

2.E>

Energieverbrauch im Verkehr in Deutschland — Verringerung der Wachstumsraten in den neunziger Jahren	193
Kunststoffverarbeitung — eine Wachstumsbranche im Wandel	201

DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

WOCHENBERICHT 10/99

Berlin

11. März 1999

66. Jahrgang

Energieverbrauch im Verkehr in Deutschland Verringerung der Wachstumsraten in den neunziger Jahren

Über Jahrzehnte ist der Energieverbrauch im Verkehr in Deutschland kräftig gestiegen. Sein Anteil am gesamten Endenergieverbrauch erhöhte sich deutlich (1960: knapp 16 %, 1990: gut 28 %, 1996: 27 %). Beeinflusst wurde die Entwicklung in erster Linie vom Straßenverkehr, die höchsten Zuwachsraten wies der Luftverkehr auf. In den neunziger Jahren haben sich, trotz des zunächst sehr raschen Motorisierungsprozesses in den neuen Bundesländern, die Wachstumsraten des Energieverbrauches im Straßenverkehr merklich verringert. Lediglich im Luftverkehr ist noch keine Abschwächung zu erkennen.

Das DIW hat in einem Gutachten für das Bundeswirtschaftsministerium¹ die Untersuchungen zum Energieverbrauch im Verkehr fortgeführt² und aktualisiert. Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse dargestellt.

In den Energiebilanzen für Deutschland werden die jeweils in einem Jahr abgesetzten Mengen der verschiedenen Energieträger nach Endenergieverbrauchssektoren ausgewiesen. Der Sektor Verkehr enthält die Subsektoren Schienenverkehr, Straßenverkehr, Luftverkehr sowie Küsten- und Binnenschifffahrt.

Unterschiedliche Abgrenzungen (z. B. Schienen- versus Eisenbahnverkehr)³ und Erfassungsmethoden (in allen Subsektoren der Energiebilanzen sind Personen- und Güterverkehr nicht getrennt) in der Energie- und Verkehrsstatistik erfordern zusätzliche Informationen und Berechnungen, um Aussagen über die differenzierten Entwicklungstendenzen des Energieverbrauches im Verkehr treffen sowie Quervergleiche des Energieverbrauches konkurrierender Verkehrsträger durchführen zu können.

Für den Straßenverkehr schätzt das DIW seit vielen Jahren fortlaufend die Fahrleistungen und den Kraftstoff-

¹ Energie-Effizienz-Indikatoren: Statistische Grundlagen, theoretische Fundierung und Orientierungsbasis für die politische Praxis. Gutachten des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) und des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (FhG-ISI) im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft. Bearbeitet von Jochen Diekmann, Heilwig Rieke, Hans-Joachim Ziesing (DIW) sowie Wolfgang Eichhammer, Anja Neubert, Barbara Schlomann (FhG-ISI). Berlin, Karlsruhe 1998. Vgl. auch: Indikatoren des Energieverbrauchs in Deutschland. Bearb.: Jochen Diekmann, Heilwig Rieke und Hans-Joachim Ziesing. In: Wochenbericht des DIW, Nr. 50/98.

² Vgl. Energieverbrauch im Verkehr 1978 bis 1987 — Deutliche Zunahme durch den Pkw-Verkehr. Bearb.: Georg C. Goy und Heilwig Rieke. In: Wochenbericht des DIW, Nr. 37/90; Energieverbrauch des Verkehrs in der Bundesrepublik Deutschland. Bearb.: Georg C. Goy und Heilwig Rieke. In: Wochenbericht des DIW, Nr. 3/86; Energieverbrauch im Personen- und Güterverkehr der Bundesrepublik Deutschland. Bearb.: Georg C. Goy und Heilwig Rieke. In: Wochenbericht des DIW, Nr. 50/82.

³ In den Energiebilanzen ist im Schienenverkehr, neben dem Verbrauch im Eisenbahnverkehr, auch der Stromverbrauch der elektrisch betriebenen Verkehrsmittel des öffentlichen Straßenpersonentransports und ein Teil des Energieverbrauches stationärer Anlagen im Verkehr enthalten.

verbrauch nach Kraftfahrzeugarten;⁴ damit liegen für diesen wichtigen Bereich ausreichend differenzierte Daten für eine Analyse vor.

Alle Berechnungen werden grundsätzlich zunächst auf Endenergiebasis vorgenommen. Die Verkehrsleistungen beziehen sich auf das Gebiet Deutschlands, bis 1990 auf das frühere Bundesgebiet, von 1991 an auf Gesamtdeutschland. Neben dem absoluten Energieverbrauch der Verkehrsarten wird auch der jeweilige spezifische Energieverbrauch ermittelt, d. h. der Energieverbrauch je Verkehrsleistungseinheit (Personen- bzw. Tonnenkilometer). Durch die Verwendung der tatsächlich erbrachten Verkehrsleistungen wird implizit auch die (unterschiedliche) reale Auslastung der Verkehrsmittel erfaßt.

Personenverkehr

Nach wie vor dominiert im Personenverkehr der *motorisierte Individualverkehr* (Personen- und Kombinationskraftwagen sowie motorisierte Zweiräder⁵) die Gesamtentwicklung. Von 1978 bis 1996 entfielen drei Viertel des Zuwachses beim Energieverbrauch im gesamten Personenverkehr auf Pkw.⁶ Der bisherige Höchstwert des Gesamtverbrauches der Pkw wurde 1993 erreicht, seither ist der Verbrauch leicht zurückgegangen.

Die Entwicklung des Gesamtverbrauches wurde von sehr unterschiedlich wirkenden Einflußfaktoren bestimmt: Der Pkw-Bestand erhöhte sich im Untersuchungszeitraum um über 90 %. Die durchschnittliche Fahrleistung, d. h. die je Pkw und Jahr zurückgelegte Strecke, war 1996 um 10 % niedriger als 1978. Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch (l/100 km) sank insgesamt um 13 %. Diese Entwicklung ergab sich aus mehreren Einflußgrößen: Zum einen veränderte sich die Bestandsstruktur zugunsten der größeren Fahrzeuge; dies wirkt *ceteris paribus* verbrauchserhöhend. Zum anderen stieg der Anteil der Pkw mit Dieselmotor; dies führt per se zu einer Verringerung des Gesamtdurchschnittes, da Diesel-Pkw motortechnisch bedingt einen niedrigeren Kraftstoffverbrauch haben als vergleichbare Fahrzeuge mit Ottomotor. Schließlich nahmen innerhalb der einzelnen Hubraumklassen die Durchschnittswerte des Kraftstoffverbrauches, vor allem durch motortechnische und aerodynamische Verbesserungen, ab. Die ebenfalls erreichten Gewichtsreduktionen infolge anderer Werkstoffe und veränderter Bauweisen, die grundsätzlich verbrauchssenkend wirkten, wurden z. T. durch Zusatzausstattungen, die ihrerseits Gewichtserhöhungen verursachten, konterkariert. Verbrauchserhöhend wirkte der Energiebedarf der elektrisch betriebenen Zusatzausstattungen.

Der spezifische Energieverbrauch, als Quotient aus Gesamtverbrauch und Verkehrsleistung, ging um insgesamt 6 % zurück,⁷ also deutlich weniger als der Durch-

schnittsverbrauch je Fahrzeugkilometer. Darin schlägt sich die Abnahme in der durchschnittlichen Besetzung um knapp 7 % nieder,⁸ was — isoliert betrachtet — im Betrachtungszeitraum den spezifischen Energieverbrauch erhöhte; ursächlich hierfür war insbesondere die steigende Ausstattung der privaten Haushalte mit Erst- und Zweitwagen.

Im *öffentlichen Straßenpersonenverkehr* (ÖSPV) werden verschiedene Verkehrsmittel mit unterschiedlicher Fahrzeug- und Systemtechnik sowie z. T. differierenden Betriebsbedingungen eingesetzt. Zum einen gibt es die mit Elektromotor angetriebenen Verkehrsmittel U-Bahnen, Stadtbahnen,⁹ Straßenbahnen herkömmlicher Bauart¹⁰ und O-Busse (Oberleitungsbusse), die ausschließlich im Linienverkehr eingesetzt werden. Zum anderen werden Kraftomnibusse (mit Dieselmotor) im Linien- und Gelegenheitsverkehr betrieben.

1996 war der gesamte Energieverbrauch im ÖSPV um gut 30 % höher als 1978, die Verkehrsleistung dagegen nur um 9 %.¹¹ Die im Vergleich zur Verkehrsleistung deutlich stärkere Zunahme des Gesamtverbrauches bzw. die Erhöhung des spezifischen Energieverbrauches im gesamten ÖSPV sind das Ergebnis sehr unterschiedlicher Entwicklungen bei den einzelnen Verkehrsmitteln. Nur bei den Stadtbahnen war ein deutlicher Rückgang des spezifischen Energieverbrauches zu verzeichnen. Bei allen anderen Verkehrsmitteln nahm er zu. Eine Ursache dafür ist in der Ausstattung der Fahrzeuge mit mehr Komfort zu se-

⁴ Vgl. Weiterhin Wachstum von Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr. Bearb.: Heilwig Rieke. In: Wochenbericht des DIW, Nr. 14/96. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Schätzung werden in der jährlichen DIW-Publikation „Verkehr in Zahlen“ veröffentlicht; vgl. Verkehr in Zahlen 1998. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr. Bearb.: Sabine Radke. Hamburg 1998, S. 154 ff. und 277 ff.

⁵ Die motorisierten Zweiräder haben mit Anteilen von rund 1 % am Gesamtverbrauch und rund 2 % an der Verkehrsleistung dieser Verkehrsart nur marginale Bedeutung.

⁶ Der Gesamtverbrauch der Pkw war 1991 um gut 13 % höher als der Wert für 1990, gut 10 Prozentpunkte dieses Anstieges waren auf die, 1991 erstmalig erfaßten, neuen Bundesländer zurückzuführen.

⁷ Sein (bisheriger) Höchstwert lag im Jahre 1988 mit 2 294 kJ/Pkm (kJ = Kilojoule).

⁸ Die Verkehrsleistung errechnet sich als Produkt aus Gesamtfahrleistung (= Produkt aus Bestand und durchschnittlicher Fahrleistung) und durchschnittlicher Besetzung (Zahl der Personen, die fahrtweitengewichtet im Durchschnitt einen Pkw nutzen).

⁹ Straßenbahnen mit überwiegend vom Straßenverkehr unabhängiger Gleisführung.

¹⁰ Gleisführung im Verkehrsraum öffentlicher Straßen.

¹¹ Die Verkehrsleistungszunahme ist ein Effekt des Beitritts der neuen Bundesländer; 1991 lag die Verkehrsleistung im ÖSPV (für Gesamtdeutschland) um ein Viertel über dem Wert von 1990 (für das alte Bundesgebiet); seither sinkt die Zahl der Personenkilometer.

