

Wilfried Puwein

## Langfristige Auswirkungen einer Energieverteuerung auf den Verkehr

Die Importpreise von Erdöl haben sich in den letzten drei Jahren verdoppelt. Wie bereits während der "Energiekrisen" 1974, 1980, 1991 und 2000 verstärkte sich die Diskussion über das Auslaufen der Erdölvorräte, die sich abzeichnende strukturelle Energieverteuerung und alternative Energiequellen. Der Verkehr als einer der größten Energieverbraucher steht dabei im Mittelpunkt des Interesses. In den letzten Jahrzehnten weitete er seinen Anteil am Verbrauch von Mineralölprodukten zulasten der privaten Haushalte und der Industrie aus. Am stärksten stieg der Verbrauch der energieintensivsten Verkehrsträger Luftfahrt, Straßentransport und motorisierter Individualverkehr. Diese Verkehrsmittel bringen offenbar einen so hohen Nutzen, dass ihren Einsatz auch starke Kraftstoffverteuerungen durch eine Erdölverknappung und ein Kostenanstieg durch die Nutzung kraftstoffsparender Technologien oder alternativer Kraftstoffe kaum einschränken werden. Wachstumsbegrenzungen ergeben sich eher regional aus der Verfügbarkeit von Verkehrsflächen und aus der kleinräumigen und globalen Umweltbelastbarkeit.

Begutachtung: Gunther Tichy • Wissenschaftliche Assistenz: Martina Agwi • E-Mail-Adressen: [Wilfried.Puwein@wifo.ac.at](mailto:Wilfried.Puwein@wifo.ac.at), [Martina.Agwi@wifo.ac.at](mailto:Martina.Agwi@wifo.ac.at)

43% des Endenergieverbrauchs in Österreich entfallen auf Erdöl. Mit einem Anteil von 29% am Endenergieverbrauch liegt der Verkehr fast gleichauf mit der gesamten Sachgüterproduktion. Innerhalb des Verkehrs ist der motorisierte Straßenverkehr der weitaus größte Energieverbraucher; sein Anteil am gesamten Endenergieverbrauch beträgt rund 26%, wobei hier ausschließlich Erdölprodukte eingesetzt werden. Die Anteile der Luftfahrt und der Bahn am Endenergieverbrauch erreichen zusammen nur 3,2% (Übersicht 1). In Österreich ist der Verbrauchsanteil des Verkehrs ähnlich hoch wie im Durchschnitt der EU 25. Luftfahrt und Binnenschifffahrt – sie decken ihren Energiebedarf ebenfalls fast zur Gänze mit Erdölprodukten – haben aber in Österreich ein wesentlich geringeres Gewicht als in der gesamten EU. Die Bahn wird in Österreich überwiegend mit aus Wasserkraft erzeugtem Strom betrieben. Entsprechend ihrer größeren Bedeutung ist ihr Anteil am Endenergieverbrauch in Österreich höher als im Durchschnitt der EU 25.

Der Weltmarktpreis von Erdöl schwankte in den letzten 35 Jahren erheblich. Neben den Angebots- und Nachfragerelationen auf dem Erdölmarkt wurde die Preisentwicklung stark von weltpolitischen Ereignissen und spekulativen Elementen beeinflusst. Für die Importpreise in nationaler Währung war auch der Dollarkurs entscheidend. In Österreich stieg der Importpreis von 1972 bis 1981 in zwei Stufen auf das über Achtfache des Niveaus von 1972 und gab 1984 bis 1988 wieder um zwei Drittel nach (Abbildung 1). In den folgenden Jahren war die Preistendenz leicht sinkend, 1998 lag der Importpreisindex für Erdöl um 25% unter dem Verbraucherpreisindex (Basis 1970). 1999/2000 war neuerlich ein kräftiger Preisschub zu verzeichnen, der sich nach einer leichten Entspannungsphase ab 2005 fortsetzte. Im Durchschnitt des 1. Halbjahres 2006 war der Importpreis von Erdöl mehr als viermal so hoch wie 1998. Über den gesamten Zeitraum 1970 bis 2006 stiegen die Erdölpreise dreimal so stark wie die Verbraucherpreise insgesamt.

**Erdöl wichtigste  
Energiequelle für  
den Verkehr**

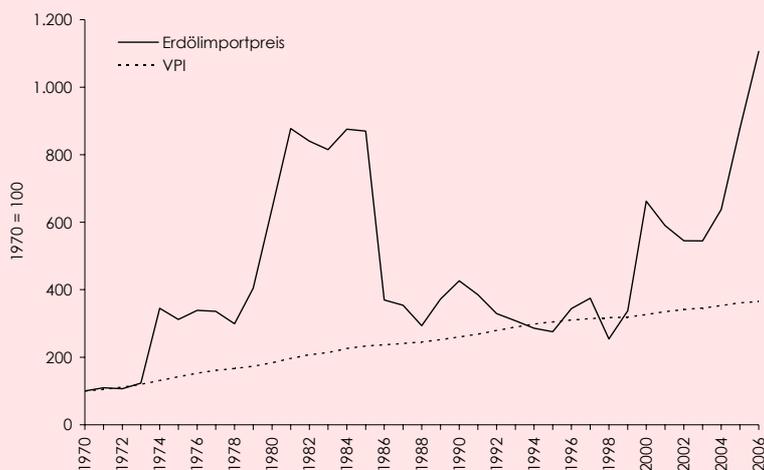
Übersicht 1: Endenergieverbrauch

2003

	EU 25		Österreich	
	Mio. t RÖE	Anteile in %	Mio. t RÖE	Anteile in %
Insgesamt	1.129	100,0	25,5	100,0
Verkehr insgesamt	343	30,4	7,4	29,0
Straße	284	25,2	6,6	25,9
Bahn	9	0,8	0,3	1,2
Luffahrt	45	4,0	0,5	2,0
Binnenschiff	6	0,5	0,0	0,0

Q: European Commission (2006), WIFO-Berechnungen. RÖE . . . Rohöleinheiten.

Abbildung 1: Entwicklung der durchschnittlichen Importpreise von Erdöl in Österreich



Q: Statistik Austria, 2006: Durchschnitt 1. Halbjahr.

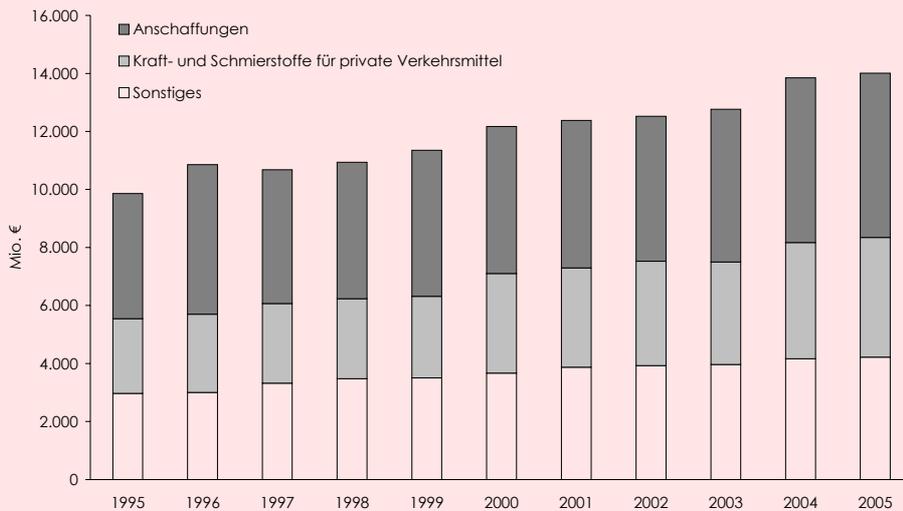
Der Erdölpreis bestimmt nicht nur die Preise von Mineralölprodukten, nach ihm richten sich auch die Preise anderer Energiequellen. Deren Entwicklung schlägt in recht unterschiedlichem Ausmaß auf die Gesamtkosten der Verkehrsleistungen durch. Das Ausmaß wird bestimmt durch

- den Anteil der Endenergiekosten generell und der Kosten speziell von Mineralölprodukten an den gesamten Kosten,
- die Höhe der Energiebesteuerung.

So werden die Kosten der Bahn von den Erdölpreisschwankungen wenig berührt, da ihre Verkehrsleistungen relativ geringen Energieaufwand erfordern und überwiegend elektrische Energie aus eigenen Wasserkraftwerken eingesetzt wird. Mit steigendem Erdölpreis verteuert sich freilich auch generell der Strom, und die Bahn könnte ihren Strom zu guten Preisen auf dem Markt verkaufen. In diesem Sinne bewirken Erdölverteuerungen einen Anstieg der Opportunitätskosten.

Der Anteil der Kraftstoffe an den Gesamtkosten der Lkw-Transporte lag im Jahr 2000 zwischen 11% und 20%, je nach Einsatzbereich der Lkw (laut Wirtschaftsservice des WIFO). Im Nahverkehr ließ die Kraftstoffverteuerung diesen Anteil spürbar steigen; im Fernverkehr bewirkte die Einführung der Autobahnmaut eine starke Kostensteigerung, sodass sich der Anteil der Kraftstoffe an den Gesamtkosten eher verringerte. Der Anteil der Ausgaben für Kraft- und Schmierstoffe (auch letztere werden aus Erdöl erzeugt) an den Gesamtausgaben für private Verkehrsmittel stieg von 25,2% im Jahr 1998 auf 29,4% 2005 (Abbildung 2). Der Anteil des Aufwands für Treibstoff am Umsatz der Zivilluffahrt betrug (z. B. in der Deutschen Lufthansa) 1998 7,4% und erreichte 2005 bereits 14,7% (Deutsche Lufthansa AG, 2006).

Abbildung 2: Konsumausgaben für den Individualverkehr



Q: Statistik Austria.

