

Claudia Pichl

Umwelteffekte der Handels- und Transportentwicklung in Europa

Wirtschaftswachstum und Wohlfahrtsvermehrung waren in den letzten Jahrzehnten begleitet von und teilweise geknüpft an eine Verdichtung der Handelsverflechtung zwischen den Ländern. Soweit die Güter vermehrt und über immer größere Distanzen gehandelt wurden, nahm auch der Transport zu. Obwohl die umweltrelevanten Normen für die einzelnen Transportmittel laufend verschärft werden, verbraucht der Transport insgesamt laufend mehr Umweltressourcen. Somit wurde der Verkehr — und hier nicht unwesentlich der Güterverkehr — in bezug auf einige Umweltbelastungen zum „Umweltproblem Nr. 1“.

Die Transitproblematik ist nur die Spitze des in Europa in den letzten Jahrzehnten enorm expandierenden Gütertransports: Neben den vielen positiven Effekten — Vertiefung der internationalen Arbeitsteilung und Spezialisierung durch die Nutzung regional unterschiedlicher Standortvorteile, Vergrößerung der Konsumvielfalt durch die Lieferung von Endprodukten in entfernte Gebiete u. a. — hat der Gütertransport auch ungünstige Auswirkungen. Er verursacht laufend steigende Umweltkosten, die er — wie andere „externe“ Kosten (z. B. Unfallkosten) — nicht oder nur teilweise selbst trägt (siehe Kasten „Externe Effekte — externe Kosten“). Dies gilt für ganz Europa; freilich tritt dieses Problem vorerst nirgends so geballt auf wie im Alpenraum¹⁾

Die vorliegende Arbeit beleuchtet den Hintergrund der Transitproblematik — die Entwicklung des europaweiten Gütertransports und seine Umweltauswirkungen, künftige Tendenzen, den Einfluß der Vollendung des EG-Binnenmarktes, Analyse der (umwelt-)politischen Rahmenbedingungen, die diese Entwicklung stützten oder die Abhilfe schaffen könnten.

Anteil des Transports an Umweltbelastung wächst

In den letzten Jahrzehnten hat der Transport in mancher Hinsicht die Rolle des am meisten umweltbelastenden Sektors²⁾ von den traditionellen „Schornsteinindustrien“ übernommen.

Während in den siebziger und achtziger Jahren in Westeuropa die Gesamtemissionen einiger Luftschadstoffe

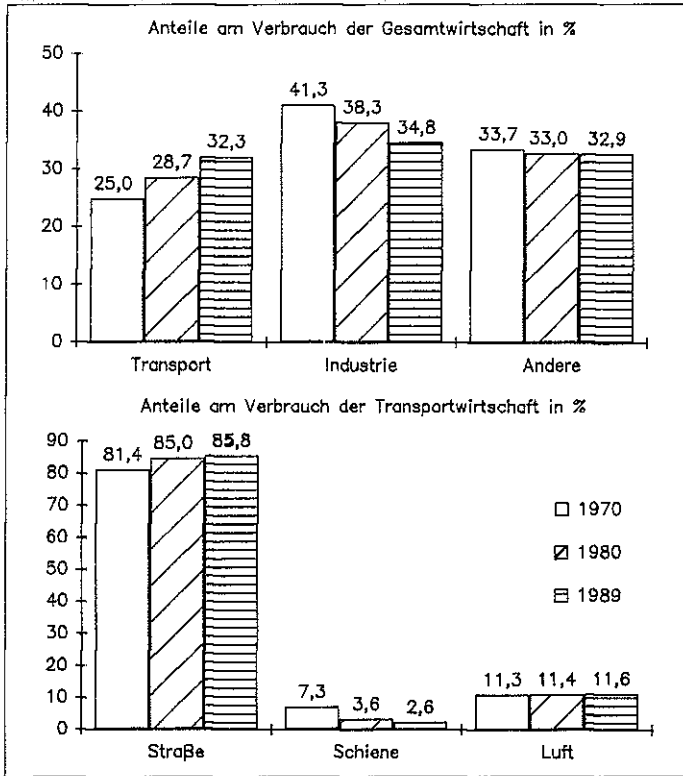
(Schwefeloxide, Kohlenmonoxid und Rußpartikel) verringert wurden (Abbildung 1), erhöhte sich der Anteil der mobilen Emissionsquellen, also im wesentlichen des Verkehrs, an der Luftverschmutzung (Übersichten 1 bis 5). In den westeuropäischen Ländern erreichte der Anteil der durch den Verkehr verursachten Emissionen an den Gesamtemissionen Ende der achtziger Jahre im Durchschnitt für CO 78%, NO_x 60%, HC 50%, Rußpartikel 8% und SO_x 4% (OECD, 1991B). Ebenso stieg der Beitrag des Verkehrs zur Emission des — zu über 60% für den „Treib-

hauseffekt“ verantwortlichen — Spurengases CO₂ in den letzten zwei Jahrzehnten von 13% auf 21% (Übersicht 6). Damit hat der Verkehr die Industrie Ende der achtziger Jahre als — nach der Energieversorgung — zweitstärkster Emittent von CO₂ verdrängt. In zahlreichen Ländern Westeuropas nahmen die verkehrsbedingten Emissionen von SO_x, CO, HC und besonders von NO_x sowie Rußpartikeln sogar absolut zu, von CO und HC so rasch, daß sie die Emissionsreduktion der stationären Quellen kompensierten und damit das Schadstoffniveau insgesamt steigerten. Dies trifft auch auf die vom Verkehr verursachten CO₂-Emissionen in allen westeuropäischen Ländern zu. Demgegenüber sank die Bleibelastung durch den Verkehrssektor in fast allen Ländern (ausgenommen Großbritannien) absolut. Vor allem die Schweiz, Westdeutschland und die Niederlande reduzierten die verkehrsbedingten CO-Emissionen, während sie in Großbritannien und Frankreich drastisch stiegen. Auch die HC-Emissionen des Transportsektors sanken in Europa nur in der Schweiz, in Westdeutschland und den Niederlanden. Allgemein verschlechterte sich die verkehrsbedingte Emissionssituation in der EG stärker als in den anderen westeuropäischen Ländern — vor allem infolge ihrer weniger strengen Standards.

¹⁾ Zur Transitfrage siehe Puwein (1989, 1991)

²⁾ Der Sektor Transport oder Verkehr umfaßt den gesamten Personen- und Gütertransport mit allen Transportmitteln. Die Anteile des Gütertransports werden soweit Daten vorhanden sind, gesondert ausgewiesen, ebenso die Aufteilung auf die Transportmittel.

Energieverbrauch des Transportsektors *Abbildung 2*
OECD insgesamt



Q: OECD (1991A). Korrigiert um nicht-energetische Verwendung von Erdölprodukten.
Der Transportsektor verbraucht mittlerweile fast ein Drittel der gesamten im Wirtschaftsprozess eingesetzten Energie. Steigerungen der Energieeffizienz und Strukturveränderungen, die etwa in der westeuropäischen Industrie eine Senkung des Energieverbrauchs bewirkten, wurden im Transportsektor durch die Verschiebung der Struktur zu energieintensiven Transporten (auf der Straße) und durch eine deutliche Steigerung des Gesamttransports zunichte gemacht.