Tabelle 1

**Endenergieverbrauch im Verkehr in Deutschland¹⁾ nach den Energiebilanzen
in Petajoule**

	Verkehr ²⁾ insgesamt	Schienen- verkehr ^{2) 3)}	Straßen- verkehr ⁴⁾	Luftverkehr	Binnen- schifffahrt ⁵⁾
1978	1 588	70	1 374	104	39
1979	1 643	75	1 419	107	43
1980	1 666	74	1 447	109	36
1981	1 610	72	1 392	110	36
1982	1 618	58	1 421	105	34
1983	1 650	58	1 454	106	32
1984	1 702	58	1 498	113	33
1985	1 712	60	1 497	124	30
1986	1 805	60	1 582	134	29
1987	1 869	58	1 645	139	26
1988	1 949	57	1 711	156	24
1989	1 989	58	1 735	171	25
1990	2 091	59	1 818	187	27
1991	2 460	91	2 150	192	28
1992	2 522	88	2 198	206	30
1993	2 596	89	2 259	218	31
1994	2 555	90	2 209	226	30
1995	2 614	89	2 266	235	24
1996*	2 611	89	2 255	245	22

1) Ohne den Verbrauch militärischer Dienststellen und ohne Bunkerungen seegehender Schiffe. Bis 1990 Gebietsstand vor dem 3.10.1990, von 1991 an Gebietsstand seit dem 3.10.1990. — 2) Von 1982 an wird der Energieverbrauch der stationären Anlagen nicht mehr vollständig dem Verkehrsbereich zugeordnet. — 3) Schienenverkehr der Eisenbahnunternehmen sowie Verkehr mit Stadtschnellbahnen, Straßenbahnen und Obussen. — 4) Ohne Ackerschlepper in der Landwirtschaft. — 5) Einschließlich Hafen- und Küstenschifffahrt. — * Vorläufige Werte.

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen.

hen.¹² Demgegenüber hatten offensichtlich die Veränderungen, die ceteris paribus zu einem Rückgang des Energieverbrauches führten (Verbesserung der Antriebstechnik, Bremsenergieerückgewinnung und Senkung des Wagenrohgewichtes) einen geringeren Einfluß.

Die Unterschiede im Energieverbrauch zwischen den Verkehrsmitteln des ÖSPV sind nicht nur durch technische Faktoren, sondern auch dadurch bedingt, daß die Störungen im Verkehrsfluß durch den übrigen Straßenverkehr sehr stark differieren: Sie sind nahezu bedeutungslos bei den U-Bahnen, von geringer Bedeutung bei den Stadtbahnen, am stärksten ausgeprägt bei den Straßenbahnen und den Kraftomnibussen. Die Unabhängigkeit der Gleisführung vom öffentlichen Straßenraum hat wiederum Auswirkungen auf die Geschwindigkeit. Nicht zuletzt beeinflussen die Haltestellenabstände, die bei U-Bahnen größer als bei Stadt-/Straßenbahnen und bei letzteren größer als bei Bussen sind, den Energieverbrauch. Häufiges Anfahren und Bremsen wirken stark verbrauchserhöhend.

Im Linienverkehr des ÖSPV führt die ungleichmäßige Verteilung der Verkehrsnachfrage im Tagesablauf mit sehr ausgeprägten Spitzen zu einer schlechten Auslastung und damit zu eher ungünstigen Verbrauchswerten, da

eine Anpassung des Beförderungsangebotes an die schwankende Nachfrage aus Kostengründen nur sehr begrenzt erfolgt. Dies ist einer der Gründe, weshalb der spezifische Kraftstoffverbrauch im Omnibuslinienverkehr erheblich höher ist als im Gelegenheitsverkehr. Hinzu kommen hier große Unterschiede in den Fahrgeschwindigkeiten und dem Verkehrsfluß auf den jeweils benutzten Straßennetzteilen, z. T. werden auch unterschiedliche Fahrzeuge eingesetzt. Daher liegt der spezifische Verbrauch im Bus-Gelegenheitsverkehr um gut 50 % unter, der im Bus-Linienverkehr um gut 40 % über dem Gesamtwert aller Omnibusse.

Seit 1977 werden im *Schienenpersonenverkehr* der Deutschen Bundesbahn/Deutschen Bahn AG (DB) nur noch Züge mit Elektro- und Dieseltraktion eingesetzt.¹³ In-

¹² Hierzu zählen die Verbesserung der Klimatisierung sowie der Wärme- und Geräuschisolierung, bequemere Sitze, größere Sitzabstände sowie die Umwandlung von Steh- in Sitzplätze. Derartige Maßnahmen führen durch Eigenverbrauch, höheres Gewicht und Verringerung der Platzkapazität zu höherem spezifischem Verbrauch.

¹³ In den neuen Bundesländern gibt es noch Züge mit Dampfturbinen aus den Beständen der Deutschen Reichsbahn, die wegen ihrer sehr geringen Bedeutung hier nicht betrachtet werden.

Tabelle 2

Endenergieverbrauch im Personenverkehr in Deutschland¹⁾

	1978	1987	1991	1992	1993	1994	1995	1996
gesamter Endenergieverbrauch (PJ)								
Motorisierter Individualverkehr ²⁾	1 006,0	1 242,0	1529,0	1 556,0	1 578,0	1 519,0	1 528,0	1 525,0
Öffentlicher Straßenpersonenverkehr	35,9	37,1	46,7	47,1	47,1	46,4	46,4	46,9
U-Bahnen	1,1	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8
Stadtbahnen	0,2	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0	1,3	1,5
Straßenbahnen ³⁾	2,5	2,0	3,3	3,6	3,8	3,6	3,7	3,4
Kraftomnibusse	32,2	32,9	40,9	41,0	40,5	40,0	39,6	40,2
Eisenbahnverkehr ⁴⁾	23,3	23,9	.	.	.	.	.	43,0 ⁵⁾⁶⁾
Nahverkehrszüge	15,0	15,2	.	.	.	.	.	31,2 ⁵⁾⁶⁾
Fernverkehrszüge	8,4	8,7	.	.	.	.	.	11,8 ⁵⁾
Luftverkehr ⁷⁾	104,0	139,0	192,0	206,0	218,0	226,0	235,0	245,0
Insgesamt	1 169,2	1 442,0	.	.	.	.	.	1 859,9
spezifischer Endenergieverbrauch (kJ/Pkm)								
Motorisierter Individualverkehr ²⁾	2 182	2 284	2 143	2 127	2 130	2 077	2 061	2 047
Öffentlicher Straßenpersonenverkehr	511	530	503	520	525	534	540	551
U-Bahnen	319	339	295	304	328	337	347	352
Stadtbahnen	621	578	460	464	381	366	373	395
Straßenbahnen ³⁾	409	472	421	499	561	571	635	617
Kraftomnibusse	531	547	526	539	540	552	554	569
Eisenbahnverkehr ⁴⁾	621	609	.	.	.	.	.	750 ⁵⁾⁶⁾
Nahverkehrszüge	1 031	1 086	.	.	.	.	.	1 183 ⁵⁾⁶⁾
Fernverkehrszüge	363	345	.	.	.	.	.	381 ⁵⁾
Luftverkehr ^{7) 8)}	2 948	2 278	2 366	2 187	2 152	2 061	1 990	1 996
Insgesamt	1 935	2 019	.	.	.	.	.	1 841

1) Bis 1990 Gebietsstand vor dem 3.10.1990, von 1991 an Gebietsstand seit dem 3.10.1990. — 2) Verkehr mit Personen- und Kombinationskraftwagen sowie motorisierten Zweirädern. — 3) Einschließlich Obusse. — 4) Ohne nichtbundeseigene Eisenbahnen. — 5) Werte für 1997. — 6) Ohne S-Bahnen Berlin und Hamburg. — 7) Gesamter Absatz an Flugkraftstoffen lt. Energiebilanzen. — 8) Bezogen auf die Verkehrsleistung im innerdeutschen Verkehr und im abgehenden Verkehr in das Ausland einschließlich der Auslandsstrecken; tatsächlich geflogene Entfernungen.

Quellen: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen; Berliner Verkehrsbetriebe (BVG); Deutsche Bundesbahn/Deutsche Bahn AG; Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung/Bundesanstalt für Straßenwesen; Kraftfahrt-Bundesamt; Mineralölwirtschaftsverband; Statistisches Bundesamt; Stuttgarter Straßenbahnen AG; ÜSTRA Hannoversche Verkehrsbetriebe AG; Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe (VÖV)/Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV); Vereinigte Motor-Verlage; Berechnungen des DIW.

folge der mehrfachen Umstrukturierungen bei der DB (Zusammenschluß mit der Deutschen Reichsbahn und Umwandlung in Aktiengesellschaften) war es lediglich für 1997 möglich, ausreichend differenzierte Energieverbrauchs- und Verkehrsleistungsdaten zu erhalten, daher sind hier Aussagen über die Entwicklung in den neunziger Jahren nicht möglich.

Der gesamte Energieverbrauch im DB-Schienenpersonenverkehr stieg von 1978 bis 1997 um über vier Fünftel. Die Verkehrsleistung wuchs dagegen nur um reichlich zwei Fünftel; der Anteil der Verkehrsleistung in Nahverkehrszügen nahm von gut einem Drittel auf etwa die Hälfte zu. Der spezifische Energieverbrauch erhöhte sich um ein Fünftel. Im Nahverkehr war die Zunahme dieser Größe mit knapp 15 % größer als im Fernverkehr mit knapp 5 %. Da in bei-

den Verkehrsbereichen und auch bei beiden Traktionsarten der durchschnittliche Energieverbrauch, bezogen auf die Betriebsleistung (Brutto- oder Leistungstonnenkilometer), von 1978 bis 1997 gesunken ist, dürfte der Zuwachs beim spezifischen Energieverbrauch vor allem durch eine schlechtere Auslastung zu erklären sein (im Nahbereich z. T. durch die Einführung von mehr Taktverkehr).

Der deutlich höhere spezifische Energieverbrauch in Nahverkehrszügen gegenüber Fernverkehrszügen hat drei Ursachen: Im Nahverkehr sind die Zuglängen kürzer, es werden z. T. aber die gleichen Triebfahrzeuge wie im Fernverkehr eingesetzt. Die Haltepunktabstände sind wesentlich geringer und damit die verbrauchsintensiven Anfahr- und Bremsphasen erheblich häufiger. Außerdem ist die Auslastung deutlich schlechter.