Die Anteilsänderungen zeigen an, wie sehr die Kosten der einzelnen Verkehrsmittel vom Anstieg der Kraftstoffpreise betroffen sind. Großteils hängt das Ausmaß der Reaktion der Kraftstoffpreise auf Änderungen des Erdölpreises von der Besteuerung ab. Mengenbezogene Abgaben, wie die Mineralölsteuer und die Abgabe für Pflichtnotstandsreserven, bleiben von Erdölpreissteigerungen unberührt; sie federn ebenso wie Verarbeitungs- und Vermarktungsspannen die Entwicklungen auf dem Rohölmarkt ab. Je höher der Steuersatz, desto schwächer wirkt sich die Erdölverteuerung auf den Produktpreis aus. Benzin ist derzeit am höchsten, Kerosin am geringsten mit Abgaben belastet (Übersicht 2). Der Preis von Importerdöl war im II. Quartal 2006 um 105%, jener von Benzin ab Tankstelle um 29%, von Dieselmotorkraftstoff um 45% und von Importkerosin (Flugturbinenkraftstoff) um 109% höher als im Durchschnitt des Jahres 2002 (OECD, 2006, Statistik Austria). Der Strompreis für die Industrie etwa stieg in diesem Zeitraum um rund 40%<sup>1)</sup>.

### Übersicht 2: Energiepreise und Steuern in Österreich

II. Quartal 2006

		Preis ohne Mehrwertsteuer	Abgaben (ohne Mehrwertsteuer) In €	Preis einschließlich Abgaben (ohne Mehrwertsteuer)	Abgabenanteil In %
Dieselmotorkraftstoff	1 l	0,532	0,335	0,867 <sup>1)</sup>	38,6
Benzin (95 RON)	1 l	0,514	0,425	0,939 <sup>1)</sup>	45,3
Kerosin	1 kg	0,544	0,010	0,554 <sup>1)</sup>	1,8
Strom für Industrie	10 kWh	0,672	0,206	0,878	23,5

Q: OECD (2006), Statistik Austria. – <sup>1)</sup> Einschließlich Abgaben für Pflichtnotstandsreserven.

Die längerfristige Entwicklung der Transportpreise wird durch die Kosten der Transport- und Betriebsmittel, der Infrastrukturbenutzung und des Faktors Arbeit bestimmt. Produktivitätssteigerungen im Zuge des technischen Fortschritts machten Transportleistungen relativ billiger. Besonders starke Verbesserungen konnten im Straßengüterverkehr und im Luftverkehr erzielt werden (Puwein, 2000). Die Liberalisierungsschritte im Verkehrswesen trugen in den letzten 20 Jahren wesentlich dazu bei, dass durch einen verschärften Wettbewerb Monopolrenten abgebaut wurden, die Produktivität rascher zunahm und so die Preise sanken.

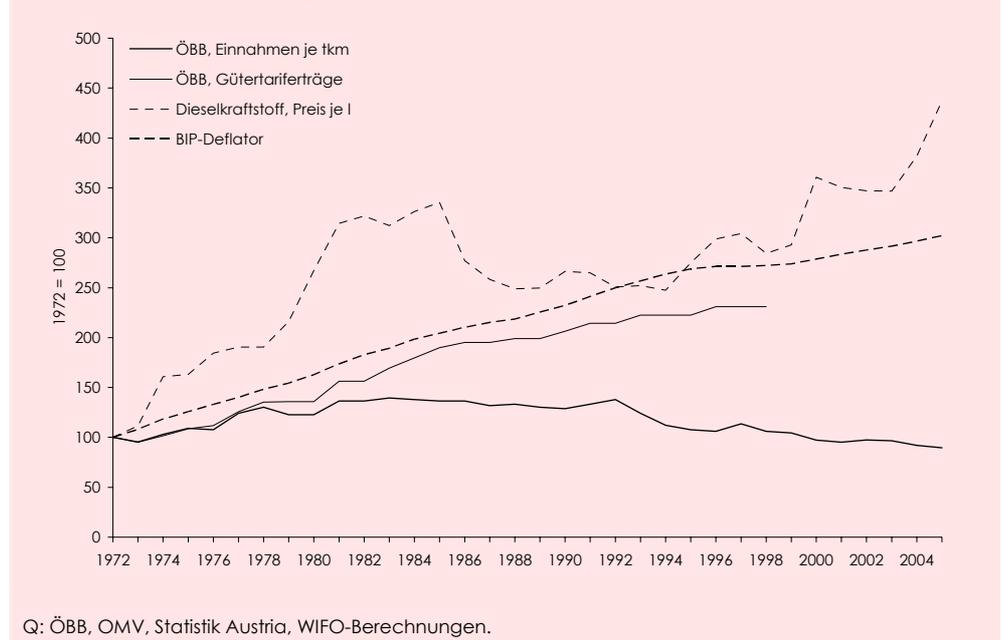
### Entwicklung der Transportpreise

<sup>1)</sup> Hier sanken die Preise im Zuge der Strommarktliberalisierung ab 1999 zunächst stark; seit 2004 wird auch der Industriestrompreis durch mengenbezogene Abgaben belastet.

Österreich verfügt über keine kontinuierliche Statistik der Gütertransportpreise. Die "offiziellen" Gütertarife (Preislisten) von Verkehrsunternehmen stimmen kaum mit den tatsächlich gezahlten Preisen überein. Die Tarife bilden derzeit eher eine Obergrenze für die Transportpreise; über den tatsächlich gezahlten Preis entscheidet die Marktlage.

In Österreich sind die Preisverhältnisse im Landverkehr, also von Bahn und Straße, von zentraler Bedeutung. Aus den Verkehrseinnahmen und Verkehrsleistungen der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) lassen sich die erzielten durchschnittlichen Einnahmen je Tonnenkilometer im Bahnverkehr errechnen. Bis 1977 zogen die Durchschnittseinnahmen recht genau mit den Anhebungen des Regeltarifs mit (Abbildung 3); 1979 ergab sich bei gleichbleibendem Regeltarif ein starker Rückgang der Durchschnittseinnahmen. Die zum Teil kräftigen Tarifierhebungen ab 1982 wirkten sich kaum auf die Entwicklung der Durchschnittseinnahmen aus. Seit 1983 sinken die Durchschnittseinnahmen tendenziell. Daraus lässt sich ableiten, dass die Bahn bereits Ende der siebziger Jahre die Preisführerschaft im Güterverkehr einbüßte. Um nicht weiter Marktanteile an die Straße zu verlieren, musste sie ihre Angebote stärker nach den Marktpreisen des Straßengüterverkehrs ausrichten.

Abbildung 3: Entwicklung der Preise im Güterverkehr



Im Straßengüterverkehr gab es lediglich "administrierte" Tarife (die mit der Liberalisierung in der EU weggefallen sind). Die Tarifordnung sollte die Bahn schützen, aber auch einen "ruinösen" Wettbewerb innerhalb des Gewerbes unterbinden. In Österreich hatten die Referenztarife nie gegriffen, sie wurden bereits in den achtziger Jahren aufgegeben. Bis Mitte der siebziger Jahre dürften die Preise des Straßengüterverkehrs mit den Bahntarifen mitgezogen haben, danach bestimmte der Straßengüterverkehr die Preisentwicklung im gesamten Landverkehr. Dass in den letzten Jahrzehnten die Preise von Transportleistungen im Landverkehr trotz steigender Kraftstoffpreise sinkende Tendenz hatten, erklärt sich durch Produktivitätsverbesserungen im Lkw-Verkehr, die sich ergaben durch:

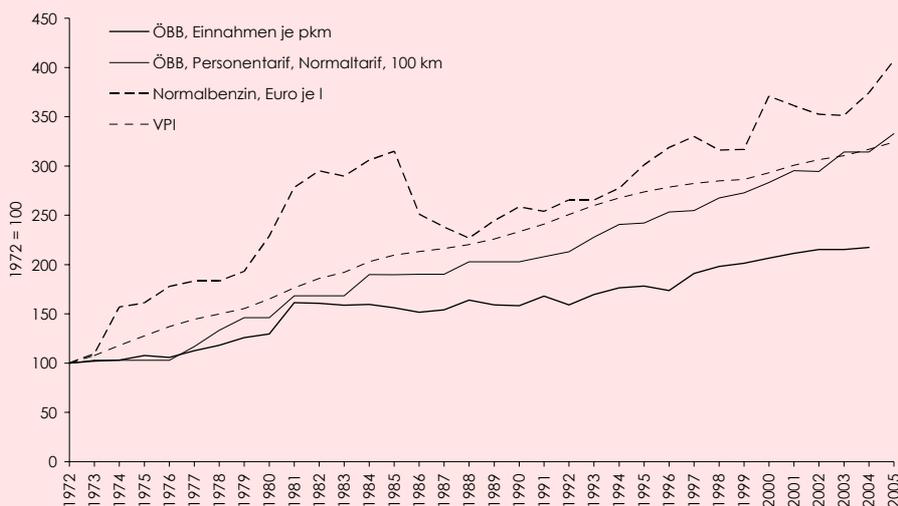
- technologischen Fortschritt, wie stärkere Motoren mit geringerem Kraftstoffverbrauch, höhere Ladekapazitäten, Ladekräne usw.,
- Verbesserung des Straßenausbaus,
- Wegfall von Grenzaufhalten im grenzüberschreitenden Verkehr.

Diese Produktivitätskomponenten wogen zusätzliche Kostenbelastungen für den Lkw-Verkehr durch neue bzw. höhere Abgaben (Mauten) mehr als auf. Die Liberalisierung des internationalen Verkehrs verschärfte allerdings den Wettbewerb, drückte

die Preise und zwang so die Unternehmen, alle Möglichkeiten zu Kosteneinsparung zu nutzen (Ausflagen der Fahrzeugflotte in Länder mit niedriger Abgabenbelastung, Druck auf die Lohnkosten usw.). Die Zunahme der Kraftstoffkosten konnte nicht nur durch den Einsatz effizienterer Motoren, sondern auch durch höhere Beladungen kompensiert werden.