Anteil des Transportsektors an den gesamten SO_x-Emissionen *Übersicht 2*

	1970	1980	Letztverfügbares Jahr
		In %	
Belgien		14	21
BRD	41	34	74
Dänemark	09	25	57
Finnland	17	17	17
Frankreich	23	38	121
Großbritannien	31	24	33
Irland		23	40
Italien	27	48	49
Luxemburg		83	63
Niederlande	58	77	152
Norwegen	94	127	237
Österreich		39	41
Portugal	60	41	44
Schweden		63	184
Schweiz	32	48	79
Spanien		24	16

Q: OECD, Environmental Data, 1991. Der Transportsektor umfaßt Personen- und Gütertransport aller Transportmittel, die Abgrenzungen sind nach Ländern etwas unterschiedlich. Letztverfügbare Jahre: Belgien 1983, Luxemburg, Spanien 1985, Irland 1987, Italien, Österreich Portugal 1988, BRD, Dänemark, Finnland Großbritannien Schweden 1989 Frankreich Niederlande Norwegen Schweiz 1990

Zunahme der Verkehrsdienstleistungen insgesamt mehr als kompensiert wurde.

Transportentwicklung und Umwelteffekte

Die Umwelteffekte der Transportentwicklung lassen sich in drei Komponenten zerlegen: Umwelteffekte des einzelnen Verkehrsträgers (technische Standards u a), „modal split“ (Aufteilung zwischen unterschiedlich um-

und der Emission von Schadstoffen eine sehr enge Korrelation

In einer Umfrage in den EG-Ländern wurde die „Beeinträchtigung der Landschaft“ an vorderster Stelle der Auswirkungen von Umweltproblemen im lokalen Umfeld gereiht⁴⁾. Auch hier ist die zunehmende *Bodenversiegelung* durch die Verkehrsinfrastruktur von Bedeutung (Anteil des Verkehrs an der Bodenversiegelung 50%, an der Landschafts- und Biotopzerschneidung 80%; *Weizsäcker, 1990*)

Mit der Zunahme des Verkehrs steigt weiters ceteris paribus das Risiko eines *Verkehrsunfalls*, fällt mehr *Abfall* an (zum Teil Sondermüll), wachsen *Stauhäufigkeit* und Schäden an *historischen Bau- oder Kunstwerken* und werden nicht zuletzt *andere Wirtschaftszweige* — insbesondere die Land- und Forstwirtschaft sowie der Tourismus — *beeinträchtigt*.

Der Verkehr ist also vor allem im Hinblick auf die Luftverschmutzung und Lärmbelästigung *Hauptursache negativer externer Effekte* geworden. Diese Entwicklung gründet auf einer laufenden Verbesserung der Umweltverträglichkeit der einzelnen Fahrzeuge, die jedoch durch eine Verschiebung der Struktur zu weniger umweltverträglichen Verkehrsträgern und durch eine außerordentliche

Anteil des Transportsektors an den Staub-Emissionen *Übersicht 3*

	1970	1980	Letztverfügbares Jahr
		In %	
Belgien			
BRD	72	124	269
Dänemark			
Finnland			
Frankreich		12,6	31,7
Großbritannien	99	216	395
Irland		8,5	9,3
Italien	26,4	44,0	58,8
Luxemburg			
Niederlande	98	184	288
Norwegen		33,3	40,0
Österreich		16,0	30,8
Portugal	33	12,6	18,3
Schweden			
Schweiz	2,4	3,6	5,0
Spanien			

Q: OECD, Environmental Data, 1991. Der Transportsektor umfaßt Personen- und Gütertransport aller Transportmittel, die Abgrenzungen sind nach Ländern etwas unterschiedlich. Letztverfügbare Jahre: Portugal 1983, Irland 1987, Italien Österreich 1988, BRD Großbritannien 1989, Dänemark, Finnland Frankreich Luxemburg Niederlande Norwegen Schweden Schweiz Spanien 1990

⁴⁾ In weiterer Rangfolge fühlen sich die Befragten durch Luftverschmutzung sowie Abfall- und Trinkwasserprobleme gefährdet (*OECD 1991A S 270*)

Anteil des Transportsektors an den gesamten CO-Emissionen

Übersicht 4

	1970	1980	Letztverfügbares Jahr
		In %	
Belgien			
BRD	61.3	73.4	68.8
Dänemark			
Finnland			
Frankreich		62.5	70.7
Großbritannien	63.9	80.7	88.8
Irland		84.5	74.0
Italien	85.4	90.9	89.3
Luxemburg			24.2
Niederlande	77.3	73.8	66.3
Norwegen		74.3	70.6
Österreich		59.5	45.8
Portugal	93.1	95.9	93.3
Schweden		98.4	
Schweiz		75.7	62.9
Spanien		99.2	81.6

Q: OECD, Environmental Data, 1991. Der Transportsektor umfaßt Personen- und Gütertransport aller Transportmittel, die Abgrenzungen sind nach Ländern etwas unterschiedlich. Letztverfügbare Jahre: Portugal, Spanien 1983, Luxemburg 1985, Frankreich Irland 1987, Italien, Österreich 1988, BRD, Großbritannien, 1989 Belgien Dänemark Finnland Niederlande Norwegen Schweden Schweiz 1990

Anteil des Transportsektors an den gesamten HC-Emissionen

Übersicht 5

	1970	1980	Letztverfügbares Jahr
		In %	
Belgien			
BRD	35.8	47.6	50.2
Dänemark		26.4	39.0
Finnland		49.1	47.0
Frankreich		57.5	
Großbritannien	23.0	32.1	38.1
Irland		59.7	60.2
Italien	79.8	86.1	87.7
Luxemburg			40.0
Niederlande	53.5	47.0	52.5
Norwegen		38.6	29.2
Österreich		36.1	29.6
Portugal		92.7	39.7
Schweden		56.1	58.4
Schweiz	28.0	29.6	21.5
Spanien		32.7	33.3

Q: OECD, Environmental Data, 1991. Der Transportsektor umfaßt Personen- und Gütertransport aller Transportmittel, die Abgrenzungen sind nach Ländern etwas unterschiedlich. Letztverfügbare Jahre: Spanien 1983, Dänemark, Finnland, Luxemburg 1985 Irland 1987, Italien, Portugal, Österreich, Schweden 1988, BRD Großbritannien 1989 Belgien Frankreich Niederlande Norwegen Schweiz 1990

weltbelastenden Verkehrsträgern) und Wachstum des gesamten Verkehrsaufkommens.

Spezifische Emissionen je Kraftfahrzeug

Hauptansatzpunkt der Umweltpolitik war bisher im Bereich des Transports die *Luft- und Lärmbelastung* durch Kraftfahrzeuge. Um diese zu reduzieren, wurden die Standards und Normen laufend erhöht, in den europäischen Nicht-EG-Ländern (ebenso wie in Japan und den USA) rascher und deutlicher als in der EG (OECD, 1988, S 89)⁵⁾ Für die meist dieselbetriebenen Lkw allerdings wurden die Emissionsstandards später und langsamer angehoben als für benzinbetriebene Pkw: Zwar stoßen dieselbetriebene Lkw vergleichsweise weniger CO, NO_x und HC aus, jedoch mehr SO_x, Rußpartikel und relativ gesundheitsschädlichere Kohlenwasserstoffe. In den siebziger und achtziger Jahren wurde auch der für ein Kfz erlaubte Lärmpegel schrittweise gesenkt. Ähnliches gilt für den *Energieverbrauch* der Fahrzeuge. Technische Neuerungen — beschleunigt durch die zwei Erdölshocks — steigerten die Energieeffizienz der einzelnen Fahrzeuge seit den siebziger Jahren. Dies wurde jedoch durch höhere Motorleistungen und Durchschnittsgeschwindigkeiten teilweise wieder kompensiert.