Schienenpersonennahverkehr wird auch von den sogenannten nichtbundeseigenen Eisenbahnen (NE) betrieben. Die über 100 Unternehmen agieren jeweils regional begrenzt. Nach Angaben des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) konnten ihre Daten für 1996 geschätzt werden (Tabelle 4). Der im Vergleich zum DB-Nahverkehr erheblich niedrigere spezifische Energieverbrauch ist u.a. durch eine bessere Auslastung zu erklären, z. T. wohl auch durch besser den Nahverkehrsbedingungen angepaßte Zugfahrzeuge.

Zur Berechnung des Energieverbrauches im *Luftpassagierverkehr* standen zum einen die Daten aus den Energiebilanzen für den gesamten Zeitraum, zum anderen Informationen der Deutschen Lufthansa AG für 1991 bis 1997 zur Verfügung. Die Angaben aus den Energiebilanzen sind aus zwei Gründen nicht ohne weiteres zur Bestimmung des Energieverbrauches geeignet: Sie enthalten neben dem Verbrauch für Passagierbeförderung auch die Mengen an Kraftstoff, die für die Flüge von Frachtmaschinen und die Frachtbeförderung in Passagiermaschinen verbraucht werden. Eine Aufteilung nach Passagier- und Frachtverkehr ist ohne zusätzliche Informationen nicht möglich; der Passagierverkehr hat jedoch den deutlich größeren Anteil. Hinzu kommt, daß bei Flügen in das Ausland mit Zwischenlandungen nicht bekannt ist, ob und wieviel Treibstoff für die Teilstrecke bis zum Endzielflughafen bereits beim Start getankt wird.¹⁴ Dennoch werden für die Bestimmung des Energieverbrauches im Luftpassagierverkehr die Mengen an Flugkraftstoffen aus den Energiebilanzen den Verkehrsleistungen im innerdeutschen Verkehr und im abgehenden Verkehr in das Ausland bis zum Endzielflughafen gegenübergestellt.¹⁵ Der sich so ergebende spezifische Energieverbrauch ist, wie auch der gesamte Energieverbrauch, also insoweit überhöht, als in ihm der Energieverbrauch für Frachtbeförderung enthalten ist. Es ergab sich von 1978 bis 1996 ein Wachstum des Gesamtverbrauches um 136 %. Die Verkehrsleistung stieg um 165 %. Der spezifische Verbrauch sank um fast ein Drittel. Diese Entwicklungstendenz wird auch durch die Daten der Deutschen Lufthansa AG bestätigt. In dem für beide Berechnungsverfahren einheitlichen Zeitraum 1991 bis 1996 ist der Rückgang des spezifischen Verbrauches mit fast 16 % identisch. Im Niveau liegt allerdings der Wert für die Deutsche Lufthansa AG (Tabelle 4) um knapp 15 % unter dem Wert, der sich aus den Energiebilanzen ableiten läßt. Die Vergleichbarkeit beider Größen ist jedoch, abgesehen von dem Problem der Berücksichtigung des Frachtverkehrs, deutlich eingeschränkt, da die Deutsche Lufthansa AG überdurchschnittlich „junge“ Flugzeuge besitzt und die Struktur ihrer (weltweit durchgeführten) Flüge hinsichtlich Streckenlängen, Auslastung u. ä. nicht mit der des deutschen Flugverkehrs identisch ist.

Der Rückgang des spezifischen Energieverbrauches im Luftverkehr ist z. T. darauf zurückzuführen, daß der ver-

brauchsgünstigere Langstreckenverkehr stärker zugenommen hat als der innerdeutsche Luftverkehr mit hohem spezifischem Verbrauch. Darüber hinaus konnte durch bessere Auslastung der Maschinen, durch operationelle Maßnahmen, die bei gegebenem Bestand an Flugzeugen deren Verbrauch senken,¹⁶ und durch technisch-investive Maßnahmen, d. h. vor allem die Beschaffung neuer Flugzeuge mit günstigerem Verbrauch¹⁷, der spezifische Verbrauch verbessert werden.

Insgesamt nahm der Energieverbrauch im Personenverkehr von 1978 bis 1996 um 59 % zu bei einem Wachstum der Verkehrsleistung von 62 %. Daß der spezifische Energieverbrauch insgesamt um knapp 5 % sank, ist auf den Rückgang dieser Kennziffer beim motorisierten Individualverkehr (-6 %) und beim Luftverkehr (-32 %) zurückzuführen.

Güterverkehr

Im Güterverkehr ist die Datenlage für eine Analyse des Energieverbrauches schlechter als im Personenverkehr. Wie für den DB-Schienenpersonenverkehr fehlen auch für den DB-Schienengüterverkehr Daten für die Jahre 1991 bis 1996. Der Absatz an Energie für die Binnenschifffahrt nach Energiebilanzangaben ist, wie nachfolgend dargestellt wird, nicht kompatibel mit dem Verbrauch für die Verkehrsleistungen, die im deutschen Binnenwasserstraßennetz erbracht werden. Am gravierendsten sind aber die Einschränkungen, die aus der Umstellung der Erhebungen zum deutschen Straßengüterverkehr resultieren, also für die Verkehrsart, die fast 70 % der Güterverkehrsleistung auf sich vereinigt (1996).¹⁸

¹⁴ Da beim Flugzeug große Mengen Treibstoff den spezifischen Verbrauch erhöhen und zugleich die Zuladungsmöglichkeit verringern, ist anzunehmen, daß nur bei extremen Preisunterschieden oder Problemen der Verfügbarkeit mehr Treibstoff als für die Teilstrecken benötigt mitgeführt wird.

¹⁵ Die aus dem Ausland in Deutschland ankommenden Flugzeuge sind mit ihrem Verbrauch in der deutschen Statistik nicht erfaßt.

¹⁶ Beispielsweise die Reduzierung des Startschubes, die Optimierung der Reisegeschwindigkeit, die verstärkte Energieversorgung des Flugzeuges am Boden durch transportable Bodenaggregate anstelle der Hilfsturbinen.

¹⁷ Beispielsweise durch Verringerung des Flugzeuggewichtes, Verbesserung der aerodynamischen Eigenschaften, Verbesserung der Triebwerke.

¹⁸ Die Veränderung der Erhebungsmethoden und -inhalte vom Mai 1994 an war so gravierend, daß konsistente Zeitreihen (in der Abgrenzung der neuen Erhebung) erst von 1995 an und aus einer DIW-Schätzung zusätzlich für die Jahre 1991 bis 1994 vorliegen. Die Zeitreihen auf der Basis der alten Erhebungsmethoden können nicht mit den neuen Werten verknüpft werden; vgl. hierzu: Jutta Kloas, Hartmut Kuhfeld, Sabine Radke, Heilwig Rieke: Strukturanalyse und Rückschätzung der Statistik des Straßengüterverkehrs. Gutachten des DIW im Auftrag des Bundesministers für Verkehr. Berlin 1997 (als Manuskript vervielfältigt).

Tabelle 3

Endenergieverbrauch im Güterverkehr in Deutschland¹⁾

	1978	1987	1991	1992	1993	1994	1995	1996
	gesamter Endenergieverbrauch (PJ)							
Straßengüterverkehr ²⁾	.	.	303,6	305,6	308,2	320,7	329,8	319,6
Eisenbahnverkehr ³⁾	19,8	18,6	.	.	.	.	.	15,3 ⁴⁾
Binnenschiffsverkehr ⁵⁾	39,0	26,0	28,0	30,0	31,0	30,0	24,0	22,0
Insgesamt	.	.	.	.	.	.	.	356,9
	spezifischer Endenergieverbrauch (kJ/tkm)							
Straßengüterverkehr ²⁾	.	.	1418	1399	1417	1379	1387	1362
Eisenbahnverkehr ³⁾	336	314	.	.	.	.	.	210 ⁴⁾
Binnenschiffsverkehr ^{5) 6)}	761	521	500	521	530	480	368	351
Insgesamt	.	.	.	.	.	.	.	963

1) Ohne Verkehr ausländischer Lastkraftfahrzeuge, Luftfrachtverkehr und Rohrfernleitungen. Bis 1990 Gebietsstand vor dem 3.10.1990, von 1991 an Gebietsstand seit dem 3.10.1990. — 2) Nur deutsche Lkw > 3,5 t Nutzlast und Sattelzugmaschinen. — 3) Ohne nichtbundeseigene Eisenbahnen. — 4) Werte für 1997. — 5) Gesamtabsatz für die Küsten- und Binnenschifffahrt lt. Energiebilanzen. — 6) Bezogen auf die Verkehrsleistungen im deutschen Binnenwasserstraßennetz.

Quellen: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen; Bundesamt für Güterverkehr; Deutsche Bundesbahn/ Deutsche Bahn AG; Kraftfahrt-Bundesamt; Mineralölwirtschaftsverband; Statistisches Bundesamt; Berechnungen des DIW.

Nach der neuen Erhebung werden im *Straßengüterverkehr* nurmehr deutsche Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen mit einer Nutzlast über 3,5 t bzw. einem zulässigen Gesamtgewicht über 6 t erfaßt. Es fehlen also insbesondere die kleineren Lastkraftwagen. Dies ist zwar für Verkehrsaufkommen und -leistung nicht sonderlich problematisch, da die kleinen Lkw, die überwiegend im (Werk-)Nahverkehr eingesetzt werden, nur eine geringe Ladekapazität und Nutzungsintensität aufweisen.¹⁹ Beim Kraftstoffverbrauch ist ihre Bedeutung wegen ihres hohen Bestandes aber wesentlich größer: Auf sie entfallen 100 % des Vergaserkraftstoff- und etwa ein Viertel des Dieselmotorkraftstoffverbrauches aller Lkw (einschließlich der von privaten Haushalten gehaltenen kleinen Lkw).²⁰ Darüber hinaus liegen für die ausländischen Lastkraftfahrzeuge mittlerweile nur noch wenig zuverlässige Angaben über ihre Verkehrsleistung in Deutschland vor.²¹

Mit diesen Einschränkungen ergab sich für den Straßengüterverkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge (über 3,5 t Nutzlast bzw. 6 t zulässigem Gesamtgewicht) von 1991 bis 1996 ein Anstieg des Gesamtverbrauches um gut 5 %, während die Verkehrsleistung um gut 10 % zunahm. Der spezifische Energieverbrauch sank um 4 %. Hauptursache dafür dürfte, neben technischen Verbesserungen, die Verlagerung zum gewerblichen Verkehr sein, in dem größere Fahrzeuge als im Werkverkehr eingesetzt werden²² und dessen Auslastung tendenziell besser ist. Hinzu kam der stärkere Zuwachs des Fern- im Vergleich zum Nahverkehr; im Fernverkehr wird in wesentlich verbrauchsgünstigeren Geschwindigkeitsbereichen transportiert.

