Solarwärmeeinsatz im Kleinverbrauch, der Industrie und den privaten Haushalten ab dem Jahr 2005 um 3-4 Mio t SKE gegenüber dem ÖKO-Szenario gesteigert werden, womit sich zusammen mit der solaren Nahwärme etwa 6 Mio tSKE mehr ergeben würden, die überwiegend Erdgas ersetzen könnten.

Der Solarenergieanteil am Primärenergiebedarf des Jahres 2010 (vgl. unten Kapitel 6.6) könnte so von 34 Mio tSKE im ÖKO-Szenario auf 40 Mio tSKE ansteigen, wobei dann jeweils rund ein Viertel durch Solarenergie, Wind, Biomasse und Wasserkraft bereitgestellt würden.

Diese kurze Diskussion der Solarenergie zeigt, daß der Szenariozeitraum bis zum Jahr 2010 zu einer "Fehlsteuerung" führt, wenn die über diesen Zeitraum hinausreichenden Entwicklungstendenzen nicht ausreichend beachtet werden.

Im hier entwickelten ÖKO-Szenario wurde die Strategie auf den "Übergangszeitraum" der nächsten 18 Jahre ausgelegt und eine rasche CO₂-Minderung zu minimalen Kosten angestrebt, womit sich klare Schwerpunkte bei der rationellen Energienutzung und Kraft-Wärme-Kopplung ergeben. Die regenerativen Energien werden strategiemäßig vor allem im Stromsektor sowie bei der Biomasse entwickelt, während die thermische Solarenergienutzung erst gegen Ende des Betrachtungszeitraums Anteile gewinnt.

Bei einer Betrachtung bis zum Jahr 2020, wie sie in anderen Arbeiten erfolgt (z.B. Nitsch/Luther 1990), würde sich der Solarenergieanteil nochmals durch verstärkte thermische Anwendungen drastisch erhöhen und die regenerativen Energien insgesamt einen Anteil von mehr als 1/3 des Primärenergiebedarfs erreichen.

Die Kraft-Wärme-Kopplung auf Erdgasbasis würde dabei wegen des schon sehr effizienten Stromsystems zugunsten von Solarwärme an Bedeutung verlieren, womit die Weichen in die "Sonnenenergiewirtschaft" (ÖKO 1988) gestellt wären.

6.6 Primärenergiebedarf

Aus dem Endenergiebedarf und dem Brennstoffbedarf der Kraft- und Heizkraftwerke läßt sich der Primärenergiebedarf ermitteln. Hierzu ist es erforderlich, Annahme über die zukünftigen Nutzungsgrade der Kraftwerke zu treffen³⁰. Im Trend-Szenario wird für alle Kraftwerke ein leicht steigender Nutzungsgrad angenommen, der sich an die Entwicklung in der *Energieprognose 2010* anlehnt (vgl. Tabellen 120).

Tabelle 120 Elektrische Brutto-Nutzungsgrade für Strom-Systeme in Westdeutschland im Trend-Szenario bis zum Jahr 2010

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
<i>Öffentliche Kraftwerke</i>						
Steinkohle			39,0%	39,0%	39,2%	39,3%
39,5%	39,6%					
Braunkohle			37,0%	37,0%	37,1%	37,3%
37,5%	37,8%					
Öl			40,0%	40,0%	40,0%	40,0%
40,0%	40,0%					
Gas-konv.			41,0%	41,0%	41,0%	41,0%
41,0%	41,0%					
Gas-GuD			52,0%	52,0%	52,0%	52,0%
52,0%	52,0%					
Biomasse	20,0%	22,0%	25,0%	30,0%	35,0%	40,0%
<i>Industrielle Kraftwerke</i>						
Steinkohle			38,1%	38,3%	38,8%	39,2%
39,6%	40,0%					
Braunkohle			36,5%	36,7%	37,0%	37,3%
37,7%	38,0%					
Gas			40,0%	40,3%	40,7%	41,1%
41,6%	42,0%					
Biomasse	30,0%	30,7%	31,7%	32,8%	33,9%	35,0%

Im ÖKO-Szenario (vgl. Tabelle 121) werden dagegen auch bei den Kraftwerken effizientere Technologien in stärkerem Umfang eingesetzt (Stichwort Umbau), wobei sich allerdings im Vergleich zu Trend nur geringe Gesamteffekte ergeben.

³⁰ Die Nutzungsgrade der Heizkraftwerke wurden schon in Kapitel 5.2 diskutiert. Die Umwandlungseffizienz der Koks-, Öl- und Gasindustrien sowie des Bergbaus wurden in den Szenarien gleich angesetzt (vgl. Kapitel 1).

Tabelle 121 Elektrische Brutto-Nutzungsgrade für Strom-Systeme in Westdeutschland im ÖKO-Szenario bis zum Jahr 2010

	1987	1990	1995	2000	2005	2010
<i>Öffentliche Kraftwerke</i>						
Steinkohle			39,0%	39,3%	39,8%	40,4%
40,9%	41,4%					
Braunkohle			37,0%	37,4%	38,0%	38,7%
39,3%	40,0%					
Öl			40,0%	40,0%	40,0%	40,0%
40,0%	40,0%					
Gas-konv.			41,0%	41,0%	41,0%	41,0%
41,0%	41,0%					
Gas-GuD			52,0%	52,0%	52,0%	52,0%
52,0%	52,0%					
Biomasse	20,0%	22,6%	27,0%	31,3%	35,7%	40,0%
<i>industrielle Kraftwerke</i>						
Steinkohle			38,1%	38,5%	39,2%	40,0%
40,7%	41,4%					
Braunkohle			36,5%	37,0%	37,7%	38,5%
39,2%	40,0%					
Gas			40,0%	40,3%	40,7%	41,1%
41,6%	42,0%					
Biomasse	30,0%	31,3%	33,5%	35,7%	37,8%	40,0%

Aus den mit diesen Daten errechneten Brennstoffbedarfen sowie unter Einbeziehung der Umwandlungsverluste bei der Kohle-, Öl- und Gask Gewinnung ergibt sich der Primärenergiebedarf für die Szenarien. Einbezogen wurde hier auch die nichtenergetische Verwendung von fossilen Energien in der Industrie.

Tabelle 122a Primärenergiebedarf im Trend-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

Energieträger	1987	1990	1995	2000	2005	2010
---------------	------	------	------	------	------	------

2.140	Steinkohle	2.385	2.577	2.505	2.164	2.116
710	Braunkohle	856	852	747	734	722
4.448	Öl	4.986	4.959	4.868	4.747	4.618
2.759	Gas	2.018	2.165	2.410	2.626	2.717
223	Biomasse	162	175	192	204	214
2	Solar	0	1	1	1	1
9	Wind PE-Äqu.	0	0	1	3	5
175	Wasser PE-Äqu.	162	163	173	175	175
1.267	Uran PE-Äqu.	1.224	1.403	1.357	1.313	1.290
	Summe fossil	10.244	10.553	10.530	10.270	10.173
	Summe REQ	324	339	367	383	409
	Gesamt	11.792	12.295	12.254	11.966	11.734
	davon nichten.	841	842	816	727	628

Tabelle 122b Primärenergiebedarf im Trend-Szenario für Westdeutschland (Mio tSKE)

Energieträger	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Steinkohle		81	88	85	74	72
73						
Braunkohle		29	29	25	25	25
24						
Öl		170	169	166	162	158
152						
Gas		69	74	82	90	93
94						
Biomasse		6	6	7	7	7
8						
Solar		0	0	0	0	0
0						
Wind PE-Äqu.		0	0	0	0	0
0						
Wasser PE-Äqu.		6	6	6	6	6
6						
Uran PE-Äqu.		42	48	46	45	44
43						
Summe fossil	350	360	359	350	347	343
Summe REQ	11	12	13	13	14	14
Gesamt	402	420	418	408	405	400
davon nichten.	29	29	28	25	23	21

Im Trend-Szenario bleibt der Primärenergiebedarf über den Betrachtungszeitraum praktisch konstant (vgl. Tabellen 122a+b). Die Kohle- und Ölnutzung ist leicht rückläufig, während Erdgas verstärkt nachgefragt wird. Die regenerativen Energien nehmen zwar um über 1/4 zu, spielen aber in absoluten Zahlen nur eine geringe Rolle.

Demgegenüber kann im ÖKO-Szenario für Westdeutschland nicht nur eine Beibehaltung der heutigen Strukturen erzielt werden, sondern eine drastische Änderung der Energienachfrage und des Einsatzspektrums (vgl. Tabellen 123a+b).

Tabelle 123a Primärenergiebedarf im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (in PJ)

Energieträger	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Steinkohle	2.385	2.577	2.379	1.939	1.580	
1.019						
Braunkohle	856	852	679	519	181	
101						
Öl	4.986	4.949	4.931	3.821	3.114	
2.592						
Gas	2.018	2.165	3.002	2.716	2.497	
2.227						
Biomasse	162	175	152	181	278	
403						
Solar-Wärme	0	1	1	2	15	
25						
Solar-PE-Äqu.	0	0	0	4	23	
67						
Wind PE-Äqu.	0	0	9	51	127	
250						
Wasser PE-Äqu.	162	163	174	194	224	
250						
Uran PE-Äqu.	1.224	1.403	0	0	0	
0						
Summe fossil	10.244	10.553	10.991	8.995	7.373	5.938
Summe REQ	324	339	335	432	666	995
Gesamt	11.792	12.295	11.326	9.426	8.039	6.934
davon nichten.	841	842	819	731	685	638

Tabelle 123b Primärenergiebedarf im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (in Mio tSKE)

Energieträger	1987	1990	1995	2000	2005	2010
---------------	------	------	------	------	------	------

35	Steinkohle	81	88	81	66	54
3	Braunkohle	29	29	23	18	6
88	Öl	170	169	168	130	106
76	Gas	69	74	102	93	85
14	Biomasse	6	6	5	6	9
1	Solar-Wärme	0	0	0	0	1
2	Solar-PE-Äqu.	0	0	0	0	1
9	Wind PE-Äqu.	0	0	0	2	4
9	Wasser PE-Äqu.	6	6	6	7	8
0	Uran PE-Äqu.	42	48	0	0	0
	Summe fossil	350	360	375	307	252
	Summe REQ	11	12	11	15	23
	Gesamt	402	420	386	322	274
	davon nichten.	29	29	28	25	22

Die Entwicklung in Ostdeutschland

Entsprechend der Bilanzierung des Brennstoffbedarfes in Westdeutschland wurden auch für die ostdeutschen Kraft- und Heizkraftwerke szenariobezogene Annahmen zu Nutzungsgraden gemacht, die allerdings wegen des in beiden Szenarien etwa gleich starken Umbaus des Kraftwerksparks nicht szenariospezifisch variiert wurden. Eine Übersicht zu den Nutzungsgraden gibt die folgende Tabelle.

Tabelle 124 Elektrische Brutto-Nutzungsgrade für Strom-Systeme in Ostdeutschland in den Trend- und ÖKO-Szenarien bis zum Jahr 2010

	1989	1990	1995	2000	2005	2010
<i>Öffentliche Kraftwerke</i>						
Steinkohle			32,0%	32,0%	35,2%	36,8%
38,4%	39,2%					
Braunkohle			27,2%	28,0%	28,2%	28,6%
29,2%	29,8%					
Öl			30,0%	30,0%	30,0%	30,0%
30,0%	30,0%					
Gas-konv.			25,0%	25,0%	30,0%	30,0%
30,0%	30,0%					
Gas-GuD			52,0%	52,0%	52,0%	52,0%
52,0%	52,0%					
Biomasse	20,0%	22,0%	25,0%	30,0%	35,0%	40,0%
<i>industrielle Kraftwerke</i>						
Steinkohle			28,0%	29,3%	31,5%	33,7%
35,8%	38,0%					
Braunkohle			25,0%	26,3%	28,5%	30,7%
32,8%	35,0%					
Gas			25,0%	27,2%	30,9%	34,6%
38,3%	42,0%					
Biomasse	25,0%	26,3%	28,5%	30,7%	32,8%	35,0%

Ausgehend von einer recht ungünstigen Situation im Basisjahr 1989 kann demnach in den neuen Bundesländern ein etwa dem Westen vergleichbar effizienter Kraftwerkspark im Jahr 2010 erreicht werden.

Aus den mit diesen Daten errechneten Brennstoffbedarfen sowie unter Einbeziehung der Umwandlungsverluste bei der Kohle-, Öl- und Gasgewinnung (gleich zum Westen angesetzt) ergibt sich der Primärenergiebedarf für die Szenarien unter Einbeziehung der nicht-energetischen Verwendung fossiler Energien in der Industrie (Tabelle 125a+b).

Tabelle 125a Primärenergiebedarf im Trend-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

Energieträger	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Steinkohle		134	107	197	467	712
737						
Braunkohle	2.540	2.194	1.426	1.154	983	
899						
Öl	525	590	649	798	980	
1.048						
Gas	350	289	559	899	953	
1.029						
Biomasse	41	47	75	119	171	
182						
Solar	0	0	0	0	0	0
0						
Wind PE-Äqu.	0	0	0	2	4	
8						
Wasser PE-Äqu.	1	1	1	1	1	1
2						
Uran PE-Äqu.	142	61	0	0	0	0
0						
Summe fossil	3.549	3.181	2.831	3.317	3.629	3.713
Summe REQ	42	48	77	123	177	192
Gesamt	3.733	3.291	2.908	3.439	3.806	3.905
davon nichten.	141	157	101	114	164	166

Tabelle 125b Primärenergiebedarf im Trend-Szenario für Ostdeutschland (Mio tSKE)

Energieträger	1989	1990	1995	2000	2005	2010
---------------	------	------	------	------	------	------

25	Steinkohle	5	4	7	16	24
31	Braunkohle	87	75	49	39	34
36	Öl	18	20	22	27	33
35	Gas	12	10	19	31	33
6	Biomasse	1	2	3	4	6
0	Solar	0	0	0	0	0
0	Wind PE-Äqu.	0	0	0	0	0
0	Wasser PE-Äqu.	0	0	0	0	0
0	Uran PE-Äqu.	5	2	0	0	0
	Summe fossil	121	109	97	113	124
	Summe REQ	1	2	3	4	7
	Gesamt	127	112	99	117	133
	davon nichten.	5	5	3	4	6

Diese Ergebnisse zeigen, daß die Trend-Entwicklung ähnlich wie in Westdeutschland auch in den neuen Bundesländern eine weitgehende Stagnation der Primärenergienachfrage zur Folge haben wird. Allerdings treten in Ostdeutschland drastische Verschiebungen unter den eingesetzten Energieträgern auf:

Die Braunkohleverwendung geht um rund 2/3 zurück, während die anderen fossilen Energieträger diese Mengen ersetzen. Steinkohle verfünffacht sich, Erdgas verdreifacht die Einsatzmenge und die Ölnachfrage (inkl. Treibstoffen) verdoppelt sich bis 2010.

Die erneuerbaren Energien können ihre Einsatzmenge zwar versiebenfachen, tragen aber absolut gesehen nur in geringem Maße (5 %) zur Bedarfsdeckung bei.

Unter dem Aspekt der längerfristigen Entwicklung ist es bedenklich, daß der Primärenergiebedarf nach dem Wirtschaftseinbruch zu Beginn der 90er Jahre ab 1995 stetig ansteigt und diese Tendenz bis zum Jahr 2010 - wenn auch gemäßigt - anhält.