Obwohl die Entwicklungen nach Ländern und Schadstoffen variieren, ist die Umweltschädlichkeit oder „Umwelt-(Verbrauchs-)Intensität“ eines pro Güterfahrzeug gefahrenen Kilometers seit Anfang der siebziger Jahre im Durchschnitt insgesamt gesunken — eine direkte Folge jener Umweltpolitik, die hauptsächlich auf den Instrumenten Standards und Normen beruhte⁶⁾ (Linster, 1990).

Der „modal split“

Für die Umweltbeeinträchtigung durch den gesamten Verkehr ist neben der Umweltverträglichkeit jedes einzelnen Fahrzeugs auch die Zusammensetzung der Transportmittelflotte von Bedeutung, da sich die verschiedenen Transportmittel in ihrer Umweltverbrauchsintensität unterscheiden.

Unterschiede in der Umweltbeeinträchtigung nach Verkehrsträgern

Der Transport auf der Straße belastet derzeit die Umwelt durch Emission von *Luftschadstoffen* am meisten: Nach Schätzungen für die BRD emittierte der Straßenverkehr bereits Mitte der siebziger Jahre etwa 90% der CO-, NO_x- und HC-Emissionen des Gesamtverkehrs und ungefähr 80% der SO₂- und Rußpartikel-Emissionen. Gemäß Berechnungen, die die einzelnen Schadstoffe mit Toxizitätsfaktoren gewichten, verursacht der deutsche Verkehr auf der Straße 92% der gesamten verkehrsbedingten Luftverschmutzung (Güterverkehr 20%), der Schienenverkehr 3% und der Binnenschiffahrt- und Luftverkehr 5% (Tichy, 1989). Auch *verkehrsleistungsbezogen* belasten die Verkehrsträger die Luft unterschiedlich: Der Straßenverkehr bewältigt 64% des Güter- und 88% des Personentransports, stößt aber über 90% der verkehrsbedingten Luftschadstoffe aus. Demgegenüber emittiert die Bahn nur 3% der Luftschadstoffe, befördert jedoch 25% aller Güter und 11% aller Passagiere. Andere Schätzungen für die BRD ergaben, daß im Güterverkehr der Lkw — verkehrsleistungsbezogen — etwa bis 9mal soviel Schadstoffe emittiert wie die Bahn (Übersicht 7). Untersuchungen in der Schweiz

⁵⁾ Für die anderen Verkehrsträger — Schiene, Luft, Schifffahrt — gibt es kaum Daten, doch dürften auch hier die spezifischen Emissionen je Fahrzeug-Kilometer eher gesunken sein. Die Umweltpolitik konzentrierte sich jedoch auf den Straßenverkehr teilweise — z. B. in Schweden — auch auf den Luftverkehr.

⁶⁾ Einzige Ausnahme einer gezielt umweltpolitisch motivierten Steuer war in zahlreichen europäischen Ländern die unterschiedliche Besteuerung von bleifreiem und verbleitem Benzin.

Anteil des Transportsektors an den gesamten CO₂-Emissionen

Übersicht 6

	1970	1980	1989
		In %	
Belgien	9,8	12,8	18,8
BRD	9,7	12,4	15,9
Dänemark	14,9	16,7	22,2
Finnland	12,0	10,5	18,5
Frankreich	13,9	18,8	29,9
Großbritannien	11,9	16,0	22,2
Irland	17,5	14,3	19,8
Italien	14,5	17,9	23,1
Luxemburg	5,1	0	25,9
Niederlande	11,3	13,2	15,7
Norwegen	28,0	22,2	30,2
Österreich	17,9	23,5	24,7
Portugal	22,8	25,0	22,3
Schweden	14,2	20,0	29,0
Schweiz	25,2	25,0	38,0
Spanien	20,7	22,8	27,8

Q: OECD, Environmental Data, 1991. Der Transportsektor umfaßt Personen- und Gütertransport aller Transportmittel. Die Abgrenzungen sind nach Ländern etwas unterschiedlich.

zeigen auf, daß im Güterfernverkehr die Emission von Luftschadstoffen schwerer Lkw 13mal und leichter Lkw sogar 73mal so hoch ist wie jene der Bahn (je t-km)⁷⁾. Schätzungen für Österreich ergaben in Relation zur Bahn im Durchschnitt eine 7fache Schadstoffbelastung durch den Lkw (Gstöttner et al., 1990).

Auch in der verkehrsbedingten Lärmbelastung der Bevölkerung rangiert der Straßenverkehr an erster Stelle vor dem Luftverkehrslärm. Nur in Ländern mit dichtem Bahnnetz — etwa der Schweiz — folgt der Schienenverkehrslärm an zweiter Stelle (Linster, 1990, S. 24). Im Schweizer Güterfernverkehr wird die Lärmbelastung durch den Transport auf der Straße als viermal (schwere Lkw) bzw. 38mal (leichte Lkw) so hoch geschätzt wie jener auf der Schiene⁸⁾.

83% der im westeuropäischen Verkehr verbrauchten Energie entfallen auf den Straßenverkehr (1960 60%), 11% auf den Luftverkehr, 3% auf den Schienenverkehr (OECD, 1991A, Eurostat, 1989, S. 89; Abbildung 2). Verkehrsleistungsbezogen dürfte der Energiebedarf des Straßengüterverkehrs den 3- bis 13fachen Wert des Schienengüterverkehrs erreichen (Übersicht 7).

Nach Schätzungen des Bedarfs an versiegeltem Boden je Verkehrsleistung beansprucht der Straßengütertransport ebenfalls eine wesentlich größere Fläche als die Bahn.

Verfügbare Schätzungen verkehrsleistungsspezifischer Unfälle beziehen sich nur auf den Personenverkehr. Hier ist der Transport auf der Schiene und in der Luft — bezogen auf die Verkehrsleistung — 25- bis 30mal so sicher wie der Straßentransport (Cerwenka, 1990, S. 98, Walz, 1990, S. 66).

Zwar liegen keine Untersuchungen der verkehrsmittelspezifischen Wirkungen auf historische Gebäude, Kunstwerke sowie der Beeinträchtigung anderer Sektoren vor, da diese Effekte jedoch vor allem von verkehrsbedingten

Schätzung der Umweltbelastung durch Verkehrsträger im Güterfernverkehr

Übersicht 7

Gemessen an der Umweltbelastung durch die Bahn

	Schweiz		Österreich	BRD
	Lkw schwer	Lkw leicht	Lkw	Lkw
	Bahn = 1			
Schadstoffbelastung der Luft ¹⁾	13	73	7	1 bis 9 ²⁾
Lärmbelastung	4	38		
Flächenbedarf	17	68		3
Energieverbrauch	3	13	7	9

Q: Schweiz: Basler — Hoffmann (1973), Riedl (1989), Tiefenthaler (1990); BRD: UPI (1988); Österreich: Gstöttner et al. (1990). Verkehrsleistungsbezogen (je t-km) —
¹⁾ Mit der Schädlichkeit gewichtete Emissionen — ²⁾ SO₂ 1,4 CO₂ 4,4 NO_x 7,1 CO 6,1 HC 8,5 Staub 9,3.

