

ZEITSCHRIFT FÜR VERKEHRSWISSENSCHAFT

INHALT DES HEFTES:

The Impact of Transport on the EU Economy By Achim Diekmann, Usingen	Seite 71
Eisenbahninfrastruktur in Deutschland: Öffentliche oder private Bereitstellung? Von Rüdiger Munzert, Darmstadt	Seite 105
Automobile mit Brennstoffzellen-Antrieb: Eine Zukunftslösung für den Individualverkehr? Von Ferdinand Dudenhöffer, Recklinghausen	Seite 127

Manuskripte sind zu senden an die Herausgeber:
Prof. Dr. Herbert Baum
Prof. Dr. Rainer Willeke
Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität zu Köln
Universitätsstraße 22
50923 Köln

Verlag – Herstellung – Vertrieb – Anzeigen:
Verkehrs-Verlag J. Fischer, Paulusstraße 1, 40237 Düsseldorf
Telefon: (0211) 9 91 93-0, Telefax (0211) 6 80 15 44
Einzelheft DM 30,00 – Jahresabonnement DM 102,00
zuzüglich MwSt und Versandkosten
Für Anzeigen gilt Preisliste Nr. 15 vom 1.1.1999
Erscheinungsweise: vierteljährlich

Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

The Impact of Transport on the EU Economy

BY ACHIM DIEKMANN, USINGEN

1. Background

1.1 The role of transport

Transport is a key element in the development of any society. Advances in transport technology have extended the range of markets, enabled new methods of production, fostered specialisation and strengthened social, political and economic ties between countries and major geographic areas. The Single European Market owes much of its impetus, strictly speaking even its existence, to the links provided by a well-established transport network.

Transport is not demanded in its own right. The demand for transport reflects the level of social and economic activities and the benefits it provides in their pursuance. But as these benefits are high, the role of transport has kept growing in production as in everyday life. Growing affluence (one of the causes of which is mobility) and improvements in transport technology have led transport to become a major component of national output and a major user of resources.

Transport, in the definition used in this paper, includes all activities related directly and indirectly to the use of vehicles, vessels, aircraft, and of related structures (highways, inland waterways, railways, pipelines, port facilities, airports, warehouses etc.) for the movement of goods and passengers. This definition covers *transport as an industry* (provision of transport and related services for hire or on own account for commercial purposes), *transport as a social activity* (transport activities conducted by private households), and *transport as a system* (infrastructure, transport equipment and other capital goods used in the provision of transport services as well as private and administrative services required to maintain the transport network and to control and police traffic flows). It includes intermediate purchases required in this context and thus covers the total use of resources transport demand relies upon.

Contact:

Prof. Dr. Achim Diekmann
Hardtstr. 1
61250 Usingen
e-mail: a.dkm@t-online.de

v. st. a
✓
Ba

1.2 The focus of this paper

This paper focuses on transport in the European Union, which has been an engine of growth for many years. Much of this growth, if not all of it, was linked to a rising level in car ownership, a disproportionate growth in road haulage and a strong upward trend in air traffic. The democratisation of the motor vehicle and economic integration have allowed transport and related expenditure in Europe to grow faster than GDP for most of the period between the early sixties and turn of the century. But, although the long-term trend of transport would seem to be for continued expansion, more recently, the pace of growth in transport and related activities seems to have slowed down in a number of countries.

Table 1: EU 1961-2000: Transport and GDP Growth

Average growth per year	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000 ¹⁾
GDP (constant prices)	4,9	3,0	2,4	2,2
Transport (physical units) ²⁾	7,0	3,6	2,7	2,1

1) Estimate

2) Transport units (Passenger-km + tonne-km)

Recent growth does not yet point towards saturation, particularly not in air traffic, but it indicates that a more moderate expansion of transport services might deprive transport of its privileged role as an accelerator of economic development in the future. Transport might actually start lagging behind GDP expansion instead of leading it. Rail transport has been declining for some time irrespective of whether measured in physical units or in monetary terms. Road transport still has a great potential in central and eastern Europe and is likely to benefit from the strengthening of ties between the accession countries and the rest of Europe. But eventually it will loose pace as well.

It should also be pointed out that, challenged by deregulation and growing environmental awareness, transport is about to move towards greater efficiency in the use of manpower, capital and nature, which means it will require less resources per unit of output. Advances in information and communication technology, the growing perception of logistics as an instrument of optimising supply chains, a more widespread use of electronic components and new materials in the production of transport equipment and in its use point towards a different future for transport. Everyday mobility, both real and virtual, may offer new options and is to modify the way we live, work and travel. Regional patterns of manufacturing and distributing goods may change as a consequence. Seen against this background, it was thought to be useful to take a closer look at Europe's present-day transport system and the contribution it makes to income and employment.

It is the purpose of this paper to help to better understand and assess the importance of transport as a source of demand and to provide a measuring rod for the changes likely to take place in terms of income and employment if Europe's transport engine were to lose steam. It

is no doom and gloom scenario which inspires this article, which would be in stark contradiction to current forecasts anyhow, but rather the desire to raise the awareness of what transport means to us today and what the implications might be if less resources were required to fulfil the transport needs of society.

The analysis to be carried out for this purpose uses input-output techniques. Input-output tables (I-O tables) add an extra dimension to national accounts. They focus on inter-industry transactions which are the intermediate processes that supply the economy with final goods from primary inputs. They link the components of value added, output and final demand. I-O tables can be used to model the economy through a disaggregated view of industrial behaviour.¹ They allow us to quantify the direct and indirect effects on the output of a specific commodity given an increase of a fall in final demand. They can be used therefore to illustrate the interdependence that exists between transport and the rest of the economy. Figure 1 provides a simplified picture of an I-O table showing the three interacting matrices or quarters we shall rely upon in our analysis.