Demgegenüber kann im ÖKO-Szenario ein Rückgang des Primärenergiebedarfs um fast 30 % bis zum Jahr 2010 erreicht werden, und die regenerativen Energien steigen auf 11 % Anteil an der Bedarfsdeckung. Der Rückgang der Braunkohlenutzung ist mit über 90 % Reduktion noch ausgeprägter als im Trend-Szenario, während der Anstieg der anderen fossilen Energien stark gebremst werden kann (vgl. Tabelle 126a+b). Die längerfristige Dynamik der Energienachfrage ist im ÖKO-Szenario im Gegensatz zu Trend rückläufig, sodaß trotz extrem optimistischer Annahmen zum Wirtschaftswachstum sich eine "Energiewende" in Ostdeutschland nicht nur mittelfristig, sondern auch unter langfristiger Perspektive als tragfähiges Konzept erweist.

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, daß die wirtschaftlichen Grundannahmen im Szenario für die Entwicklung in Ostdeutschland sich an den *derzeitig artikulierten politischen Zielvorstellungen* orientieren, Ob ab Mitte der neunziger Jahre über längere Zeiträume hinweg wirklich "Wirtschaftswunder-Raten" in der Wertschöpfung zu realisieren sind, ist nach Meinung der Autoren eher zweifelhaft. Die optimistischen Grundannahmen sind aber andererseits Ausdruck unserer Grundüberzeugung, daß für eine *aufrichtige Betrachtung* das Streben des ostdeutschen Teils der Gesellschaft nach gleichen Lebensverhältnissen wie im Westen legitim ist und daher auch als Obergrenze zur Entwicklung der Energiewirtschaft gelten kann.

Tabelle 126a Primärenergiebedarf im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (in PJ)

Energieträger	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Steinkohle		134	107	197	277	300
Braunkohle		2.540	2.194	1.511	1.325	746
Öl		525	590	565	617	662
Gas		350	289	684	933	997
Biomasse		41	47	74	121	168
Solar-Wärme		0	0	0	0	0
Solar-PE-Äqu.		0	0	0	1	5
Wind PE-Äqu.		0	0	0	4	28
Wasser PE-Äqu.		1	1	1	1	2
Uran PE-Äqu.		142	61	0	0	0
Summe fossil	3.549	3.181	2.958	3.152	2.705	2.377
Summe REQ	42	48	75	128	204	279
Gesamt	3.733	3.291	3.033	3.280	2.908	2.656
davon nichten.	141	157	101	113	161	161

Tabelle 126b Primärenergiebedarf im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (Mio tSKE)

Energieträger	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Steinkohle		5	4	7	9	10
Braunkohle		87	75	52	45	25
Öl		18	20	19	21	23
Gas		12	10	23	32	34
Biomasse		1	2	3	4	6
Solar-Wärme		0	0	0	0	0
Solar-PE-Äqu.		0	0	0	0	0
Wind PE-Äqu.		0	0	0	0	1
Wasser PE-Äqu.		0	0	0	0	0
Uran PE-Äqu.		5	2	0	0	0
Summe fossil	121	109	101	108	92	81
Summe REQ	1	2	3	4	7	10
Gesamt	127	112	103	112	99	91
davon nichten.	5	5	3	4	6	5

6.7 CO₂-Emissionen durch Energiebereitstellung und -nutzung

Aus der Primärenergiebilanz lassen sich nun mit Hilfe von Emissionsfaktoren die CO₂-Mengen bestimmen, die durch energetische Aktivitäten in der Bundesrepublik freigesetzt werden³¹. Die folgenden Tabellen geben die zeitliche Entwicklung der CO₂-Emissionen in West- und Ostdeutschland wieder, wobei auch die Herkunft aufgeschlüsselt wurde.

Tabelle 127 Energiebedingte CO₂-Emissionen im Trend-Szenario für Westdeutschland (Mio t)

Quelle	1987	1990	1995	2000	2005	2010	
Steinkohle	192	210	205	179	177	177	182
Braunkohle	96	95	84	82	81	81	80
Öl	328	326	320	313	305	305	294
Erdgas	107	115	128	139	144	144	146
Summe	723	746	736	713	707	702	
Änderung vs. 1987		3%	2%	-1%	-2%	-3%	

Für Westdeutschland zeigt die Trendentwicklung, daß die Fortschreibung der heutigen Politik trotz der Einführung einer moderaten Energiesteuer *fast keine* CO₂-Reduktion bis zum Jahr 2010 erlaubt. Zwar sinken die Emissionen aus Kohle- und Ölnutzung leicht ab, aber der vermehrte Gaseinsatz führt zu entsprechend höheren Emissionen³².

Ganz anders im ÖKO-Szenario (vgl. Tabelle 128): hier kann die auf Effizienz hin orientierte Entwicklung zusammen mit der strategischen Erschließung der erneuerbaren Energien eine drastische Verminderung der CO₂-Emissionen erzielen.

³¹ Dabei wurde der nichtenergetische Bedarf an fossilen Energieträgern nicht als Emissionsquelle angesehen. Die verwendeten Emissionsdaten beruhen auf Arbeiten des ÖKO-Instituts (ÖKO 1989+1991).

³² Dabei sind die klimarelevanten Emissionen von Methan bei der Gasgewinnung und Verteilung, die vor allem bei sowjetischen (bzw. russischen) Importen auftreten, nicht in die Berechnung einbezogen.

Tabelle 128 Energiebedingte CO₂-Emissionen im ÖKO-Szenario für Westdeutschland (Mio t)

Quelle	1987	1990	1995	2000	2005	2010	
Steinkohle	192	210	193	158	127	77	
Braunkohle	96	95	76	58	20	11	
Öl	328	326	325	245	194	158	
Erdgas	107	115	159	144	132	118	
Summe	723	746	753	605	474	364	
Änderung vs. 1987		3%	4%	-16%	-34%	-50%	

Die CO₂-Emissionen des ÖKO-Szenarios liegen im Jahr 2005 um 34% und im Jahr 2010 um 50% unter den Emissionswerten von 1987. Diese Emissionsminderungen beruhen auf der verstärkten Kohleverdrängung, die ganz überwiegend durch bessere Energieeffizienz - also NegaWatt-Ressourcen - erfolgt.

Die Entwicklung in Ostdeutschland

Im Trend-Szenario für Ostdeutschland führt im Gegensatz zu den alten Bundesländern schon die Reduktion der Braunkohlenutzung um 2/3 zu einem mittelfristig starken Rückgang der CO₂-Freisetzung, der allerdings gegen Ende des Szenario-Zeithorizonts durch die steigende Nachfrage nach Öl, Erdgas und (importierter) Steinkohle wieder reduziert wird (vgl. Tabelle 129).

Damit kann im Trend-Szenario selbst in Ostdeutschland trotz des weitgehenden "Ausstiegs" aus der Braunkohle weder das CO₂-Reduktionsziel der Bundesregierung (25 % netto bis 2005) noch das der Klima-Enquête-Kommission (30% bis 2005) erfüllt werden, wenn als Basisjahr der Reduktionsquote 1989 angesetzt wird.

Tabelle 129 Energiebedingte CO₂-Emissionen im Trend-Szenario für Ostdeutschland (Mio t)

Quelle	1989	1990	1995	2000	2005	2010	
Steinkohle	12	9	17	42	65	67	
Braunkohle	292	252	164	133	113	103	
Öl	29	32	41	51	61	66	
Erdgas	19	15	30	48	50	55	
Summe	351	309	252	274	290	291	
Änderung vs. 1989		-12%	-28%	-22%	-18%	-17%	

Demgegenüber führt das ÖKO-Szenario in Ostdeutschland zu einer wirklich drastischen Reduktion der CO₂-Emissionen (vgl. Tabelle 130). Hier trägt vor allem der Rückgang des Braunkohleeinsatzes um über 90% entscheidend bei, während die anderen fossilen Energieträger leicht steigende Tendenz aufweisen. Dies ist unter längerfristiger Betrachtungsweise nicht ohne Besorgnis (vgl. Kapitel 7). Dennoch zeigt das Szenario klar, daß selbst bei extrem optimistischen Annahmen zur Wirtschaftsentwicklung gerade der "Umbau" einer ganzen Gesellschaft und die Neustrukturierung ihres Energiesystems es erlauben, umweltschädigende Einflüsse zumindest drastisch zu begrenzen.

Tabelle 130 Energiebedingte CO₂-Emissionen im ÖKO-Szenario für Ostdeutschland (Mio t)

Quelle	1989	1990	1995	2000	2005	2010	
Steinkohle		12	9	17	24	27	33
Braunkohle		292	252	174	152	86	39
Öl		29	32	35	38	38	35
Erdgas		19	15	36	49	53	56
Summe	351	309	262	264	203	162	
Änderung vs. 1989		-12%	-26%	-26%	-43%	-54%	

7 Summarische Ergebnisdiskussion

Aus den Teilszenarien kann nun die Entwicklung in der gesamten BRD abgeleitet werden (Bezugsjahr 1989). Die Ergebnisse der Szenarien sollen im folgenden für die BRD (Gesamtdeutschland) summarisch dargestellt und diskutiert werden.

7.1 Das Trend-Szenario

Der Endenergiebedarf als Summe der nachgefragten Energieträger, die zur Deckung der Dienstleistungsnachfrage angefordert werden, hat im Trend-Szenario wegen der stark wachsenden Wirtschaftsentwicklung in beiden Teilen Deutschlands eine *steigende* Tendenz.

Dies zeigt, daß "trendmäßig" auch bei einer moderaten Energiesteuer die Effizienzressourcen nur in geringem Umfang ausgeschöpft werden können und die Dynamik der Nachfragesteigerungen zwar abschwächen, nicht aber gänzlich kompensieren oder gar umkehren kann. Dies belegt deutlich der Anstieg der Endenergiebedarfe im Kleinverbrauch und der Industrie (vgl. Tabelle 131a).

Darüber hinaus nimmt die Nachfrage nach Mineralölprodukten und Erdgas zu (vgl. Tabelle 131b), während der Kohlebedarf (insbesondere in Ostdeutschland: Braunkohle um fast 90 %) zwar stark sinkt, aber insgesamt die Nachfrage nach fossilen Energieträgern steigt. Besonders drastisch ist der Anstieg des Strombedarfs um rund 25 % gegenüber 1989, während Fernwärme und erneuerbare Energien nur eine marginale Rolle spielen können.

Die Fortschreibung der heutigen Energiepolitik ist daher *ungeeignet*, eine stabile Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung der BRD zu schaffen.

Tabelle 131a Gesamter Endenergiebedarf im Trend-Szenario für die BRD (in PJ)

Sektor		1989	1990	1995	2000	2005	2010
2.365	Haushalte		2.565	2.577		2.531	2.490
	2.247						
1.942	Kleinverbrauch		1.837	1.781		1.802	1.851
	2.015						
3.227	Industrie		3.203	2.851		3.037	3.143
	3.368						
2.674	Verkehr		2.289	2.344		2.442	2.554
	2.730						
Summe		9.895	9.553	9.813	10.039	10.208	10.360

Tabelle 131b Struktur des Endenergiebedarfs im Trend-Szenario für die BRD (in PJ)

Energieträger		1989	1990	1995	2000	2005	2010
4.465	Heizöl, Diesel 4.450		4.212	4.245	4.318	4.377	
2.422	Erdgas 2.495		1.902	1.875	2.182	2.383	
474	Steinkohle 433		634	606	605	531	
267	Braunkohle 211		1.102	810	556	384	
499	Fernwärme 522		408	382	417	468	
1.950	Strom 2.097		1.591	1.580	1.674	1.813	
1	Solar 2		0	1	1	1	
117	Biomasse 122		45	54	59	74	
13	ProzWä aus KWK 29		0	0	1	7	
Summe Endenergie		9.895	9.553	9.813	10.039	10.208	10.360

Der sich über die Umwandlung von Energieträgern ergebende Primärenergiebedarf in der Bundesrepublik ist im Trend-Szenario leicht rückläufig (vgl. Tabelle 132a+b). Einem leichten Anstieg der erneuerbaren Energien von 13 auf 20 Mio tSKE steht ein Rückgang der fossilen Energien von 479 auf 469 Mio tSKE gegenüber (jeweils im Jahr 1989 gegenüber 2010). Insgesamt ist der Primärenergiebedarf bis zum Jahr 2010 weitgehend stabil, d.h. Nachfragesteigerungen im Endenergiebereich können durch höhere Umwandlungseffizienz ausgeglichen werden. Aufgrund der im Trend-Szenario kaum geänderten Struktur der Kraftwerkspark in Ost- und Westdeutschland ergeben sich auch nur geringe Verschiebungen zwischen den Energieträgern. Wesentlich ist bei der unterstellten Trend-Entwicklung, daß der Bedarf an Öl und Gas steigt, wofür der Verkehrssektor und der verstärkte Gaseinsatz zur Heizung (weniger ausgeprägt im Stromsektor) ursächlich sind.

Die Braunkohle kann dagegen um mehr als 50 % reduziert werden, wobei dieser Verringerung ganz überwiegend in Ostdeutschland erfolgt.

Der Beitrag der erneuerbaren Energien steigt im Trend-Szenario zwar leicht an, bleibt aber gegenüber den fossilen Energien und der Atomkraft praktisch unbedeutend.

Tabelle 132a Primärenergiebedarf im Trend-Szenario für die BRD (in PJ)

Energieträger	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Steinkohle	2.646	2.684	2.703	2.630	2.828	2.868
Braunkohle	3.425	3.046	2.173	1.887	1.705	1.584
Öl	5.493	5.550	5.517	5.545	5.598	5.496
Gas	2.466	2.455	2.969	3.524	3.670	3.789
Biomasse	207	219	266	322	385	401
Solar-Wärme	0	1	1	1	1	2
Solar-PE-Äqu.	0	0	0	0	0	0
Wind PE-Äqu.	0	0	1	6	10	16
Wasser PE-Äqu.	164	164	174	177	177	177
Uran PE-Äqu.	1.485	1.464	1.357	1.313	1.290	1.267
Summe fossil	14.031	13.735	13.362	13.587	13.802	13.737
Summe REQ	372	384	442	505	573	597
Gesamt	15.888	15.583	15.161	15.405	15.664	15.601
davon nichten.	983	999	917	841	846	794

Tabelle 132b Primärenergiebedarf im Trend-Szenario für die BRD (Mio tSKE)

Energieträger	1989	1990	1995	2000	2005	2010
---------------	------	------	------	------	------	------

98	Steinkohle	90	92	92	90	96	
54	Braunkohle	117	104	74	64	58	
188	Öl	187	189	188	189	191	
129	Gas	84	84	101	120	125	
14	Biomasse	7	7	9	11	13	
0	Solar-Wärme	0	0	0	0	0	
0	Solar-PE-Äqu.	0	0	0	0	0	
1	Wind PE-Äqu.	0	0	0	0	0	
6	Wasser PE-Äqu.	6	6	6	6	6	
43	Uran PE-Äqu.	51	50	46	45	44	
	Summe fossil	479	469	456	464	471	469
	Summe REQ	13	13	15	17	20	20
	Gesamt	542	532	517	526	534	532
	davon nichten.	34	34	31	29	29	27

Aus der Primärenergiebilanz lassen sich nun mit Hilfe von Emissionsfaktoren die CO₂-Mengen bestimmen, die durch energetische Aktivitäten in der Bundesrepublik freigesetzt werden³³. Die folgende Tabellen gibt die zeitliche Entwicklung der CO₂-Emissionen in der BRD (Gesamtdeutschland) wieder, wobei auch die Herkunft aufgeschlüsselt wurde.