Aufgrund der Nichtberücksichtigung der kleinen Lkw ist der spezifische Kraftstoffverbrauch zum überwiegenden

Teil von den Bedingungen im Fernverkehr geprägt, nur gut ein Viertel der Verkehrsleistung in der neuen Abgrenzung wird im Nahverkehr erbracht. Aus früheren Untersuchungen des DIW ergab sich, daß der spezifische Verbrauch im Fernverkehr etwa ein Drittel des entsprechenden Wertes im Nahverkehr betrug, bedingt durch die bereits angesprochenen Faktoren (bessere Auslastung, größere Fahrzeuge, günstigere Geschwindigkeitsbereiche).

Im *Schienengüterverkehr* der DB nahm der gesamte Energieverbrauch von 1978 bis 1997 um knapp 23 % ab, obwohl die Verkehrsleistung um fast ein Viertel stieg. Daraus ergab sich ein beträchtlicher Rückgang des spezifischen Verbrauches um über ein Drittel. Dies war u.a. auf Verringerungen des durchschnittlichen Verbrauches je Brutto- bzw. Leistungstonnenkilometer bei beiden Traktionsarten zurückzuführen.

Nichtbundeseigene Eisenbahnen sind auch im Schienengüterverkehr tätig. Anders als im Personenverkehr ist ihr spezifischer Energieverbrauch um ein Vielfaches höher als der entsprechende Wert für die DB (895 kJ/tkm

¹⁹ Sie erbringen rund 4 % der Verkehrsleistung aller Lkw.

²⁰ Für die im Besitz von Unternehmen befindlichen kleinen Lkw ergibt sich 1996 ein Verbrauch von etwa 190 PJ, das entspricht fast 60 % der Menge, die von großen Lkw und Sattelzugmaschinen verbraucht wurde.

²¹ Danach ergibt sich 1996 ein Anteil von 23 % an der Straßengüterverkehrsleistung im Bundesgebiet (ohne kleine Lkw) für die ausländischen Lastkraftfahrzeuge.

²² Grundsätzlich sinkt bei gleichbleibender Auslastung der spezifische Energieverbrauch mit zunehmender Fahrzeuggröße (trotz steigenden Durchschnittsverbrauches), da das Verhältnis von Nutzlast zu Gesamtgewicht günstiger wird.

Tabelle 4

Vergleich spezifischer Energieverbrauchswerte 1996 in Deutschland¹⁾

	Personenverkehr			
	Endenergie		Primärenergie	
	kJ/Pkm	Motorisierter Individualverkehr = 100	kJ/Pkm	Motorisierter Individualverkehr = 100
DB-Schienenpersonenverk. insg. ¹⁾	750	37	1 235	56
Nahverkehrszüge ¹⁾	1 183	58	1 822	83
Fernverkehrszüge ¹⁾	381	19	736	33
NE-Schienenpersonenverkehr ²⁾	637	31	1 022	46
Motorisierter Individualverkehr ³⁾	2 047	100	2 208	100
Öffentl. Straßenpersonenverkehr ⁴⁾	551	27	711	32
Luftpassagierverkehr ⁵⁾	1 703	83	1 837	83
	Güterverkehr			
	Endenergie		Primärenergie	
	kJ/tkm	Straßengüterverkehr = 100	kJ/tkm	Straßengüterverkehr = 100
DB-Schienengüterverkehr ¹⁾	210	15	408	28
NE-Schienengüterverkehr ²⁾	895	66	967	66
Straßengüterverkehr ⁶⁾	1 362	100	1 469	100
Luftfrachtverkehr ⁵⁾	10 694	785	11 536	785
Binnenschiffsverkehr ⁷⁾	520	38	561	38
1) Deutsche Bahn AG Werte für 1997, Nahverkehrszüge ohne S-Bahnen in Berlin und Hamburg. — 2) Nichtbundeseigene Eisenbahnen des öffentlichen Verkehrs. — 3) Verkehr mit Personen- und Kombinationskraftwagen sowie motorisierten Zweirädern. — 4) Verkehr mit Stadtschnellbahnen, Straßenbahnen, Obussen und Kraftomnibussen. — 5) Werte der Deutschen Lufthansa AG. — 6) Deutsche Lkw > 3,5 t Nutzlast und Sattelzugmaschinen. — 7) Berechnungen des Europäischen Entwicklungszentrums für die Binnenschifffahrt, Duisburg (EBD). Quellen: Berliner Verkehrsbetriebe (BVG); Deutsche Bahn AG; Deutsche Lufthansa AG; Europäisches Entwicklungszentrum für die Binnenschifffahrt, Duisburg (EBD); Stuttgarter Straßenbahnen AG; ÜSTRA Hannoversche Verkehrsbetriebe AG; Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV); Berechnungen des DIW.				

gegenüber 210 kJ/tkm; Tabelle 4). Die Gründe dafür sind kleinere Zugeinheiten und Transporte ausschließlich im Nahbereich (mittlere Transportweite im NE-Güterverkehr 16 km, im DB-Güterverkehr 235 km).

Bei der *Binnenschifffahrt* ist die Datenlage für eine längerfristige Analyse nach wie vor schlecht. Die rechnerische Verknüpfung von Verbrauchsmengen aus den Energiebilanzen²³ und Verkehrsleistungen ergibt eine Senkung des spezifischen Verbrauches um über die Hälfte. Bei insgesamt leicht steigender Verkehrsleistung gehen die absoluten Verbrauchsmengen in einzelnen Jahren drastisch zurück, z. B. 1995 gegenüber 1994 um mehr als ein Fünftel bei einem Anstieg der Leistung um knapp 4 %. Diese Entwicklungen sind nur dadurch zu erklären, daß die Bunkerungen im Ausland stark zugenommen haben. Da der Anteil des grenzüberschreitenden Verkehrs sehr hoch ist (1996: 75 % der Verkehrsleistungen) und zugleich das Gewicht des mitgeführten Treibstoffes für den spezifischen Verbrauch und die mögliche Zuladung nur eine geringe Bedeutung hat, werden bereits relativ geringe Preis-

differenzen zwischen In- und Ausland zu einem entsprechenden Tankverhalten führen. Dies wird noch gestützt durch die seit Jahren schlechte Ertragslage in der Binnenschifffahrt.

Eine für das Jahr 1996 mit sehr differenzierten Daten (hinsichtlich der Flottenstruktur, der einzelnen Wasserstraßenabschnitte und der Beladungszustände) von dem Europäischen Entwicklungszentrum für die Binnenschifffahrt Duisburg (EBD) durchgeführte Berechnung bestätigt diese Einschätzungen. Danach ergibt sich für die Binnenschifffahrt im deutschen Wasserstraßennetz im Vergleich zu dem Wert, der aus den Energiebilanzangaben resultiert, ein um fast die Hälfte höherer spezifischer und gesamter Energieverbrauch.

Zweifellos sind auch bei Binnenschiffen Energieeinsparungen erzielt worden. So erhöhte sich im früheren Bundesgebiet bis 1990 die mittlere Tragfähigkeit deut-

²³ Hierin ist auch, in unbekannter Größenordnung, der Verbrauch der Küstenschifffahrt enthalten.

schers Binnenschiffe; das führt ceteris paribus zur Verringerung des spezifischen Verbrauches. Die Zunahme der mittleren Tragfähigkeit ist durch den Beitritt der neuen Bundesländer zunächst unterbrochen worden, da die dort beheimateten Schiffe im Mittel kleiner als in den alten Bundesländern sind, allerdings zugleich erheblich jünger. Generell ist in der Binnenschifffahrt der Verkehrsmittelbestand wesentlich älter als bei allen anderen Verkehrsarten, da Binnenschiffe eine sehr lange Nutzungsdauer haben. Dies behindert die schnelle Durchsetzung von technischen Verbesserungen, die Energieeinsparungen möglich machen.

Für den *Luftfrachtverkehr* lagen nur Daten der Deutschen Lufthansa AG vor, die, wie bereits gesagt, nicht ohne weiteres als repräsentativ für den gesamten deutschen Luftfrachtverkehr angesehen werden können. Hier nach sank bei insgesamt kräftig wachsender Verkehrsleistung (+129 % von 1991 bis 1997) der spezifische Verbrauch um fast ein Viertel, also noch deutlicher als im Personenverkehr. Jeweils rund die Hälfte der Luftfracht wurde 1997 von der Deutschen Lufthansa AG in reinen Frachtmaschinen oder als Zuladung in Passagiermaschinen befördert.

Gesamtaussagen für den Güterverkehr sind nur für das Jahr 1996 möglich. Ob in der zeitlichen Entwicklung bei einheitlicher und umfassender Abgrenzung ein Rückgang des spezifischen Energieverbrauches eingetreten ist, ist ungewiß. Zwar waren bei allen Güterverkehrsarten Verringerungen des spezifischen Energieverbrauches zu verzeichnen, doch hat sich parallel dazu der Anteil der Leistungen bei den Verkehrsarten mit überdurchschnittlich hohen spezifischen Verbrauchswerten erhöht. Der Gesamtverbrauch hat infolge der Entwicklung des Straßengüterverkehrs zugenommen, obwohl beim Eisenbahn- und Binnenschiffsverkehr eine Abnahme zu verzeichnen war.

Fazit

Bei einer Gegenüberstellung der spezifischen Energieverbrauchswerte ist zu berücksichtigen, daß nicht alle Verkehrsarten und -bereiche des Personen- oder des Güterverkehrs wirklich miteinander vergleichbar sind. Sie unterscheiden sich z. T. erheblich hinsichtlich der Entfernungsbereiche, in denen die Beförderungen stattfinden; weitere Unterschiede liegen in den Transportkosten und

-zeiten, dem Komfort, der Pünktlichkeit u. ä. Zu beachten ist außerdem, daß bei Eisenbahn-, Luft- und Binnenschiffstransporten der Straßenverkehr z. T. Zubringerfunktion erfüllt.

Trotz dieser Einschränkungen ist zu konstatieren, daß im öffentlichen Personennahverkehr der DB-Nahverkehr hinsichtlich des spezifischen Energieverbrauches im Vergleich zum ÖSPV und zum NE-Schienenpersonenverkehr kritisch zu beurteilen ist. Dies gilt vor allem für den Teil, der nicht S-Bahnverkehr ist, da die Auslastung und damit der spezifische Verbrauch bei S-Bahnen deutlich günstiger als bei den übrigen Nahverkehrszügen sind. Im Personenfernverkehr allerdings ist der spezifische Energieverbrauch der DB merklich niedriger als im Pkw- oder Luftpassagierverkehr, aber höher als im Bus-Gelegenheitsverkehr. Auch im Güterverkehr weisen die Transporte mit der DB den niedrigsten spezifischen Energieverbrauch auf. Es ist zu berücksichtigen, daß sich bei den Verkehrsarten, die Strom verbrauchen, die auf Primärenergie bezogenen spezifischen Verbrauchswerte infolge der hohen Umwandlungsverluste bei der Elektrizitätserzeugung gegenüber den Verkehrsarten, die nur mit Mineralölprodukten betrieben werden, deutlich verschlechtern.