Luftschadstoffen, Lärm und Bodenversiegelung abhängen, dürfte auch hier der negative externe Effekt der Straße überwiegen.

Obwohl diesen Berechnungen viele grobe Schätzungen zugrunde liegen und die Ergebnisse methoden- und datenbedingt stark variieren, belegen sie doch, daß der Gütertransport auf der Straße die Umwelt europaweit deutlich mehr belastet als jener auf der Schiene. Ein „modal split“ mit Schwergewicht im Straßengütertransport hat — für die gegebenen „Umwelt-(Verbrauchs-)Intensitäten“ — eine höhere Umweltbelastung zur Folge.

Änderung des „modal split“

In den siebziger und achtziger Jahren verschoben sich in Westeuropa die Anteile im Gütertransport (modal split) von der Schiene zur Straße, die Umweltbelastung durch den Gesamtverkehr nahm in der Folge drastisch zu.

Während die Gütertransporte auf der Bahn 1965/1986 beinahe stagnierten, erhöhte sich das Transportvolumen auf der Straße im selben Zeitraum um fast 150%. Schon in den sechziger Jahren war die Straße im gesamten Gütertransport bevorzugt worden (in t-km). Seither erhöhte sie ihren Anteil von 47% auf 63% (1986) (Angaben über die vor allem nach 1984 gesteigerten Lkw-Kilometer lassen auf eine weitere sehr kräftige Ausweitung auch der Straßengütertransportleistung schließen; Abbildung 4). Besonders deutlich verlagerte sich der „modal split“ im grenzüberschreitenden Güterverkehr (ohne Transit) zum umweltbelastenderen Transportmittel Lkw. Hier verdoppelte die Straße ihren Anteil von 23% (1970) auf 45% (1986) sogar und verdrängte Schiene und Binnenschifffahrt als traditionelle Fernverkehrstransportmedien (Abbildung 3).

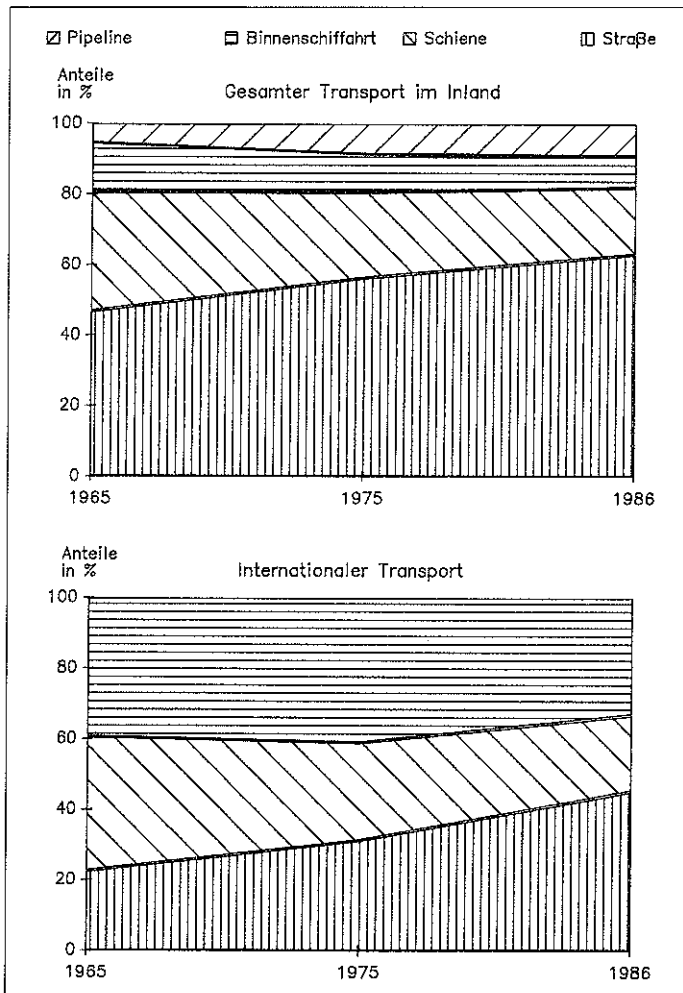
- Die Gründe für diese Veränderung des modal split sind — Strukturverschiebungen in der europäischen Industrie — der Lkw erfüllt die neuen Transporterfordernisse besser (Transport hochwertiger Güter⁹⁾, dank hoher Transportgeschwindigkeit, häufigerer Lieferungen auf Abruf für die Just-in-time-Produktion (die u. a. Lagerkosten minimieren soll) und räumlicher und zeitlicher Flexibilität, — relative Verbilligung des Straßentransports

⁷⁾ Ähnlich Knoflacher — Macoun (1989, S. 55). Eine Studie der Prognos AG errechnete für die BRD mehr als 20mal so hohe Schadstoffemissionen der Lkw im Vergleich zur Schiene (verkehrsbezogen und toxizitätsgewichtet; Weizsäcker, 1990, S. 37).

⁸⁾ Von 50% der in Österreich Befragten, die angaben, sich durch Straßenverkehrslärm gestört zu fühlen, nannten 30% Lkw als Ursache (20% Bahn, 3% bis 4% Luftverkehr; Knoflacher — Macoun, 1989, S. 71).

⁹⁾ Puwein (1981) berechnete für Österreich, daß Marktanteilsverluste der Bahn zu etwa 20% auf Struktureffekte (Zunahme typischer Straßengüter) der Rest auf Wettbewerbseffekte (u. a. höhere Flexibilität, Transportgeschwindigkeit) zurückzuführen waren.