In practical terms, this paper uses a set of I/O tables² which cover the EU both as an aggregate and on a country-by country basis. It also relies on the input from a number of national and international studies and statistical data from Eurostat and the national statistical offices.³

1.3 Measuring transport

The needs for transport differ in Europe for geographical and historical reasons. This is reflected by the idiosyncrasies of the transport systems the individual countries rely upon. They vary greatly. But before dealing with them in some more detail and as a kind of introduction to the subject, it might be useful to devote some thoughts to the issue of measuring transport as an industry, as a social activity and as a system.

Transport is usually discussed in term of its physical characteristics: miles travelled, tonnes moved, the length of roads and railway lines, the number of vehicles used etc. This paper refers to the economic criteria of the transport system instead, to the expenditure on roads, railway lines, waterways, vehicles, vessels and aircraft and the value created by their use. However, a table in the annex gives some information on the physical performance of

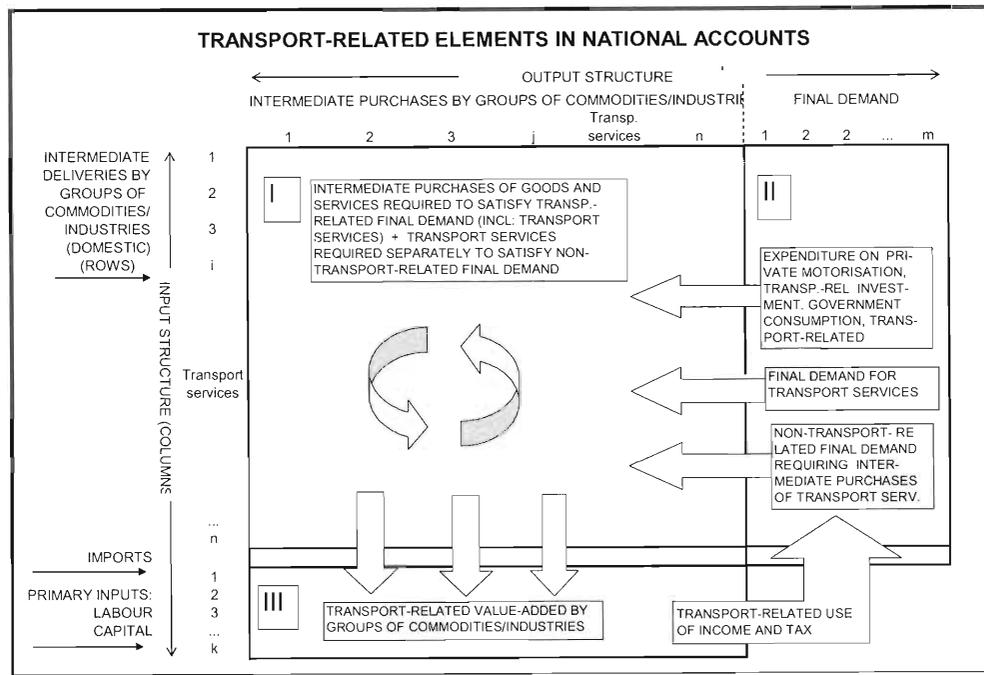
¹ Central Statistical Office (1995), Input-Output Tables for the United Kingdom, London, HMSO, p V.

² Eurostat (1999), 1995 Input-Output Tables for the European Union.

³ Han, X., Fang, B. (1998), Measuring Transportation in the U.S. Economy, *Journal of Transportation and Statistics January 1998*. Han, X., Fang, B., Lawson A.M., Lum, S.K.S. (1998), U.S. Transportation Satellite Accounts for 1992, *Survey of Current Business, April 1998*. Diekmann, A. 1999, Verkehr als Wertschöpfungs-träger und Nachfragegröße, *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 70. Jahrgang, Heft 1*. European Commission (1999), EU Transport in Figures, *Statistical Pocket Book*. Eurogramme (1999), Study on the Economic Importance of the Transport Sector (Final Report). Eurostat "Comext"-Datenbank. Statistisches Bundesamt (2000), Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, *Fachserie 18, Reihe 2, Input-Output Rechnung 1995, Wiesbaden 2000*.

Europe's transport system as well and occasional reference to it will be made as the analysis proceeds.

Figure 1



Using economic criteria, the most obvious way of looking at transport is in terms of the value it adds to GDP and to combine these data with data from the national economic accounts for industrial analysis. But this approach is not without problems. Advanced societies produce a great variety of transport services. Their abundance makes it difficult to adequately identify and categorise them and to attach a value to them and official statistics are of limited use when trying to do so.

Transport is a complex system of interlocking elements. Users of the system and operators of different modes of transport depend on an infrastructure designed to fit their needs when moving the transport equipment they use. Both fixed and mobile plant rely on supplies from other branches of the economy including the purchase of intermediate as well as capital goods.

Table 2: Measures of Transport

Measure I (Supply side)	Value added by transport as an industry in the provision of transport services	Measures transport (for-hire and own-account) by the value transport industries add to GDP
Measure II (Supply side)	Value added by all domestic producer units in the provision of transport services	Equals measure I but includes the value added by domestic producer units along the supply chain upon which industrial producers of transport services rely
Measure III (Supply side)	Value added by all domestic and foreign producer units in the provision of transport services provided by domestic transport industries	Adds to measure II the import requirements of industrial producers of transport services and their suppliers
Measure IV (Demand side)	Transport-related final demand	Includes the value of all goods and services delivered to final users for transport purposes regardless of where they are produced, but does not cover transport services consumed as an intermediate demand in response to non-transport-related final demand
Measure V (Combined)	Transport-related Gross Domestic Product (GDP)	Provides a full measure of the contribution made by domestic transport-related activities to GDP, includes transport activities (and their requirements) linked to non-transport-related final demand.
Measure VI (Combined)	Transport-related Gross Domestic Demand (GDD)	Measures domestic final demand related to transport regardless of who supplies the demand, domestic producers or imports. Includes transport services (and their requirements) as an intermediate product for non-transport-related final demand, but does not include transport-related exports.