Im motorisierten Individualverkehr bildet der Kraftstoff ein zentrales Kostenelement. Der Anstieg der Kraftstoffpreise konnte jedoch teilweise durch die Senkung des spezifischen Verbrauchs kompensiert werden. Im öffentlichen Personenverkehr ist es der Personalaufwand, der überwiegend die Kostenentwicklung bestimmt. Die Tarife hängen hier primär von politischen Entscheidungen ab und decken die Kosten nur zu einem geringen Teil. So betragen die Tarifeinnahmen der ÖBB aus dem Personenverkehr 2004 563 Mio. €. Die staatlichen Zahlungen aus dem Titel "Gemeinwirtschaftliche Leistungsverträge" (fast zur Gänze vom Bund) erreichten 459 Mio. €. Außerdem beiträgt der Bund die Kosten der Bahninfrastruktur – das von den ÖBB zu zahlende Benutzungsentgelt entspricht nur einem Bruchteil der Kosten. Wie im Güterverkehr blieben die Durchschnittseinnahmen der ÖBB je geleisteten Personenkilometer hinter den Tarifeinnahmen (ÖBB-Tarife gemäß Verbraucherpreisindex, basierend auf dem vollen Preis einer Fahrkarte für 100 km) zurück (Abbildung 4). Dies kann durch eine Zunahme der Zahl von Fahrten zu ermäßigten Tarifen (Zeitkarten, "Vorteilscard" usw.) erklärt werden. Die Preise der Personenverkehrsleistungen der Bahn stiegen in den letzten drei Jahrzehnten schwächer als die Kraftstoffpreise.

Abbildung 4: Entwicklung der Preise im Personenverkehr



Q: Statistik Austria.

Die gegenwärtige Mobilitätsstruktur in Bezug auf Verkehrszwecke und verwendete Verkehrsmittel (Modal Split) baut stark auf der Verfügbarkeit billiger Energie auf und lässt sich durch die Leistungsfähigkeit, Kosten und besondere Eignung der Verkehrsangebote erklären. Sehr rasche Kostensteigerungen im Zuge einer Energieverknappung können längerfristig die Mobilitätsstruktur verändern.

Menschen sind unterwegs,

- um auf Arbeits- oder Ausbildungsplätze zu gelangen,
- wegen dienstlicher, geschäftlicher oder privater Erledigungen,
- um einzukaufen oder
- zu Freizeitaktivitäten.

Je nach Erfordernissen, Kosten, Möglichkeiten und Fähigkeiten werden für diese Wegzwecke bestimmte Verkehrsmittel verwendet.

## Mobilität von Personen und Gütern

### Personenmobilität

Die Daten zur Personenmobilität sind in Österreich eher rudimentär und nicht aktuell. Gemäß der Erhebung 1995 im Rahmen der Erstellung des Bundesverkehrswegeplanes (Herry – Sammer, 1998) entfielen die meisten Wege an Werktagen auf das Einkaufen und persönliche Erledigungen (Übersicht 3). Der Anteil war etwas höher als laut dem Mikrozensus 1983. Wesentlich niedriger war hingegen der Anteil der Wege zum Arbeitsplatz, während der Anteil der Wege zur Schule bzw. zur Ausbildung sich zwischen 1983 und 1995 fast verdoppelte. Auch die Wege für geschäftliche Erledigungen wurden häufiger.

Übersicht 3: Personenverkehr in Österreich

	1983	1995
Anteile der Verkehrszwecke an der Gesamtzahl der Verkehrswege an Arbeitstagen (Montag bis Freitag) in %		
Arbeitsplatz	31,6	24,7
Schule, Ausbildung	8,3	15,5
Geschäftliche Erledigungen	6,5	8,2
Einkaufen und persönliche Erledigungen	29,7	30,9
Freizeitaktivitäten	23,9	21,7
Insgesamt <sup>1)</sup>	100,0	100,0

Q: Österreichisches Statistisches Zentralamt (1987), Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2004). – <sup>1)</sup> Ohne "Wege in die eigene Wohnung" und "Unbekannter Wegezweck".

Deutschland verfügt über eine periodische und gut ausgebaute Mobilitätsstatistik; sie lässt Aussagen über die Mobilitätsdynamik zu, die auch für Österreich einigermaßen zutreffen könnten. Die wichtigsten Auslöser des Personenverkehrs sind demnach berufliche Aktivitäten sowie Ausbildung, Einkaufen und Freizeitaktivitäten. Längerfristig verändert sich die Struktur des Personenverkehrs (einschließlich Samstags, Sonn- und Feiertage) nach Verkehrszwecken in Deutschland kaum (Übersicht 4). Tendenziell nahm der Anteil des Geschäfts- und Urlaubsverkehrs leicht zu, jener des Freizeit- und Ausbildungsverkehrs etwas ab.

Übersicht 4: Personenverkehr in Deutschland

	1983 <sup>1)</sup>	1990 <sup>1)</sup>	1994	2000 <sup>2)</sup>	2003 <sup>2)</sup>
Anteile der Verkehrszwecke an der Gesamtverkehrsleistung in %					
Beruf	20,0	21,1	20,1	20,6	18,6
Ausbildung	5,9	4,8	4,9	5,0	3,8
Geschäft	13,7	15,8	15,3	16,5	14,2
Einkauf	12,4	11,5	11,5	11,0	18,0
Freizeit	41,6	40,1	40,0	39,3	36,8
Urlaub	6,4	6,7	8,2	7,7	8,6
Insgesamt <sup>3)</sup>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Q: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (2005). – <sup>1)</sup> Westdeutschland. – <sup>2)</sup> Veränderte Abgrenzung, daher nur bedingt vergleichbar. – <sup>3)</sup> Ohne Verkehrszweck "Begleitung".

Der Energiebedarf für die Verkehrsleistungen hängt von den für die einzelnen Verkehrszwecke benutzten Verkehrsmitteln (Modi) ab. Herry – Sammer (1998) erhoben 1995 den Modal Split an Werktagen. Gemessen an der Zahl der Wege dominierte demnach in Österreich der motorisierte Individualverkehr in dienstlichen und geschäftlichen Erledigungen und im Berufsverkehr (Übersicht 5). Öffentliche Verkehrsmittel wurden hauptsächlich im Ausbildungsverkehr benutzt. Statistik Austria erhebt zudem im Rahmen des Mikrozensus jeweils die Verkehrsmittelwahl im Reiseverkehr. Gemäß der Erhebung 2005 war der Pkw sowohl für Urlaubs- als auch für Dienst- und Geschäftsreisen das weitaus wichtigste Verkehrsmittel (Übersicht 6). Dienst- und Geschäftsreisen ins Ausland werden aber bereits mehrheitlich mit dem Flugzeug unternommen.

## Übersicht 5: Wege in Österreich nach Modal Split und Wegezweck

Werktägliches Personennormalverkehr, 1995

	Berufs- pendeln	Ausbildungs- verkehr	Dienstliche, geschäftliche Erledigungen	Private Erledi- gungen, Einkauf	Freizeit- verkehr	Sonstige Zwecke
	Anteile in %					
Öffentlicher Verkehr	18	45	9	9	12	9
Motorisierter Individualverkehr						
Lenker	57	7	73	37	32	55
Mitfahrende	6	10	6	11	17	16
Rad	5	5	3	6	5	4
Zu Fuß	13	33	9	37	33	16
Insgesamt	100	100	100	100	100	100

Q: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2004).

## Übersicht 6: Reisen von Inländern nach Verkehrsmittel

2005

	Ausland	Inland Anteile in %	Insgesamt
<i>Urlaubsreisen</i>			
Pkw	45,4	81,9	64,4
Flugzeug	37,0	0,2	17,8
Bahn	6,1	12,4	9,3
Bus	9,8	4,0	6,8
Sonstige	1,4	1,5	1,5
<i>Dienst- und Geschäftsreisen</i>			
Pkw	35,1	74,7	56,3
Flugzeug	55,0	1,3	26,3
Bahn	6,1	17,1	12,0
Bus	2,2	5,6	4,0
Sonstige	1,5	1,3	1,4

Q: Statistik Austria.

Der Flugverkehr ist der energieintensivste Modus. Dementsprechend sind die Effekte einer Erdölverteuerung hier am stärksten. Aufgrund der Ziele und der Art der Flüge kann man auf den Anteil der Reisezwecke Freizeit (Urlaub) und dienstliche sowie geschäftliche Erledigungen am Flugverkehr schließen. Charterflüge ("nichtplanmäßige Flüge") etwa werden fast ausschließlich für Urlaubsreisen gebucht. 2004 betrug ihr Anteil an der Gesamtzahl der Fluggäste über 16% (Übersicht 7). Aber auch Linienflüge werden häufig von Urlaubs- bzw. Privatreisenden frequentiert. Italien, Spanien, die Türkei, Griechenland, Ägypten und Tunesien sind typische Urlaubsziele der Österreicher, der Anteil der Geschäftsreisenden ist in planmäßigen Flügen in diese Länder relativ gering. Pompl (2002) schätzt den Anteil der Geschäftsreisenden im globalen Flugverkehr auf 20% bis 30%. Gemäß Mikrozensus 2005 waren 27% der Flugpassagiere aus Österreich Geschäfts- und Dienstreisende.

Die Siedlungsstruktur und das Angebot an öffentlichen Verkehrsleistungen bestimmen wesentlich den Energiebedarf für die Mobilität. Die Wege sind im dicht verbauten Raum in der Regel kürzer, sie können eher zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden als im dünn besiedelten Raum. Städtische Ballungsräume oder entlang einer Achse angeordnete Siedlungen können effizienter mit öffentlichen Verkehrsmitteln erschlossen werden als flächige Besiedelungen.