Tabelle 133 Energiebedingte CO₂-Emissionen im Trend-Szenario für die BRD (in Mio t)

Quelle	1989	1990	1995	2000	2005	2010	
Steinkohle	206	219	222	221	242	249	
Braunkohle	391	348	248	215	194	180	
Öl	355	359	361	364	366	360	
Erdgas	131	130	157	187	195	201	
Summe	1.083	1.055	988	987	996	989	
Änderung vs. 1989		-3%	-10%	-10%	-9%	-10%	

Für Gesamtdeutschland ergibt sich daraus, daß die CO₂-Emissionen im Trend-Szenario insgesamt zwar leicht sinken können (vgl. Tabelle 133), aber die umwelt- und klimapolitischen Ziele *weit verfehlt* werden. Eine Kumulation von Risiken - Treibhausgefahr, atomare Unfälle etc. - muß daher von einer Weiterführung der heutigen Politik auch für Gesamtdeutschland erwartet werden.

7.2 Das ÖKO-Szenario

Im ÖKO-Szenario führen die erheblichen Effizienzverbesserungen, die in allen Bedarfssektoren erreicht werden können, zu einem deutlichen Rückgang der Nachfrage nach Energieträgern (vgl. Tabelle 134a+b). Deutlich ist auch die Verschiebung der Energieträgerstruktur. Von den fossilen Energien kann nur Erdgas knapp den Bedarfswert von 1989 halten, alle anderen verlieren - z.T. drastisch (vgl. Tabelle 134b).

Beachtlich ist die Verdopplung des Beitrags der Fernwärme sowie der Rückgang der Stromnachfrage. In der Industrie wird außerdem ein drastischer Anstieg der aus Kraft-Wärme-Kopplung bereitgestellten Prozeßwärme sichtbar.

³³ Dabei wurde der nichtenergetische Bedarf an fossilen Energieträgern nicht als Emissionsquelle angesehen. Die verwendeten Emissionsdaten beruhen auf Arbeiten des Öko-Instituts (ÖKO 1989+1991).

Tabelle 134a Gesamter Endenergiebedarf im ÖKO-Szenario für die BRD (in PJ)

Sektor		1989	1990	1995	2000	2005	2010
1.946	Haushalte 1.669		2.566	2.565	2.483	2.266	
1.481	Kleinverbrauch 1.432		1.837	1.837	1.786	1.543	
2.906	Industrie 2.904		3.203	3.203	2.993	2.977	
1.350	Verkehr 1.146		2.289	2.289	2.094	1.777	
Summe		9.895	9.895	9.356	8.563	7.683	7.151

Tabelle 134b Struktur des Endenergiebedarfs im ÖKO-Szenario für die BRD (in PJ)

Energieträger		1989	1990	1995	2000	2005	2010
2.679	Heizöl, Diesel 2.255		4.212	4.245	3.925	3.313	
1.990	Erdgas 1.858		1.902	1.875	2.090	2.084	
333	Steinkohle 276		634	606	578	463	
203	Braunkohle 93		1.102	810	544	349	
711	Fernwärme 802		408	382	517	623	
1.313	Strom 1.241		1.591	1.580	1.546	1.417	
7	Solar 15		0	1	1	2	
117	Biomasse 97		45	54	62	82	
329	ProzWä aus KWK 512		0	0	93	231	
Summe Endenergie		9.895	9.553	9.356	8.563	7.683	7.151

Die folgende Abbildung zeigt nochmals den Vergleich zum Trend-Szenario.

Zur Deckung des Endenergiebedarfs müssen Umwandlungstechnologien - darunter dominierend die Kraft- und Heizkraftwerke - eingesetzt werden, aus deren Brennstoffnachfrage sich dann der Primärenergiebedarf ermitteln läßt (vgl. Tabelle 135a+b).

Durch die drastische Umstrukturierung sowohl der öffentlichen wie auch der industriellen Strom- und Wärmewirtschaft kann einerseits durch Kraft-Wärme-Kopplung der Bedarf an Energierohstoffen wegen effizienter Umwandlung stark gemindert werden. Andererseits spielen die erneuerbaren Energien hier eine zunehmende Rolle, ihr Anteil steigt von knapp 2 % auf knapp 13 % im Jahr 2010 an (vgl. Tabellen 135a+b)³⁴.

Tabelle 135a Primärenergiebedarf im ÖKO-Szenario für die BRD (in PJ)

Energieträger	1989	1990	1995	2000	2005	2010
Steinkohle	2.646	2.684	2.597	2.248	1.954	1.458
Braunkohle	3.425	3.046	2.194	1.850	943	486
Öl	5.493	5.550	5.496	4.438	3.776	3.221
Gas	2.466	2.455	3.729	3.774	3.624	3.474
Biomasse	207	219	225	302	446	600
Solar-Wärme	0	1	1	2	15	25
Solar-PE-Äqu.	0	0	0	5	28	88
Wind PE-Äqu.	0	0	9	56	154	307
Wasser PE-Äqu.	164	164	175	196	226	254
Uran PE-Äqu.	1.485	1.464	0	0	0	0
Summe fossil	14.031	13.735	14.016	12.310	10.296	8.638
Summe REQ	372	384	410	560	870	1.274
Gesamt	15.888	15.583	14.426	12.870	11.166	9.912
davon nichten.	983	999	919	844	846	798

³⁴ Effizienzverbesserungen bei der Öl- und Gaswirtschaft (Raffinerien, Gasförderung und -aufbereitung) spielen dagegen nur eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 135b Primärenergiebedarf im ÖKO-Szenario für die BRD (in Mio tSKE)

	Energieträger	1989	1990	1995	2000	2005	2010
50	Steinkohle		90	92	89	77	67
17	Braunkohle		117	104	75	63	32
110	Öl		187	189	188	151	129
119	Gas		84	84	127	129	124
20	Biomasse		7	7	8	10	15
1	Solar-Wärme		0	0	0	0	1
3	Solar-PE-Äqu.		0	0	0	0	1
10	Wind PE-Äqu.		0	0	0	2	5
9	Wasser PE-Äqu.		6	6	6	7	8
0	Uran PE-Äqu.		51	50	0	0	0
	Summe fossil	479	469	478	420	351	295
	Summe REQ	13	13	14	19	30	43
	Gesamt	542	532	492	439	381	338
	davon nichten.	34	34	31	29	29	27

Die folgende Abbildung zeigt den Primärenergiebedarf des ÖKO-Szenarios nochmals im Vergleich zu Trend.

Aus der Primärenergiebilanz lassen sich nun wie im Trend-Szenario die CO₂-Mengen bestimmen, die durch energetische Aktivitäten in der Bundesrepublik freigesetzt werden³⁵. Die folgende Tabelle zeigt die zeitliche Entwicklung der CO₂-Emissionen in der BRD (Gesamtdeutschland), wobei auch die Herkunft aufgeschlüsselt wurde.

Tabelle 136 Energiebedingte CO₂-Emissionen im ÖKO-Szenario der BRD (Mio t)

Quelle	1989	1990	1995	2000	2005	2010	
Steinkohle	206	219	212	185	161	117	
Braunkohle	391	348	250	211	108	55	
Öl	355	359	360	283	232	193	
Erdgas	131	130	198	200	192	184	
Summe	1.083	1.055	1.020	879	693	549	
Änderung vs. 1989		-3%	-6%	-19%	-36%	-49%	

Die wegen der ungünstigen Ausgangssituation in Ostdeutschland noch höhere CO₂-Reduktion von 54 %, bezogen auf 1989, erlaubt für die Gesamt-BRD (beim Bezugsjahr 1989), fast die 50%-Quote zu erreichen.

Die in Tabelle 136 aufgeführten Ergebnisse für die BRD belegen ganz offenkundig, daß das von der Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages empfohlene CO₂-Reduktionsziel von 30% bis zum Jahr 2005 sogar übererfüllt werden kann, ohne daß Atomkraft eingesetzt werden muß.

Damit stellt das ÖKO-Szenario für die BRD eine tragfähige Basis zur klimaschutzorientierten gesamtdeutschen Energiepolitik dar.

³⁵ Dabei wurde der nichtenergetische Bedarf an fossilen Energieträgern nicht als Emissionsquelle angesehen. Die verwendeten Emissionsdaten beruhen auf Arbeiten des ÖKO-Instituts (ÖKO 1989+1991).

Den Vergleich zum Trend-Szenario zeigt nochmals die folgende Abbildung.

7.3 Die gesamtdeutsche Perspektive

Als wesentliche Konsequenz aus der Integration der Einzelanalysen für West- und Ostdeutschland ergibt sich demnach, daß durch die Vereinigung *keine* energiewirtschaftlich relevanten Aspekte auftreten, die eine Änderung der bisherigen Konzeption der *Energiewende* bedingen würden - im Gegenteil:

Die Effizienzstrategie ist gerade in Ostdeutschland wegen des notwendigen Um- und Neubaus einer ganzen Wirtschaft das zentrale Mittel zur Erreichung einer klimaschützenden Energiestruktur.

Die Einzelszenarien zeigen zudem, daß *kein innerdeutscher* Stromhandel nötig ist, um den Atomausstieg im Westen und den "Kohle"-Umbau im Osten zu erzielen.

8 Exkurs: Innovation statt Atomkraft - Ein alternativer Investitionsplan in den neuen Bundesländern

8.1 Vorbemerkungen

Das folgende Kapitel steht in Zusammenhang mit vorstehenden Szenarien, ohne jedoch direkt Bestandteil dieser Szenarienbetrachtungen zu sein. Vielmehr sollen am konkreten Beispiel die Auswirkungen der verschiedenen Varianten diskutiert werden. Exemplarisch soll dabei die Errichtung von zwei Atomkraftwerken in den neuen Bundesländern mit, im Szenario ÖKO unterstellten, innovativen Projekten verglichen werden.

Hintergrund der Betrachtung ist das im April 1991 offiziell bekanntgegebene Vorhaben der EVU, noch in diesem Jahr die Genehmigungsanträge für zwei neue Atomkraftwerke in Ostdeutschland zu stellen. Es sollte sich um eine weiterentwickelte Version der in der BRD schon existierenden 1300 MW-Konvoi-Reaktoren von Siemens/KWU handeln. Zwar wurde das Vorhaben mittlerweile von den drei großen West-EVU vorläufig aufgegeben, mit der Begründung, es sei kein ausreichender energiepolitischer Konsens vorhanden. Trotzdem lassen Verlautbarungen z.B. des Bayernwerks den Schluß zu, daß diese Pläne nicht endgültig aufgegeben sind.

Aufgrund des hohen Sanierungsbedarfs in den Fünf Neuen Ländern sowohl auf der Angebotsseite, als auch auf der Seite der Energienutzung (Gebäude, Industriebetriebe) müssen zum jetzigen Zeitpunkt die verschiedenen möglichen Strategien mit ihren jeweiligen Auswirkungen analysiert werden, bevor durch hohe Investitionen unwiderruflich Weichen zur Fehlentwicklung gestellt werden.

Da offensichtlich von Seiten der EVU das notwendige Kapital zum Bau der Atomkraftwerke problemlos aufgebracht werden kann, bietet sich die Überlegung an, genau dieses Investitionsvolumen zu nutzen, um damit nuklearfreie Optionen zu finanzieren.

Anforderung an eine tragbare Alternativ-Strategie ist ihre Umweltverträglichkeit, d.h. insbesondere eine Entlastung von CO₂-Emissionen mindestens in der Höhe, wie das durch den produzierten Atomstrom möglich wäre, sowie ihre Sozialverträglichkeit, d.h. - angesichts der angespannten Arbeitsmarktlage in Ostdeutschland - ob mehr Arbeitsplätze geschaffen werden könnten. Außerdem müssen diese Optionen in derselben Zeit greifen wie der Bau der Atomkraftwerke bis zu ihrer Inbetriebnahme.

8.2 Das alternative Investitionsprogramm

Dasselbe Investitionsvolumen, wie es für zwei Atomkraftwerke benötigt würde, wurde für ein alternatives Investitionsprogramm auf Investitionen in den folgenden Bereichen aufgeteilt:

- Stromeinsparung in privaten und gewerblichen Bereich
- Kraft-Wärme-Kopplung auf Basis fossiler Energieträger
- Kraft-Wärme-Kopplung auf Basis von Biomasse
- Windkraftanlagen
- Wasserkraftanlagen
- und Photovoltaik.

Bei einem geeigneten Mix von Investitionen in diese Optionen kann mit demselben Investitionsaufwand mehr "echter" und "Einspar-"Strom produziert werden als durch zwei Atomkraftwerke. Dies führt zudem zu geringeren laufenden Kosten und zu einer deutlichen Umweltentlastung.

Tabelle 137 Investitionsvergleich

	Alternativen	Atomkraft
Investitionskosten (Mrd DM)	9,98	10,00
Stromerzeugung/-einsparung (TWh/a)	17,07	15,60
CO ₂ -Emissionen (1000 t/a)	747,70	849,30
Erzeugungskosten heute (Pf/kWh)	10,36	11,52
Erzeugungskosten 2005 (Pf/kWh)	12,47	12,92

Beim hier gewählten Mix für die Alternativinvestitionen werden statt 15 bis 16 TWh Atomstrom jährlich rund 17 TWh eingespart bzw. erzeugt. Davon stammen ca. 20% aus Kohle, etwas über 40% aus Erdgas, knapp 30% aus erneuerbaren Energiequellen und 10% werden eingespart.

Kohle:	3600 GWh/a
Erdgas:	7200 GWh/a
Erneuerbare Energiequellen:	4515 GWh/a
Stromeinsparung:	1750 GWh/a

"Trendsparen", also Einsparungen, die die ohnehin stattfinden (durch ohnehin fälligen Ersatz von Altgeräten durch durchschnittliche Neugeräte) wurde hier nicht miteinbezogen, sondern nur Einspartechnologien, die zusätzliche Investitionen erfordern (Mehrkosten energiesparender Geräte sowie Umsetzungskosten).

8.2.1 Fossile Energieträger

In Tabelle 138 wird deutlich, daß es möglich ist, in solch einem Paket in erheblichem Maß Kohle miteinzubeziehen, auch wenn ehrgeizige Klimaschutzziele verfolgt werden. Reine Substitution durch Gas ist also nicht notwendig. Voraussetzung allerdings ist der rationelle Einsatz der fossilen Energieträger in Kraft-Wärme-Kopplung. Außer kleineren Nahwärmelösungen und industrieller Kraft-Wärme-Kopplung können dies auch mittlere und größere kommunale Heizkraftwerke sein, denn die Voraussetzungen dafür sind in Ostdeutschland durch die vorhandene Infrastruktur an Fernwärmenetzen in vielen Kommunen sehr günstig.

Tabelle 138 Investitionen in die Nutzung fossiler Energieträger

	Investit.- kosten (Mio DM)	install. Leistung (MWel)	Strom- erzeug. (GWh/a)
Kohle-HKW (IGCC)	1350	600	3600
Gas-HKW (GuD)	1250	1000	6000
Gas-BHKW	500	200	1200
<i>Summe</i>	<i>3100</i>	<i>1800</i>	<i>10800</i>

8.2.2 Regenerative Energien

Im Bereich der erneuerbaren Energiequellen wurde absichtlich auch eine gegenwärtig noch teure Option - Photovoltaik - miteinbezogen (Tabelle 139), da zum zukünftigen breiteren Einsatz dieser Technologie heute schon Impulse gegeben werden müssen. Außer in Windkraftwerke wurde in neue Wasserkraftwerke investiert, zusätzlich wurde von einer Reaktivierung und Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen ausgegangen. Biomasse - vorwiegend aus Land- und Forstwirtschaft sowie in zweiter Linie aus organischen Anteilen des Haus- und Gewerbemülls - wird zum Teil nach der Vergasung in Blockheizkraftwerken eingesetzt und zum andern Teil direkt oder mit integrierter Vergasung auch in größeren (z.B. industriellen) Heizkraftwerken.