Counting only the resources required for the current output of transport services would fall short of measuring the full impact of the system. The measures to be chosen for this purpose must be capable of capturing the interaction between the transport services industry offers, the transport services added by private households for their own use, the transport system society relies upon and the rest of the economy.⁴

Table 2 lists a number of measures that can be used in this context, either alternatively or in combination. Measures I, II and III measure transport from the supply side, putting the emphasis on the production of transport services, but disregarding the influence emanating from

⁴ For comments concerning this issue see: Han, X., Fang, B. 1998, Measuring Transportation in the U.S. Economy, *Journal of Transportation and Statistics* January 1998. Han, X., Fang, B., Lawson A.M., Lum, S.K.S. 1998, U.S. Transportation Satellite Accounts for 1992, *Survey of Current Business*, April 1998.

the provision and maintenance of transport infrastructure and the purchase of transport equipment and related capital goods. In other words, they measure transport as an industry.

Instead of taking the supply-side approach, transport can be measured by identifying transport-related final demand. Corresponding measures would include consumers' expenditure on transport (produced for own use and purchased) expenditure on roads, railway tracks, harbours, pipelines, airports road vehicles, locomotives, railway wagons, ships, aircraft, office buildings, warehouses, office machinery, telephone networks, computers, and software used in transport, changes in stocks of transport-related goods and transport-related exports (measure IV). This would be a pure demand-side measure. It includes the value of all goods and services delivered to final users for transport purposes regardless of where they are produced.

Measure V seems to be the most comprehensive measure. It combines supply-side data with a demand-side approach by adding transport services consumed as an intermediate demand in response to non-transport-related final demand including their direct and indirect requirements to the intermediate purchases made to meet transport-related final demand. It does not include foreign supplies. Finally, measure VI is limited to measuring gross domestic demand. It excludes transport-related exports but includes foreign supplies.

We will use several of these measures in the course of our analysis.

2. Transport as an industry

2.1 Traditional transport industries

Taking a formal approach, national accounts identify transport services as a commodity to the extent these services are rendered against payment of a fee. The for-hire sector of transport comprises railways and related services, passenger ground transport by busses and light rail, motor freight transport and warehousing, water transport, air transport, pipelines, freight forwarders as well as a number of auxiliary and supporting services, such as those performed by travel agents and other agencies.

In 1995, the output of the 'traditional' transport industries in the European Union totalled 538 billion ECU (according to NACE-classification), to which railways contributed 8.1 per cent, passenger land transport other than rail 6.8 per cent, freight transport by road 24.7 per cent, air transport by air 11.5 per cent, transport by water 6.5 per cent and pipelines 0.2 per cent. 41.2 per cent of the total were accounted for by auxiliary and supporting activities.

Table 3: EU 1995: Traditional Transport Industries' Gross Production Value (Modal Shares)

Country	Railways passengers & goods)	Other land passenger transport	Freight transport by road	Pipelines	Water transport	Air transport	Supporting & auxiliary activities	Total
A	12,9	10,0	19,5	0,4	0,6	9,4	47,3	100,0
B	5,8	2,5	29,1	0,2	6,0	9,2	47,2	100,0
DK	7,3	2,2	21,6	0,7	30,3	13,4	24,5	100,0
FIN	5,5	8,7	25,1	0,0	17,3	12,8	30,7	100,0
F	9,6	8,9	25,8	0,3	5,0	11,4	39,0	100,0
D	9,5	7,1	26,4	0,3	3,5	7,2	46,0	100,0
EL	5,7	9,3	18,9	0,0	5,3	14,0	46,9	100,0
IRL	7,1	3,8	15,4	0,0	5,0	26,2	42,6	100,0
I	7,1	5,1	33,7	0,1	7,3	7,4	39,3	100,0
L	12,9	3,8	25,0	0,0	0,4	29,6	28,4	100,0
NL	8,3	5,5	26,3	0,9	13,4	17,7	27,8	100,0
P	4,4	13,7	15,7	0,0	5,3	14,0	46,9	100,0
E	4,9	9,6	44,6	0,0	1,4	16,6	23,0	100,0
S	0,1	11,7	19,4	0,0	13,7	9,5	45,5	100,0
UK	8,8	4,9	18,5	0,0	5,0	15,8	46,9	100,0
EU15	8,1	6,8	25,7	0,2	6,4	11,5	41,2	100,0

Source: Eurogramme (1999); Statistisches Bundesamt (2000).

EU I-O tables group the services produced by traditional transport under three headings: *inland transport services*, *maritime and air transport services* and *auxiliary transport services*.⁵ This aggregation reduces the scope of analysis because the I-O data available do not allow to separate the main modes of transport (road and rail) from each other. On the other hand, trying to re-arrange them on the basis of estimates would have been unduly complicated and as this paper does not aim at entering the ongoing political debate on the receding role of Europe's railways or to substantiate the reasons for their failure in coming to grips with the changes in transport demand, the disadvantage resulting from this aggregation is limited.

Europe's transport system lacks uniformity. Tailored to national needs and reflecting differences in geography, land use patterns and population density, it is far from homogenous. A common feature, however, is the dominance of road transport in contrast to the position held by rail. Rail transport has not only lost ground to air traffic in passenger travel, but within the European Union it meanwhile runs the risk of losing its leadership in the carriage of bulk goods to intra-EU sea transport.⁶ Another phenomenon characterising the development of transport in the European Union is the increasing role of all kinds of auxiliary and supporting

⁵ In the I-O tables used in this paper, the three sectors yield a total of 506 bn ECU which is 6 per cent less than indicated by the figures established according NACE-classification. Also there is disagreement in the distribution of the relevant activities. EU I-O tables attribute to auxiliary services only a share of 30 per cent instead of 41.6.

⁶ In physical as well as in value terms the movement of freight by rail tends to become a marginal phenomenon, in spite of the efforts railway companies have undertaken in the past. Losses suffered by and subsidies paid to Europe's ailing railways reduce the value inland transport adds to GDP.

services which accompany the physical movement of goods and persons. This process is more advanced in some countries than in others (see table 3).⁷ Next to air traffic this is the most important growth factor in the system.