In Österreich bestanden 1995 erhebliche regionale Unterschiede zwischen dem Modal Split: In Wien war der Anteil des öffentlichen Verkehrs weitaus am höchsten (Übersicht 8), in Kärnten und Oberösterreich am geringsten. In Kärnten und Niederösterreich benutzte die Bevölkerung besonders häufig den Pkw, in Vorarlberg relativ häufig das Fahrrad.

Übersicht 7: Ziele österreichischer Reisender im Flugverkehr

2004

	Planmäßiger Flugverkehr	Nichtplanmäßiger Flugverkehr
	Fluggäste in 1.000	
Deutschland	1.668	23
Großbritannien	685	192
Schweiz	387	9
Italien	374	48
USA	335	
Frankreich	304	10
Spanien	276	193
Türkei	142	322
Griechenland	157	288
Ägypten	74	99
Tunesien	19	72
Sonstige	3.471	298
Ingesamt	7.892	1.554

Q: Statistik Austria.

Übersicht 8: Modal Split nach Bundesländern

Werktägliches Personennormalverkehr, 1995

	Öffentlicher Verkehr	Motorisierter Individualverkehr		Fahrrad	Zu Fuß	Insgesamt
		Lenker	Mitfahrende	Anteile in %		
Wien	32	26	8	1	33	100
Niederösterreich	14	46	12	6	23	100
Burgenland	12	44	11	5	28	100
Steiermark	14	43	12	6	24	100
Kärnten	11	46	13	6	24	100
Oberösterreich	11	44	13	6	27	100
Salzburg	17	39	10	8	25	100
Tirol	13	39	10	8	31	100
Vorarlberg	14	42	10	13	22	100
Österreich	17	40	11	5	27	100

Q: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2004).

Die regionale Pkw-Dichte bestätigt dieses Bild. Der Anteil des motorisierten Individualverkehrs am gesamten Personenverkehr verteilten sich 1995 erwartungsgemäß auf die Bundesländer ähnlich wie die Pkw-Dichte. Am größten war er in Bundesländern mit hoher Pkw-Dichte wie Kärnten, Niederösterreich und Oberösterreich, am geringsten in den Bundesländern mit niedriger Pkw-Dichte wie Wien, Salzburg, Vorarlberg und Tirol (Puwein, 2006).

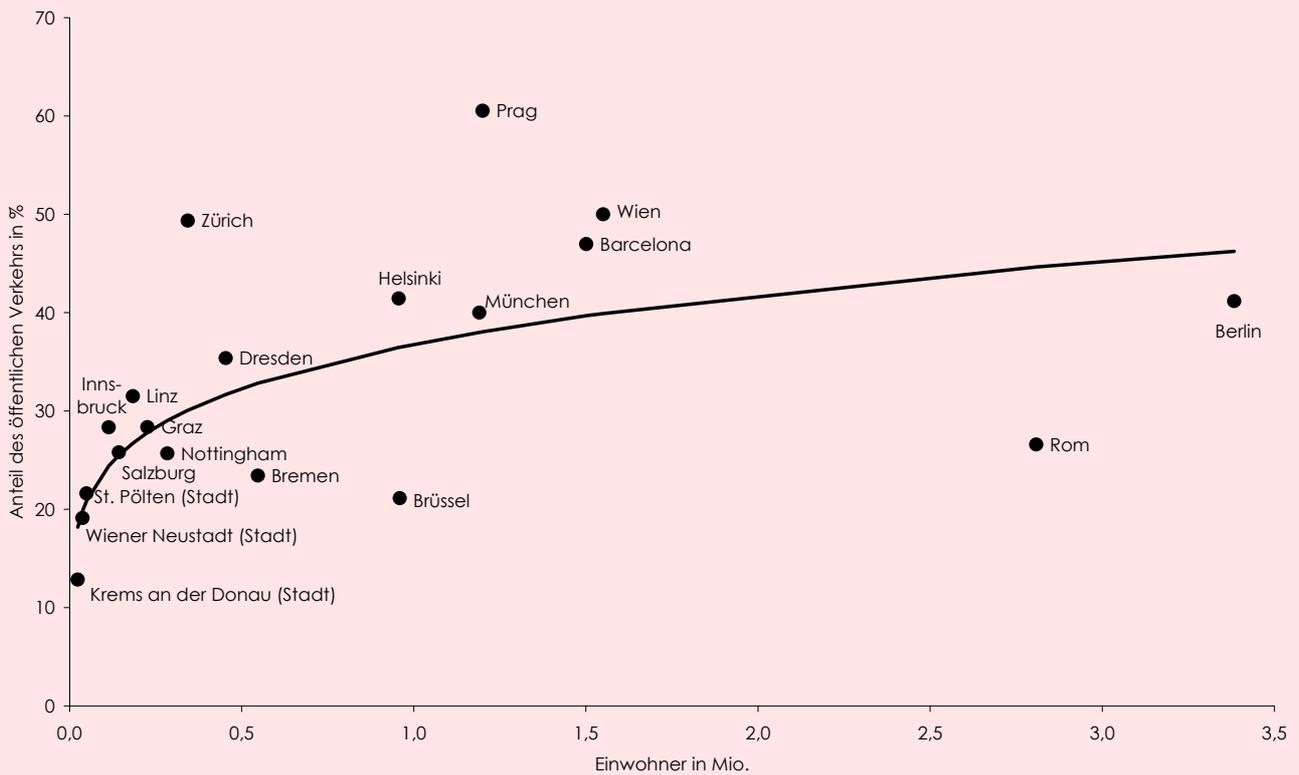
Im Querschnittsvergleich der Bundesländer zeigt sich ein negativer Zusammenhang zwischen der Pkw-Dichte und der Höhe des regionalen BIP pro Kopf der Bevölkerung. Offenbar wirken sich Faktoren wie die Verfügbarkeit und die Qualität des Angebotes an öffentlichen Verkehrsmitteln, die Kosten und die Verfügbarkeit von Autoabstellplätzen stärker auf die Motorisierung aus als das Einkommen. In Vorarlberg, Salzburg und Tirol begünstigen die geographischen Gegebenheiten die Erschließung durch den öffentlichen Verkehr: Die Siedlungsschwerpunkte reihen sich in den Tälern linear aneinander, während in den östlichen Bundesländern die flächige Verteilung von Dörfern und Kleinstädten die achsenförmige Verkehrserschließung erschwert. In den überdurchschnittlich motorisierten Bundesländern Burgenland, Niederösterreich, Oberösterreich, Kärnten und Steiermark pendeln zudem viele Arbeitskräfte aus dem ländlichen Raum zu den Arbeitsplätzen in den Ballungszentren oder zu wechselnden Bau- und Montagestellen.

## Übersicht 9: Modal Split in europäischen Städten

		Bevölkerung In 1.000	Motorisierter Individualverkehr Anteile in %	Öffentlicher Verkehr Anteile in %
Krems an der Donau (Stadt)	2003	23,713	87	13
Wiener Neustadt (Stadt)	2003	37,627	81	19
St. Pölten (Stadt)	2003	49,121	78	22
Innsbruck	2002	113,400	72	28
Salzburg	2004	142,700	74	26
Linz	2001	183,500	68	32
Graz	2004	226,200	72	28
Nottingham	2000	284,300	74	26
Zürich	2000	343,157	51	49
Dresden	2000	453,710	65	35
Bremen	2000	546,968	77	23
Helsinki	2000	956,000	59	41
Brüssel	1999	959,318	79	21
München	2000	1.190,000	60	40
Prag	2000	1.200,000	39	61
Barcelona	2000	1.501,321	53	47
Wien	2001	1.550,100	50	50
Rom	2000	2.808,000	73	27
Berlin	1998	3.383,334	59	41

Q: Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (2005).

Abbildung 5: Öffentlicher Verkehr und Einwohnerzahl europäischer Städte



$$\ln y = 3,61 + 0,19 \ln x \quad R^2 = 0,48$$

(0,19) (0,05)

Q: WIFO.

Der Modal Split wird stark durch die Verkehrspolitik der Gemeinden gestaltet. In den Städten dominiert zwar fast durchwegs der Pkw (Übersicht 9), der Anteil des öffentlichen Verkehrs ist aber beträchtlich und nimmt mit der Einwohnerzahl zu. Gemäß einer Regressionsanalyse für ausgewählte europäische Städte ist der Anteil des öffentlichen Verkehrs um rund 2% höher, wenn die Bevölkerung um 10% steigt. Die Regres-

sionskurve auf Abbildung 5 zeigt eine rasche Zunahme des Anteils des öffentlichen Verkehrs mit der Bevölkerung in den kleineren Städten und eine schwache in den Millionenstädten. Die Ausreißer Zürich und Prag besitzen ein relativ gut ausgebautes öffentliches Verkehrsnetz, der Anteil des öffentlichen Verkehrs ist gemessen an der Einwohnerzahl sehr hoch; in Bremen, Brüssel und Rom werden öffentliche Verkehrsmittel wenig benutzt.

**Gütermobilität**

Gütertransporte dienen

- der Versorgung von Produktionsbetrieben mit Rohstoffen, Zwischenprodukten, Betriebsmitteln und Investitionsgütern,
- der Verteilung der Fertigwaren auf den Groß- und Einzelhandel,
- der Lieferung von Waren an Gaststätten und sonstige Dienstleistungsbetriebe sowie Haushalte,
- der Abfallentsorgung,
- Übersiedlungen,
- Zulieferungen und Abtransporten von Ausrüstungen und Material sowie Aktivitäten auf Baustellen usw.