Gütertransport nach Verkehrsträgern *Abbildung 3*
OECD-Europa



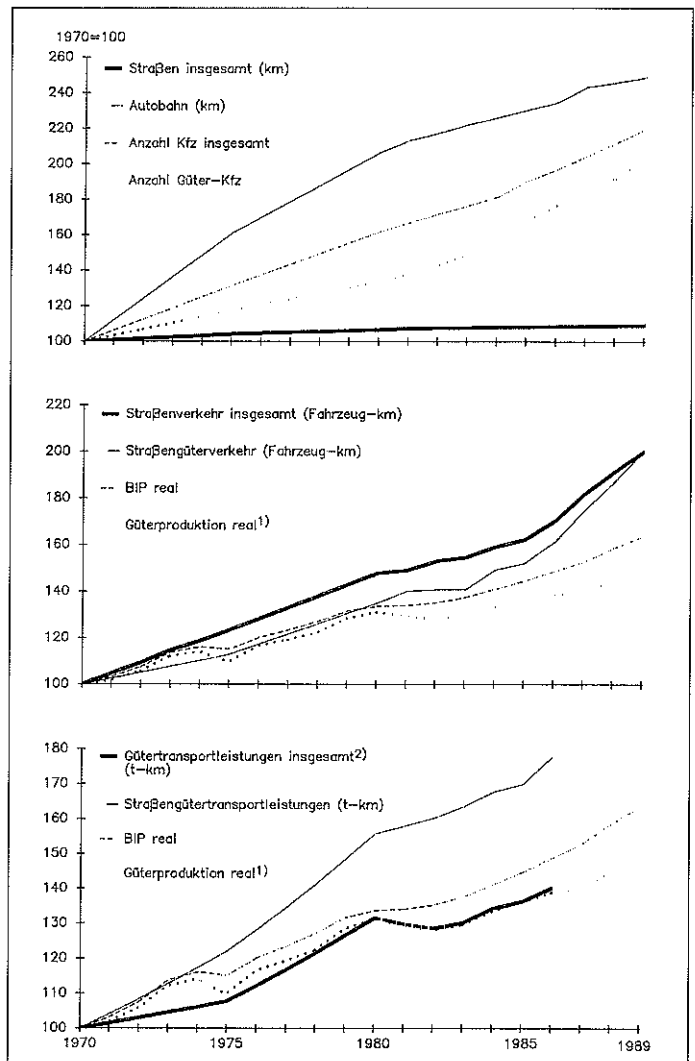
Der Transport auf der Straße — traditionell der bevorzugte Verkehrsträger — drängte in den siebziger und achtziger Jahren die anderen Verkehrsträger weiter in den Hintergrund. Im internationalen Transport, wo traditionell die Vorteile der Schiene und der Binnenschifffahrt überwogen, ist heute der Gütertransport auf der Straße ebenfalls der gefragteste Verkehrsträger.

Die Strukturveränderung der für den Gütertransport verwendeten Transportmittel wirkte also in den letzten Jahrzehnten den umweltschonenden Maßnahmen für Einzelfahrzeuge entgegen

Wachstum des gesamten Güterverkehrsaufkommens

Die umwelt- und energieeffizienzsteigernden Maßnahmen der einzelnen Fahrzeuge wurden in ihren Auswirkungen auf die gesamte Umweltbelastung aber nicht nur durch die Änderung des modal split, sondern auch durch die rasante Expansion des Güterverkehrs in Westeuropa in den letzten zwei Jahrzehnten zunichte gemacht. Die Gütertransportleistung (Straße, Schiene, Binnenschifffahrt, Pipeline; ohne Luftfahrt) stieg zwischen 1970 und 1986 in Westeuropa um 40%, auf der Straße sogar um 78%. In ähnlichem Umfang nahm auch das Straßenverkehrsvolumen insgesamt (Fahrzeug-Kilometer) zu (Abbildung 4). Seit

Straßennetz, Kraftfahrzeuge und Verkehrsleistungen auf der Straße *Abbildung 4*
OECD-Europa



Eine wachsende Straßeninfrastruktur (insbesondere Autobahnen) sowie — vor allem in den achtziger Jahren — rasch expandierende Lkw-Flotten waren Voraussetzung für die großen Zuwächse im Straßengüterverkehr und die damit zusammenhängenden Umweltfolgen. Der in Vergleich zur Gütertransportleistung (t-km) stärkere Zuwachs des Straßengüterverkehrs (Fahrzeug-km) in den achtziger Jahren spiegelt neben dem sinkenden Gewicht der transportierten Güter auch die zunehmende „Kilometerintensität“ der transportierten Güter wider, die auf transportintensive Produktionsstrukturen (Just-in-time-Zulieferungen oder weit entfernte Produktionsstandorte von Bauteilen) zurückzuführen ist.

Anfang der achtziger Jahre wächst das Straßengüterverkehrsvolumen sogar deutlich rascher als die Güterproduktion — ein Ausdruck zunehmender Abhängigkeit der Produktionsstrukturen in Europa vom Gütertransport auf der Straße

Die Infrastruktur wurde ausgebaut — die Länge des Straßennetzes stieg 1970/1989 um 9%, die des Bahnnetzes ging gleichzeitig um 6% zurück. Auch die Straßen-Infrastruktur selbst spiegelt die wachsende Umweltbelastung wider: Das Autobahnnetz wurde um 149% ausgeweitet, damit nehmen die gefahrene Durchschnittsgeschwindigkeit und die spezifische Lärm- und Schadstoffbelastung zu¹⁰⁾. In diesem Zeitraum verdoppelte sich in Europa der Be-

¹⁰⁾ Allerdings sinkt die Lärmbelastung, da Autobahnen siedlungsdurchquerende Straßen ersetzen. Andererseits ziehen Autobahnen zusätzlichen Verkehr an.

stand an Lkw. Seit 1984 beschleunigte sich das Wachstum des Lkw-Bestands parallel zum Straßengüterverkehrsvolumen (Abbildung 4)

Neben den oben angeführten *Gründen* für einen Zuwachs besonders des Transports auf der Straße wurde das gesamte Transportwachstum (Schiene, Straße, Luft, Wasser) dadurch stimuliert, daß infolge einer neuen Produktionsorganisation *Standortstrategien* an Bedeutung gewannen, die weltweite Faktorkostendifferentiale ausnutzen — Teile des Produktionsprozesses werden jeweils an kostenoptimale Standorte verlegt und die Vorprodukte an

Während die Umweltpolitik in Europa im Verkehrsbereich fast ausschließlich darauf ausgerichtet war, den Standard der Fahrzeuge in bezug auf spezifische Lärm- und Schadstoffemissionen und Energieeffizienz zu heben, wirkten dem die rasch wachsenden Fahrzeugflotten, Verkehrs- und Transportvolumen sowie die zunehmenden Anteile des Transports auf der gegenüber der Schiene umweltbelastenderen Straße in den siebziger und achtziger Jahren entgegen und konterkarierten somit die positiven umweltpolitischen Auswirkungen der technischen Maßnahmen.

einem anderen Standort zum Endprodukt zusammengefügt. Diese Strategie gründet auf der in den letzten Jahrzehnten zunehmenden *Liberalisierung* des Außenhandels und der Auslandsinvestitionen: Durch die Verringerung von Handelshemmnissen werden solche Standortentscheidungen rational. Produktionsverlagerungen können unternehmensintern durch Direktinvestitionen an kostenoptimaleren Standorten oder — im Zuge der Verringerung der Fertigungstiefe — durch Auslagerung von Produktionsteilen an andere Unternehmen erfolgen. Voraussetzung für eine solche Strategie ist — was die *Produktionstechnologie* betrifft — eine standardisierte Massenproduktion der einzelnen Bauteile und auf allen Produktionsstufen. Wenn die durch Standortaufgliederung und -verlagerung entstehenden zusätzlichen Transportkosten geringer sind als die Einsparungen an anderen Kosten, ist diese Strategie — läßt man die Umweltkosten außeracht — rational. Unabhängig von der geänderten Produktionstechnologie hat die Liberalisierung des Außenhandels — aufgrund der verbesserten Möglichkeiten, *steigende Skalenerträge* zu nutzen — die Handels- und Transportintensität erhöht¹¹⁾.