Table 4: EU 1995: Traditional Transport Industries – Output Structure

Country	Intermediate supplies							Final uses			
	Agri-culture	Energy	Manu-facturing	Con-struction	Distri-bution	Transport	Other Services	Private & gov't. Con-sumption	Fixed Capital Formation	Exports	Total
Austria	0,3	2,2	9,2	6,4	1,6	8,9	4,2	35,5	2,0	29,8	100,0
Belgium	1,4	0,9	15,4	2,4	0,8	1,9	2,4	16,8	1,0	57,0	100,0
Denmark	0,9	0,6	8,3	3,4	11,5	15,7	7,6	15,1	0,0	36,8	100,0
Finland	0,1	1,9	20,8	4,2	12,0	5,1	5,4	20,8	7,6	22,2	100,0
France	0,6	1,9	21,1	4,8	17,2	12,0	9,7	22,1	0,0	10,5	100,0
Germany	0,4	0,7	13,0	1,3	1,7	26,5	4,3	33,3	2,2	16,6	100,0
Greece	2,1	2,8	3,4	10,9	1,8	7,3	11,7	59,4	0,0	0,6	100,0
Ireland	0,5	0,0	10,0	1,6	8,0	3,8	1,5	23,1	0,2	51,3	100,0
Italy	0,6	1,2	23,9	3,2	5,6	11,0	5,3	21,0	2,6	25,6	100,0
Luxembourg	0,3	0,2	19,9	1,8	0,4	7,4	3,0	28,6	1,6	36,7	100,0
Netherlands	0,1	0,9	1,3	0,6	25,3	6,7	2,7	15,9	0,9	45,6	100,0
Portugal	0,2	0,6	10,4	0,1	18,3	11,6	9,8	25,4	0,0	23,7	100,0
Spain	2,6	1,0	17,9	6,8	1,3	8,3	7,5	22,4	1,1	31,1	100,0
Sweden	0,2	0,1	12,4	3,6	15,8	12,4	7,7	17,5	0,0	30,1	100,0
UK	0,2	2,2	12,7	0,9	18,7	12,1	16,3	15,9	0,9	20,1	100,0
EU-15	0,6	1,3	15,3	2,8	9,5	14,5	7,6	23,7	1,5	23,2	100,0

Source: Eurostat

Table 4 illustrates the output pattern of the traditional transport industries distinguishing between intermediate output and final uses. Intermediate output reflects the purchases of transport services by individual industries or assigns them to different groups of commodities, whereas final demand is made up of consumers' expenditure, government final consumption, capital formation and exports. The relative importance of the various sectors of industries and of final users as purchasers of traditional transport services can be measured by output coefficients which relate these purchases to the total output of transport services.

The distribution of output mirrors major characteristics of the economies we look at. The share of exports of transport services, e.g., is twice as high in Belgium and the Netherlands than in Germany, where transport services produced domestically are predominantly used as an intermediate input to the production process. Divergent output structures can also result from the deregulation of the transport market which by 1995 was more advanced in some countries than in others. Deregulation causes road hauliers to look for more efficient ways of carrying goods and may have brought down the level of output in this sector in terms of value, reducing its share in the total. It would also affect the competitiveness of railways and tends to reduce their operating surpluses, if any. A major difference also lies in the amount of

⁷ Auxiliary and supporting activities tend to grow with per-capita income and greater sophistication in production. Strategies to optimise supply chains have led logistics to become an increasingly important source of revenue in transport business.

transport services purchased by private households due to differences in availability and fares, topography and car ownership across the EU.

Given the diversity in the distribution of output and in the share of modes, it is hardly surprising that the input structures of the traditional transport industries differ as well between countries. Table 5 breaks down the inputs of the traditional transport industries by commodities and value-added showing that, with a few exceptions, intermediate purchases accounts for about half the value of output, with wide differences as far as reliance on imports is concerned. Input coefficients indicate the value of purchases from individual industries and factor income in relation to an industry's output. They are a measure of the transactions taking place between industries and the value which is added to the intermediate requirements of an industry.