Übersicht 10: Intermediärverbrauch von Verkehrsleistungen in Österreich nach Branchen

2000

	Mio. €	Insgesamt Anteile am Produktionswert in %	Landverkehr Mio. €
Landwirtschaft, Jagd	8	0,13	4
Forstwirtschaft	1	0,05	0
Kohlenbergbau, Torfgewinnung	0	0,21	0
Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	114	9,73	98
Sachgütererzeugung			
Nahrungs- und Genussmittel und Getränke	247	2,21	168
Textilien und Textilwaren	60	2,12	47
Bekleidung	8	0,77	4
Ledererzeugung und -verarbeitung	8	0,73	5
Be- und Verarbeitung von Holz	95	1,67	73
Herstellung und Verarbeitung von Papier, Pappe	251	4,57	215
Verlagswesen, Druckerei, Vervielfältigung	78	1,41	65
Kokerei, Mineralölverarbeitung, Spalt-, Brutstoffe	42	1,34	19
Chemikalien und chemische Erzeugnisse	200	2,99	152
Gummi- und Kunststoffwaren	77	1,87	58
Glas, Waren aus Steinen und Erden	260	5,00	215
Metallerzeugung und -bearbeitung	215	2,80	179
Metallerzeugnisse	162	1,84	117
Maschinenbau	175	1,43	110
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte, -einrichtungen	3	0,43	2
Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. Ä.	61	1,29	40
Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik	62	0,97	38
Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik, Optik	13	0,82	7
Kraftwagen und Kraftwagenteile	33	0,33	18
Sonstiger Fahrzeugbau	15	1,23	10
Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren und sonstige Erzeugnisse	60	1,21	40
Rückgewinnung (Recycling)	13	4,07	11
Energieversorgung	84	0,85	13
Bauwesen	143	0,51	93
Kraftfahrzeughandel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen, Tankstellen	77	1,14	38
Handelsvermittlung und Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	888	3,83	533
Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen und ohne Tankstellen), Reparatur von Gebrauchsgütern	129	0,88	58
Beherbergungs- und Gaststättenwesen	55	0,39	7

Q: WIFO-Berechnungen.

Die Anforderungen an das Transportmittel sind im Güterverkehr aufgrund der Variabilität des Gewichtes, des Volumens und der Konsistenz der zu befördernden Waren vielfältiger als im Personenverkehr. Hinzu kommen Faktoren wie Verderblichkeit, Wert, Dringlichkeit und Nebenleistungen für Lieferungen. Die Statistik erfasst den Güterverkehr nach Warengruppen und den Verkehrszwecken Inland-, Ausfuhr-, Einfuhr- und Transitverkehr. Eine Aufteilung der Verkehrsleistungen nach den eingangs genannten Aufgaben des Güterverkehrs ist nicht möglich.

Einen Hinweis auf die Bedeutung des Gütertransports für die Belieferung der Wirtschaftsbranchen mit Vorleistungen bietet die Input-Output-Tabelle (Übersicht 10). Zum überwiegenden Teil erbringt der Landverkehr (Schiene, Straße) die Verkehrsleistungen im Gütertransport. Die Verkehrsleistungen des Werkverkehrs werden in der Input-Output-Tabelle nicht dem Intermediärverbrauch zugerechnet, sondern im Produktionswert der Branche berücksichtigt. In einigen Branchen erbringt der Fuhrpark der Unternehmen mehr Transportleistungen als das Fuhrgewerbe. Der Intermediärverbrauch an Verkehrsleistungen ist in der Sachgüterproduktion gemessen am Wert in der Erzeugung von Glas und Waren aus Steinen und Erden am höchsten vor der Papierindustrie, der Nahrungsmittelindustrie und der Metallerzeugung. Mit einem Anteil von 9,7% des Produktionswertes haben die Verkehrsleistungen die relativ größte Bedeutung in der Gewinnung von Steinen und Erden.

Die Verkehrsstatistik gibt Aufschluss über das Transportaufkommen und die Transportleistungen aufgegliedert nach Warengruppen, Verkehrsträgern und Verkehrszwecken; die österreichische Statistik erfasst entsprechend der EU-Regelung nur die Transporte inländischer Unternehmen (einschließlich Werkverkehr). Die Verteilung der Transportleistungen nach Gütergruppen (Übersicht 11) zeigt für Österreich einen sehr hohen Anteil der land- und forstwirtschaftlichen Erzeugnisse (14,3%). In Österreich wird vor allem relativ mehr Rund- und Schnittholz transportiert als etwa in Deutschland. In Deutschland ist der Anteil der Gruppe Steine, Erden sehr hoch; viel größer als in Österreich ist auch der Anteil der Nahrungs- und Futtermittel. Fertig- und Halbfertigwaren (einschließlich Fahrzeuge und Maschinen) machen in Österreich nur rund ein Drittel der Transportleistungen aus, weil sie ein geringeres Gewicht haben als Rohstoffe.

### Übersicht 11: Güterverkehr in Österreich

2004

	Inländische Lkw	Bahn	Binnenschifffahrt	Insgesamt
	Anteile an den gesamten Verkehrsleistungen im Inland in %			
Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse	6,3	7,7	0,3	14,3
Nahrungs- und Futtermittel	6,0	0,9	0,5	7,5
Kohle	0,1	3,0	0,1	3,2
Erdöl, Mineralölzeugnisse	2,1	2,8	0,8	5,8
Erze und Metallabfälle	0,4	4,1	1,6	6,1
Eisen, Stahl, Nichteisen-Metalle	2,6	4,9	0,5	8,0
Steine, Erden	10,5	3,0	0,2	13,8
Düngemittel	0,2	0,5	0,4	1,1
Chemische Erzeugnisse	2,4	3,7	0,1	6,1
Fahrzeuge, Maschinen, Halb- und Fertigwaren	16,2	17,8	0,1	34,1
Insgesamt	46,9	48,4	4,7	100,0

Q: Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Gemäß Verkehrsstatistik war 2004 der Anteil der Bahn an den gesamten Güterverkehrsleistungen heimischer Unternehmen in Österreich mit 48,4% etwas höher als der Anteil des Straßengüterverkehrs (Übersicht 11). In Deutschland war hingegen der Straßenanteil mehr als dreimal so hoch wie der Bahnanteil. Die Erklärung dafür liegt zunächst in der Binnenschifffahrt, die in Deutschland viel mehr potentielle Bahngüter transportiert als in Österreich. Weiters ist Österreichs Außenhandelsverflechtung stärker, und die Ein- und Ausfuhrlieferungen erfolgen ungefähr zur Hälfte mit ausländischen Lkw, deren Leistungen hier nicht eingerechnet sind.

Übersicht 12: Transportaufkommen in Österreich nach Gütergruppen

Inland-, Einfuhr- und Ausfuhrtransporte, 2004

	Straße <sup>1)</sup>		Bahn <sup>1)</sup>		Binnenschiff		Insgesamt	
	1.000 t	Anteile in %	1.000 t	Anteile in %	1.000 t	Anteile in %	1.000 t	Anteile in %
Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse, lebende Tiere	29.184	68,0	13.083	30,5	628	1,5	42.895	100,0
Andere Nahrungs- und Futtermittel	22.165	92,6	1.355	5,7	424	1,8	23.944	100,0
Feste mineralische Brennstoffe	387	6,5	5.473	91,3	137	2,3	5.997	100,0
Erdöl, Mineralölzeugnisse	11.351	63,0	4.814	26,7	1.857	10,3	18.022	100,0
Erze und Metallabfälle	1.862	15,0	7.743	62,3	2.820	22,7	12.424	100,0
Eisen, Stahl und Nichteisen-Metalle (einschließlich Halbzeug)	7.224	53,8	5.702	42,4	510	3,8	13.436	100,0
Steine, Erden und Baustoffe	134.226	95,1	6.369	4,5	573	0,4	141.167	100,0
Düngemittel	620	29,5	616	29,3	867	41,2	2.103	100,0
Chemische Erzeugnisse	7.356	59,5	4.957	40,1	47	0,4	12.360	100,0
Fahrzeuge, Maschinen, sonstige Halb- und Fertigwaren sowie besondere Transportgüter	60.814	74,9	20.317	25,0	36	0,0	81.168	100,0
Insgesamt	275.189	77,8	70.430	19,9	7.898	2,2	353.517	100,0

Q: Statistik Austria. – <sup>1)</sup> Nur österreichische Transportunternehmen und Werkverkehr.

Die Verteilung des Transportaufkommens nach Gütergruppen und Verkehrsträgern gibt Hinweise auf die besondere Eignung der Verkehrsträger. Das weitaus größte Transportaufkommen ergibt sich in der Warengruppe Steine, Erden und Baustoffe (Übersicht 12). Dieses Material wird zumeist in der Fläche gewonnen und verteilt. Dementsprechend entfallen auf den Straßengüterverkehr 95% des Gesamtaufkommens. Sehr flächenbezogen und daher auch straßenlastig ist die Sammlung und Verteilung von Nahrungs- und Futtermitteln. Die Transporte von Kohle und Erzen sind hingegen bahnaffin: Hier besteht ein ungebrochener Quell-Zielverkehr mit hohem Transportaufkommen und geringen Ansprüchen an Geschwindigkeit und Pünktlichkeit. Dank der Industriestandorte an der Donau hält die Schifffahrt relativ hohe Anteile an den Transporten von Düngemitteln und Erzen.

Übersicht 13: Modal Split im Güterverkehr in Österreich und Deutschland

2004

	Österreich		Deutschland	
	1.000 t	Anteile in %	1.000 t	Anteile in %
<i>Einfuhr</i>	69,5	100,0	501,4	100,0
Straße	33,0 <sup>1)</sup>	47,5	181,2	36,1
Schiene	30,4	43,7	51,3	10,2
Binnenschiff	6,1	8,8	105,1	21,0
Hochseeschiff	–	–	163,8	32,7
<i>Ausfuhr</i>	48,5	100,0	343,1	100,0
Straße	28,3 <sup>2)</sup>	58,4	145,9	42,5
Schiene	18,6	38,4	46,1	13,4
Binnenschiff	1,6	3,3	51,4	15,0
Hochseeschiff	–	–	99,7	29,1
<i>Inlandverkehr</i>	263,4	100,0	3.915,9	100,0
Straße	241,7	91,8	3.317,4	84,7
Schiene	21,5	8,2	341,4	8,7
Binnenschiff	0,2	0,1	257,1	6,6
<i>Insgesamt</i>	381,4	100,0	4.760,4	100,0
Straße	303,0	79,4	3.644,5	76,6
Schiene	70,5	18,5	438,8	9,2
Binnenschiff	7,9	2,1	413,6	8,7
Hochseeschiff	–	–	263,5	5,5

Q: Statistik Austria, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (2005). – <sup>1)</sup> Annahme: ausländische Lkw 50%. – <sup>2)</sup> Annahme: ausländische Lkw 40%.