Die *Vollendung des EG-Binnenmarktes* dürfte die Entwicklung zu vermehrtem Außenhandel weiter vorantreiben und transportkostenintensivere Standortentscheidungen stimulieren. Ein größerer Markt ohne Grenzen und ohne nichttarifäre Handelshemmnisse ermöglicht nicht nur die Ausnutzung höherer Economies of Scale, sondern forciert auch die kostenoptimale Wahl von Standorten für einzelne Produktionsstufen (mit jeweils mindestoptimalen Kapazitäten). Auch die im Binnenmarkt ge-

plante Liberalisierung des Verkehrssektors selbst wird über den Effekt der billigeren Transporte (Kabotage, Grenzaufenthalte u. a.) weiteres Verkehrswachstum induzieren

Künftige Entwicklung und Ansatzpunkte für die Umweltpolitik

Bis zum Jahre 2010 wird für OECD-Europa ein Wachstum des Gütertransports von über 50% erwartet: Ohne grundlegende Änderungen der wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen sollte der Gütertransport auf der Schiene um 4% zurückgehen und jener auf der Straße um 74% steigen (*Group Transport 2000 Plus*, 1990). Die unterstellte Wachstumsrate von 2% pro Jahr dürfte — insbesondere infolge der Schaffung des EG-Binnenmarktes und der Ostöffnung — allerdings eine Untergrenze sein¹²⁾. Der prognostizierte positive Wachstums- und Wohlfahrtseffekt des EG-Binnenmarktes basiert nämlich großteils auf einer Handelsausweitung¹³⁾: Gegenüber dem Basisszenario (ohne Binnenmarkt) hebt der Abbau der Handelshemmnisse den Export in der EG (intra- und extra-EG) um 11% und den Import um 7%¹⁴⁾, eine entsprechende Transportausweitung ist die Folge.

Mittlerweile sind kurzfristig die Stabilisierung und längerfristig die Verringerung der Luftschadstoffe und der „Treibhausgase“ erklärtes *Ziel der Umweltpolitik* in Europa. Diese wird daher auch beim Transportsektor — als einem der Hauptverursacher — ansetzen müssen

Allein mit den geplanten Verschärfungen *umweltrelevanter technischer Standards* der Fahrzeuge kann die mit den Zuwachsraten des Straßengüterverkehrs einhergehende zusätzliche Umweltbelastung auch in Zukunft — ebenso wie in den letzten zwei Jahrzehnten — wohl kaum eingeschränkt werden. Würden die schädlichen Auspuffgase mit Hilfe technischer Maßnahmen sofort um ein Drittel verringert, wäre das gegenwärtige Emissionsniveau — unter den gegebenen Wachstumsaussichten — bereits im Jahre 2000 wieder erreicht (OECD, zitiert in *The Independent*, 1991). Die Annahme, Gesamtemissionen nur durch eine laufende Verschärfung der technischen Werte — die umso strenger sein müßten, je rascher das Verkehrsaufkommen wächst — verringern zu können, gilt auf Dauer als unrealistisch (*Mitchell — Hickman*, 1990).

Aus diesem Grund ist das *Wachstum der Transportdienstleistungen*, insbesondere der Nachfrage nach Straßentransportdienstleistungen, mittlerweile in Europa und der OECD insgesamt bereits Bestandteil der Diskussionen um umweltpolitische Maßnahmen im Verkehrsbereich (European Conference of Ministers of Transport — OECD — ECMT, 1990)¹⁵⁾. Umweltpolitisch motivierte *Besteuierungen* der (Straßen-)Verkehrsaktivität (z. B. die in den meisten westeuropäischen Ländern eingehobene Steuer

¹¹⁾ Zu einer Diskussion der Transport- und Umweltverbrauchsintensität unterschiedlicher Standortstrategien siehe *Pichl* (1991)

¹²⁾ Bis zum Jahr 2000 wird z. B. bereits mit einer Verzehnfachung des Ost-West-Verkehrs durch Deutschland gerechnet (*Wirtschaftswoche*, 1991; siehe die Prognose der Prognos AG für Europa — *EG-Kommission*, 1989)

¹³⁾ Nach *Pratten* (1988) ist für das Wirksamwerden aller Arten von *Economies of Scale* die Ausweitung des Handels notwendige Voraussetzung und auch die *Wettbewerbsintensivierung* — die zweite Hauptursache der positiven Binnenmarkteffekte — basiert überwiegend darauf

¹⁴⁾ Ergebnis der Makroanalyse von *Catna — Donn — Italianer* (1988)

¹⁵⁾ „The development of the (transport) sector will be sustainable if and only if transport and environment policies are better integrated. This implies some containment of the growth of traffic demand particularly for road transport.“ OECD 1991B; siehe auch OECD — ECMT, 1990

auf Kohlendioxidemissionen und Kraftstoffverbrauch)¹⁶⁾ bewirken nicht nur Substitutionseffekte zwischen den unterschiedlich betroffenen Verkehrsträgern, sondern auch zwischen dem Verkehr insgesamt und allen anderen Gütern und Dienstleistungen. Damit bremsen sie den Zuwachs der Verkehrsnachfrage. Mit einem um 1 Prozentpunkt (+1% statt der implizierten +2% pro Jahr) gebremsten Verkehrswachstum würden die gesamten Abgase (bei gegebener Technologie) bis zum Jahre 2030 um ein Drittel bis ein Viertel verringert (relativ zu einem Basisszenario; Walsh, in OECD — ECMT, 1990).

Die Wirtschaftspolitik kann ein solches Umweltziel entweder vorgeben (z. B. die CO₂-Emissionen in der gesamten EG bis 2000 auf dem Niveau von 1990 zu stabilisieren, Dänemark und die BRD streben sogar eine Reduktion um 20% bzw. 25% bis 2005 an; EG-Kommission, 1991) und da-

Das umweltpolitische Instrument der Auflagen (Normen und Standards) ist umweltökonomisch nicht nur mit einigen Mängeln behaftet (u. a. fehlt der Anreiz zur Unterschreitung der Norm), es ist — allein — auch ungeeignet, ein angestrebtes Gesamtniveau an Umweltschutz bzw. -verschmutzung zu erreichen: Die Erfüllung einzelner Standards (Schadstoffe je km) können jederzeit durch einen Anstieg der Zahl von Verursachern oder verursachenden Tatsachen (mehr Lkw, mehr Fahrzeug-Kilometer) kompensiert werden. Andere Instrumente, z. B. Steuern oder auch handelbare Rechte, können hier flexibler eingesetzt werden, um das Gesamtemissionsniveau zu stabilisieren oder zu senken.