Table 5: EU 1995: Traditional Transport Industries – Input Coefficients

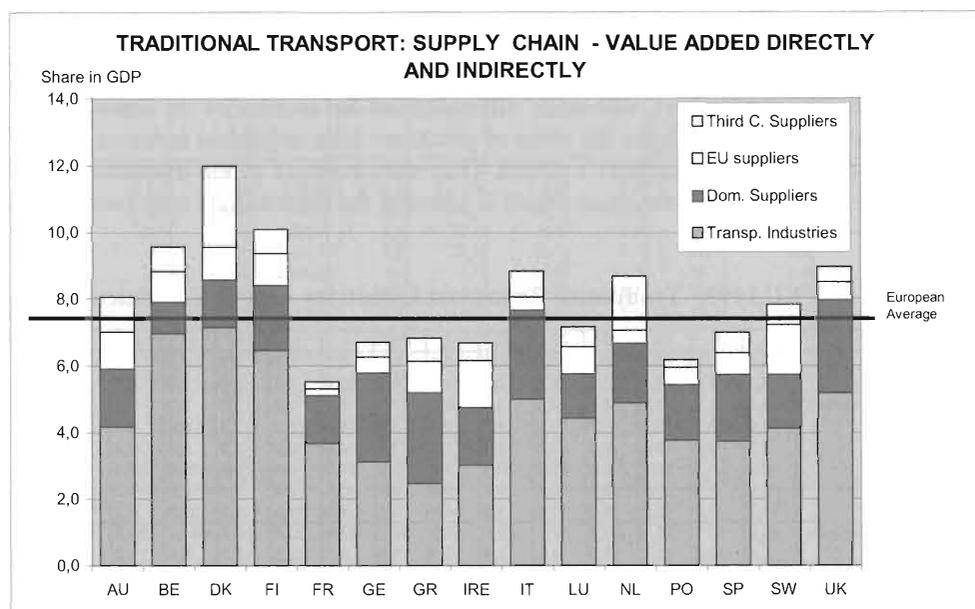
Purchases from:	A	B	Dk	FIN	F	D	EL	IRE	I	L	NL	P	E	S	UK
Agriculture	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1
Energy, fuel	5,5	4,0	1,1	3,8	6,6	2,7	11,2	0,9	10,8	1,7	4,7	5,5	8,5	0,2	2,9
Manufacturing products	4,5	1,9	1,9	4,6	4,0	3,6	6,0	17,5	6,1	3,8	3,0	3,2	6,7	3,9	5,6
Construction	1,9	0,3	1,3	1,7	0,2	1,2	0,4	3,4	1,3	0,3	2,3	0,4	1,7	1,7	0,2
Retail, repair	1,9	2,6	3,9	6,4	3,5	4,1	7,5	2,0	4,8	2,3	3,7	5,4	6,4	4,5	4,7
Transport	8,9	1,9	15,7	5,1	12,0	25,5	7,3	3,8	11,0	7,4	6,7	11,6	8,3	12,4	12,1
Communication	1,0	1,4	0,5	0,9	0,6	1,2	0,8	0,9	0,9	3,4	1,3	2,0	1,3	2,5	1,1
Other services	11,1	3,9	3,8	6,0	10,9	11,2	24,9	8,5	8,5	11,5	8,5	13,3	6,9	9,1	16,7
Domestic intermediates	34,8	16,1	28,4	28,4	37,7	49,4	58,0	37,2	43,4	30,4	30,7	41,4	39,8	34,4	43,3
Imports	18,5	12,8	21,7	10,9	4,2	4,8	15,6	18,8	6,7	12,8	17,2	6,0	11,2	19,4	5,9
Total intermediates	53,3	28,9	50,1	39,3	41,9	54,2	73,6	56,0	50,1	43,2	47,9	47,3	51,0	53,8	49,3
Value added	46,7	71,1	49,9	60,7	58,1	45,8	26,4	44,0	49,9	56,8	52,1	52,7	49,0	46,2	50,7
Total input	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

The contribution traditional transport makes to GDP in the individual countries is relatively modest. With the exception of Finland, Belgium and Denmark, and to a lesser degree the UK, Italy and the Netherlands, where its share is in the order of 6 to 7 percent and 5 per cent respectively, value added to GDP by providers of traditional transport services tends rather to be between 3 and 4 per cent or less. This is what the industries concerned contribute directly. The actual impact of the provision of transport services is a source of demand greater. To measure it, value added along the supply chain on which transport industries rely would have to be included, at least to the extent this value is produced domestically.

A most helpful device allowing to assess the contribution made by suppliers to the industry both directly and indirectly is the Leontief inverse, conceived to provide a link between commodity output and final demand. It shows the total amount of a commodity needed to produce another. By multiplying each row of the inverse by the appropriate ratio of primary input to gross output for that commodity, it is possible to generate a picture of the demand for that commodity in terms of value-added needed to generate it, both directly and indirectly. What has to be avoided when starting this operation not from final demand but from the gross

output of commodity is double counting because this output would already contain some of the indirect effects one sets out to measure.

Figure 2



With the help of this technique the total value-added attributable to traditional transport can be estimated. As shown in figure 2, including the indirect effects related to the provision of traditional transport services raises the level of importance of this activity within GDP by another two percentage points for most countries. Figure 2 also indicates the amount of value-added embodied in imports from the European Union and from third countries, offering some idea of what would happen if this input were produced domestically.

This still leaves transport as a generator of wealth in a position which hardly corresponds to the general perception of its role transport in the economy. The explanation for this is simple. Except for air transport and the movement of goods by road, the importance of public transport services, as represented by the industries identified in national accounts, has been greatly reduced since the automobile is within everyone's reach as a comfortable, flexible and private means of transport, leaving little room for expansion to for-hire transport. Today, business units in all branches of industry run their own vehicle fleets and, over the past decades, traffic growth has for the most part been achieved by private households relying on their own transport equipment.

It should be noted, however, that even in their limited role, the traditional transport industries still employed 6.6 million persons across the EU in 1995, with Germany (1.5 m) ranking first, followed by Italy (1.1 m) and the UK (1 m). Employment was lower in France with about 850 000 persons. It totalled almost 600 000 persons in Spain and slightly more than 500 000 in the Benelux countries.⁸ This is employment directly attributable to the traditional transport industries' activities. The total number of persons who owe their job to the demand these industries satisfy, including those working in related industries across the European Union, is to be put at close to 9.5 m.

2.2 The modified matrix

Although it was initially said that this paper is not concerned with the physical output of the transport system, reference to tonne-km worked, passenger-km travelled and the number of vehicles used for transport purposes can serve to illustrate why transport as defined in national accounts provides an entirely inadequate picture of the weight transport actually carries as a source of demand and a contributor to wealth. When trying to measure the full impact it has on the economy, transport services produced by non-transport industries and private households simply cannot be ignored. Although they are not directly visible in national accounts, not identifying them as a separate commodity to be added to the output of the traditional transport industries would lead to an under-representation of transport and to an under-estimation of its effects on growth and income.

In 1995, the number of road vehicles registered in the EU totalled 204 million: 163 million passenger cars, 490,000 buses, 17.9 million light, medium and heavy goods vehicles, and 23.3 million powered two-wheelers. Out of this vehicle stock, less than 1 m passenger cars, approximately 400,000 buses and about 1.5 million goods vehicles were operated by the traditional transport industries - less than 1 1/2 per cent of the total. In the same year, the physical output of the transport system in the EU was 4.04 billion passenger-km and 1.15 billion tonne-km. Out of these, 3.7 billion passenger-km and 218 m tonne-km would be left unaccounted for, if only for-hire transport activities were regarded.⁹ As can be gathered from these figures, the provision of own-account transport services is not only a widespread industrial and social activity but actually dominates the transport scene.