Tabelle 139 Investitionen in die Nutzung erneuerbarer Energiequellen

	Investit.- kosten (Mio DM)	install. Leistung (MWel)	Strom- erzeug. (GWh/a)
Wind	625	250	625
Photovoltaik	800	100	110
Wasserkraft (Reakt.)	280	70	420
Wasserkraft (neu)	720	60	360
Biomasse-BHKW	1250	250	1500
Biomasse-HWK (BIG)	625	250	1500
<i>Summe</i>	<i>4300</i>	<i>980</i>	<i>4515</i>

8.2.3 Einsparung

Im gewerblichen Bereich wurde die elektronische Drehzahlregelung von Antrieben einbezogen, die bei kleineren Motoren relativ teuer ist. Außer effizienterer Beleuchtung ist dies in diesem Bereich die wichtigste allgemein anwendbare Technologie zur Stromeinsparung. Stattdessen könnte auch eine Vielzahl anderer Technologien eingesetzt werden, die aber sehr spezifisch vom jeweiligen Prozeß abhängen und sich darum einer globalen Betrachtung entziehen. Deshalb stehen die Antriebe verschiedener Größe mit ihren unterschiedlichen Kosten hier zugleich stellvertretend für die entsprechenden spezifischeren prozessabhängigen Maßnahmen zu gleichen Kosten.

Tabelle 140 Investitionen in Einspartechnologien

Industrie und Gewerbe	Investit.- kosten (Mio DM)	install. Leistung (MWel)	Strom- einsparung (GWh/a)
Motoren 5kW	900	150	300
Motoren 10kW	900	250	500
Motoren 50kW	400	250	500
<i>Summe</i>	<i>2200</i>	<i>650</i>	<i>1300</i>
Haushalte	Investit.- kosten (Mio DM)	install. Leistung (MWel)	Strom- einsparung (GWh/a)
Kühlschrank	96	20	120
Gefriergeräte	84	30	180
Waschmaschinen 198	300	150	
<i>Summe</i>	<i>378</i>	<i>350</i>	<i>450</i>

Auch im privaten Bereich wurde keine Beleuchtung miteinbezogen, da auf hohen Grundlastanteil Wert gelegt wurde. Bei den betrachteten Haushaltsgeräten wurde nur mit der Einsparung gerechnet, die sich aus der Differenz zwischen neuen Durchschnittsgeräten und marktbesten Geräte ergibt. Es wurde also davon ausgegangen, daß Informations- und Finanzierungsprogramme durchgeführt werden, die bei einem fälligen Neu- oder Ersatzkauf die Kunden dazu anregt, statt eines mittleren eines der marktbesten Geräte anzuschaffen. Bei der Berechnung des Investitionsprogramm wurden dabei sowohl die Porgrammkosten, als auch die gesamten Mehrkosten, um die die effizienteren Geräte teuer sind, miteinbezogen.

8.3 Auswirkungen

8.3.1 Umwelt

Quantitativ wurden die CO₂-Emissionen der Stromerzeugung aus den beiden Atomkraftwerken und aus dem alternativen Investitionsprogramm verglichen. CO₂ muß hier im Vordergrund stehen, da von Seiten der Atomkraftbetreiber nach wie vor versucht wird, die drohende Klimakatastrophe als Argument zu mißbrauchen, um für ihre Anlagen wieder Akzeptanz herzustellen.

Daß Atomstrom nicht CO₂-frei ist, wird in dieser Diskussion oft absichtlich vergessen. Wenn dagegen alle Vorleistungen miteinbezogen werden (Bau, Brennelementefertigung etc.), die zur Erzeugung von Atomstrom erforderlich sind, führt die Stromproduktion aus den beiden Atomkraftwerken zu CO₂-Emissionen von ca. 850000 t jährlich (Öko-Institut/GHK 1990).

Im alternativen Investitionspfad wurden ebenfalls alle Vorleistungen miteinbezogen, sodaß auch der Einspar-, Solar- und Wind- und Wasserkraftstrom mit CO₂-Emissionen behaftet ist, allerdings nur mit sehr geringem Anteil. Den weitaus größten Teil der Emissionen tragen die fossilen Energieträger bei. Der Biomasseinsatz dagegen reduziert die gesamte Emissionsmenge etwa um den Anteil, den das Erdgas beisteuert. Ursache davon ist, daß die Biomassenutzung selbst weitgehend CO₂-neutral ist - nur das zuvor von Pflanzen aus der Atmosphäre entnommene CO₂ wird freigesetzt. Wenn Biomasse - wie hier angenommen - in Kraft-Wärme-Kopplung verwendet wird, werden wie bei den fossil betriebenen (Block-)Heizkraftwerken zusätzlich zur Stromerzeugung auch die früheren Heizanlagen und ihre Emissionen ersetzt. Dadurch reduziert sich die der Stromerzeugung zugeschriebene Emission - bei Biomasseverwendung (und einigen gasbetriebenen Anlagen) führt dies insgesamt zu "negativen" Emissionen, also einer Gutschrift.

Insgesamt werden im Alternativprogramm ca. 748000 t CO₂ jährlich freigesetzt - also deutlich weniger als durch den angeblich CO₂-freien Atomstrom. Da die Alternativinvestitionen zu einer um über 10% höheren Stromerzeugung bzw. -einsparung führen und deshalb z.B. zusätzlich Braunkohlekraftwerke ersetzen können, sparen sie deshalb darüberhinaus weitere Emissionen ein!

8.3.2 Arbeitsplätze

Grundsätzlich schaffen Bau und Betrieb von Atomkraftwerken Arbeitsplätze bei Reaktorherstellern, Zulieferern, Betreiberfirmen und in der Brennstoffwirtschaft. In der alten BRD werden davon nur etwa 10% im AKW selbst zum Betrieb benötigt, d.h. die lokal ansässigen und längerfristig gesicherten Stellen machen nur einen geringen Anteil aus (s. z.B. Öko-Institut 1987).

In einem Alternativpfad zur Atomenergienutzung werden Arbeitsplätze zum Bau und Betrieb von fossilen Kraftwerken und Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen geschaffen, im Brennstoffsektor, bei Herstellung und Einbau von Einspartechnologien sowie für die Umsetzung der Maßnahmen (Beratung, Auslegung etc.).

Ein Vergleich von direkten und indirekten Beschäftigungseffekten unterschiedlicher Optionen bei **gleicher Investitionssumme** ergab folgende Relationen (nach Klaunder 1984, gerundete Werte):

AKW	100%
Steinkohlekraftwerk	100%
Blockheizkraftwerk	130%
Windkraft	115%
Biogas	135%

Damit schaffen schon die angebotsseitigen Alternativen zur Atomkraft gleich viele oder mehr Arbeitsplätze. Ursache ist die höhere Kapitalintensität von Atomkraftwerken, die zu einer schlechteren Kapitalnutzung führt.

Aus grundsätzlichen Erwägungen heraus wirken sich nachfrageseitige Maßnahmen noch positiver auf die Arbeitsmarktsituation aus, da außer den benötigten Materialien und Geräten auch Leistungen von Ingenieurbüros, Handwerksbetrieben etc. gefragt sind, was vor allem die regionale Wirtschaft begünstigt. Auch die Umsetzungskosten zur Realisierung der Stromeinsparungen wirken sich voll auf die Beschäftigungslage aus, und zwar vorwiegend vor Ort. In Ostdeutschland ist ein erhebliches Potential an Fachwissen im Bereich rationeller Energienutzung vorhanden, das allerdings aufgrund anderer Hemmnisse kaum Wirkung entfalten konnte. Nach einem "Updaten" dieses vorhandenen Wissens auf neuesten technischen Stand und Methodik können deshalb Informations- und Beratungsaufgaben sowie Ingenieurleistungen überwiegend von ostdeutschen Fachleuten übernommen werden. Allein für diese Umsetzungsaktivitäten ergeben sich aus der vorliegenden Rechnung etwa 130 Mio DM pro Jahr, da für alle Einspar- und regenerativen Technologien Umsetzungskosten von im Mittel 2 Pf pro erzeugte oder eingesparte kWh angenommen wurden.

Außer den primären Beschäftigungseffekten sind zudem sekundäre Effekte wirksam, die aus Veränderungen der Energiekostenbelastung (Preise **und** Verbrauch) bei Betrieben und Privatverbrauchern und dem sich anschließenden veränderten Konsumverhalten etc. resultieren. In den Fünf Neuen Ländern ist eine längst überfällige Anhebung der Preise im Gang, die erst einmal unabhängig von der Prioritätensetzung der EVU bei Investitionen ist. Im alternativen Investitionspfad werden jedoch Einsparungen für Gewerbe und Privatverbaucher auch finanziell wirksam, sodaß relativ zur AKW-Investition unabhängig vom aktuellen Energiepreis Energiekosten eingespart werden, die dann alternativ verausgabt werden können.

Eine weitere Erwägung, die den alternativen Investitionspfad diesbezüglich noch vorteilhafter macht, bzw. die AKW in ein noch ungünstigeres Licht rückt, ist die Frage, wieviele der der AKW-Bau und Betrieb geschaffenen Arbeitsplätze überhaupt ostdeutschen Kräften zugutekommen würden (s. Sailer 1991).

Für den Bau wäre im vorliegenden Fall die Siemens-AG der Auftragnehmer, der die Gesamtorganisation sowie einen Teil der weiteren Arbeiten selbst ausführt (z.B. Gesamtkonstruktion, Turbinenfertigung). Ein Teil dieser Leistungen fällt ohnehin nicht am Ort der Baustelle an, zudem ist aufgrund der ungünstigen Auftragslage der letzten Jahre der AKW-Sektor wenig ausgelastet, so daß hier keine Neueinstellungen notwendig wären.

Der größere Teil des Auftragsvolumens wird von Subunternehmern durchgeführt. Hier werden fast ausschließlich Unternehmen zum Zug kommen, die durch Erfahrungen aus der Vergangenheit die Gewähr bieten, die Qualitätsanforderungen sowie Zeit- und Kostenpläne zu erfüllen. Dies werden also westliche Firmen sein, deren Personal auch mit den westlichen Sicherheitsanforderungen vertraut ist. Auch für Tätigkeiten auf der Baustelle selbst werden deshalb kaum Arbeitsplätze für ostdeutsche Arbeitnehmer anfallen. Zudem wird ein hoher Anteil der Komponenten nicht auf der Baustelle selbst hergestellt, sondern - wieder überwiegend von westlichen Firmen - fertig angeliefert.

Damit bleiben während der Bauphase nur eine geringe Anzahl wenig qualifizierter Arbeitsplätze übrig, die von ostdeutschen Arbeitnehmern besetzt werden könnten.

Zum Betrieb der Kraftwerke würde eine Betreiberfirma neu gegründet werden, ohne Nachfolgeorganisation des entsprechenden Kombinats (Kombinat Bruno Leuschner) zu sein. Dies hat vor allem haftungsrechtliche Gründe (Altlasten!). Eine neue Betreibergesellschaft, eine Tochtergesellschaft der beteiligten großen West-EVU, muß nicht die noch vorhandenen Arbeitsplätze übernehmen, sondern kann die Besetzung ihrer Stellen frei bestimmen. Ob dies vorhandene Arbeitskräfte wären, ist äußerst zweifelhaft, da diese nicht mit westlicher Arbeitstechnik und Anforderungen vertraut sind und ihnen sicher die Qualitätsmängel und Verzögerungen des früheren AKW-Baus an diesen Standorten angelastet werden.

8.3.3 Zeithorizont

Von der technischen Seite her gesehen, kann die Alternativstrategie wesentlich schneller greifen als der Atomenergieausbau. Die betrachteten Erzeugungsanlagen haben wesentlich kürzere Bauzeiten als Atomkraftwerke. Auf der Einsparseite liegt der betrachtete Zeithorizont von 10 Jahren im Bereich der Lebensdauer der Geräte, so daß es ausreicht, wenn bei einem ohnehin stattfindenden Geräteersatz die optimale Technik gekauft wird, da in dieser Zeit der Gerätepark etwa einmal erneuert wird.

Wesentlich problematischer ist der Zeitbedarf für die **Umsetzung** im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung und bei Wind- und Wasserkraftanlagen. Letzteren stehen oft zeitraubende und restriktive Genehmigungsverfahren entgegen, erstere erfordern eine lokale oder regionale Energieplanung und die Überwindung der spezifischen Hemmnisse bei ihrer Realisierung. Vor allem im Bereich von neuen Nahwärmenetzen sind hier Probleme zu erwarten, aber auch bei der Umrüstung vorhandener Fernwärmeversorgungen von reinen Heizwerken auf Kraft-Wärme-Kopplung, während die Probleme für die industrielle Kraft-Wärme-Kopplung vorrangig im Bereich der Vergütung des eingespeisten Stroms bzw. der Tarife für den bezogenen restlichen Strom liegen.

Durch solche Hemmnisse könnte sich die Realisierung der alternativen Ausbaustrategie verzögern. Andererseits greifen viele der Maßnahmen schon vor Ablauf des 10-Jahres-Zeitraums und führen so innerhalb kurzer Zeit zu Umweltentlastungen, bevor überhaupt ein Spatenstich für den Bau eines Atomkraftwerkes stattfinden kann.

8.4 Annahmen für die Berechnung

8.4.1 Atomkraftwerke

Die Investitionskosten für zwei 1300 MW-Atomkraftwerke in den Fünf Neuen Ländern betragen nach Angaben des Bayernwerks zusammen 9 - 11 Mrd. DM (FR vom 24.4.1991). Erfahrungsgemäß sind die letztendlich anfallenden Kosten wesentlich höher als die ursprünglich angenommenen, dennoch nehmen wir vorsichtshalber den mittleren Wert von 10 Mrd. DM als Gesamtinvestition an. Dies entspricht Investitionskosten von ca. 3850 DM pro kW.

Mittlerweile ist die Entscheidung gefallen, die bestehenden und geplanten Blöcke in Greifswald endgültig stillzulegen bzw. nicht fertigzustellen. Zuvor waren dort 4 440 MW-Blöcke in Betrieb und weitere in Planung, Bau oder Inbetriebnahme. Ähnliches gilt für Stendal, wo in der Vergangenheit mehrere Planungsänderungen stattfanden (erst 440 MW-, dann 1000 MW-Blöcke) und der schleppend vorangegangene Bau nicht fertiggestellt werden wird.

Deshalb nehmen wir an, daß zwei neue Reaktoren an diesen beiden Standorten gebaut würden. Damit könnte die vorhandene Netzanbindung genutzt werden, wir beziehen also keine zusätzlichen Kosten für die Netzanbindung mit ein und liegen damit auf der sicheren Seite.

Laut Bayernwerk könnten die Anlagen ab 1993 gebaut und bis Ende der 90er Jahre fertiggestellt werden. Damit stehen rund 10 Jahre für ein alternatives Investitionsprogramm zur Verfügung.

8.4.2 Fossile Erzeugung

Fossile Energieträger werden in der vorliegenden Rechnung ausschließlich in Kraft-Wärme-Kopplung eingesetzt. Ca. 23% der 7 Mio Wohnungen in den Fünf Neuen Ländern sind jetzt schon Fernwärme-beheizt - bisher fast ausschließlich mit Rohbraunkohle. Diese Anlagen müssen ohnehin bald ersetzt werden, außerdem steht ein erhebliches Potential für industrielle Kraft-Wärme-Kopplung zu Verfügung. Weitere - kleinere - Anlagen kommen in neu zu erschließenden Nahwärmenetzen und in mittleren Gewerbebetrieben zum Einsatz.

Die Wärmegutschrift für vermiedene Emissionen im Heizungsbereich wurde hier gegen Öl gerechnet. In der Realität werden die Wärmeerzeuger, die durch das alternative Investitionsprogramm ersetzt werden können, heute noch überwiegend mit Kohle, in Zukunft - falls Einzelanlagen installiert werden - vermehrt mit Öl und Gas betrieben. Insofern stellt die gerechnete Ölbefuerung bezüglich der CO₂-Emissionen einen mittleren Wert dar.