Insgesamt ist der Verkehr extrem abhängig von Mineralöl (98 %). In absehbarer Zukunft wird sich daran auch nichts ändern, da die Verkehrsleistungen in den Bereichen wachsen werden, die ausschließlich Mineralölprodukte verwenden und die außerdem überdurchschnittlich hohe spezifische Verbrauchswerte aufweisen (Pkw-Verkehr, Straßengüterverkehr und Luftverkehr). Auch die gegenwärtigen Pläne zur höheren Besteuerung des Energieverbrauches werden dies nur wenig beeinflussen, da die daraus resultierenden Preiserhöhungen keine spürbare Verteuerung bewirken werden. Das bedeutet, daß der Verkehrssektor zu der insgesamt angestrebten Minderung der CO₂-Emissionen um 25 % (2005 gegenüber 1990) nicht ausreichend beitragen wird.²⁴ Das bei unveränderter Verkehrs- und Umweltpolitik erwartete Wachstum der Verkehrsleistungen im Straßen- und Luftverkehr wird die Wirkungen, die sich aus dem weiteren Rückgang der spezifischen Verbrauchswerte ergeben, konterkarieren.

²⁴ Vgl. auch: CO₂-Emissionen in Deutschland: Weiterhin vom Zielpfad entfernt. Bearb.: Hans-Joachim Ziesing. In: Wochenbericht des DIW, Nr. 6/99.

Kunststoffverarbeitung — eine Wachstumsbranche im Wandel

Die kunststoffverarbeitende Industrie gehört zu den noch relativ jungen Industrien. Ihren großen Durchbruch erreichten Kunststoffe mit der starken Entwicklung der Petrochemie in den fünfziger und sechziger Jahren. Die Zahl der Kunststoffe ist seitdem ständig gestiegen. In weiten Anwendungsgebieten haben sie klassische Werkstoffe verdrängt. Auch wurden Möglichkeiten für neue Produkte sowie Märkte geschaffen. Die kunststoffverarbeitende Industrie gehörte bis Anfang der neunziger Jahre zu den besonders wachstumsintensiven Branchen in Deutschland.

Die Wachstumsdynamik vergangener Jahre besteht heute nicht mehr. Kunststoffe sind in vielen Einsatzfeldern inzwischen traditionelle Werkstoffe; Auflagen des Umweltschutzes und Anforderungen an die Recyclingfähigkeit schaffen neue Konkurrenzverhältnisse zu anderen Werkstoffen. Wachstumspotentiale werden die Unternehmen der Kunststoffverarbeitung vor allem dann erschließen, wenn sie mit ihren Erzeugnissen und ihren Produktionsstätten stärker im Ausland Fuß fassen und sich durch Innovationen Wettbewerbsvorteile verschaffen. Dabei dürften die Anforderungen, die sich aus dem Umweltschutz ergeben, an Bedeutung gewinnen; sie sollten bereits bei der Produktentwicklung berücksichtigt werden.¹

In den letzten zwanzig Jahren ist die Verarbeitung von Kunststoffen in Europa, den USA und Japan kräftig gewachsen. Im Jahr 1994 wurden in der Europäischen Union (EU) und in Japan Kunststoffwaren im Wert von jeweils etwa 85 Mrd. ECU hergestellt, annähernd doppelt soviel wie 1985. In den USA erreichte die entsprechende Produktion zuletzt rund 70 Mrd. ECU (1985: 60 Mrd.). Werden die Entwicklungen um den Einfluß der geänderten Wechselkursrelationen bereinigt, ergibt sich allerdings ein anderes Bild. Im betrachteten Zeitraum wurde der US-Dollar gegenüber dem ECU erheblich abgewertet, während der Wert des Yen stieg. In konstanten Währungsparitäten nahm die Produktion in den USA von 1985 bis 1994 nur etwas geringer zu als in der EU. Das Wachstum der japanischen Kunststoffverarbeitung betrug danach nur ein Drittel desjenigen in der EU.

Die Analyse der Export- und Importstrukturen zeigt, daß Kunststoffwaren jeweils weitgehend innerhalb der großen Wirtschaftsräume verbleiben. Im Analysezeitraum haben die Exporte aus den „Triade-Regionen“ insgesamt im Tempo der Produktion zugenommen, wobei die Exporte der USA und Japans stärker als die der EU gestiegen sind.

Die im Vergleich zu den USA und Japan immer noch hohe Exportquote der kunststoffverarbeitenden Industrie der EU (ohne Intrahandel) wird relativiert, wenn man die Außenhandelsverflechtung dieser Branche näher analysiert. Allein ein gutes Drittel der Exporte der EU, die 1994 einen Wert von knapp 10 Mrd. ECU erreichten, wurden in EFTA-Länder geliefert, knapp 10 % nach Osteuropa. Außerhalb Europas wurden Kunststoffwaren für gut 5 Mrd. ECU verkauft, dies entspricht einer Quote der Exporte nach Übersee von lediglich 6 %. Größter Einzelabnehmer sind die USA, die knapp ein Viertel der überseeischen Lieferungen aufnehmen. Die anderen Exporte verteilen sich auf viele kleine Abnehmerländer.

Die Kunststoffimporte der EU weisen eine ähnliche Struktur auf wie die Exporte. Die EU führte 1994 Kunststoffwaren im Wert von 7 Mrd. ECU ein, davon gut ein Drittel allein aus den EFTA-Ländern. Von den restlichen Importen im Wert von 4,5 Mrd. ECU kam knapp ein Drittel allein aus den USA. Größere überseeische Lieferanten von Kunststoffwaren im Handel mit der EU sind neben Japan noch die Volksrepublik China und Taiwan. Beide liefern vor allem Massenwaren geringerer Qualität.

Am gesamten Welthandel haben Kunststoffwaren mit einem Anteil von 1 % ein geringes Gewicht, es entspricht etwa dem von Schuhen oder Gummiwaren. Die Konzentration des Handels innerhalb der großen Wirtschaftszonen dürfte zum einen darauf zurückzuführen sein, daß bei vielen Kunststoffwaren die Transportkosten im Vergleich zum Warenwert relativ hoch sind; so wird beispielsweise bei Hohlkörpern in beträchtlichem Umfang Luft transportiert. Ein anderer Grund dürfte die intensive Verflechtung der Branche mit der Zuliefer- und Abnehmerindustrie sein.

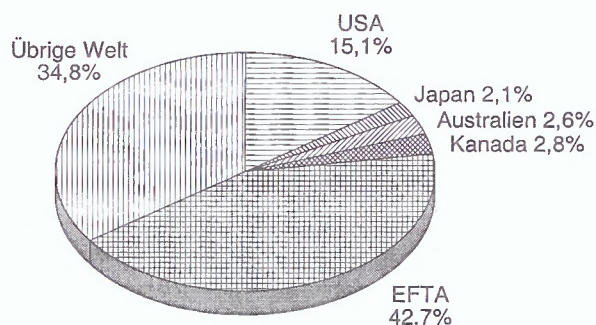
In der EU ist Deutschland der mit Abstand größte Produzent von Waren aus Kunststoffen. Im Jahr 1994 betrug die Wertschöpfung in der kunststoffverarbeitenden Industrie in Deutschland 12 Mrd. ECU. Mit deutlichem Abstand folgen Großbritannien, Frankreich und Italien mit einer Wertschöpfung von 5,3 bis 4 Mrd. ECU.

¹ Vgl. Dorothea Lucke und Hans Wessels: Kunststoffverarbeitende Industrie. Gutachten des DIW im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft. Berlin, August 1996 (als Manuskript vervielfältigt).

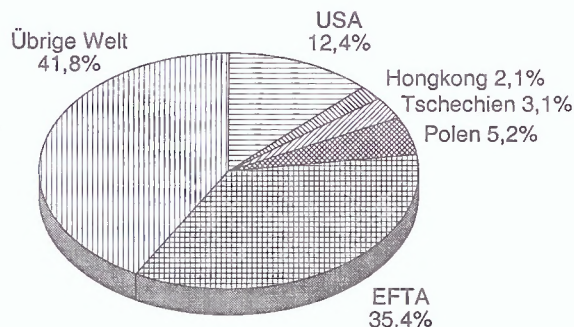
Außenhandel der Europäischen Union mit Kunststoffwaren

Ausfuhr

1989: 6,8 Mrd. ECU

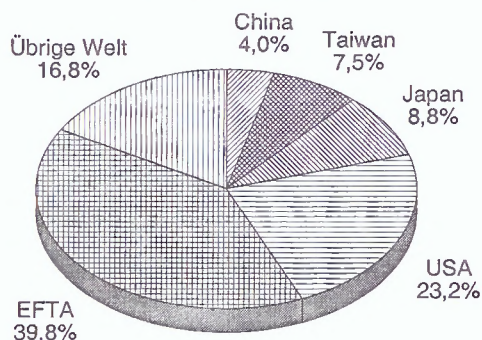


1994: 9,6 Mrd. ECU

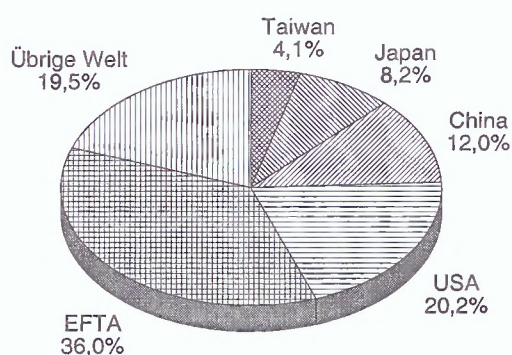


Einfuhr

1989: 4,5 Mrd. ECU



1994: 7,1 Mrd. ECU



Quelle: Eurostat.

DIW 99

Die kunststoffverarbeitende Industrie in Deutschland

Entwicklungstendenzen

Die Kunststoffverarbeitung war lange Zeit eine besonders dynamische Branche. Im Zeitraum 1970 bis 1994 wuchs die Produktion in Westdeutschland jahresdurchschnittlich um 5 %; innerhalb des verarbeitenden Gewerbes erreichten nur die Branchen Büromaschinen, ADV sowie Luft- und Raumfahrzeugbau höhere Zuwächse. Inzwischen gehört die kunststoffverarbeitende Industrie zu den größeren Branchen im verarbeitenden Gewerbe. Gemessen am Bruttowertschöpfungsvolumen des verarbeitenden Gewerbes belegte die Kunststoffverarbeitung in Westdeutschland mit einem Gewicht von 1,3 % 1970 erst den 20sten Rang, heute liegt sie mit 3,3 % auf Rang sieben.