In order to provide a unified picture of the impact of transport on the economy, we shall therefore, as a first step, consider transport services produced by non-transport industries as a separate commodity. This concerns almost exclusively road transport although own-account activities through modes other than road transport, such as the use of aircraft and vessels

⁸ Using NACE-classification, the total is 5.6 million which, equivalent to 3.8 per cent of total employment in the EU.

⁹ Goods transport outside the traditional transport industries is even underestimated by these figures because most goods carried by light-duty vehicles operated on own account are not registered at all by official statistics).

owned by non-transport industries, exist as well. For lack of statistical evidence they shall however be omitted in this paper. Transport services produced by private households shall be dealt with later.

Transport activities carried out by non-transport industries can be broadly divided into two categories. The one nearest in character to the services offered by for-hire transport industries is own-account road haulage by heavy-duty vehicles. There can be different reasons for not outsourcing transport services.¹⁰ The goods to be carried may require special handling, strict timing, sophisticated transport equipment and/or supporting activities not to be had in the transport market. Even if available, corresponding services by professional hauliers may involve transaction costs that would wipe out cost advantages for-hire transport might offer. As a rule, own-account operators therefore pay a premium in terms of costs for using their own staff and equipment to produce their own transport services. They also tend to spend more money on activities accompanying and supporting the act of transport.

The second type of transport activity pursued by non-transport industries is based on the use of light commercial vehicles and cars. In the EU in 1995 about 19m vehicles of this type were registered for wholesalers, retailers, farmers, manufacturing companies and businesses for carrying small quantities of goods, messages and people, in particular in the service industries. The uses these vehicles are put to show a great amount of variety: the grocer carrying goods back home from the market, the salesman visiting his customers, dial-a-pizza or repair services and senior executives driving to board-room meetings. Most of the users would find it difficult to substitute purchased transport services to using their own transport equipment because the latter provides far greater flexibility than any form of public transport. But the great variety of uses makes it difficult to put a value to them.

The method this paper relies upon to solve this problem is based on the relationship that exists between the number and category of road vehicles used by businesses, the type of activity for which they are used, the distances over which they are driven and the number of persons engaged in using them. This relationship allows to make a broad estimate of the value-added linked to this activity. It obviously differs between the use of heavy duty vehicles in manufacturing or distribution and the use of light duty vehicles for all sorts of purposes and finds its expression in specific vehicle-per-persons ratios. For heavy goods vehicles this ratio serving as a basis for estimating the relevant employment was put at 1:1.4, while in the case of cars and light-duty vehicles, whose use is less labour-intensive, the ratio applied was 1:0.25. What may seem an arbitrary assumption actually is substantiated by surveys of employment in own-account road haulage as far as the use of heavy goods vehicles is con-

¹⁰ Reasons for the maintenance and use of own-account fleet see also: UK Department of Transport 1979, Road Haulage Operators Licensing (Report of the Independent Committee of Enquiry into Road Haulage Operators' Licensing), London, HMSO.

cerned.¹¹ In the case of cars and light commercial vehicles, the very low ratio of 1:0.25 reflects both the lower annual mileage performed by these vehicles and private uses of these vehicles.¹² It should be pointed out that the ratios applied represent an average to be modified according to different uses by the industries concerned.¹³

In creating the database for the estimates mentioned, vehicle stocks had to be broken down by category and attributed to their users on a country-by-country basis. Unfortunately, for lack of adequate data a detailed approach of this kind has only been possible in the case of a few, though major, countries. For the rest of them, the pattern of distribution had to be assumed to be similar. Fortunately, Eurostat data on fixed capital formation by branches of industry provided some additional guidance in this process.

Table 6: Non-Transport Industries: Vehicle Stocks, Transport Services and Transport-Related Employment

Country	Vehicle stocks (1000)		Transport services (bn)		Employment (1000) related to the use of		
	Cars & light commercials	Heavy goods vehicles	Passenger kilometres	Tonne kilometres	Cars and LC	HGV	Total
Austria	786	28	14,0	4,7	118	37	156
Belgium	507	39	10,0	6,6	130	53	183
Denmark	268	14	4,5	2,2	128	19	147
Finland	199	13	4,7	2,2	60	18	78
France	2.945	175	62,0	29,7	639	211	850
Germany	5.623	426	99,0	72,1	1.480	618	2.097
Greece	274	17	5,5	2,8	43	22	65
Ireland	96	10	2,3	1,6	54	13	67
Italy	3.186	175	58,0	29,6	773	227	1.000
Luxembourg	22	2	0,5	0,4	10	3	14
Netherlands	803	37	18,0	6	269	51	320
Portugal	246	47	5,0	7,9	76	63	139
Spain	1.586	69	31,0	11,6	456	93	549
Sweden	369	15	8,4	2,5	103	20	123
United Kingdom	2.171	226	50,0	38,2	333	271	604
EU	19.084	1.291	372,9	218,1	4.672	1.717	6.390

Source: European Commission 1999, EU Transport in Figures; estimates

Table 6 lists the estimated vehicle stocks registered for businesses in non-transport industries, the estimated volume of own-account transport services (both passengers and goods) performed by them and the employment related to them on a country-by-country basis (6.4 million persons) across the EU for 1995.¹⁴

¹¹ Bundesamt für Güterverkehr 1996, Struktur der Unternehmen des gewerbliche Straßengüterverkehrs und des Werfernverkehrs, Band USTAT, Stand: November 1996.

¹² For Germany the share of cars registered for commercial purpose also used for private purposes is put at slightly above 50 per cent. Hautzinger, H., Heidemann, D., Krämer, B., 1996. Inländerfahrleistungen 1993, *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 61*, Bergisch Gladbach, p. 60.

¹³ For further details see: Diekmann, A. 1999, Verkehr als Wertschöpfungsträger und Nachfragegröße, *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, 70. Jahrgang, Heft 1*, pp.43 – 46.