In der Kostenbilanz wurde die an die Stromproduktion gekoppelte verkaufte Wärme mit 2 Pf pro kWh, also 5,60 DM pro GJ angesetzt. Dies entspricht der Vergütung von Wärme im Industriebetrieb oder bei Einspeisung in ein **vorhandenes** Fernwärme/Nahwärmenetz, nicht an die Endverbraucher. Deren üblicherweise erheblich höherer Preis bezieht die Verteilungskosten mit ein, die hier auf der Investitionsseite ebenfalls nicht mit einberechnet wurden.

Zur Kohlenutzung wird ein innovativer Anlagentyp eingesetzt, der mit integrierten Vergasung und Gas- und Dampfturbinenkombination (IGCC) sowohl relativ geringe Umweltwirkungen als auch hohen Wirkungsgrad gewährleistet. Eine Anlage dieser Art ist zur Zeit in den Niederlanden im Bau, die allerdings im reinen Kondensationsbetrieb laufen soll. Technisch ist die Auskoppelung von Wärme jedoch unproblematisch. Die hier gewählte Leistung entspricht etwa zwei solcher Anlagen. Eine Alternative dazu könnten auch Heizkraftwerke mit druckaufgeladener Wirbelschichtfeuerung (DWSF) und Gasturbine sein. Dabei wurde der Einsatz von Steinkohle angenommen, ähnliche Kraftwerkstypen werden in einigen Jahren aber auch für Braunkohle verfügbar sein.

Zur Nutzung von Erdgas wurden ebenfalls Gas- und Dampfturbinen (GuD) angenommen, sowie für kleinere Einheiten (Gewerbe, Nahwärme) auch gasbetriebene Blockheizkraftwerke meist unter 1 MW. Erdgas wird an dem nächsten Jahr in wesentlichen Teilen der Fünf Neuen Länder verfügbar sein, da der Gasausbau gegenwärtig stark vorangetrieben wird. Teile der Ost-West-Verbindung sind jetzt schon fertiggestellt.

Die technischen und Emissionsdaten der Anlagen basieren auf (Öko-Institut/GHK 1991).

8.4.3 Regenerative Energiequellen

Wasserkraft lieferte in den Fünf Neuen Ländern bisher 300 GWh/a. Es existieren weitere rund 100 größere Anlagen, die reaktiviert werden können. Zudem besteht ein Potential für Neuanlagen, allerdings vorwiegend für kleinere Anlagen mit geringen Fallhöhen, die relativ teuer sind. Deshalb wurden hier hohe spezifische Investitionskosten angesetzt.

Das Biomassepotential ist aufgrund der Wirtschaftsstruktur in Ostdeutschland relativ hoch. Zum Einsatz kommen Holz, Reststroh und - zur Vergasung - organische Abfälle aus Haushalten und Gewerbe sowie Gülle.

Zur Nutzung von Windkraft werden vorrangig die günstigeren küstennahen Standorte genutzt.

Photovoltaik wird als Pilotprogramm trotz der hohen Investitionskosten vorangetrieben, um Demonstrationsprojekte zur Verfügung zu haben und Impulse auf die Solarzellenproduktion auszusenden.

8.4.4 Einspartechnologien

Es wurden nur Einspartechnologien miteinbezogen, die in erheblichem Maß zu einer Einsparung von Grundlast beitragen, die also entweder sehr hohe Benutzungsdauern übers Jahr aufweisen (z.B. bei Antrieben im gewerblichen Bereich) oder deren Laufzeit typischerweise über den Tag/das Jahr nahezu gleichverteilt ist (Kühl- und Gefriergeräte). Für Waschmaschinen läßt sich mit einer geeigneten Tarifstruktur (zeitvariabler Tarif) vermeiden, daß sie in Spitzenlastzeiten benutzt werden. Andere, relativ einfach und kostengünstig erschließbare Einsparmöglichkeiten, deren Laststruktur aber nicht gleichmäßig werden kann, wie z.B. effiziente Beleuchtung, wurden **nicht** mit einbezogen.

Im Bereich der Haushalte wurden drei Bereiche ausgewählt: Kühlschränke, Gefriergeräte und Waschmaschinen. Als durch gezielte Maßnahmen erreichbare Einsparung wurde dabei nicht der Ersatz durch Neugeräte (der noch wesentlich höhere Einsparungen bringt) einbezogen, da dieser ohnehin stattfindet. Stattdessen wurde nur die Differenz zwischen Marktbesten und durchschnittlich effizienten Geräten eingerechnet, da zusätzliche Maßnahmen notwendig sind, um genau dieses Potential zu erschließen.

Gerechnet wurden die vollen volkswirtschaftlichen Kosten, also einerseits der Mehrpreis für das energiesparende Gerät, sowie die Umsetzungskosten. Dies entstehen aus Informations- und Beratungskampagnen, Verleih von Meßgeräten, Schulung von Personal im Handel, Vergabe von zinsgünstigen Krediten usw. Solche Maßnahmenpakete sind in (Öko-Institut/VSS 1989) und (Brohmann 1990) im Detail beschrieben. Die Kosten liegen im Bereich von 1 - 2 Pf pro eingesparte kWh.

Aus der Anzahl der Haushalte (6.9 Mio.) und realistischen Umsetzungsraten für die Programme (30 - 40% des Gerätebestandes werden im gesamten Zeitraum vom Programm erfaßt) ergeben sich die folgenden Einsparungen.

Tabelle 141 Basisdaten für die betrachteten Haushaltsgeräte

	Einsparung pro Gerät (kWh/a)	Lebens- dauer (a)	Mehr- kosten (DM/Gerät)	Geräte- sättig.	techn. Ges.pot. (GWh/a)	Gesamt- einsparung (GWh/a)
Kühlschrank (ebök 1990)	50	13	40	99%	342	120
Gefriergerät (ebök 1990)	160	12,50	75	43%	475	180
Waschmaschine (Brohmann 1990)	75	10	50	99%	512	150

8.4.5 Kostenannahmen

Die Betrachtung war vorwiegend auf den Vergleich der Investitionskosten abgestellt, ansonsten wurden für diese exemplarische Betrachtung einige vereinfachende Annahmen getroffen. Unterschiedliche Lebensdauern von Geräten und Anlagen wurden im Bereich der Stromeinsparung explizit miteinbezogen, so daß aufgrund der wesentlich kürzeren Lebensdauern gegenüber Erzeugungsanlagen die entsprechend höhere Investitionssumme eingerechnet wurde. Im Bereich der Stromerzeugung wurde gleichermaßen eine Abschreibungszeit von 20 Jahren unterstellt, da sich im Alternativmix kürzerlebige Anlagen wie z.B. BHKW und längerlebige wie Wasserkraftwerke in etwa kompensieren.

Zur Berechnung der Erzeugungskosten wurden für AKW Brennstoffkosten von 2,8 Pf/kWh_{el} angenommen und mit einem 50%igen Anstieg bis 2005 gerechnet. Derselbe Kostenanstieg wurde für Kohle zugrundegelegt, wobei mit einem Mix aus Import- und einheimischer Kohle gerechnet wurde. Für die Gaspreise wurde eine 100%ige Steigerung unterstellt, für die Wärmegutschrift ein Anstieg von 50%.

Trotz der z.T. höheren Preissteigerungen der fossilen Brennstoffkosten bleiben die Erzeugungskosten im Alternativmix unter den Atomstromkosten, da Einsparung und Erneuerbare kompensierend wirken.

9 Thesen zu Handlungsfeldern

Aus den Ergebnissen der Szenarioanalyse sollen im folgenden einige Thesen abgeleitet werden, die sich auf die zu setzenden Schwerpunkte der künftigen energiepolitischen Diskussion in der Bundesrepublik beziehen.

Haushalte: Die unsichtbare Hand führen

Jedes Gebäude, das heute nach geltender Wärmeschutzverordnung von 1984 gebaut und mit einer Gasheizung ausgerüstet wird ist nach Fertigstellung bereits ein energetischer "Sanierungsfall". Wäre das gleiche Gebäude mit Niedrigenergiestandard gebaut und mit der Nahwärme aus einem Blockheizkraftwerk versorgt worden, würde es rund 85% weniger Primärenergie verbrauchen. Eine 100 Quadratmeter-Wohnung würde dadurch jährlich rund 4 t CO₂ einsparen (EWEKO 1991). Ähnlich verhält es sich mit jedem neugekauften Haushaltsgerät, das statt marktbestem Niveau dem stromfressenden Marktdurchschnitt entspricht - nach dem Kauf ist die Chance zur Energieeffizienz vertan, da sich eine "Nachrüstung" aus wirtschaftlichen Gründen verbietet.

Daraus ergeben sich zwei zentrale Handlungsfelder für die verbraucherorientierte Energiepolitik:

- * Minimierung des Heizenergiebedarfs von Neubauten durch eine rasche Novellierung der Wärmeschutzverordnung nach schwedischem oder auch dänischem Vorbild
- * Festlegung von Höchstverbrauchswerten für Haushaltsgeräte in einer bundesweiten Verordnung, die alle drei Jahre fortgeschrieben (verschärft) wird.

Industrie und Gewerbe: Die Herausforderung des Neuen

Im Gegensatz zu den "einfachen" Empfehlungen zur Umsetzung der Sparpotentiale im Haushaltssektor kann die Realisierung kosteneffektiver Energienutzung in der Industrie und dem Gewerbe von Seiten des Gesetzgebers nur in begrenztem Umfang erfolgen - hier sind andere Instrumente notwendig. Dies liegt daran, daß die industriell-gewerblichen Energienutzungstechniken extrem unterschiedlichen Einsatzbedingungen unterliegen und so allgemeingültige (oder selbst branchenbezogene) Festlegungen von Effizienzstandards praktisch undurchführbar sind. Um die in Industrie und Gewerbe vorhandenen Sparpotentiale sowie die Optionen zur Kraft-Wärme- und Kälte-Kopplung umzusetzen, ist vielmehr die ausreichende *Beratung* sowie das Angebot von *Drittfinanzierung* entscheidend, da die größten Hemmnisse bei der Information und dem Kapitalzugang bzw. den Amortisationserwartungen liegen.

Daher ist die Empfehlung für diesen Sektor die Einrichtung und Unterstützung von *Energieagenturen*, bei der die großen Energieversorgungsunternehmen, die Banken sowie auch staatliche Geldgeber einbezogen werden sollten.

Die Beispiele aus Niedersachsen, Hessen und Schleswig-Holstein zeigen, daß auf Landesebene der Wille hierzu vorhanden ist. Auf Bundesebene sollten daher Agenturen steuerlich gefördert und über einen Fonds abgesichert werden können. Agenturen sind kurzfristig vor allem in den neuen Bundesländern notwendig, da hier die größten Umbauebedarfe bestehen und entsprechende Kapitalbeteiligungen nachgefragt werden.

Verkehr: Druck von unten

Ein Vergleich der Szenarien zeigt, daß Verkehrsentwicklung nicht "naturgesetzlich" abläuft sondern innerhalb einer weiten Bandbreite beeinflußt werden kann. Die Ergebnisse aus den Szenarien verdeutlichen auch, daß die Verkehrspolitik ihre Richtung *grundsätzlich* ändern muß, um eine bessere ökologische Verträglichkeit zu erreichen.

Eine Zunahme des Treibstoffeinsatzes (und damit auch der CO₂-Emissionen) um 19% bis zum Jahr 2010 im Trendszenario konterkariert sämtliche Anstrengungen zur Klimastabilisierung in anderen Bereichen. Darüberhinaus ist eine solche Entwicklung aber auch aus anderen Gründen nicht akzeptabel (Luftbelastung, Lärm, Unfälle, soziale Kosten).

Die Zunahme des Energieverbrauchs ist im wesentlichen durch das weitere Anwachsen des MIV und des Güterverkehrs bedingt. Es ist jedoch zu befürchten, daß Benzinverbrauch und CO₂-Emissionen noch schneller anwachsen als im Trendszenario dargelegt. Die Senkung des spezifischen Verbrauchs im Bestand aller Fahrzeuge auf durchschnittlich 2,5 Liter/100 km scheint unter der Annahme der derzeit absehbaren Maßnahmen und Vorgaben (CO₂-Steuer, freiwillige Selbstverpflichtung der Automobilindustrie, die CO₂-Emissionen des Individualverkehr um 25% zu senken) kaum erreichbar.

Im ÖKO-Szenario ist die starke Reduktion bedingt durch eine völlige Umkehr bei der Philosophie und Konzeption von Fahrzeugen. Dies setzt jedoch neben höheren Mineralölsteuern, Vorgabe von Flottenverbräuchen, Tempolimits, Umverteilung der Verkehrsflächen zugunsten ÖPNV, Fahrrad und Fußgänger und dem Ausbau der Bahn eine gute Informationspolitik und Aufklärung voraus.

Darüberhinaus müssen die Anstrengungen der Verkehrspolitik sich verstärkt auf die Verkehrsvermeidung ausrichten. Hierbei stellt die Stadt- und Regionalplanung das wichtigste Instrument dar. Sie erhält gerade aufgrund des hohen Sanierungs- und Umstrukturierungsbedarfs in den fünf neuen Bundesländern ein besonderes Gewicht.

Entscheidungen, die heute in Eile und unter anderen Gesichtspunkten getroffen werden, haben weitreichende Folgen für den Verkehr und den Energieverbrauch von morgen.

Darüberhinaus ist ein konsequente Anwendung der marktwirtschaftlichen Regel des Verursacherprinzips nötig: Dem Auto und dem Lkw sind die Kosten aufzuerlegen, die sie tatsächlich verursachen. Eine Mineralölsteuer in Höhe von 2 bis 4 DM/Liter wäre die logische Konsequenz. Dies eröffnet auch einen größeren finanziellen Spielraum für Investitionen im öffentlichen Verkehr.

Längerfristig - nach Abschluß der nachzuholenden Investitionen und der angestrebten Umstrukturierungen - sollte auch der öffentliche Verkehr nicht mehr subventioniert werden.

Im Bereich der neuen Bundesländer gilt es die noch bestehenden Strukturvorteile zu konservieren. Der relativ hohe Anteil öffentlicher Verkehrsmittel am gesamten Verkehrsaufkommen kann nur dann in etwa gehalten werden, wenn die Investitionen tatsächlich mit Vorrang für die Schiene eingesetzt werden.

Daraus leitet sich die Forderung ab, ohne Verzögerung ein Vorfahrtsprogramm für den öffentlichen Verkehr aufzulegen.

Besondere Beachtung sollte die Verteilung der (Verkehrs-) Flächen erhalten. Eine konsequente Bewirtschaftung der Straßenflächen und die vorrangige Verteilung der Fläche auf den öffentlichen Verkehr sind wichtige Entscheidungen. Gerade im Parkraumbereich sind in westdeutschen Städten grobe Fehler gemacht worden, die nur schwer zu korrigieren sind (so z.B. städtebaulich unverträgliche Parkbauten innerhalb der Zentren anstatt am Innenstadtring).

Die Spirale mehr Autos, Rückgang des öffentlichen Verkehrs, schlechtere Versorgung ...mehr Autos, darf sich in den fünf neuen Bundesländern nicht weiter fortsetzen.