raus die notwendigen Maßnahmen (technische Verbesserungen, Steuern u. ä.) ableiten, oder sie kann versuchen, die etwa aus dem Verkehrsbereich externalisierten Kosten abzuschätzen und dann eine Steuer so bemessen, daß diese Kosten internalisiert, also vom Verursacher getragen werden (Grenzkosten). Allerdings besteht eine Versuchung, solche Steuern eher zaghaft und in kleinen Schritten einzuführen, da dies politisch leichter durchsetzbar scheint. Auch primär fiskalische Motive anstelle von Umweltmotiven tendieren zu einer zu geringen Bemessung, sodaß das Umweltziel nicht erreicht wird (OECD, 1991C, S. 11). Im Hinblick auf die Umweltökonomie ist darauf hinzuweisen, daß erstens die vom Verkehr externalisierten Kosten ziemlich hoch sein dürften¹⁷⁾ und daß zweitens aufgrund der eher geringen durchschnittlichen Preiselastizität der Nachfrage nur sehr deutliche Signale das Verhalten in eine Richtung beeinflussen können, die die Fehlallokation der Ressourcen tatsächlich korrigiert¹⁸⁾. Eine damit verbunde-

ne Verringerung des Güterverkehrswachstums könnte die Frage nach Grenzen des Wachstums aufwerfen. In diesem Zusammenhang muß betont werden, daß primär das Wachstum der Dienstleistung Transport gebremst wurde und nicht das Wachstum der Volkswirtschaft insgesamt und des Wohlstands. Im Gegenteil, mit der Steigerung der ökonomischen Effizienz der Ressourcenverwendung durch die Internalisierung externer Effekte nimmt der Wohlstand zu. Dadurch verringern sich umweltbedingte Gesundheitsschäden, Unfallkosten u. a.; allerdings dürfen diese auch nicht mehr als den Wohlstand (das BIP) erhöhend, sondern als ihn vermindern gewertet werden.

Die Substitution umweltschädlicherer durch umweltfreundlicherer Tätigkeiten infolge der kostengerechten Besteuerung kann als ein „erwünschter Strukturwandel“ angesehen werden (weniger Transport, Zunahme weniger umweltverbrauchsintensiver Güter). Da der Transport eine abgeleitete Dienstleistung ist, ergibt sich ein weiterer Struktureffekt aus der Anregung zum Übergang zu weniger transportintensiven Produktionsstrukturen und Standortentscheidungen: zu mehr (umweltfreundlichen) Lager statt (umweltbelastender) Just-in-time-Transporte (GEO Wissen 1991, Fandel — François, 1989), zu weniger transportintensiven Standort- und Zulieferstrukturen, zu flexibler Automation in kleineren Einheiten anstatt standardisierter Massenproduktion (Pichl, 1991).

Jede dieser Strukturveränderungen verbessert die ökonomische Effizienz des Ressourceneinsatzes. Je flexibler die Strukturänderungen, umso geringer sind die Anpassungskosten — hier liegt auch eine der möglichen Begründungen für Subventionen des Anpassungsprozesses.

Verlagerungen des Transports von der Straße auf die Schiene senken ebenfalls die Emissionen (bei gegebenen technischen Standards und gegebenem Transportzuwachs), aber auch hier sind — gleich den technischen Standards — die Möglichkeiten eingeschränkt. Im Hinblick auf die Kosten setzt der break-even point die Grenze: Kombiniertes Transport rechnet sich erst über eine Entfernung von mindestens 500 km, jedoch ist die häufigste Distanz unter 200 km (Group Transport 2000 Plus, 1990). Würden jedem Verkehrsträger die von ihm verursachten Kosten (auch die Umweltkosten) angelastet, so würde sich diese Grenze nach unten verschieben und der Transport auf der Schiene daher bereits auf geringeren Distanzen rentabel werden. Auch effizienz- und qualitätssteigernde Maßnahmen der Bahn wirken in dieselbe Richtung. (Eine Anlastung auch der Umwelt- und der gesamten Wegekosten würde jedoch nicht nur den „modal split“ ändern, sondern das Verkehrsvolumen insgesamt — aufgrund er-

¹⁶⁾ Nur ergänzend zu solchen ver- und/oder gebrauchsbabhängigen Steuern, die eine verstärkte Nutzung der Fahrzeuge stimulieren, sind Abgaben auf den Erwerb oder Besitz eines Kfz sinnvoll. Für mobile Emissionsquellen wie den Verkehr sind Emissionssteuern schwer administrierbar. Inputsteuern können substitutiv verwendet werden. Handelbare Verfügungsrechte sind ebenfalls nicht zu empfehlen, wenn die Auswahl der „Verursacher“ und der „Opfer“ umfangreich ist (OECD 1991C, S. 51).

¹⁷⁾ Der Güterverkehr trägt sogar nur etwa zwei Drittel der (betriebswirtschaftlichen) Wegekosten (Rothenmatter, 1990, S. 166; Tichy, 1989, S. 12; Riedel, 1989, S. 55). Er müßte jedoch zusätzlich auch für die externen (volkswirtschaftlichen) Kosten, die er verursacht, aufkommen. Schätzungen für diese Kosten streuen breit — je nach Land, Autor und verwendeter Methode zwischen 0,3% und 1,4% des BIP für Luftverschmutzung, Lärm und Unfälle (gerechnet für den Lkw-Verkehr). Würde man diese Kosten (die selbst nur Teile der Umweltbelastungen erfassen) ebenso wie die gesamten Wegekosten dem Lkw-Verkehr anlasten, so würden sich die Transportkosten deutlich erhöhen (+14% bis +90% je nach Annahmen). (Eine nach Pigon optimale Steuer würde eine Bemessung an den Grenzkosten erfordern. Meist ist allerdings die Grenzkostenkurve nicht bekannt.) Legt man etwa den Treibstoffverbrauch der Bemessung zugrunde, so müßte sich dieser — mit einem Anteil an den Gesamtkosten von 20% und in Abhängigkeit von der Preiselastizität der Nachfrage — durch die Besteuerung vervielfachen, um wenigstens die wichtigsten externen Kosten sowie die Wegekosten zu internalisieren. Es wäre daher zu empfehlen, die Steuer nicht nur am Treibstoffverbrauch allein zu bemessen. Die Erhöhung des Satzes einer bereits wirksamen Steuer verursacht allerdings geringere Transaktionskosten.

¹⁸⁾ Das ist das Ergebnis einer Untersuchung der Auswirkungen von Umweltsteuern auf den Straßentransport des Helsinki Research Institute for Business Administration (1991; vgl. Cernenka, 1990). Eine von der EG-Kommission vorgeschlagene schrittweise Erhöhung des Dieselpreises um 11% bis zum Jahr 2000 würde die negativen externen Effekte nicht abdecken, ist jedoch ein Schritt in die richtige Richtung (EG-Kommission, 1991).

höher Kosten — reduzieren) Subventionen relativ umweltverträglicher Verkehrsträger sind im Sinn der Umweltökonomie kontraproduktiv¹⁹⁾, wenn sie nicht mit der Besteuerung der umweltbelastenderen Verkehrsträger einhergehen: Zwar verändern solche Subventionen den „modal split“ in die gewünschte Richtung, sie erhöhen jedoch zugleich das Gesamtverkehrsaufkommen, da — anstelle einer vollen Kostenanlastung (Internalisierung externer Effekte und der gesamten Wegekosten) — zusätzliche Kosten externalisiert werden und dadurch die Allokation der Ressourcen zusätzlich verzerrt wird. Eine Subventionierung z. B. des kombinierten Verkehrs auf der Schiene zur Beschleunigung des Strukturwandels ist nur gemeinsam mit einer Besteuerung des Gütertransports auf der Straße umweltökonomisch rational, da nur dadurch das Gesamtziel einer Stabilisierung oder Verringerung der Umweltschädigung erreicht werden kann, ohne weitere Kosten an die Gesellschaft zu externalisieren²⁰⁾.