¹⁴ The plausibility of this figure can be tested by assuming that in terms of kilometrage about one-third of the transport services provided by passenger cars and light duty vehicles registered for non-transport industries

To translate these figures into the corresponding I-O structures, a two-pronged approach was taken. The costs of maintaining and running the estimated number of vehicles (expenditure on fuel, vehicle parts, tyres, automotive repair, maintenance services, insurance etc.) are usually well-documented for most countries, sometimes even by type of vehicle. Different sources, such as automobile clubs, national statistics and international studies were used to calculate the intermediate requirements of the transport activities in non-transport industries on an industry-by industry and on a country-by-country basis. In the course of this process, allowances had to be made for inputs that are not mainly used for transport, such as office supplies, accounting services etc., using the input coefficients of the traditional transport industries for guidance.

The value-added input components, representing factor income and depreciation, had to be considered next. Labour compensation and social contributions were estimated on a pro-rata basis in line with the share of transport-related employment in total employment per sector. For estimating depreciation, EU and national data on transport-related fixed capital formation and statistics on the average life of road vehicles were available. The crucial issue was profits. To what extent should operating surpluses achieved in the various industries be attributed to the transport activities performed by them. A widely-held view says that making estimates in that field would require market prices for similar services to compare with. Unfortunately, for most of the transport activities performed by non-transport businesses there are no services of a comparable nature. When business establishments choose to rely on their own transport capabilities this is either because they need highly specialised transport equipment not available on a for-hire basis or because the dependability required in moving their goods prevents them from outsourcing the services they need. In the case of passenger transport, purchased transport services can hardly be regarded as an equivalent to one's own car in terms of availability and flexibility, not to speak of prestige and comfort. But is there a need at all to look for market prices for similar services? Transport services provided on own account are so closely linked to the sales, distribution or production activities which they enable that there is no reason why they should not be assigned the same rate of profit as the non-transport activities they are related to, in which case the share of transport-related profits could, in broad approximation, be considered to equal the share of transport-related labour cost in the total labour costs incurred by non-transport industries.

These operations resulted in a set of input-coefficients and an estimate of gross output equal to the sum of intermediate inputs and value-added components which allowed own-account and business transport activities to be classified as market transactions to be separated from the rest of activities conducted by non-transport industries, commodity by commodity, coun-

would be of a private rather than commercial nature. The remaining kilometrage would then imply (on average) a 5 hours drive per person employed in pursuance of commercial activities over a distance of about 250 km a day. Considering that part of the workforce performs supporting activities, accompanying the driver on his route, working in the back office, doing maintenance work or planning the logistics of the use the vehicle fleets are put to, the estimate made concerning employment linked to the commercial use of passenger cars might even be too low.

try by country and for the European Union as a whole. The next step was to aggregate all own-account activities by adding up all transport-related inputs into the input column of a new sector representing the inputs required to produce own-account and business transport services across the entire economy.

Singling out the input requirements of a sector in its own right representing own-account and business transport activities would of course not be enough to move to a modified matrix with a new sector to be introduced. A corresponding operation was required on the output side. Unfortunately, the distribution of the output of own-account and business transport services by sector of destination is not very well known. The estimates that had to be made in this context are arbitrary to the extent that the transport services provided by non-transport industries cannot be automatically expected to follow the general output pattern of these industries. Exports of own-account transport services are known to be so small that they could be neglected. Long-distance, cross-border transports are the domain of professional road hauliers. On the other hand, a disproportionate share of transport services provided by non-transport industries is directed, and often separately billed, to private households. Private households must also be regarded as a major destination of own-account and business transport service for quite another reason. A number of vehicles registered by business units for commercial reasons are privately used as well although in many cases the costs of operating these vehicles remain within the responsibility of the business unit concerned. The services they provide can be considered as an output of the newly defined sector of production to private consumption.

Another sector of final demand which can be considered as a major consumer of own-account-transport services is fixed capital formation. Heavy goods vehicles owned by firms in the construction sector are frequently involved in the building of roads, railway lines, waterways and airports. The services they provide become part of the fixed capital formed by the economy.

In other words, transport services provided by non-transport industries are not just an in-house activity. They are 'sold' to third parties very much in the same way as would be the case with for-hire transport services.

When estimating the distribution of own-account and business transport services as an output allowances had to be made for a disproportionate part of them to be considered as a final use supplied notably to private households and as an ingredient to fixed capital formation, while the rest was considered as an intermediate product whose distribution was likely to follow the general pattern of outputs for intermediate uses. The deviation from a linear relationship with the remaining output of the industries producing own-account and business transport services led to margin of error in estimating the new sector's output coefficients which is greater than in estimating the composition of its input. Given these qualifications however the estimated output structure should not be too far from reality.

This then puts us in a position to separate own-account and business activities from the rest of the activities of the sectors conducting them on the output side as well. Subtracting the columns and rows reflecting transport-related purchases from and sales of the non-transport sectors from the original I-O table leaves us with a residual table with residual cell values into which a new row, representing the aggregate of commercially-provided own-account transport services, and a new column, representing the new sector's input requirements, have to be inserted. This results in a modified matrix which gives us the opportunity to quantify the role the new sector plays in terms of intermediate transactions as well as in terms of final uses.

Adding the transport activities of the newly created sector to those of the traditional for-hire transport industries almost doubles transport-related employment in most countries. In terms of value-added, the increase in the weight of transport as an industrial activity is even greater. The inclusion of commercial transport services produced outside the traditional transport sector also smoothes out part of the differences in the contribution transport makes to GDP that would have persisted across the EU if only the output of the traditional transport industries had been considered.