Veränderung von Rangfolge und Gewicht der Kunststoffverarbeitung in Westdeutschland unter 30 Branchen des verarbeitenden Gewerbes — bezogen auf das Bruttowertschöpfungsvolumen —

	Rang	Gewicht in %
1970:	20	1,3
1980:	14	2,2
1985:	9	2,6
1990:	7	3,0
1994:	7	3,3
nach:		
Elektrotechnik		13,9
Straßenfahrzeugbau		12,8
Chemische Industrie		11,8
Nahrungs- und Genussmittelgewerbe		10,4
Mineralölverarbeitung		3,9
EBM-Waren		3,7

Quellen: Statistisches Bundesamt; DIW.

Basisdaten zur Kunststoffverarbeitung in Deutschland¹⁾

	Einheit	1991	1995	1997	Nachrichtlich: Entwicklung 1991–1997 in % ²⁾	
					Kunststoff- verarbeitung	Verarbeitendes Gewerbe
Betriebe	Zahl	.	2 664	2 630	.	.
darunter: Ostdeutschland	Zahl	.	32	366	.	.
Erwerbstätige	1 000	304	278	266	-2,2	-6,0
darunter: Ostdeutschland	1 000	14	18	20	7,0	-16,8
Umsatz	Mrd. DM	59,09	66,93	68,38	2,5	1,2
darunter: Ostdeutschland	Mrd. DM	0,64	3,94	4,80	39,9	7,9
Wertschöpfungsvolumen ³⁾	Mrd. DM	24,12	23,49	23,15	-0,7	-0,4
darunter: Ostdeutschland	Mrd. DM	0,37	1,05	1,32	23,6	5,8
Anlageinvestitionen	Mrd. DM	4,08	3,51	3,33 ⁴⁾	-4,0 ⁷⁾	-4,6 ⁷⁾
darunter: Umwelt- investitionen	Mrd. DM	0,15	0,09 ⁵⁾		-15,1 ⁸⁾	-6,0 ⁸⁾
Ausfuhr ⁶⁾	Mrd. DM	16,76	18,56	19,27 ⁴⁾	2,8 ⁷⁾	3,4 ⁷⁾
Einfuhr ⁶⁾	Mrd. DM	12,02	12,42	12,87 ⁴⁾	1,4 ⁷⁾	1,5 ⁷⁾

1) Betriebe von Unternehmen des produzierenden Gewerbes mit 20 Erwerbstätigen und mehr sowie Betriebe mit 20 Erwerbstätigen und mehr von Unternehmen der übrigen Wirtschaftsbereiche. — 2) Jahresdurchschnittliche Veränderungsrate. — 3) 1995 = 100. — 4) Angaben für 1996. — 5) Angaben für 1994. — 6) Gütermäßige Abgrenzung nach WZ79. — 7) 1991–1996. — 8) 1991–1994.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Berechnungen und Schätzungen des DIW.

Die Kunststoffverarbeitung ist eine der wenigen Branchen, die nicht nur bei der Produktion kräftig zulegte, sondern gleichzeitig auch die Zahl ihrer Erwerbstätigen erhöhte (in Westdeutschland von 1980 bis 1997 jahresdurchschnittlich um etwa 3 %). Im verarbeitenden Gewerbe Westdeutschlands sank die Zahl der Erwerbstätigen jahresdurchschnittlich um 1 %. Die kunststoffverar-

beitende Industrie folgte dabei verstärkt dem Verlaufsmuster des verarbeitenden Gewerbes, doch fiel in der Branche der Personalabbau jeweils schwächer und der -aufbau stärker aus. Auch im vereinten Deutschland entwickelten sich Produktion und Beschäftigung der Branche besser als im Durchschnitt der Industrie. Im Zeitraum 1991 bis 1997 nahm der Umsatz (1997: 63,4 Mrd. DM) mit

Kennziffern zur Kunststoffverarbeitung in Deutschland¹⁾

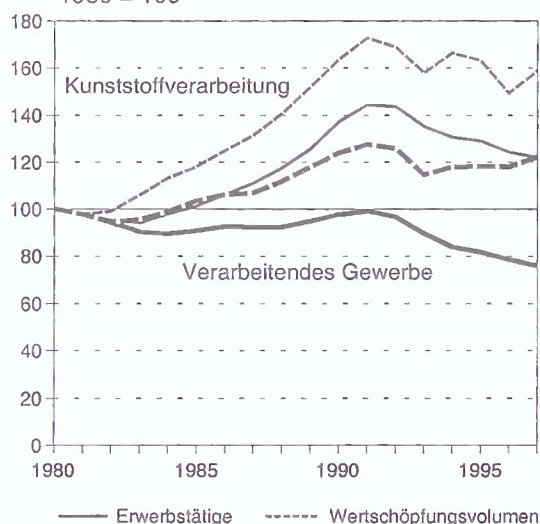
		Kunststoffverarbeitung			Verarbeitendes Gewerbe
		1991	1995	1997	
Arbeitsproduktivität ²⁾	1 000 DM zu Preisen von 1995	79,3	84,5	87,0	104,2
Umsatz je Erwerbstätigen	1 000 DM	194	241	257	359
Anlageinvestitionen je Erwerbstätigen	1 000 DM	13,4	12,6	12,4	13,8
Lohnstückkosten ³⁾	Bruttowertschöpfungsvolumen = 100	56,2	62,3	62,7	59,1
Personalkostenquote ^{4) 5)}	%	36,7	26,4	27,1 ⁷⁾	24,3 ⁷⁾
Bruttowertschöpfung / Produktionswert ⁴⁾	%	38,0	36,1	37,2 ⁷⁾	33,6 ⁷⁾
Exportquote ⁶⁾	%	28,4	27,7	29,4 ⁷⁾	38,5 ⁷⁾
Exportüberschuß	Mrd. DM	4,7	6,1	6,4 ⁷⁾	160,8 ⁷⁾
Erzeugerpreisindex	1991 = 100	100,0	102,7	101,7	105,4

1) Betriebe von Unternehmen des produzierenden Gewerbes mit 20 Erwerbstätigen und mehr sowie Betriebe mit 20 Erwerbstätigen und mehr von Unternehmen der übrigen Wirtschaftsbereiche. — 2) Wertschöpfungsvolumen je Erwerbstätigen. — 3) Lohn- und Gehaltssumme bezogen auf das Wertschöpfungsvolumen. — 4) Für Unternehmen mit 20 und mehr Erwerbstätigen. — 5) Einkommen aus unselbständiger Arbeit bezogen auf den Produktionswert. — 6) Exporte (in gütermäßiger Abgrenzung nach WZ79) bezogen auf den Umsatz. — 7) 1996.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Berechnungen und Schätzungen des DIW.

Erwerbstätige und Wertschöpfungsvolumen in den alten Bundesländern

1980 = 100



Quelle: Statistisches Bundesamt; Berechnungen des DIW.

DIW 99

jahresdurchschnittlich 2,5 % doppelt so schnell zu wie im verarbeitenden Gewerbe insgesamt. Zwar ging im gleichen Zeitraum die Wertschöpfung wie die Zahl der Beschäftigten zurück, doch fiel auch hier die Entwicklung günstiger aus als im gesamten verarbeitenden Gewerbe; dies gilt insbesondere für die Zahl der Erwerbstätigen. Auch die Investitionsneigung war besser als im gesamten verarbeitenden Gewerbe, allerdings bei negativer Entwicklung.

Der Kunststoffverarbeitung ist arbeitsintensiv. Die Wertschöpfung wie die Anlageinvestition ist je Erwerbstätigen unterdurchschnittlich; die Lohnstückkosten sowie die Personalkostenquote liegen entsprechend oberhalb des Niveaus im gesamten verarbeitenden Gewerbe. Dazu paßt der hohe Anteil der Bruttowertschöpfung am Produktionswert (3,6 %-Punkte über dem des verarbeitenden Gewebes). Die Exportquote liegt mit zuletzt etwa 30 % um 9 %-Punkte unterhalb der Quote für das gesamte verarbeitende Gewerbe. Wegen ihrer geringen Importabhängigkeit erzielte die Branche aber einen vergleichsweise hohen Exportüberschuß (6,4 Mrd. DM).

Die Kunststoffverarbeitung ist heute überwiegend Vorlieferant für verarbeitendes Gewerbe und Bauwirtschaft; sie zählt in der seit 1995 geltenden Systematik der Wirtschaftszweige (WZ 93) zur Hauptgruppe Vorleistungsgüter. Davor wurde sie zum Verbrauchsgüter produzierenden Gewerbe gerechnet, denn zu Beginn der rasanten Entwicklung der Branche bestand die Produktion zu einem

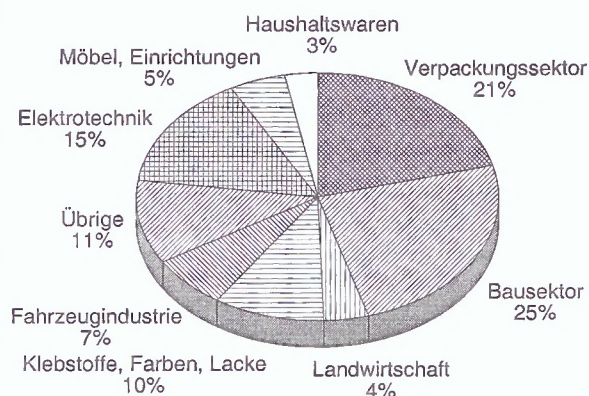
erheblichen Teil aus Waren für den privaten Verbrauch. Mit dieser Verlagerung hin zum Vorleistungsbereich hat die konjunkturelle Anfälligkeit der Branche zugenommen.

Auf die Massenprodukte Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE), Polystyrol (PS), und Polypropylen (PP) entfällt der größte Teil des Verbrauchs. Das Spektrum der Verwendungsbereiche von Kunststoffen ist breit gestreut. Wichtigstes Einsatzgebiet ist in Deutschland die Bauwirtschaft, gefolgt vom Verpackungssektor und der Elektrotechnik.