Eine umfangreiche Verlagerung des Straßengütertransports auf die Schiene dürfte für das gegebene (oder durch Subventionen zusätzlich beschleunigte) Transportwachstum außerdem neue Kapazitätsprobleme im Schienenverkehr aufwerfen. Berechnungen für die Schweiz ergaben, daß die geplante Neueisenbahn-Alpen-Transversale (NEAT) mit den Zuwachsraten im Güterverkehr von derzeit 2,5% pro Jahr bereits nach 32 Jahren ausgelastet wäre, die nächste NEAT dann nach weiteren 18 Jahren, die dritte nach 13 Jahren usw. (Romann, 1987)²¹⁾.

Eine Kombination aller wirtschaftspolitischen Instrumente (Festsetzen technischer Normen, Verringerung des Verkehrswachstums und Änderung des modal split durch Anlastung der externen Kosten — mit Besteuerung oder dem Handel von Umweltrechten — eventuell verbunden mit einer Förderung des umweltfreundlicheren Verkehrsträgers) dürfte am ehesten geeignet sein, die angestrebte Verringerung der Umweltbelastung durch den Verkehr zu erreichen. In allen drei Bereichen gibt es europaweit bereits erste Ansätze (Normen für Schadstoff- und Lärmemissionen von Lkw, Ausbau des kombinierten Verkehrs, Besteuerung des Treibstoffs, der geleisteten Fahrzeug-km und/oder der Emissionen; siehe dazu die jüngste Initiative — die erste dieser Art — der EG-Kommission zu einer generellen kombinierten Besteuerung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs), die — besonders im Bereich der Änderung des „modal split“ und der generellen Kostenanlastung — ausgebaut werden müssen, wenn das Ziel der Stabilisierung oder Verbesserung der Umweltqualität erreicht werden soll.

Literaturhinweise

Barde, J.-Ph. / Button, K. (Hrsg.) *Transport Policy and the Environment. Six Case Studies*. London, 1990.

Catalin, M. / Donni, E. / Italianer, A. *Macroeconomic Consequences of the*

Completion of the Internal Market: The Modelling Evidence. in EG-Kommission (Cecchini-Report) *Research on the Costs of „Non-Europe“*. Brüssel 1988, Vol. 2, Ch. 10.

Cerwenka, P. „Traffic Management for European Long-Distance Traffic Focused on International Goods Transport“ in *OECD — ECMT* (1990).

EG-Kommission *Analysis and Forecasts* 1989. Brüssel 1989.

EG-Kommission *Eine Gemeinschaftsstrategie für weniger Kohlendioxidemissionen und mehr Energieeffizienz*. Mitteilung der Kommission an den Rat, 1991, SEK(91) (1744).

European Conference of Ministers of Transport (ECMT) *Statistical Trends in Transport 1965-1986*. Paris 1989.

Eurostat *Umweltstatistik*. Luxemburg 1989.

Fandel, G., François, P. „Just-in-time-Produktion und -Beschaffung Funktionsweise, Einsatzvoraussetzungen und Grenzen“ *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 1989, 59(5).

GEO Wissen *Verkehr — Mobilität* 1991 (2).

Group Transport 2000 Plus *Transport in a Fast Changing Europe — Vers un Réseau Européen des Systèmes de Transport*. Paris 1990.

Gstöttner, K. et al., *Modelling the Interaction Between Economic Activity and the State of the Environment*. Universität Graz, Research Memorandum 1990, (9001).

Helsinki Research Institute for Business Administration, *Economic Effects of Environmental Taxes Imposed on Road Transport*. Helsinki 1991.

Knoflach, H. / Macoun, Th. (Hrsg.) *Ökologie und Straßenverkehr*. Umweltbundesamt, Reports 1989 (35).

Linster, M., „Background Facts and Figures“ in *OECD — ECMT* (1990).

Mitchell, C. G. B. / Hickman, A. J. „Air Pollution and Noise from Road Vehicles“, in *OECD — ECMT* (1990).

OECD *Fighting Noise*. Paris, 1986.

OECD *Transport and the Environment*. Paris, 1988.

OECD *Environmental Data, Compendium 1989*. Paris, 1989.

OECD (1991A) *Environmental Data, Compendium 1991*. Paris 1991.

OECD (1991B) *The State of the Environment*. Paris, 1991.

OECD (1991C) *Environmental Policy: How to Apply Economic Instruments*. Paris 1991.

OECD, ECMT *Transport Policy and the Environment, European Conference of Ministers of Transport, Ministerial Session*. Paris, 1990.

Pichl, C. *Impact of an Internalization of Environmental Costs of Transport on the European Common Market. The Role of Multinational Enterprises*. Reading, 1991. (mimeo).

Pratten, C. „A Survey of the Economies of Scale“ EG-Kommission *Economic Papers* 1988 (67).

Puwein, W. *Die Marktanteilsentwicklung der Bahn im Güterverkehr*. WIFO-Monatsberichte 1981 54(8).

Puwein, W. *Transitverkehr*. WIFO-Monatsberichte, 1989 62(11).

Puwein, W. *Lösungen für das Transitproblem*. WIFO-Monatsberichte, 1991, 64(10).

Riedel, R. *Verkehrsbilanz Österreich oder Was kostet uns der Verkehr?* Wien 1989.

Romann, P. *NEAT Teil einer neuen Verkehrspolitik*. *Verkehr und Umwelt* 1987 (4).

Rothengatter, W. „Economic Aspects“ in *OECD — ECMT* (1990).

The Independent, 27. Jänner 1991.

Tichy, G. *Die volkswirtschaftlichen Kosten von Schiene und Straße*. Gesellschaft für Verkehrspolitik, Wien 1989.

Tiefenthaler, H. „Verkehr ohne Grenzen — der Belastbarkeit Die Umweltbelastungen des Alpentransits“, in Mayer-Tasch, P. C., Molt, W., Tiefenthaler, H. (Hrsg.) *Transit Das Drama der Mobilität*. Zürich 1990.

Umwelt- und Prognose-Institut Heidelberg e. V. (UPI) *Ökosteuern als marktwirtschaftliches Instrument im Umweltschutz*. UPI-Bericht, 1988 (9).

Verkehrsclub Österreich (VCO), *Sanfte Mobilität*. Wien, 1991.

Walz, F. „Freie Fahrt und kranke Bürger? Der (Transit-)Verkehr aus medizinischer Sicht“, in Mayer-Tasch, P. C., Molt, W., Tiefenthaler, H. (Hrsg.) *Transit Das Drama der Mobilität*. Zürich, 1990.

Weizsäcker, E. U. von, *Erdpolitik Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1990.

Wirtschaftswoche 1991 (40).

¹⁹⁾ Die Bahn trägt — ebenso wie der Lkw — bereits zwei Drittel der von ihr verursachten betriebswirtschaftlichen Kosten (ein Drittel belastet den Steuerzahler).

²⁰⁾ Die Mindestanforderung an eine solche Konstruktion ist, daß sie die externalisierten Kosten netto (Relation externalisierte Kosten zu Subventionierung minus Relation internalisierte Kosten zu Besteuerung) verringert.

²¹⁾ Unter der Annahme, daß der gesamte Straßengüterverkehr auf die Schiene verlagert wird.