Der Modal Split der Verkehrszwecke Inlandverkehr, Einfuhr- und Ausfuhrverkehr wird nicht nur durch die zu befördernden Güter, sondern auch durch die Landesgröße und die internationalen Verkehrsanschlüsse geprägt. Die Bahn kann in gebrochenen

Transporten mit einer Beförderungstrecke unter 300 km gemessen an Kosten und Zeitaufwand kaum mit dem Lkw konkurrieren. In Österreich werden die meisten Inlandtransporte innerhalb eines Radius von 150 km abgewickelt. Die durchschnittliche Transportentfernung betrug 2004 48 km. In Deutschland war dieser Wert mit 97 km mehr als doppelt so hoch. Daher bestehen aus dieser Sicht in Österreich ungünstigere Voraussetzungen für einen höheren Anteil der Bahn am Inlandverkehr als in Deutschland. Andererseits hat in einer kleinen Volkswirtschaft wie Österreich der Auslandverkehr größeres Gewicht. Der Anteil des Einfuhr-, Ausfuhr- und Transitverkehrs am gesamten Transportaufkommen der Bahn in Österreich betrug 2004 75%, in Deutschland nur 36%. Im Außenhandelsverkehr kann die deutsche Wirtschaft eine leistungsfähige Binnenschifffahrt und die Hochseeschifffahrt direkt einsetzen (Übersicht 13).

Eine Verteuerung von Verkehrsleistungen im Zuge einer starken Energieverknappung erhöht die Kosten der Raumüberwindung (dazu zählen auch Zeitkosten). Transportkosten wirken sich auf die Intensität des überregionalen Handels ähnlich aus wie Gewichtszölle. Hohe Transportkosten schirmen einerseits den Regionalmarkt vor auswärtiger Konkurrenz ab, andererseits erschweren sie den Zugang zu weiter entfernten Märkten.

Ein Anstieg der Transportkosten beeinflusst die Wirtschaftsstrukturen in vielfältiger Weise:

- Der überregionale Wettbewerbsdruck sinkt. Das Preisniveau in Hochpreisregionen hebt sich stärker vom Preisniveau in Niedrigpreisregionen ab.
- Für effiziente Unternehmen wird es schwieriger, ihre Absatz- und Beschaffungsmärkte auszuweiten. Damit können Economies of Scale in der Produktion weniger genutzt werden.
- Für eine vertikale Integration der Produktionsprozesse ergeben sich Vorteile. Im gleichen Maße verlieren die Großproduktion von Einzelkomponenten und Spezialprodukten sowie die damit verbundene Forschungs- und Innovationstätigkeit an Wettbewerbskraft.
- Zulieferungsnetze (just in time) werden abgebaut, die Lagerkosten steigen.

Das Zusammenwirken von Skalenerträgen und Transportkosten beeinflusst die Bildung räumlicher Agglomerationen. Diese zeichnen sich durch eine hohe Dynamik von Innovationsaktivitäten, Produktivitätsverbesserung und Wirtschaftswachstum aus (Krugman, 1991). Die "New Economic Geography" berücksichtigt die Auswirkungen der räumlichen Verteilung des Angebotes von Produktionsfaktoren und der Nachfrage der Konsumenten auf Standortentscheidungen der Unternehmen. Die Strukturen werden durch zentralisierende und dezentralisierende Faktoren geprägt:

- Zentripetale Kräfte wirken agglomerationsfördernd und können durch günstigere Verkehrsverbindungen besser genutzt werden. Dazu zählen Skalenvorteile, die Dichte des Absatzmarktes, ein qualifiziertes Arbeitskräfteangebot, die Nähe zu Informationen sowie zu Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, ein gutes Ausbildungs- und Freizeitangebot.
- Zentrifugale Kräfte wirken in Richtung einer dezentralen Wirtschaftsstruktur und werden durch eine Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur abgeschwächt.

Zentrifugal wirken die räumliche Verteilung von immobilien Produktionsfaktoren (natürliche Ressourcen oder Arbeitskräfte, die stark an ihren Wohnsitz gebunden sind) und die Vorteile peripherer Räume im Hinblick auf Bodenpreise sowie Stau- und Reibungsverluste. Eine Verteuerung der Transporte zwischen Agglomerationen und peripheren Räumen sowie innerhalb der Agglomerationen würden die zentrifugalen Kräfte stärker standortrelevant machen.

---

### **Auswirkungen einer einschneidenden Verteuerung der Verkehrsleistungen**

---

### **Gesamtwirtschaftliche Effekte**

---

#### **Statische Effekte**

Ein Anstieg der Mobilitätskosten hat Auswirkungen auf die persönlichen Lebensumstände:

- Eine Verteuerung des Personenverkehrsangebotes senkt zunächst die Wohlfahrt privater Haushalte. Die erschwert den Zugang zu mehr und besser bezahlten Arbeitsplätzen, zu einer größeren Zahl von Geschäften, aber auch zu besser passenden Ausbildungs- und Freizeitinstitutionen sowie zur Gesundheitsbetreuung. Die Optionen für die Wahl des Wohnsitzes werden eingeschränkt.
- Eine Zunahme der Fahrkosten verteuert nicht nur für die Arbeitskräfte aus ländlichen Regionen das Pendeln zu den Arbeitsplätzen in die Zentralräume, sie mindert auch den Anreiz für Bewohner der Agglomerationen zum Wohnsitzwechsel in die Landgemeinden, wo die Baugründe billiger sind und die Umwelt gesünder ist. Dadurch wird Zersiedelung der Landschaft gebremst. Das Siedlungswesen wird sich langfristig den hohen Mobilitätskosten anpassen, hin zu kleinräumigen Versorgungs- und privaten Aktivitätsstrukturen.

---

### Dynamische Effekte

Zu diesen statischen kommen dynamische Effekte:

- Eine Verringerung des Wettbewerbsdrucks wirkt sich nachteilig auf die Produktivitätsentwicklung aus. Preissenkungen bleiben aus; damit verbessern sich die Realeinkommen weniger. Bei gedämpftem Realeinkommenszuwachs nimmt die Nachfrage schwächer zu, das Wirtschaftswachstum verlangsamt sich, und die Beschäftigung steigt weniger.

Auch eine Abnahme der Mobilität der privaten Haushalte verursacht dynamische Effekte:

- In Niedriglohnregionen müssen die Unternehmen das Lohnniveau und die Arbeitsbedingungen weniger dem höheren Niveau in größeren Wirtschaftsräumen anpassen. In Hochlohnregionen steigt der Druck, die Arbeitskräfte produktiver einzusetzen. Die regionalen Disparitäten nehmen zu.
- Zugleich schwindet der Druck auf Einzelhandelsunternehmen, Gastwirtschaftsbetriebe und Anbieter von anderen Dienstleistungen, ihr Angebot zu verbessern und preisgünstiger zu gestalten, um nicht Kundschaft an auswärtige Konkurrenten zu verlieren.

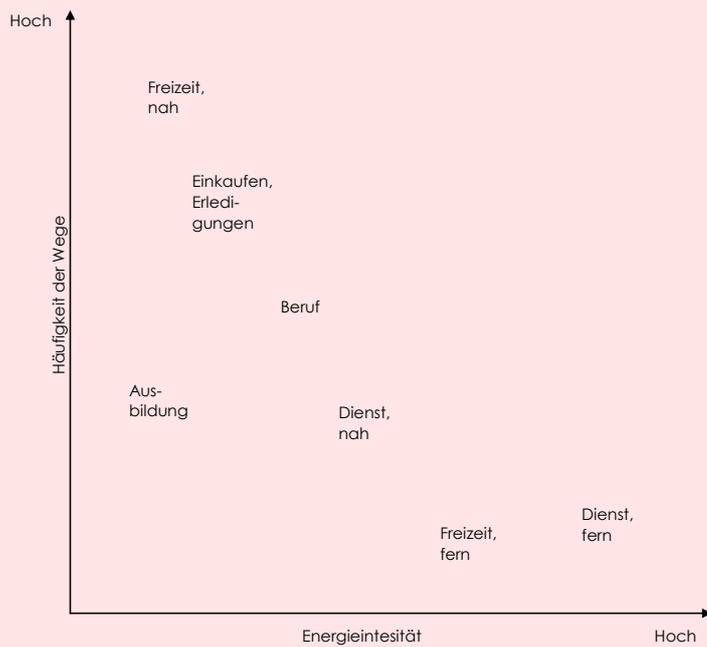
---

### Besonders betroffene Bereiche

Die Betroffenheit durch Energiepreissteigerungen im *Personenverkehr* hängt von der Bedeutung der Wegezwecke und ihrer Energieintensität ab. Am häufigsten sind die Zwecke Naherholung, Einkaufen, Erledigungen, Beruf und Ausbildung. Diese Wege könnten zu einem relativ großen Teil zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden. Bei niedrigen Mobilitätskosten werden aber auch für diese Zwecke tendenziell immer weiter entfernte Ziele mit dem Auto aufgesucht, sodass die Energieintensität steigt. Urlaubs- und Dienstreisen haben zwar einen geringen Anteil an den Wegen, für sie wird aber relativ häufig das Flugzeug benutzt. Dementsprechend hoch ist hier die Energieintensität (Abbildung 6).