Verflechtung mit vor- und nachgelagerten Branchen

Die kunststoffverarbeitende Industrie besteht vorwiegend aus kleinen und mittleren Unternehmen, die weitgehend in Familienbesitz sind. Großunternehmen der Kunststoffherzeugung haben sich in den vergangenen Jahren z. T. aus der Kunststoffverarbeitung zurückgezogen, um einerseits als Rohstofflieferant den Abnehmern nicht als Konkurrent gegenüberzustehen, zum anderen aber auch, um sich auf die eigenen Kernkompetenzen zurückzuziehen und das Feld den spezialisierten kleineren Unternehmen der Kunststoffverarbeitung zu überlassen, die oft ein sehr enges Verhältnis zu ihren Abnehmern haben und flexibel auf Kundenwünsche reagieren müssen. Sie ist damit eine der am wenigsten konzentrierten Branchen im verarbeitenden Gewerbe. Die Kunststoffverarbeitung zeichnet sich durch Produktvielfalt aus, in nicht wenigen Fällen handelt es sich um Nischenproduktionen. Ihre Entwicklung ist erheblich von den vor-

Einsatzbereiche von Kunststoffwaren



Quelle: Verband der Kunststoffherzeugenden Industrie.

DIW 99

und nachgelagerten Produzenten abhängig, die häufig deutlich größer sind. Dort finden auch meistens die für die Kunststoffverarbeitung relevanten Entwicklungen statt bzw. werden die Anforderungen an die Erzeugnisse der Branche definiert. Dies gilt vor allem für die chemische Industrie, die sowohl wichtiger Lieferant als auch Abnehmer ist, sowie für die wichtigen Abnehmerbranchen wie den Fahrzeugbau und die Elektrotechnik. Hier dominieren Großunternehmen, die sich durch eine relativ hohe Technologieintensität auszeichnen. Die kleinen Unternehmen der Kunststoffverarbeitung sehen sich deshalb von ihren Lieferanten und Abnehmern in vielen Fällen in die Zange genommen.

Es ist verständlich, daß kleine Unternehmen die Dominanz der Großunternehmen häufig als Problem empfinden. Es dürfte aber gerade die strukturelle Umgebung sein, aus der die deutsche Kunststoffverarbeitung Vorteile zieht. So profitiert die Branche über die enge Zusammenarbeit mit ihren Lieferanten und Abnehmern von deren Innovationserfolgen. Dies gilt für die FuE- und Innovationsanstrengungen der Kunststofferzeuger wie der wichtigen Abnehmerbranchen in der Investitionsgüterindustrie. Dadurch erklärt sich auch die vergleichsweise geringe FuE-Intensität der Branche selbst: Ein Teil ihres Innovationspotentials ergibt sich aus ihrer spezifischen Einbettung in Bezugs- und Absatzstrukturen. Hinzu kommt, daß die deutschen Hersteller von Kunststoffmaschinen weltweit führend sind. Durch eine enge Zusammenarbeit mit den Kunststoffherstellern erlangt die Branche gute Voraussetzungen für die Realisierung einer exzellenten Verfahrenstechnik.

Produktionsbereiche

In der Kunststoffverarbeitung werden vier Sparten unterschieden:

- Herstellung von Platten, Folien, Schläuchen und Profilen: Umsatzanteil 35 %. Es handelt sich überwiegend um Tafeln und Folien, die branchenintern weiterverarbeitet werden.
- Herstellung von Verpackungsmitteln: Umsatzanteil 13 %. Dabei handelt es sich zu mehr als der Hälfte um Dosen, Kisten, Verschlüsse, Ballons, Flaschen, Flakons, Stöpsel, Deckel und andere Verschlüsse.
- Herstellung von Baubedarfsartikeln: Umsatzanteil 17 %. Die wichtigste Produktgruppe sind Fenster und deren Rahmen, Verkleidung und Fensterbänke.
- Herstellung von sonstigen Kunststoffwaren: Umsatzanteil 35 %. Gut die Hälfte des Produktionswertes dieser Sparte sind technische Teile, von denen diejenigen für den Straßenfahrzeugbau das größte Gewicht haben. Zu dieser Sparte zählen auch Haushaltsartikel aus Kunststoff.

Kosten und Preise

Die wichtigsten Kosten für die Kunststoffverarbeitung sind die Vorleistungs- und Personalkosten mit Anteilen in den letzten Jahren von 61 % bzw. 28 % am Produktionswert. Es zeigt sich allerdings, daß die Preise für Kunststoffwaren im allgemeinen nicht in dem Umfang angehoben werden konnten, wie sich die Kosten erhöhten — insbesondere die Lohnstückkosten sind deutlich rascher gestiegen. Folglich ist auch der Anteil der Einkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen am Produktionswert drastisch zurückgegangen. Probleme bereiten auch die schwankenden Rohölpreise, die sich in hohem Maße in den Preisen für Kunststoffe niederschlagen. Höhere Kosten, die sich für die Kunststoffverarbeitung bei steigenden Einkaufspreisen ergeben, können nicht immer in vollem Umfang auf die Preise der Kunststoffwaren überwälzt werden, weil die Abnehmer an kalkulierbaren, d. h. relativ stabilen oder wenigstens mit absehbarer Stetigkeit sich ändernden Preisen interessiert sind. Seit einiger Zeit sind die Rohölpreise allerdings niedrig, und die Abnehmer üben Druck aus, die Preisvorteile an sie weiterzugeben. Es dürfte danach freilich schwierig sein, die Preise erneut zu erhöhen, wenn sich das Rohöl wieder verteuert. Die zur Zeit niedrigen Ölpreise kommen der Branche sicherlich entgegen. Sie muß aber befürchten, daß wenn sie dem Druck der Abnehmer nachgibt und die Preise entsprechend senkt, sie Schwierigkeiten haben wird, in Phasen höherer Rohölpreise diese zu überwälzen.

Zu Ostdeutschland

In Ostdeutschland wurde die Kunststoffverarbeitung nach der Vereinigung Deutschlands praktisch neu aufgebaut. Schon allein aufgrund der niedrigen Ausgangsbasis sind dort die Wachstumsraten höher als in Westdeutschland. Sie sind auch höher als im übrigen verarbeitenden Gewerbe der neuen Bundesländer. Der Umsatz der kunststoffverarbeitenden Industrie hat sich dort im Zeitraum von 1991 bis 1997 von 0,6 Mrd. DM auf 4,8 Mrd. DM erhöht; die Zahl der Erwerbstätigen nahm von 14 000 auf 20 000 zu. Gemessen an der Wertschöpfung wie an der Zahl der Erwerbstätigen hatte die Branche 1997 einen Anteil von etwa 3,7 % am verarbeitenden Gewerbe Ostdeutschlands. Die Produktivität der Branche ist in Ostdeutschland ebenso hoch wie in Westdeutschland.

Marktzutrittsbarrieren für neue Werkstoffe und sich verändernde Rahmenbedingungen

Kunststoffe haben viele Eigenschaften, die sie in spezifischen Einsatzfeldern anderen Werkstoffen überlegen machen: Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse, Festig-

keit/Steifigkeit, geringes Gewicht sowie relativ einfache Herstellung komplexer Geometrien. Dies führte dazu, daß aus Kunststoff gefertigte Produkte andere verdrängen. Dennoch haben sich vielfältige Erwartungen, die mit Kunststoffen verbunden waren, nicht erfüllt. Dies gilt insbesondere in Einsatzfeldern, in denen die Werkstoffe extremen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Ein Beispiel dafür sind Faserverbundkunststoffe. Sie stoßen zwar in der Luft- und Raumfahrt, dem Automobilrennsport sowie der Herstellung von Sportartikeln auf hohe Akzeptanz. In Einsatzfeldern der Massen- und Serienfertigung, wie dem Straßenfahrzeugbau, haben sie sich aber nicht so durchgesetzt, wie es die Kunststoffhersteller erhofften. Keine Probleme bei der Marktdurchdringung haben sie, wenn der Preis im Vergleich zum Nutzen, z. B. Gewichtseinsparung in den extremen Einsatzbereichen, eine untergeordnete Rolle spielt. Untersuchungen des DIW haben ergeben, daß vor allem folgende Gründe den Marktzutritt erschweren²:

- Neue Werkstoffe kommen nur in die Massenanwendung, wenn nicht nur das fertige Produkt, sondern das Material selber gegenüber den konventionellen Werkstoffen im gesamten System ihres Einsatzes überlegen ist. Im Automobilbau gehören dazu bei wichtigen Teilen die Möglichkeit der Schadenserkenkung, die Schulung des Personals, die Ersatzteillagerhaltung, die Erfüllung der Auflagen, die sich aus dem Umweltschutz (Recycling) ergeben.
- Übersehen wird häufig, daß auch konventionelle Werkstoffe weiterentwickelt werden und aufgrund der vielfältigen Erfahrungen, die mit ihnen gesammelt werden, gegenüber neuen Werkstoffen erhebliche Wettbewerbsvorteile haben können.

Die Unterschätzung der systemischen Anforderungen an neue Werkstoffen dürfte ein wesentlicher Grund dafür sein, daß Ingenieure den Markterfolg oft viel zu günstig einschätzen. Es gibt genügend Beispiele aus der Praxis, bei denen Erzeugnisse aus neuen Werkstoffen den Konkurrenzprodukten in nahezu allen Belangen überlegen waren, aber dennoch nicht in die breitere Anwendung gelangten, weil die Vorteile durch Nachteile, die mit der Produktumgebung zu tun hatten, aufgehoben wurden, so daß die kaufmännische Unternehmensleitung der konventionellen Entwicklung den Vorzug gab.

In diesem Zusammenhang spielt auch der Umweltschutz eine immer wichtigere Rolle. Insbesondere in der Massenfertigung werden Konzepte der Kreislaufwirtschaft diskutiert, bei denen Materialien der Wiederverwendung zugeführt werden. Werkstoffe und Produkte müssen so konzipiert sein, daß die Wiederaufbereitung ohne große Qualitätsverluste möglich ist. Kreislaufmodelle erfordern Material- und Produktentwicklungen, bei denen die angestrebte Optimierung den gesamten Produktlebenszyklus einzubeziehen hat. Für Kunststoffe bedeutet dies u. a., daß nicht immer die mögliche Vielfalt ausgeschöpft

wird, um zur produktspezifischen Optimierung zu gelangen, sondern daß zuweilen die Einschränkung bei den Sorten der bessere Weg ist. Dabei werden zwar Qualitätseinbußen hingenommen, doch werden diese durch Vorteile bei den Sortierverfahren und der Wiederaufbereitung mehr als ausgeglichen. Sich verschärfende Rahmenbedingungen erschweren zwangsläufig auch den Preiswettbewerb. Langfristig können strengere Auflagen aber der kunststoffverarbeitenden Industrie sogar zum Vorteil werden, wenn es gelingt, sich mit innovativen Lösungen auf die Herausforderungen einzustellen. Eine Voraussetzung dafür ist, daß bereits im frühen Stadium der Entwicklungen die Anforderungen an den Einsatz des Produktes über dessen gesamten Lebenszyklus bekannt sind.³

Fazit

Die Produktion der Kunststoffverarbeitung ist im vergangenen Jahr in Deutschland um knapp 7 % und damit etwas rascher als die gesamte Produktion des verarbeitenden Gewerbes gewachsen. Für 1999 ist mit einer Verlangsamung der Expansion zu rechnen, doch ist zu erwarten, daß der Zuwachs wiederum über demjenigen des gesamten verarbeitenden Gewerbes liegen wird.