Die Erfahrungen einer explodierenden Verkehrsbelastung mit Dauerstaus und stark steigenden Unfallzahlen lassen insbesondere in Ostdeutschland den Ruf nach mehr und größeren Straßen laut werden. Es ist deswegen zu befürchten, daß die Investitionen im Straßenbau schneller voranschreiten als im Bereich des öffentlichen Verkehrs. Dies wird vor allem dann gelten, wenn die Autobahnen über Mautgebühren finanziert würden. Hier ist eine eindeutige politische Stellungnahme zugunsten eines Vorrangs für den öffentlichen Verkehr zu treffen und über eine Umverlagerung der finanziellen Mittel auch zu dokumentieren.

"Wenngleich die vorgetragenen Handlungsansätze der Sache nach mit verhältnismäßig geringem intellektuellen Aufwand durchschaubar erscheinen, so ist deren Realisierung doch eher skeptisch zu beurteilen: Nach allen vorliegenden Beobachtungen vertritt ein Großteil der Entscheidungsträger durch seinen praktizierten Lebensstil genau jenes kleinbürgerliche Leitbild (Häuschen mit Garten, Auto zum Vorzeigen, weiträumige Freizeitgestaltung), dessen Abschaffung hier als angezeigt demonstriert wird." (Schallaböck S. 7)

Deshalb muß letztlich der Druck von unten her aufgebaut werden.

Energiepolitik: Den Wettbewerb planen

Als übergeordneter Aspekt der Energiepolitik ist auch die Ordnungspolitik in der Energiewirtschaft wichtig. Die Herausforderung liegt hier in den Möglichkeiten eines *verstärkten Wettbewerbs* unter Anbietern von Strom. EG-weit wird die Diskussion um die Öffnung der Strommärkte für umweltfreundlich bereitgestellte Elektrizität geführt (ÖKO 1991c+d), und auch in der Bundesrepublik wurde mit dem Gesetz zur Vergütung von Strom aus erneuerbaren Energien ein *erster Schritt* in diese Richtung getan.

Die großen ungenutzten Potentiale zur Kraft-Wärme-Kopplung werden hiervon aber nicht berührt. Die Strategie der bundesdeutschen Groß-EVU in den neuen Bundesländern zeigt, daß diese Unternehmen kein aktives Interesse an einer Umgestaltung der einseitig auf Stromerzeugung ausgerichteten Umwandlungstechniken für Kohle haben, sondern diese sogar behindern. Damit ist die Forderung, neben EVU auch anderen - privaten und öffentlichen - Anbietern von KWK-Strom eine echte Marktchance einzuräumen, von elementarer Bedeutung für die Realisierung von CO₂-Minderungspotentialen.

Energiepolitisch stellt sich somit die Aufgabe, "den Wettbewerb im Energiesektor zu planen" (Hennicke 1991).

In den USA, Norwegen, Italien, Portugal und auch Großbritannien (CHPA 1989) wurde gezeigt, daß die Öffnung der Strommärkte für dezentrale Nicht-EVU-Anbieter von KWK-Strom drastische Impulse für die Erschließung dieser CO₂-Minderungstechnik auslöst.

Der Wettbewerb darf allerdings nicht "wild" und ohne Beachtung umweltpolitischer Randbedingungen erfolgen. Als schwerwiegende Hürde für einen verstärkten Wettbewerb liegt in der Nichtberücksichtigung (externer) Umweltkosten in den Energiepreisen, womit Fehlinvestitionen in Technologien, die der Gesellschaft Folgekosten zur Beseitigung von Umweltschäden auferlegen, erfolgen können. Für die zur Diskussion stehende Frage von Atom- und Kohlepolitik sind hierbei vor allem bei der Atomtechnik die Folgekosten von - nicht ausschließbaren - schweren Unfällen relevant. Einer Untersuchung der Universität Münster zufolge können beispielsweise bei einem Super-GAU im AKW Biblis volkswirtschaftliche Schäden in einer Größenordnung von rund *4 Billionen DM* auftreten (Ewers 1991). Versicherungs- und haftungsseitig sind solche Schäden in den Kosten des Atomstroms nicht abgedeckt, sondern werden dem Staat - und damit der Allgemeinheit - angelastet.

Bei einer auch nur ansatzweisen Einbeziehung der externen Umwelteffekte, wie sie derzeit in den USA bei der Energieplanung schon erfolgt, wären die volkswirtschaftlich kosteneffektiven Potentiale zur Energieeinsparung, Kraft-Wärme-Kopplung und zur Nutzung regenerativer Energien auch einzelwirtschaftlich deutlich attraktiver als heute.

Damit ließen sich wesentlich höhere Umsetzungsraten bei diesen Potentialen in Szenariorechnungen annehmen. Die vom Bundeswirtschaftsminister angekündigte Einbeziehung von Umweltaspekten in das Energiewirtschaftsgesetz kann hier zwar *erste* Spielräume eröffnen. Eine grundlegende Reform der Energiepreise (Steuern, Tarife) ist jedoch für eine ökologisch orientierte Energiepolitik notwendig.

Das wesentliche Element einer solchen Reform ist die verbindliche Einführung von *Least-Cost Planning* (LCP) - ein in den USA entwickeltes Planungs- und Regulierungskonzept für die Elektrizitätswirtschaft, das die Energieversorgungsunternehmen zu Akteuren für die Erschließung kosteneffektiver Einsparpotentiale im Strom- und Wärmebereich macht.

Ein großer Teil des im Strombereich ermittelten wirtschaftlichen Einsparpotentials ließe sich über LCP erschließen (vgl. ÖKO 1989). Voraussetzung dafür wäre, die Aufsicht über EVU in der Bundesrepublik dahingehend weiterzuentwickeln, daß sich die EVU durch Einsparaktivitäten nicht den eigenen Ast absägen, sondern ihre Unternehmenssubstanz erhalten bleibt (Leprich 1991). Notwendig ist hier ein Energiegesetz, das den Begriff der *Energiedienstleistung* in den Mittelpunkt stellt und die Energieversorgung am LCP-Konzept ausrichtet.

Umweltverträglicher Wettbewerb, Internalisierung externer Kosten und Least-Cost Planning müssen also die Schwerpunkte einer Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes bilden.

Kraftwerke: Neu nur kombiniert

Die Analyse des Zubaubedarfs von Kraftwerken im ÖKO-Szenario zeigte, daß kein Bedarf für neue Kraftwerke besteht, die mit heutigen Techniken nur Strom produzieren. Vielmehr sind bis weit ins nächste Jahrtausend hinein allein Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung notwendig sowie Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien.

Der Ersatzbedarf für altersbedingte Abgänge von fossil betriebenen Kondensationskraftwerken kann demgegenüber durch modernste Gas-Kombikraftwerke (GuD-Schaltung) gedeckt werden, die über 50 % elektrischen Nutzungsgrad aufweisen. Daher ist zu fordern, daß die Bundesregierung im Zuge der Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes eine Verordnung erläßt, die bei den nach § 4 Energiewirtschaftsgesetz erforderlichen Anzeigen neuer Anlagen den *Zu- und Ersatzbau* von reinen Kondensationskraftwerken aus Gründen des Gemeinwohls *untersagen*, wenn deren Nutzungsgrad kleiner als 50 % liegt.

Neben dieser Verhinderung von Fehlinvestitionen in unrationelle reine Kraftwerke ist auch die Beseitigung von Hemmnissen gegen eine verstärkte Kraft-Wärme-Kopplung notwendig. Dies gilt vor allem in den neuen Bundesländern:

Eines der ernsthaftesten Hindernisse für die Durchsetzung einer Kraft-Wärme-Kopplungs-Politik in Ostdeutschland ist der im August 1990 abgeschlossene "Stromvertrag"³⁶. Neben den Schwierigkeiten bei der Gründung von kommunalen Querverbundunternehmen (Stadtwerke, Gemeindewerke), die derzeit gerichtlich geklärt werden, ist hierbei besonders die 70%ige Bezugsverpflichtung. Die regionalen EVU (ehemals: Energiekombinate) werden in den 15 regionalen Stromverträgen verpflichtet, mindestens 70% ihrer Leistung bzw. Arbeit (dies ist zur Zeit umstritten) aus dem Netz der Verbundgesellschaft VEAG (zu 75% im Besitz von RWE Energie, Bayernwerk und PreussenElektra) zu beziehen. Diese Verpflichtung ist beim derzeitigen Stand der Kraft-Wärme-Kopplung nur für bestimmte Versorgungsgebiete in Ostdeutschland noch nicht restriktiv. So entstehen z.B. im ehemaligen Bezirk Leipzig (Sachsen) beträchtliche Probleme, da die Stadt Leipzig einen Großteil des Strombedarfs des ehemaligen Bezirkskombinates (heute: WESAG) verursacht und umfangreiche Kraft-Wärme-Potentiale existieren. Die *Rücknahme der Bezugsverpflichtung* ist eine der wesentlichsten Forderungen im Kontext der Auflösung/Änderung der "Stromverträge".

Atomkraft: Kein Verzug beim Ausstieg

Die Szenarien für Ost- und Westdeutschland zeigen, daß der Atomausstieg zum Jahresende 1991 *noch* möglich und auch emissionsseitig "beherrschbar" ist - allerdings wird dies in den nächsten Jahren durch den Abgang von Öl- und Gaskraftwerken und den fehlenden Zubau von umweltfreundlichen KWK-Systemen immer schwieriger. Nach 1995 erscheint bei den heute erkennbaren Tendenzen der Kraftwerksentwicklung ein Sofortausstieg nur unter Inkaufnahme von Stromimporten oder dirigistischen Maßnahmen zur Bedarfsreduktion möglich - der Ausstieg darf also nicht verzögert werden.

Das "Offenhalten" der "Option Ausstieg" bis zu dem Zeitpunkt, wo Alternativen zur Atomkraft "erkennbar" sind - so etwa die christdemokratische und rechtsliberale Auffassung - ist demnach eine *Scheinpolitik*: erst durch den Ausstieg werden die Alternativen geschaffen, und das passive Verzögern verschlechtert die Chancen zur umweltschonenden Gestaltung des Ausstiegs.

Es darf daher keinen "neuen Konsens" in Richtung eines Moratoriums für *neue* AKW geben - das Trend-Szenario zeigt, daß praktisch kein Zubaubedarf besteht. Ein solcher "Konsens" würde den Betrieb der bestehenden AKW zementieren, womit Unfallrisiken, radioaktiver Müll und die strukturelle Behinderung der Energieeffizienz weiterbestünden.

³⁶ Zur Diskussion vergleiche (UfU/ÖKO 1990)

Kohle: Nur Umbau sichert Mengen

Das wesentlichste Element der heutigen bundesdeutschen Kohlediskussion liegt in einer mengenmäßigen Reduktion der Stein- und Braunkohleverstromung. Dies heißt, daß *nicht* die *Art* der Braunkohle- oder Steinkohlenutzung verändert werden soll - es geht nur um Änderungen der *Mengen*, die *stets verstromt* werden sollen.

Damit wird eine ganz entscheidende Option zur CO₂-Reduktion ausgeklammert: die *Umleitung* von Kohle aus der reinen Verstromung in die gemeinsame Bereitstellung von Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung). Dies würde durch die Abwärmenutzung die fossilen Energieträger Öl und Gas - teilweise auch Kohle - für Heizzwecke ersetzen, wobei die eingesetzten Kohlemengen bei gleicher Stromerzeugung sogar *steigen*. Eine KWK-Strategie würde somit einen zusätzlichen Freiheitsgrad eröffnen, indem Teile der *heutigen* Kohlenutzung in KWK-Anlagen eingesetzt würden. Damit ließen sich je kWh Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung 30-50% der CO₂-Emissionen reduzieren (ÖKO 1988+1989), ohne daß der Kohleeinsatz sinkt. Diese KWK-Anlagen können - vor allem in der Industrie - auch in der Grundlast arbeiten, also direkt Strom aus Großkraftwerken ersetzen. Die Kosten für KWK-Strom lägen - bei gleichzeitiger CO₂-Reduktion - *unter* denen von neuen Großkraftwerken (ECH 1989; ETSU 1990; IIP 1990).

Neben dem Bau zusätzlicher KWK-Anlagen kann auch durch die technische Verbesserung der *bestehenden* KWK-Anlagen Kohle umweltfreundlich und emissionsarm eingesetzt werden. Die heute bestehenden Anlagen in der industriellen und öffentlichen Fernwärmeversorgung könnten durch Umrüstung auf moderne Verfahren etwa *30 % mehr Strom* bereitstellen, ohne daß Investitionen in Fernwärmenetze erforderlich wären.

Für die Kohlepolitik eröffnet die Kraft-Wärme-Kopplung die Chance, nicht (allein) durch Mengenreduzierungen eine CO₂-Senkung zu erlauben, sondern dies durch *strukturelle* Änderungen der Kohleverwendung zu erzielen. An dieser Option müßte eine Energiestrategie im "Kohleland" Deutschland ausgerichtet sein, um einen längerfristig ökologisch tragbaren Kohleeinsatz zu ermöglichen. Die Fixierung der heutigen Bundespolitik auf das Hin- und Herschieben von Stein- und Braunkohlemengen sowie die Ausrichtung auf die *reine Verstromung* von Kohle bei den *großen EVU* ist für diese Aufgabe kontraproduktiv.

Bei der zukünftigen Kohlepolitik im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung gilt es aber zu beachten, daß Technologien auf der Basis von Erdgas für private Anbieter von Vorteil sind, sodaß *kohlepolitisch* die *Gestaltung des Wettbewerbs* von großer Bedeutung ist. Das Beispiel eines privat finanzierten kommunalen Heizkraftwerks auf Erdgasbasis in Frankfurt/Oder zeigt dies klar: Nur wenn attraktive *Angebote der Kohlewirtschaft* für private und öffentliche KWK-Betreiber erfolgen, können Stein- und Braunkohle in diesem Marktsegment gegen Erdgas konkurrieren.

Die Bundesrepublik als "Kohleland" muß hier eine entsprechende Politik vorbereiten, um einen umweltgerechten Kohleeinsatz im zukünftigen Wettbewerb zu ermöglichen.

Biomasse: Mehr als Abfall

Eine energiepolitische Option, die in der bundesdeutschen Debatte bislang nur untergeordnete Beachtung fand, ist die verstärkte Nutzung von *Biomasse*. Hierunter sind einerseits die bislang energetisch ungenutzten Reststoffe aus land- und forstwirtschaftlicher Produktion zu verstehen, andererseits aber auch die *organische Fraktion* im Hausmüll. Durch moderne Verfahren kann diese Biomasse als gasförmiger Brennstoff für die Kraft-Wärme-Kopplung genutzt werden, womit sich Wärme und Strom *ohne* anzurechnende CO₂-Emissionen bereitstellen lassen³⁷.

Im Bereich der Landwirtschaft sind dies zentrale und dezentrale Anlagen zur Vergärung von Gülle und Festmist, in der Forstwirtschaft und der Holzindustrie können thermische Verfahren zur Vergasung dienen. Überschußstroh aus dem Getreideanbau kann hier bei Anwendung der Wirbelschichttechnik ebenfalls eingesetzt werden.

Ergänzend tritt das Potential von organischen Abfällen aus Haushalten, Gewerbe und Industrie hinzu, das im Zuge der getrennten Sammlung zur Biogasgewinnung genutzt werden kann. Der Vergärungsrückstand läßt sich dann zur Kompostgewinnung weiternutzen. In Dänemark sind entsprechende großtechnische Anlagen im Probebetrieb³⁸.

Diese CO₂-freien Energiepotentiale lassen sich direkt mit der in Abschnitt 1 genannten Strategie zur Kraft-Wärme-Kopplung für Kohle kombinieren, da hierbei in vielen Fällen kleine und mittlere Wirbelschicht-Heizkraftwerke als Technologie zum Einsatz kommen werden (vgl. ÖKO 1987). Diese Anlagen können Biomasse-Brennstoffe ohne größeren Aufwand als Zusatzbrennstoff einsetzen.