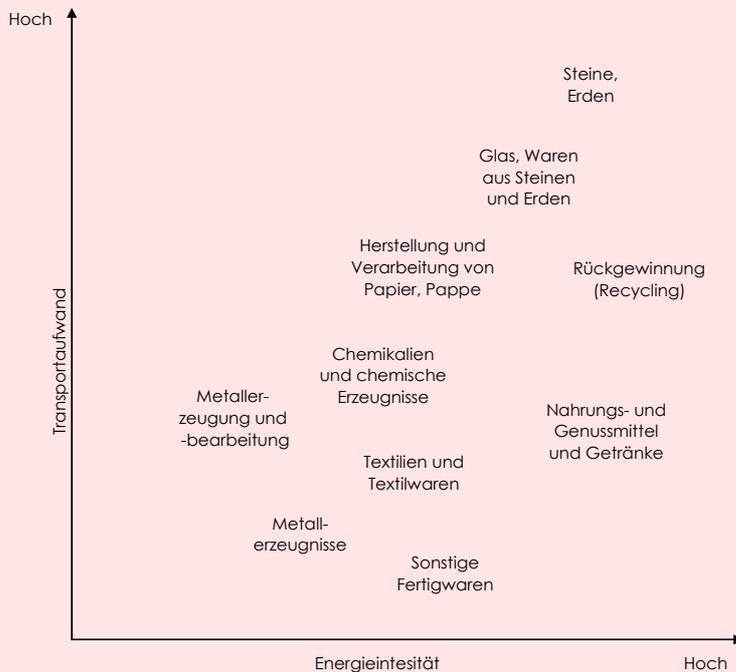
Abbildung 7 ordnet den *Güterverkehr* nach Branchen sowie der Energieintensität und dem finanziellen Aufwand für die mit den Branchen verbundenen Transporte. Güter werden in der Fläche fast ausschließlich mit dem Lkw gesammelt und verteilt. Dementsprechend energieintensiv ist der Transport von Baumaterial (Schotter, Sande, Ziegel usw.), für Recycling und Müllentsorgung sowie von Nahrungsmitteln. Da der Transportaufwand für Baumaterial gemessen am Wert der Ware relativ groß ist, trifft eine Energieverteuerung diesen Bereich am stärksten. Am wenigsten betroffen sind die Bereiche Metallprodukte und Fertigwaren mit hohem Unit Value.

Abbildung 6: Personenverkehr nach Häufigkeit der Wegezwecke und Energieintensität der Transportmodi



Q: WIFO.

Abbildung 7: Güterverkehr nach relativem Transportaufwand von Branchen und Energieintensität der Transportmodi



Q: WIFO.

Die Möglichkeiten des Energiesparens sind vielfältig:

- Senkung des leistungsspezifischen Energieverbrauchs der Verkehrsträger,
- Verlagerung auf Verkehrsträger mit geringerem leistungsspezifischen Energieverbrauch,

**Senkung des Energieverbrauchs im Verkehr**

**Senkung des  
leistungsspezifischen  
Energieverbrauchs**

- Verringerung der Verkehrsleistungen.

Verkehrsleistungen sind ein wichtiger Kostenfaktor in vielen konsumtiven und produktiven Aktivitäten. Wie oben gezeigt wurde, wirkt sich eine Verteuerung von Verkehrsleistungen stark auf die soziale und ökonomische Entwicklung einer Volkswirtschaft aus. Energiesparmaßnahmen sollen daher weniger die Mobilität als vielmehr den Aufwand an Energie je erbrachte Verkehrsleistungseinheit senken.

Eine verbesserte Auslastung des Transportraumes bzw. der Ladegewichtsbegrenzung von Verkehrsmitteln senkt den leistungsspezifischen Energieverbrauch, da sie nur mit einem geringfügigen Mehraufwand an Energie verbunden ist. Die Auslastung ist eine Frage der Kosten des Fahrzeugkilometers und der Kosten und Verluste an Transportqualität, die mit zusätzlicher beförderter Fracht oder Personen verbunden sind (Kosten der Organisation, Kosten und Qualitätsverluste infolge längerer Beförderungsdauer bedingt durch Wartezeiten, Zwischenstopps und Umwege, Verluste an Flexibilität und Bedienungsfrequenzen). Die Auslastung der Verkehrsmittel ist nach Tageszeiten und Transportzwecken recht unterschiedlich. Die höchste Auslastung wird mit zumeist über 75% in der Luftfahrt erreicht ("Sitzladefaktor"). Auch die Auslastung der höchstzulässigen Tonnage im Straßengüterverkehr liegt über 70%. Große Defizite bestehen im Individualverkehr und im öffentlichen Verkehr: Bei einer durchschnittlichen Besetzung mit 1,5 Personen sind Pkw zu nur 30% ausgelastet. Im Regionalverkehr der Deutschen Bahn waren 2004 nur 19% der Plätze besetzt, im ICE 46% (*Institut für Energie- und Umweltforschung, 2006*). Hier liegen noch große Reserven für die leistungsspezifische Energieeinsparung, deren Nutzung durch Bildung von Fahrgemeinschaften oder Fahrplanausdünnung aber mit den oben genannten Kosten und Qualitätsverlusten verbunden ist.

Viele technische und organisatorische Entwicklungen im Verkehr zielten auf eine Verbesserung der Energieeffizienz ab. Die Deutsche Bahn AG (2006) konnte ihren spezifischen Primärenergieverbrauch von 1990 bis 2004 um über 22% senken. Maßgeblich dafür waren Energiesparelemente wie z. B. eine Senkung der Verluste im Umwandlungs- und Transportprozess von der Primär- zur Endenergie, die Einführung der elektrischen Nutzbremse, die Verringerung des Zuggewichtes (Tara), die Vergrößerung der Distanz zwischen Haltestellen und die Einschränkung der Rangiertätigkeit. In der Kfz-Technik brachten effizientere Motoren, geringerer Luft- und Rollwiderstand wesentliche Reduktionen im spezifischen Energieverbrauch. Leistungsstarke Mittelklassewagen hatten Anfang der siebziger Jahre noch einen Normverbrauch von rund 15 l Kraftstoff je 100 km, derzeit ist in dieser Klasse bereits ein Modell mit konventionellem Motor und einem Verbrauch von 3 l auf dem Markt. Freilich stieg mit wachsendem Einkommen die Nachfrage der privaten Haushalte nach größeren, leistungstärkeren Pkw mit verschiedenen Zusatzeinrichtungen (Klimaanlage Automatikschaltung), die einen höheren Kraftstoffbedarf bedingen. Zu erwähnen ist auch die zunehmende Beliebtheit von Geländewagen mit hohem Kraftstoffverbrauch. Die Lkw-Motorentchnik verringerte den spezifischen Kraftstoffverbrauch wesentlich, zusätzlich konnten durch Steigerung der zulässigen Nutzlast Einsparungseffekte erzielt werden.

In der Luftfahrt brachte der Einsatz von Düsentriebwerken eine beachtliche Verkürzung der Flugzeiten und damit Produktivitätsfortschritte. Eine Umstellung der Luftflotten auf Propeller- und Turbopropmaschinen bewirkt Kraftstoffeinsparungen, die damit verbundene Verlängerung der Flugzeiten ist am ehesten auf Kurzstrecken akzeptabel. Die Kraftstoffeinsparungen durch technische Verbesserungen an den Kfz wurden teilweise durch die Entwicklung des Verkehrsablaufs konterkariert: Staus und Stop-and-go-Verkehr nehmen zu. Ähnliches gilt für die Luftfahrt, hier erfordern Warteschleifen über überlasteten Flughäfen erheblichen Kraftstoffaufwand. Dem Problem der Verkehrsüberlastung kann mit ökonomischen (Road Pricing, abgestufte Landegebühren) und organisatorisch-technischen Maßnahmen (Telematik) begegnet werden.

Der leistungsspezifische Primärenergieverbrauch unterscheidet sich zwischen den Verkehrsträgern erheblich. Aber auch der Verbrauch eines einzelnen Verkehrsträgers hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, die einen Vergleich der Energieeffizienz erschweren: Auslastung des Verkehrsmittels, Art der Primärenergie und Verluste bei Umwandlung und Transport der Energie zum verbrauchenden Verkehrsmittel, Energiebedarf für Zusatzeinrichtungen des Verkehrsträgers (Nebenleistungen wie Rangieren und Beladen, Heizung und Beleuchtung für stationäre Anlagen, Sicherungseinrichtungen) usw.

Übersicht 14 vergleicht den spezifischen Primärenergieverbrauch von Verkehrsmitteln bei durchschnittlicher Auslastung. Der Vergleich berücksichtigt nur die Traktionsenergie; die Umrechnung vom Endenergie- auf den Primärenergieverbrauch der Bahn basiert auf dem Primärenergiemix der Deutschen Bahn (Dieselbetrieb und elektrischer Betrieb mit Strom aus Wärme-, Atom- und Wasserkraftwerken). Demnach verbrauchen im Personenverkehr Linienbusse je Personenkilometer weniger als ein Viertel der Energie von Pkw, Flugzeuge um 25% mehr als Pkw. Im Bahnverkehr bestehen große Unterschiede zwischen Nahverkehr und Fernverkehr. Sie ergeben sich nicht nur aus der Auslastung, sondern auch aus der Entfernung zwischen den Haltestellen – jedes Anhalten vernichtet Energie. Im Güterverkehr benötigt die Bahn je Tonnenkilometer etwas mehr als ein Drittel des Primärenergieaufwands von Lkw. Relativ niedrig ist auch der spezifische Energieverbrauch in der Binnenschifffahrt, sehr hoch ist er in der Luftfracht.