Längerfristig ist — trotz Wettbewerbsverlusten bei bestimmten Produkten im Außenhandel — zu erwarten, daß die kunststoffverarbeitende Industrie in Deutschland ihre starke Stellung in Europa beibehält; dies gilt insbesondere für technische Teile, Verpackung und Halbzeug, d. h. Platten, Folien, Schläuche und Profile aus Kunststoff. Dabei wird die Branche noch stärker den Charakter einer Vorleistungsgüterindustrie annehmen, die in besonderem Maße von konjunkturellen Schwankungen geprägt ist. Auch künftig werden traditionelle Werkstoffe durch Kunststoffe verdrängt werden, wenngleich sich dieser Prozeß verlangsamen wird. Insgesamt dürfte die Kunststoffverarbeitung auch in den nächsten Jahren etwas rascher als das verarbeitende Gewerbe insgesamt wachsen.

Zukunft haben in Deutschland vor allem solche Produktionen, die aus vernetzten Systemen Vorteile ziehen. Dazu gehört auch der Umweltschutz. Umweltschutzaufgaben werden von den Unternehmen zunächst als Kosten empfunden, können sich aber gleichwohl als vorteilhaft erweisen, wenn sie Problemlösungen erzwingen, die längerfristig zu einer Stärkung der Wettbewerbsposition führen. Fortgeschrittene Volkswirtschaften müssen Standards

² Friederike Behringer, Heike Belitz, Kurt Hornschild und Hans Wessels: Demonstrationszentren für Faserverbundkunststoffe — Ergebnisse der Begleitforschung. DIW-Sonderheft 156, Verlag Duncker & Humblot, Berlin 1995.

³ Vgl. Florian Straßberger und Hans Wessels: Umweltinnovationen im Industriecluster „Kunststoffverarbeitung“. Teilprojekt 2 des DIW zum Forschungsverbund Innovative Umweltpolitik (FIU). Berlin, Juli 1998 (als Manuskript vervielfältigt).

setzen, die ein sozial- und umweltverträgliches Wachstum ermöglichen. Europa als hoch verdichteter Wirtschaftsraum kann hier eine „Leadfunction“ für ähnlich gelagerte Märkte übernehmen. Dies gilt insbesondere für die asiatischen Märkte, die bei wieder dynamischerem Wachstum rasch an Grenzen stoßen werden, wenn sie die Probleme der Abfallwirtschaft nicht in den Griff bekommen. Die Industrie und mit ihr die Kunststoffverarbeitung ist deshalb gut beraten, sich darauf einzustellen und die systemischen Vorteile, die sich in Europa und insbesondere in Deutschland beim integrierten Umweltschutz bieten, im Sinne des sogenannten „first mover advantage“ zu nutzen.

Eine Herausforderung für die Unternehmen der Kunststoffverarbeitung ist die Internationalisierung der Märkte. Durch sie entstehen neue Absatzpotentiale, aber auch Konkurrenz. Hinzu kommt, daß wichtige Abnehmer mehr und mehr Produktionsstätten im Ausland eröffnen und erwarten, daß ihnen die Zulieferer folgen. Die kleinen bis mittelgroßen Unternehmen der Kunststoffverarbeitung müssen sich darauf einstellen und prüfen, ob sie die dafür notwendige Größe haben. Ist dies nicht der Fall führt das nicht zwangsläufig zur Aufgabe der Eigenständigkeit. Es gibt vielfältige Formen der Kooperation, um die erforderlichen Größenvorteile zu erlangen.

Aus den Veröffentlichungen des DIW Sonderhefte

Erscheinen als neue Folge wieder seit 1948.

- Nr. 150 **Die Idee der Cash-flow-Steuer vor dem Hintergrund des gegenwärtigen Steuersystems.** Von Stefan Bach. 474 S. 1993. (3-428-07984-5). DM 98,— / öS 715,— / sFr 98,—.
- Nr. 151 **Das Konvergenzproblem — Wirtschaftspolitik im Europa von Maastricht.** Von Fritz Franzmeyer (Hrsg.). 324 S. 1994. (3-428-08018-1). DM 88,— / öS 642,— / sFr 88,—.
- Nr. 152 **Selbstverpflichtungen der Industrie zur CO₂-Reduktion.** Von Michael Kohlhaas und Barbara Praetorius. 192 S. 1994. (3-428-08075-0). DM 76,— / öS 555,— / sFr 76,—.
- Nr. 153 **Wirtschaftliche Auswirkungen einer ökologischen Steuerreform.** Von Stefan Bach, Michael Kohlhaas, Volker Meinhardt, Barbara Praetorius, Hans Wessels und Rudolf Zwiener. 234 S. 1995. (3-428-08292-3). DM 84,— / öS 613,— / sFr 84,—.
- Nr. 154 **Transferleistungen in die neuen Bundesländer und deren wirtschaftliche Konsequenzen.** Von Volker Meinhardt, Bernhard Seidel, Frank Stille und Dieter Teichmann. 104 S. 1995. (3-428-08293-1). DM 64,— / öS 467,— / sFr 64,—.
- Nr. 155 **Technologische Zusammenarbeit von Berliner Unternehmen mit den Reformstaaten Mittel- und Osteuropas.** Von Alexander Eickelpasch und Ingo Pfeiffer. 100 S. 1995. (3-428-08411-X). DM 64,— / öS 467,— / sFr 64,—.
- Nr. 156 **Demonstrationszentren für Faserverbundkunststoffe.** Von Friederike Behringer, Heike Belitz, Kurt Hornschild und Hans Wessels. 246 S. 1995. (3-428-08577-9). DM 86,— / öS 628,— / sFr 86,—.
- Nr. 157 **Regionale Strukturpolitik unter den veränderten Rahmenbedingungen der 90er Jahre.** Von Martin Gornig, Bernhard Seidel, Dieter Vesper, Christian Weise (DIW) in Zusammenarbeit mit Hans-Jürgen Ewers, Carl Friedrich Eckhardt, Rainer Magnan (GIB). 152 S. 1996. (3-428-08715-1). DM 74,— / öS 540,— / sFr 74,—.
- Nr. 158 **Polen und die Osterweiterung der Europäischen Union.** Von Fritz Franzmeyer und Christian Weise. 201 S. 1996. (3-428-08768-2). DM 82,— / öS 599,— / sFr 82,—.
- Nr. 159 **Zwischenbilanz der Strukturfondsinterventionen und anderer EU-Programme in den neuen Bundesländern — Gemeinsamkeiten und Unterschiede.** Von Kathleen Toepel. 71 S. 1996. (3-428-08870-0). DM 64,— / öS 467,— / sFr 58,—.
- Nr. 160 **Arbeits- und Betriebszeiten in Deutschland: Analysen zu Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung.** Von Frank Stille und Rudolf Zwiener. 153 S. 1997. (3-428-09209-0). DM 74,— / öS 540,— / sFr 67,—.
- Nr. 161 **Transformation des Wirtschaftssystems in den mittel- und osteuropäischen Ländern: Außenwirtschaftliche Bedingungen und Auswirkungen.** Von Dieter Schumacher, Harald Trabold und Christian Weise (Hrsg.). 435 S. 1997. (3-428-09239-2). DM 148,— / öS 1.080,— / sFr 131,—.
- Nr. 162 **Energiepreise als Standortfaktor für die deutsche Wirtschaft.** Von Jochen Diekmann, Manfred Horn und Hans-Joachim Ziesing. 220 S. 1997. (3-428-09333-X). DM 118,— / öS 861,— / sFr 105,—.
- Nr. 163 **Sonderregelungen zur Vermeidung von unerwünschten Wettbewerbsnachteilen bei energieintensiven Produktionsbereichen im Rahmen einer Energiebesteuerung mit Kompensation.** Von Stefan Bach, Michael Kohlhaas, Barbara Praetorius, Bernhard Seidel und Rudolf Zwiener. 224 S. 1998. (3-428-09378-X). DM 118,— / öS 861,— / sFr 105,—.
- Nr. 164 **Gesamtwirtschaftliche und regionale Effekte von Bau und Betrieb eines Halbleiterwerkes in Dresden.** Von Heike Belitz und Dietmar Edler. 127 S. 1998. (3-428-09450-6). DM 106,— / öS 774,— / sFr 94,—.
- Nr. 165 **Umwelt und empirische Sozial- und Wirtschaftsforschung. Beiträge und Diskussionsberichte zu einer Tagung der Projektgruppe „Das Sozio-oekonomische Panel“ am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung.** Hrsg. von Jürgen Schupp und Gert Wagner. 199 S. 1998. (3-428-09457-3). DM 118,— / öS 861,— / sFr 105,—.
- Nr. 166 **Evaluierung wettbewerbsorientierter Fördermodelle — Das Regionalprogramm für strukturschwache ländliche Räume in Schleswig-Holstein.** Von Martin Gornig und Kathleen Toepel. 166 S. 1998. (3-428-09477-8). DM 112,— / öS 818,— / sFr 99,50.

Herausgeber: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Königin-Luise-Str. 5, D-14195 Berlin
Telefon (0 30) 89 789-0 — Telefax (0 30) 89 789-200
DIW-Internet-Homepage: <http://www.diw-berlin.de>

Präsident: Prof. Dr. Lutz Hoffmann.

Abteilungsleiterkollegium: Dr. Kurt Hornschild, Prof. Dr. Rolf-Dieter Postlep,
Wolfram Schrettl, Ph. D., Dr. Bernhard Seidel, Dr. Hans-Joachim Ziesing.

Präsident und Abteilungsleiter sind gemeinsam für die wissenschaftliche Leitung verantwortlich.

Schriftleitung: Kurt Geppert, Jochen Schmidt, Dieter Teichmann.

Energieverbrauch im Verkehr in Deutschland.

Bearbeitet von Heilwig Rieke —

Kunststoffverarbeitung — eine Wachstumsbranche im Wandel

Bearbeitet von Kurt Hornschild und Hans Wessels

Verlag Duncker & Humblot GmbH, Carl-Heinrich-Becker-Weg 9, D-12165 Berlin, Telefon (0 30) 7 90 00 60.

Nachdruck und sonstige Verbreitung — auch auszugsweise — nur mit Quellenangabe zulässig.

Druck: Druckerei Conrad GmbH, Wachsmuthstr. 12, D-13467 Berlin.

Bezugspreis für den Jahrgang DM 210,—, vierteljährlich DM 65,—, Einzelnummer DM 15,—.

Zuzüglich Versandkosten

ISSN 0012-1304