Die gegenüber erneuerbaren Energien sicher nicht euphorische SHELL hat kürzlich für eine Pilotanlage zur Vergasung von Restbiomassen und nachfolgender Verstromung in modernsten Gasturbinen Stromkosten ermittelt, die *unter* denen neuer Atomkraftwerke liegen (SHELL 1990). In der Bundesrepublik gibt es bislang aber nicht einmal eine Diskussion zu solchen Konzepten, obwohl international diese Technologie auf starkes Interesse stößt³⁹.

Während in den urbanen Zentren West- und Ostdeutschlands die energetische Nutzung der organischen Abfälle Priorität hätte, würde die Nutzung von Reststoffen aus Land- und Forstwirtschaft in den ländlichen Regionen gezielt verfolgt werden.

Die damit entstehenden regionalen Kaufkraft- und Arbeitsplatzeffekte böten wichtige Impulse für eine ausgewogene Regionalentwicklung in beiden Teilen Deutschlands.

³⁷ Die bundespolitische Diskussion zielt demgegenüber derzeit auf "Biosprit", also den Einsatz von Biomasse-Treibstoffen im Verkehr. Die Darstellung in Kapitel 4 zeigte aber, daß dies eine verkehrspolitische Sackgasse ist, die zudem offene Fragen hinsichtlich einer umweltverträglichen Landwirtschaft aufwirft: "ÖKO"-Fahrzeuge zeichnen sich durch Effizienz und nicht durch alternative Kraftstoffe aus.

³⁸ Die Bundesregierung setzt bislang maßgeblich auf die energetisch ungünstige und emissionsseitig problematische Müllverbrennung und fördert entsprechende Unternehmen.

³⁹ vgl. etwa die Darstellungen in Ogden/Williams/Fulmer 1991; Larson 1989; Hall/Mynick/Williams 1991; Williams 1989. In Schweden beschloß das private EVU Sydkraft im Juni 1991, eine dem SHELL-Konzept vergleichbare Demonstrationsanlage zu bauen - mit finnischer Wirbelschichttechnik zur Vergasung und schwedischer Turbinentechnik.

Die Nutzbarmachung der organischen Müllfraktion zur kohlenstofffreien Energiegewinnung böte zudem positive Auswirkung auf die prekäre Abfallsituation des Landes⁴⁰.

Daß die Biomasse-Option nicht nur Theorie ist, belegen neben den o.g. internationalen Aktivitäten auch die Maßnahmen eines kleinen Stadtwerks im Schwarzwald: in *Rottweil* wird sowohl die Holzvergasung mit Kraft-Wärme-Kopplung wie auch die Biogaserzeugung mit ganzjähriger Nutzung des Gases in Blockheizkraftwerken und sogar die Biogaserzeugung aus getrennt gesammeltem organischem Hausmüll verfolgt (Rettich 1991).

Sonnenenergiewirtschaft: Schon heute einsteigen

Um den Weg in eine zukunftsorientierte Energieversorgung zu öffnen, ist schon heute eine Orientierung auf die erneuerbaren Energiequellen notwendig, die gegenüber allen anderen nichtfossilen Energieangebots-Optionen risikoärmer, kostengünstiger und schneller zu einer Umweltentlastung und dauerhaften Energieversorgung führen.

Zu ihrer Einführung ist nicht nur der Abbau administrativer, rechtlicher und wirtschaftlicher Hemmnisse notwendig (vgl. dazu ÖKO 1989e), sondern auch die Unterstützung der Markteinführung: zum schnellen Aufbau erneuerbarer Energiesysteme ist der Aufbau von entsprechenden Produktionskapazitäten für Anlagen notwendige Voraussetzung. Die "Pioniermärkte" für solche Techniken sind in der Bundesrepublik und den EG-Staaten zwar vorhanden. Für die tatsächliche Markteinführung in dem Umfang und mit der Geschwindigkeit wie mittelfristig zur Ablösung der fossilen Energien erforderlich, muß jedoch eine Nachfrage vorhanden sein, die über reine Pionieranwendungen hinausgeht. Um von Industrieseite her große Fertigungskapazitäten bereitzustellen, sind daher übergreifende Markteinführungsprogramme notwendig, die auch mit den Nachbarstaaten (EG, Osteuropa) verknüpft werden können.

Dazu können u.a. die von der Bundes- und den Landesregierungen heute zur Finanzierung von Infrastrukturmaßnahmen in wirtschaftsschwachen Regionen vorgehaltenen Mittel dienen, wenn diese entsprechend umgelenkt werden. Vergleichbare Mittel sind auch von EG-Seite zu erhalten, sodaß sich über die BRD hinaus Strategien zur Einführung erneuerbarer Energien (Photovoltaik, Biomasse) gerade in den strukturschwachen Regionen konzentrieren ließen.

Der Einstieg in die Sonnenenergiewirtschaft kann also schon heute beginnen.

⁴⁰ Durch ergänzende Anstrengungen zu Materialrecycling (Papier, Glas, Metalle) könnte dies verstärkt und so auch indirekt CO₂ reduziert werden.

Wasserstoff: Kein Bedarf in Sicht

Die regenerativen Energieträger weisen in ihrem Energieangebot tages- bzw. jahreszeitliche Schwankungen auf, die bei der Gewährleistung der Versorgungssicherheit insbesondere im Elektrizitätsbereich, aber z.B. auch im Winter im Heizungsbereich berücksichtigt werden müssen. An dieser Stelle fällt in letzter Zeit immer häufiger das Zauberwort Wasserstoff, der für die Lösung dieser Probleme der ideale Sekundärenergieträger sein soll. Nicht zu bestreiten sind die Vorteile des Wasserstoffs, vorausgesetzt er wird mit Hilfe von regenerativ erzeugtem elektrischen Strom hergestellt. Wasserstoff ist vielseitig einsetzbar im Wärme-, Strom- und Fahrzeugbereich, er läßt sich speichern, relativ einfach transportieren und belastet die Umwelt vergleichsweise gering.

Warum spielt dann dieser Energieträger im beschriebenen ÖKO--Szenario keine Rolle?

Die Antwort ist ganz einfach: Er wird bei einer Strategie der konsequenten rationellen Energienutzung bis zum Jahr 2010, wie hier im ÖKO-Szenario beschrieben, nicht benötigt. Zu diesem Ergebnis kommen auch andere Studien (z.B. Nitsch/Luther 1990).

Die Geldmittel können heute in anderen Bereichen effizienter eingesetzt werden (z.B. zur rationellen Energienutzung) als zur Erzeugung des Sekundärenergieträgers Wasserstoff. Dies gilt für alle im ÖKO-Szenario unterstellten Energieeinsparmaßnahmen und für die direkte Nutzung der regenerativen Energieträger. Ihr Einsatzbedarf bei dem hier unterstellten Ausbaugrad bis zum Jahr 2010 keines zusätzlichen Speichersystems, auch nicht im Elektrizitätsbereich. Das in der BRD vorhandene elektrische Verbundnetz ermöglicht die direkte Nutzung des regenerativ erzeugten Stroms auf den verschiedenen Spannungsstufen ohne den verlustreichen und teuren Umweg eines zusätzlichen Speichers wie etwa Wasserstoff.

Wasserstoff zur Substitution von fossilen Treibstoffen im Transportbereich einzusetzen wäre vergleichsweise ineffektiv, solange mit regenerativen Energiequellen erzeugter Strom die Stromerzeugung aus Kraftwerken ohne Abwärmenutzung substituieren kann. Wegen der langen Antransportwege bei Wasserstoffimporten wären H₂-betriebene Fahrzeuge zudem emissionsintensiver als die im ÖKO-Szenario unterstellten "Spar"-Pkw, selbst wenn die Wasserstoff aus Solarstrom und Wasserkraft erzeugt würde (ÖKO 1991).

Die Frage des Einsatzes von Wasserstoff stellt sich demnach auch bei optimistischer Betrachtung erst nach dem Jahr 2010, und dann in Form einer Komponente einer *Sonnenenergiewirtschaft* (ÖKO 1988), und *nicht* in Form einer zentralen Wasserstoffwirtschaft, wie sie oft beschworen wird (Dahlberg 1987) oder sich die Stromwirtschaft vorstellt (Grawe 1988).

10 Ausblick: Ein Suffizienz-Szenario ?

Abschließend soll die Perspektive für die bundesdeutsche Energiepolitik zumindest kurz über den Zeitrahmen des Jahres 2010 und die Grenzen des Landes hinaus erweitert werden.

Wie die Szenariorechnungen zeigten, ist bei weiterem Wirtschaftswachstum und deutlich höherem Dienstleistungsniveau - also mehr beheizte Wohnfläche, mehr Transportdienstleistungen - eine Effizienzstrategie in Kombination mit erneuerbaren Energien durchaus in der Lage, in den nächsten 20 Jahren eine deutliche Reduktion der Umweltbelastungen zu erzielen.

Längerfristig stellt sich aber bei *anhaltendem* Wachstum der Dienstleistungsnachfrage das Problem, daß dieses Wachstum stets auf neue durch Effizienz und Regenerative "ausgeglichen" werden muß. Unter Umweltaspekten wird dabei zumindest bei Zeithorizonten um 2050 die Lage kritisch - regenerative Energien können trotz ihrer Unerschöpflichkeit nämlich *auf gegebener Fläche* nur begrenzt Energie bereitstellen, und die Effizienzsteigerungen unterliegen dem Gesetz des abnehmenden Grenzertrags. Die technikhorientierte Antwort auf dieses Problem wäre ein Import von Energien - etwa Solarwasserstoff - sowie "Ökotechnik" zur Eindämmung der immer größeren Reststoffprobleme einer stetig wachsenden Warenflut.

Es gibt aber auch zumindest eine andere denkbare Antwort, der unter dem Aspekt der globalen Gerechtigkeit u.E. eine größere Bedeutung zukommt: das Wachstum der Nachfrage zu begrenzen.

Diese mögliche Antwort verläßt den Bereich der Technik und die Debatte über Potentiale, Wirtschaftlichkeit und Umwelteffekte. Sie ist *per se politisch*, weil sie den Kern der Industriegesellschaft betrifft - langfristig steigende Produkt- und Dienstleistungsbedarfe als Garant von Wohlstand, Beschäftigung und Gewinn müßten hinterfragt werden.

Obwohl dies aus der Perspektive eines hochindustrialisierten, wohlhabenden Landes heraus eher fraglich ist, erfordert die globale Nord-Süd-Verteilung von Ressourcen sowie die enge Einbindung der Bundesrepublik in den Welthandel u.E. eine Diskussion dieser Problematik.

Nach der "Entdeckung" der Effizienz bei der Bereitstellung von (Energie-) Dienstleistungen als Schlüssel einer ökologisch orientierten Energiepolitik in den 70er und 80er Jahren sollte die Energiediskussion der 90er Jahre einen weiteren Schlüsselbegriff einbeziehen: die *Suffizienz*.

Suffizienz fragt nach dem "Zweck" von Dienstleistungen und dem Ausmaß der Nachfrage - ob also "mehr davon" immer gleichzusetzen ist mit "besser".

Ähnlich wie die Effizienzfrage den Mythos von der ständig steigenden Energienachfrage entlarvte, blickt die Suffizienz "hinter" die Dienstleistung bzw. deren Ausmaß und berücksichtigt die Randbedingungen, unter denen Dienstleistungen noch "nützlich" sind.

Daß daraus nicht notwendigerweise *Askese* folgt, zeigt die im ÖKO-Szenario verfolgte neue Verkehrspolitik - Mobilität per Automobil allein wird ersetzt durch ein geändertes Mix von Dienstleistungen sowie eine radikale Umdefinition des "Zeckes" von Automobilen.

Für die anstehenden Diskussionen um die ökonomischen und politischen Entwicklungen in Ost-West- und Nord-Süd-Richtung wäre es daher dringend erforderlich, den Begriff der Suffizienz in die Entwicklung von Szenarien einzubeziehen und "konsistente Zukunftsmodelle" für die Bundesrepublik zu entwerfen, deren Grundannahmen für die wirtschaftliche und soziale Entwicklung unter globaler Sichtweise tragfähig - im Sinne von gerecht - sind.

Die vorgelegten Energiewende-Szenarien sind technikorientierte Antworten auf ein *ungeändertes* Bild der gesellschaftlichen Entwicklung. Sie können wichtige Hinweise geben für die Richtung, die von der Energiepolitik in den nächsten Jahren aus Umweltsicht zu verfolgen ist, und die Chancen in Ostdeutschland aufzeigen, eine umweltverträgliches Energiesystem aufzubauen.

Für eine Energiepolitik, die über die Bundesrepublik hinaus in Richtung Osten und Süden blickt und langfristig orientiert ist, sind diese Szenarien wegen ihrer "insuffizienten" Grundannahmen nicht geeignet.

Das Bild einer solchen Energiepolitik muß erst noch geschaffen werden - und die Suffizienzfrage sollte dabei ausreichend Beachtung finden.

Literaturverzeichnis

- Aberle, G. 1988: Zukunftsperspektiven der Deutschen Bundesbahn. TVW-Taschenbuch Verkehrswirtschaft, Bd. 1, Heidelberg
- AGEP (Arbeitsgemeinschaft Energie- und Systemplanung) 1987: Strombedarfsdeckung in der Bundesrepublik Deutschland mit und ohne Kernenergie, Oldenburg
- ASUE (Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch) 1987: Kraft-Wärme-Kopplung in Industrie und Gewerbe, Frankfurt
- BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie) 1989: Die Bahn der Zukunft - Politik in der Pflicht. Vorschläge des BDI für eine Konsolidierung der Eisenbahn, Köln
- BER (Bonner Energie-Report) 1991: Neue Stromfabriken für Deutschland - Kohle statt Kernkraft, in: *Bonner Energie-Report* 6/91, S. 20-23
- BINE (Bürger-Information Neue Energietechniken) 1990: Informationspaket Kommunale Energieversorgung, Energiekonzepte, Nah- und Fernwärme, energetische Nutzung von Abfall, Köln
- Blok, Kornelis et al. (University of Utrecht) 1990: Data on energy conservation techniques for the Netherlands (draft), Utrecht (April 1990)
- BMFT (Bundesminister für Forschung und Technologie) 1989: Rationelle Energieverwendung in der Industrie, Statusbericht 1988, Düsseldorf
- BMU (Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 1990: Zielvorstellung für eine erreichbare Reduktion der CO₂-Emissionen, Bonn (13.6.1990)
- BMV (Bundesminister für Verkehr) (Hrsg.) 1987: Verkehr in Zahlen 1987, H.Enderlein (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung), Berlin
- Bockris, P.D./Justi, E.W. 1980: Wasserstoff - Energie für alle Zeiten, München
- Bölkow, Ludwig/Meliß, Micheal/Ziesing, Hans-Joachim 1990: Erneuerbare Energiequellen - Endbericht der Koordinatoren zum Studienschwerpunkt A.2, Studienprogramm für die Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages, Berlin/Jülich/München
- Bracher, T. 1987: Konzepte für den Radverkehr. Fahrradpolitische Erfahrungen und Strategien, Bielefeld
- Brohmann, B.: Energiesparkonzept für die Landeshauptstadt München, Teilbericht Vorschläge zum Stromsparmodell der Stadtwerke München, Darmstadt 1990
- Brunner, Conrad et al. 1988: Elektrosparstudien - 16 Energieberater analysieren 22 öffentliche Gebäude, i.A. des Kantons Basel-Land und der Stadt Zürich, Zürich
- Brunner, Conrad/FFE (Forschungsstelle für Energiewirtschaft) 1989: Emissionsminderung durch rationelle Energieverwendung im Kleinverbrauch, Endbericht zum Studienabschnitt A 1.5, Studienprogramm für die Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages, Zürich/München
- Cecchini, P. u.a. 1988: Europa 1992 - Der Vorteil des Binnenmarktes (Deutsche Kurzfassung), Baden-Baden
- CHPA (Combined Heat and Power Association) 1988: CHP - the potential role in the post-privatisation electricity market, London
- Dahlberg, R. 1986: Das Dahlberg-Programm "Sonne", in: *Bild der Wissenschaft extra* - Energie aus Sonne und Wind, Stuttgart
- DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) 1989: Projektion des Pkw-Bestandes für die Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2010, in: *DIW-Wochenbericht* 36/1989, Berlin
- DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) 1990: Entwicklung der Verkehrsnachfrage im Personen und Güterverkehr und ihre Beeinflussung durch verkehrspolitische Maßnahmen (Trend-Szenario und Reduktions-Szenario), Enbericht zum Studienschwerpunkt A.6.1 der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des deutschen Bundestages, Berlin

- DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) 1990: Privathaushalte und Wohnungsbedarf in Deutschland bis zum Jahr 2000, in: *DIW-Wochenbericht* 42/1990, Berlin
- DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) 1991: Energiebilanzen für Ostdeutschland, in: *DIW-Wochenbericht* 28/91, Berlin
- DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) 1990a: Verkehr in Zahlen 1990 und frühere Jahrgänge
- DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) 1991a: Verkehrsprobleme in Ostdeutschland - Chance für ein neues Verkehrs- und Siedlungsplanungskonzept, in: *DIW-Wochenbericht* 25/1991, S.353-357
- DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung)/ISI (Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung) 1987: Erneuerbare Energiequellen. Abschätzung des Potentials in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2000, München/Wien
- EBÖK (Energieberatung und Ökologische Konzepte) 1986: Stromsparpotential privater Haushalte in Hessen, i.A. des Hessischen Ministers für Umwelt und Energie, Wiesbaden
- EBÖK/IfE 1990: Emissionsminderung durch rationelle Energienutzung bei Elektrogeräten, in: Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre": Energie und Klima, Band 2, Bonn 1990
- ECH (Energieconsulting Heidelberg) 1989: Neue Kraftwerksgenerationen und große KWK-Anlagen, i.A. der Klima-Enquête-Kommission, Heidelberg
- ECH (Energieconsulting Heidelberg)/Suttor, Karl-Heinz 1989: Emissionsminderung durch rationelle Energienutzung im Umwandlungssektor, i.A. der Klima-Enquête-Kommission, Heidelberg
- ETSU (Energy Technology Support Unit) 1990: Environmental and Economic Implications of Small-Scale CHP, N.Evans, Energy & Environment Paper No. 3, London
- EWEKO (Energiewende Komitee Freiburg) 1991: Energiewende im Neubau - Handbuch für die kommunalpolitische Neubaupolitik, 3. Auflage Freiburg
- Ewers, Hans-Jürgen 1991: Ökonomische Auswirkungen eines Super-GAU im AKW Biblis, Untersuchung im Auftrag des Hessischen Rundfunks, Münster
- FFE (Forschungsstelle für Energiewirtschaft) 1989: Energieträger- und Emissionsmatrix, Endbericht zum Studienkomplex A 1.1, i.A. der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre", München
- FFE (Forschungsstelle für Energiewirtschaft)/ISI (Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung) 1989: Emissionsminderung durch rationelle Energienutzung in der Industrie, i.A. der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre", München/Karlsruhe
- FFE (Forschungsstelle für Energiewirtschaft)/ISI (Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung) 1990: Emissionsminderung durch rationelle Energienutzung - Zusammenfassung der Ergebnisse des Studienkomplexes A.1, i.A. der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre", München/Karlsruhe
- FFU (Forschungsstelle für Umweltpolitik der FU Berlin)/ÖKO (ÖKO-Institut) 1990: Ziele und Möglichkeiten einer stromspezifischen Energieeinsparpolitik in Berlin (West) unter Berücksichtigung des Stromverbundes mit der Bundesrepublik, Neue Energiepolitik für Berlin Heft 1, Berlin/Freiburg/Aachen
- Garnreiter, F. u.a. 1983: Auswirkungen verstärkter Maßnahmen zur rationellen Energienutzung auf Umwelt, Beschäftigung und Einkommen, Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin 1983
- GwE (Gesellschaft für wirtschaftliche Energieanwendung) 1990: Energiebilanz 1989 DDR, Leipzig
- Hall, D.O./Mynick, H.E./Williams, R.H. 1991: Alternative Roles for Biomass in Coping with Greenhouse Warming, in: *Science & Global Security* vol. 2 (1991), p. 1-39
- Hennicke, Peter 1988: Schließt eine Strategie des Kernenergie-Einsatzes eine Strategie der regenerativen Energienutzung aus oder fördert sie diese bzw. ergänzen sich beide? Arbeitspapier im Rahmen der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" 11/189, 21. November
- Hennicke, Peter (Hrsg.) 1991: Den Wettbewerb im Energiesektor planen, Berlin/Heidelberg/New York
- Hüsler, W. 1989: Der öffentliche Personenverkehr in der Offensive - Trendwende in den 80er Jahren, in: *Verkehrspolitik* (Wien) Nr. 1-2/1989, S.7-9

- IEA (International Energy Agency) 1989: Electricity End-Use Efficiency, Paris
- IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung) 1991: Minderungspotentiale für CO₂ in den neuen Bundesländern, i.A. des Bundesumweltministeriums, Heidelberg
- IfE (Institut für Energetik) 1990: Gesamtbilanz Energie 1989 - Wirtschaftsraum DDR, Leipzig
- IIP (Institut für Industrielle Produktion) 1990: The Greenhouse Effect Study - Fossil Fuel CO₂ Reduced Technologies - The FRET Sub-Project, P.Ruß/H.-D.Haasis/O.Rentz, Karlsruhe
- IÖW (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung) 1991: Grunddaten zur wirtschaftlichen Entwicklung in den neuen Bundesländern bis zum Jahr 2010, Expertise im Auftrag des ÖKO-Instituts, Berlin
- IWU (Institut Wohnen und Umwelt) 1987: Umweltschutz, Energie und Beschäftigung: Zusammenhänge, kommunale Handlungsfelder und Handlungsmöglichkeiten, Darmstadt 1987
- IWU (Institut Wohnen und Umwelt) 1988: Blockheizkraftwerke, Darmstadt
- IWU (Institut Wohnen und Umwelt) 1990: Wirtschaftlichkeit und Finanzierungsprobleme rationeller Energienutzung, H.Schmidt (Hrsg.), Darmstadt
- IWU (Institut Wohnen und Umwelt) 1990: Energiesparpotentiale im Gebäudebestand, Darmstadt
- Jahrbuch DDR 1990: Statistisches Jahrbuch der DDR, Berlin
- Johannson, T.B./Bodlund, B./Williams, R.H. (eds.) 1989: Electricity - Efficient End-Use and New Generation Technologies, and Their Planning Implications, Lund University Press
- Klauder, W. 1984: Tendenzen der Entwicklung des Arbeitsmarktes und der Qualität der Arbeit, in: Simonis, U.E. (Hg.): Mehr Technik - weniger Arbeit, Karlsruhe 1984
- Larson, E. u.a.: Biomass Gasification for Gas Turbine Power Generation, in: Johannson/Bodlund/Williams 1989, S.697-740,
- Larson, Eric D./Svenningsson, Per/Bjerle, Ingemar 1989: Biomass Gasification for Gas Turbine Power Generation, in: Johannson/Bodlund/Williams 1989, S.697-740
- Leprich, Uwe 1991: Least-Cost Planning und staatliche Aufsicht über Energieversorgungsunternehmen in der Bundesrepublik, in: Henicke 1991, S.44-76
- Maier, Wolfgang/Angerer, Gerhard et al. 1986: Rationelle Energieverwendung durch neue Technologien, i.A. des Bundesministers für Wirtschaft Bd. 1+2, Köln
- March (March Consulting Group) 1989: Electricity Savings in Industry - the Myth and the Reality, Manchester
- Masuhr, Klaus P. 1991: persönl. Mitt. von K.M. zu einer laufenden Untersuchung der PROGNOSE i.A. des BMWi, Basel (September)
- Mills, Evan/Wilson, Deborah/Johannson, Thomas B. 1991: Getting Started: No-Regrets Strategies for Reducing Greenhouse-Gas Emissions, in: *Energy Policy*, June 1991
- Monheim, H./Dandorfer, R. 1990: Straßen für alle, Hamburg
- NATO 1989: Demand-Side Management and Electricity End-Use Efficiency, A.Almeida/A.Rosenfeld (eds.), NATO ASI Series, Dordrecht
- Nitsch, Joachim/Luther, Joachim 1990: Energieversorgung der Zukunft, Berlin usw.
- Norgard, Jorgen 1989: Low Electricity Appliances - Options for the Future, in: Johannson/Bodlund/Williams 1989, S.125-172
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)/ IEA (International Energy Agency) 1989: Energy Technologies for Reducing Emissions of Greenhouse Gases. Proceedings of an Experts' Seminar, Vol.1+2, Paris
- Ogden, Joan/Williams, Robert/Fulmer, Mark 1991: Cogeneration Application of Biomass Gasifier/Gas Turbine Technologies in Cane Sugar and Alcohol Industries, in: Energy and the Environment in the 21st Century, J.Tester/D.Wood/N.Ferrari (eds.), MIT Press, Cambridge, S. 311-346
- ÖKO (Öko-Institut) 1987: Stellungnahme zum Fragenkatalog der ÖTV-Kommission zur Prüfung der Rahmenbedingungen für den Verzicht auf den Einsatz von Kernenergie, Freiburg 1987

- ÖKO (Öko-Institut)/VSS (Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft Saarbrücken) 1989: Marketing für Energiedienstleistungen - zur Entwicklung eines Konzeptes der "Stadtwerke der Zukunft", Bericht für den Bremer Energiebeirat, Freiburg/Saarbrücken 1989
- ÖKO (Öko-Institut)/GHK (Gesamthochschule Kassel) 1990: Umweltwirkungsanalyse für Energiesysteme - GEMIS, Wiesbaden 1990
- ÖKO (Öko-Institut)/GHK (Gesamthochschule Kassel) 1991: GEMIS II, laufendes Forschungsprojekt
- ÖKO (Öko-Institut) 1987: Thesen zu einer ökologisch orientierten Braunkohle-Nutzung, U.Fritsche/S.Kohler/H.Scholz, i.A der WDR-Ökologie-Redaktion, Darmstadt/Freiburg
- ÖKO (Öko-Institut) 1988: Sonnenenergie-Wirtschaft. Für eine konsequente Nutzung von Sonnenenergie, S.Kohler/J.Leuchtner/K.Müschel, Frankfurt
- ÖKO (Öko-Institut) 1989a: Energiedienstleistungsunternehmen und Least-Cost Planning, B.Brohm/U.Fritsche/U.Leprich, in: Enquête 1990
- ÖKO (Öko-Institut) 1989b: Monetäre und nichtmonetäre Internalisierung von Umweltaspekten im Energiebereich, U.Fritsche/U.Leprich, in: Enquête 1990
- ÖKO (Öko-Institut) 1990: Das CO₂-optimierte GRÜNE Energiewende-Szenario 2010, U.Fritsche/S.Kohler, Darmstadt/Freiburg, August
- ÖKO (Öko-Institut) 1991a: Energie Report Europa, G.Alber/U.Fritsche, Frankfurt
- ÖKO (Öko-Institut) 1991b: EC Policy on Energy and the Environment, G.Alber/U.Fritsche, i.A. des Europäischen Parlaments, Darmstadt/Freiburg
- ÖKO (Öko-Institut) 1991c: Gutachten zur Rekommunalisierung der Energiewirtschaft in Dresden, im Auftrag der Stadt Dresden, Freiburg
- ÖKO (Öko-Institut)/IÖW (Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung) 1986: Qualitative und soweit möglich quantitative Abschätzung der kurz- und mittelfristigen Wirkungen eines Verzicht auf Kernenergie, i.A. des Bundesministers für Wirtschaft, Berlin/Freiburg
- PROGNOS/ISI (Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung) 1990: Energieprognose bis 2010. Die energiewirtschaftliche Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2010, i.A. des Bundesministers für Wirtschaft, Stuttgart
- Rettich, Siegfried 1991: Least-Cost-Planning und Nutzwärme-Konzept - Maßnahmen, Planungen und Überlegungen bei den Stadtwerken Rottweil, in: Hennische 1991, S. 254-282
- RWI (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung) 1991: Auswirkungen des EG-Binnenmarktes für Energie auf Verbraucher und Energiewirtschaft in der Bundesrepublik, Essen
- Sailer, M. 1991: Stellungnahme zum Argument, derzeit existierende Arbeitsplätze an den KKW-Standorten Greifswald und Stendal würden durch den in Diskussion stehenden Neubau von Siemens-KKW erhalten bleiben, Darmstadt 1991
- Schallaböck, Karl-Otto 1988: Energieverbrauch in der BR Deutschland bis zum Jahr 2010, Abschnitt: Motorisierter Individualverkehr (MIV), in: ÖKO 1988
- Schallaböck, K.O. 1989: Sozial und Umweltverträglichkeit als Entwicklungsmaßstab für Verkehrstechnologien, Vortrag beim Symposium "Zukünftige Verkehrstechnologien für den Menschen - Chancen, Risiken und Handlungsforderungen", Köln-Porz
- Schallaböck K.O. 1991: Verkehrsvermeidungspotentiale durch Reduktion von Wegezahlen und Entfernungen, Monatsbericht des Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen
- Seifried, Dieter 1989: Gute Argumente: Verkehr, München
- SHELL 1990: Sustainable biomass energy, P.Elliot/R.Booth, Shell Selected Papers, London
- Suttor, Karl-Heinz 1989: Kleine KWK-Anlagen einschließlich verbrennungsmotorischer und gasturbinenbetriebener Systeme. Studie im Auftrag der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre", Neckargemünd

- Traube, Klaus 1987: Wirtschaftlichkeit der Kraft-Wärme-Kopplung und Hindernisse für ihren Ausbau durch kommunale Versorgungsunternehmen, i.A. des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie Nordrhein-Westfalen, Hamburg
- UfU (Unabhängiges Institut für Umweltfragen/ÖKO (ÖKO-Institut) 1990: Bestandsaufnahme und Perspektiven der Atom- und Energiewirtschaft der DDR, Freiburg/Darmstadt/Berlin
- UPI (Umwelt- und Prognose-Institut) 1989: Öko-Steuern als marktwirtschaftliches Instrument im Umweltschutz. Vorschläge für eine ökologische Steuerreform, UPI-Bericht Nr.9, Heidelberg
- VCD/ÖKO-Institut 1991: Vorschlag für eine Umsteigeaktion in der Stadt Freiburg
- Verkehrsbetriebe Zürich (Hrsg.): Züri-Linie 1990 - Der öffentliche Verkehr macht für das Zeitalter der sauberen Luft mobil, Zürich o.J.
- Vortanz, E. 1987: Die häufigsten Sicherheitsmängel von Radverkehrsanlagen, in: *Fahrrad, Stadt, Verkehr*, Darmstadt
- Williams, Robert H. 1989: Biomass gasifier/gas turbine power and the greenhouse warming, in: *Energy Technologies for Reducing Emissions of Greenhouse Gases, Proceedings Vol.2, OECD/IEA, Paris 1989, S.197-247*
- Williams, Robert/Larson, D. 1989: Expanding Roles for Gas Turbines in Power Generation, in: *Johansson/Bodlud/Williams 1989, S.503-554*