**Verlagerung auf Verkehrsträger mit geringem leistungsspezifischen Energieverbrauch**

#### Übersicht 14: Spezifischer Primärenergieverbrauch im Verkehr

	Verbrauch bei durchschnittlicher Auslastung Je Personen-Kilometer, Pkw = 100
<i>Personenverkehr</i>	
Bahn	44
DB	56
Nahverkehr	83
Fernverkehr	33
Andere deutsche Bahnen	46
Öffentlicher Straßenpersonenverkehr	32
Linienbus	22
Luftfahrt	125
Lufthansa	83
	Je Tonnen-Kilometer, Straßengüterverkehr = 100
<i>Güterverkehr</i>	
Bahn	36
DB	28
Andere deutsche Bahnen	66
Luftfracht	703
Lufthansa	785
Binnenschifffahrt	38

Q: Rieke (1999), Deutsche Bahn AG (2006).

Welche Energieeinsparungen nun eine Verlagerung von Verkehrsleistungen auf ein anderes Verkehrsmittel bringt, ist von Fall zu Fall unterschiedlich. Eine Erhebung des Energieverbrauchs der Schweizer Bahnen (*Bundesamt für Energie, 2001*) etwa ergab beträchtliche Unterschiede zwischen den Bahnverwaltungen. Die SBB verzeichneten mit 82,8 Wh den niedrigsten Verbrauch je Einheitskilometer (Personen- plus Tonnenkilometer). Der Durchschnitt der anderen Schweizer Bahnen war mehr als doppelt so hoch (180,4 Wh). Eine Regionalbahn benötigte 1.043,4 Wh. Im letzteren Fall würde vermutlich eine Verlagerung des Personenverkehrs von der Bahn zum Pkw Energie einsparen.

Verlagerungen auf weniger energieintensive Verkehrsträger sind zumeist mit einem Verlust an Transportqualität und höheren Kosten der gesamten Transportabwicklung verbunden (insbesondere Umschlag auf andere Verkehrsträger).

Das gegenwärtige Mobilitätsverhalten lässt sich durch die Leistungsfähigkeit, Kosten und besondere Eignung der verfügbaren Verkehrsangebote erklären. Freilich sind durch bessere Planung von Einkaufs- und Besorgungsfahrten, Erfassungs- und Auslieferungstouren Verkehrsleistungen einzusparen, ohne dass dadurch negative Effekte

**Verringerung der Verkehrsleistungen**

einer verminderten Mobilität entstehen würden. Eine stärkere Verringerung der Verkehrsleistungen ist aber ohne Änderung der Konsumgewohnheiten, Siedlungsstrukturen, Produktions- und Absatzstrukturen kaum zu erreichen. Die Raumordnungspolitik kann hier vorsorgend durch Konzepte einer dezentralen Konzentration, Baulandwidmungen in der Nähe von Haltestellen des öffentlichen Verkehrs u. Ä. wirken.

## Ausblick

Die künftige Mobilitätsentwicklung hängt wesentlich von der Energieversorgung – insbesondere mit Erdöl – ab. Die Mineralölwirtschaft hat bisher weltweit immer wieder neue Rohöllager entdeckt. Selbst in den letzten Jahren sind bei einer Rohölförderung von jährlich durchschnittlich rund 3,7 Mrd. t die bekannten Rohölvorräte von 140 Mrd. t (2001) auf 175 Mrd. t gestiegen (*Fachverband der Mineralölindustrie Österreichs*, 2006). Geht man in einer einfachen Rechnung davon aus, dass die tatsächlichen Reserven 200 Mrd. t ausmachen und der jährliche Durchschnittsverbrauch 4 Mrd. t beträgt, so reichen die Rohölvorräte gerade für 50 Jahre. Ähnliche Rechnungen wurden freilich auch zu Beginn des 20. Jahrhunderts für Kohle angestellt und davon angesichts der schwindenden Kohlelager ein Katastrophenszenario abgeleitet. Tatsächlich ersetzen inzwischen andere Energiequellen die Kohle; ab den sechziger Jahren musste der Kohleabbau in Westeuropa subventioniert werden. Es ist also durchaus denkbar, dass auch das "Erdölzeitalter" von einem anderen Energiezeitalter abgelöst werden wird. Aus heutiger Sicht ist aber mit einer tendenziellen Verknappung und Verteuerung von Energie zu rechnen. Die Nutzung von Energie aus fossilen Brennstoffen ist zudem mit CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden, die als eine der Hauptursachen der Klimaänderung genannt werden.

Die gegenwärtigen Produktions-, Handels- und Konsum- sowie Siedlungsstrukturen bauen auf ein leistungsfähiges und kostengünstiges Transportwesen auf. Billige Energie hat dabei einen wesentlichen Anteil. Für die künftige Aufteilung der knapper werdenden Energievorräte auf die verschiedenen Verwendungszwecke entscheiden die mit dem Energieeinsatz verbundenen Nutzen und die Kosten von Einsparungsmaßnahmen. In den letzten Jahrzehnten weitete der Bereich Verkehr seinen Anteil am Verbrauch von Mineralölprodukten zulasten der privaten Haushalte (Heizen) und der Industrie aus. Am stärksten stieg der Verbrauch der energieintensivsten Verkehrsträger Luftfahrt, Straßentransport und motorisierter Individualverkehr. Diese Verkehrsmittel bringen offenbar einen so hohen Nutzen, dass ihren Einsatz auch starke Kraftstoffverteuerungen durch eine Erdölverknappung und ein Kostenanstieg durch die Nutzung kraftstoffsparender Technologien oder alternativer Kraftstoffe kaum einschränken werden. Wachstumsbegrenzungen ergeben sich eher regional aus der Verfügbarkeit von Verkehrsflächen und aus der kleinräumigen und globalen Umweltbelastbarkeit.

## Literaturhinweise

- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Mobilität in Niederösterreich. Ergebnisse der landesweiten Mobilitätsbefragung 2003, St. Pölten, 2005.
- Bundesamt für Energie, Energieverbrauch im Schienenverkehr, Zürich, 2001.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Verkehr in Zahlen. 2005/2006, Hamburg, 2005.
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Verkehr in Zahlen, Wien, 2004.
- Deutsche Bahn AG, Umweltbericht 2005, Berlin, 2006.
- Deutsche Lufthansa AG, Geschäftsbericht 2005, Köln, 2006.
- European Commission, EU Energy and Transport in Figures, Brüssel, 2006.
- Fachverband der Mineralölindustrie Österreichs, Jahresbericht 2005, Wien, 2006.
- Herry, M., Sammer, G., Mobilitätsbefragungen österreichischer Haushalte. Arbeitspaket A3-H2 im Rahmen des österreichischen Bundesverkehrswegeplans, Wien, 1998.
- Institut für Energie- und Umweltforschung, Wissenschaftlicher Grundlagenbericht zum "UmweltMobilCheck", Heidelberg, 2006.
- Krugman, P., Geography and Trade, M.I.T. Press, Cambridge, MA, 1991.
- OECD, Energy Prices and Taxes. Second Quarter 2006, Paris, 2006.
- Österreichisches Statistisches Zentralamt, "Personenverkehr in Österreich", Beiträge zur österreichischen Statistik, 1987, (856).
- Pompl, W., Luftverkehr, Berlin-Heidelberg, 2002.

Puwein, W., *Transportkosten in der österreichischen Wirtschaft*, WIFO, Wien, 2000.

Puwein, W., *Die gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung des Verkehrswesens und Maßnahmen zur Verbesserung seiner Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit*, Studie des WIFO im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2006.

Rieke, H., "Energieverbrauch in Deutschland", *DIW-Wochenbericht*, 1999, (10).

### *Long-term Effects of Rising Energy Prices on Traffic – Summary*

With oil supplies limited and demand growing, oil prices are likely to continue to rise in the long term. This will affect notably motor vehicle traffic and aviation, with their fuel consumption accounting for around 70 percent of the overall consumption of mineral oil products. Previous price surges have not had a lasting effect on longer-term traffic developments. Although the import price of crude oil has risen at three times the pace of the consumer price index since 1970, nominal freight haulage prices have been on a downward trend since the beginning of the 1980s, thanks to improvements in productivity. Traffic by carriers with the highest specific energy consumption – airlines, private motor vehicles and freight trucks – has increased much more strongly than rail and bus traffic.

The effect of higher fuel prices can be offset by a reduction of specific fuel consumption, for instance by improving vehicle technology, traffic flows and transport space utilisation. There still exist large technical and organisational reserves in these areas, and given major increases in fuel prices, also economically exploitable reserves.

A substantial increase in fuel prices will moreover trigger a shift to means of transport with lower specific energy consumption such as trains and buses.

Higher mobility costs hit long-distance travel and business traffic particularly hard. Owing to their intensive area collection and distribution traffic, the non-metallic mineral extraction and finishing industry, glassware and non-metallic mineral products manufacturers, and the recycling and food manufacturing industries depend most strongly on trucks. In these sectors, higher fuel prices will lead to greater changes in production structures as well as to price increases.

An increase in transport costs generally reduces supra-regional competitive pressures. The price level in high-price regions stands out more strongly against that in low-price regions. Efficient companies find it increasingly more difficult to expand their sales and procurement markets. Consequently, economies of scale can be exploited to a lesser degree in production. Advantages arise for a vertical integration of production processes. Equally, supra-regional division of labour is reduced. Large-scale production of individual components and special products with its highly product-specific research and innovation activities becomes less competitive. Supplier networks ("just in time") are reduced, storage costs rise.

High mobility costs render access to better paid jobs, to a larger number of shops, but also to more appropriate training and recreation facilities and health services more difficult. There are fewer options regarding the choice of residence. Not only do higher travel expenses increase commuting costs for workers from rural regions working in central areas, but they also reduce the incentive for people living in agglomerations to move their place of residence to rural communities where building land is cheaper and the environment healthier. This curbs urban sprawl into the countryside. In the long run, land settlement will adjust to high mobility costs, resulting in smaller-scale supply and private activity structures.