Table 7: EU 1995: Value Added by Transport Industries to GDP

Country	Value-added by transport services (m ECU)				Share in GDP				Total
	Inland	Maritime & air	Auxiliary	Own-account, business	Inland	Maritime & air	Auxiliary	Own-acc business	
Austria	4.645	626	1.198	7.638	3.0	0.4	0.8	4.9	9.1
Belgium	4.284	620	8.392	9.533	2.2	0.3	4.4	5.0	11.9
Denmark	4.992	1.983	1.373	9.265	4.3	1.7	1.2	7.9	15.1
Finland	3.285	1.002	1.099	3.938	3.9	1.2	1.3	4.7	11.2
France	22.827	3.292	14.017	42.899	2.1	0.3	1.3	3.9	7.6
Germany	29.777	8.552	16.718	122.575	1.8	0.5	1.0	7.2	10.5
Greece	892	519	454	2.250	1.2	0.7	0.6	3.0	5.4
Ireland	728	265	343	5.204	1.6	0.6	0.8	11.7	14.7
Italy	24.063	5.294	9.814	45.756	3.1	0.7	1.3	5.9	10.9
Luxembourg	244	0	280	917	2.1	0.0	2.4	7.8	12.2
Netherlands	6.702	3.036	3.864	16.275	2.4	1.1	1.4	5.9	10.8
Portugal	1.497	338	861	2.266	2.1	0.5	1.2	3.2	7.0
Spain	9.054	1.804	4.202	17.248	2.3	0.4	1.0	4.3	8.1
Sweden	3.676	1.651	1.505	4.644	2.2	1.0	0.9	2.8	7.0
UK	19.564	6.277	14.486	18.115	2.5	0.8	1.9	2.3	7.5
EU	136.232	35.258	78.605	308.522	2.3	0.6	1.3	5.2	9.4

Source: Eurostat; estimates

The figures in table 7 show that reliance on own-account transport services (which includes business use of cars) is far greater in Ireland, Germany, the Netherlands and Denmark than in the rest of the EU. While in the case of Ireland this may be partly attributable to errors in the process of estimation, a possible explanation for the more than proportionate contribution of own-account transport services to the value added to GDP could lie in the spatial distribution of cities and population in those countries which is far more homogeneous than in France or the UK with important agglomerations around their capitals. Spatial homogeneity usually implies more frequent trips over medium distances and thus involves a more widespread use of cars as a means of transport in their everyday activities. Lags in deregulation and a lower

level of outsourcing of transport services resulting therefrom could also explain some of the divergence. Still, with this divergence persisting it can be said that for most EU countries the total volume of commercially provided transport services is responsible for between 7 and 11 per cent of GDP.

3. Transport-related final demand

3.1 Transport as a social activity

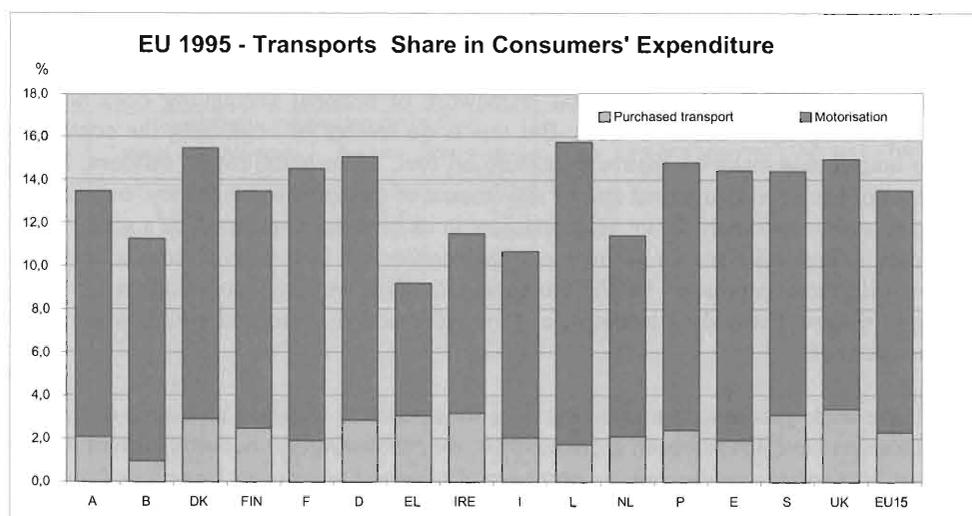
We have so far investigated the role of transport as an industry providing transport services for commercial purposes. However, a major part of the transport services society relies upon is non-commercial. In 1995, private households produced more than 70 per cent of all passenger-km within the EU, essentially but not exclusively for their own use. Although no value is attached to these self-provided services, they might well be regarded as equivalent to those provided by non-transport industries which we have specified as a separate commodity. If one were to value each hour individuals spent behind the steering wheel of their car in 1995 at 10 ECU on average, this would add up to a factor income of about 400 billion ECU. This is more than 1 ½ times the value-added contributed by traditional transport services in the European Union. The conventional framework of national accounting does not leave room for adding this amount to GDP. But this is no reason for neglecting the contribution private households make by their expenditure on fuel, spare parts, repair services, by their purchases of transport equipment and by the amount of transport services they 'outsource' by relying on public transport. If not as an industry in its own right, transport as a social activity represents an important source of income to the economy. It is an activity conducted in competition with those conducted by the transport industries we have looked at so far and the picture of transport would be incomplete if the value-added associated with it would not be taken account of.

If we leave aside purchased transport services for a moment which as an output of the transport industries have already been accounted for, we can distinguish between current inputs to transport as a social activity and the purchase of transport equipment by private households which under functional aspects would rather have to be considered as a kind of fixed capital formation. As to the current provision of transport services by private households, the fact that about half the time individuals spend in their cars is taken up by driving to work, carrying goods back home from retail outlets and using private cars for business purposes raises the question whether these private activities do not in reality constitute an input to the production process. Actually, the issue is very similar to the one we have encountered when dealing own-account transport in industry. The least that can be said is that the line between individuals producing transport services as an input to commercial activities and using them in their capacity as consumers is more difficult to draw than one might think. But following these thoughts further would change the traditional pattern of I-O tables, require more and rather detailed research and is well beyond the scope of this paper. We shall therefore stay

within the framework set by national accounting and consider the purchase and use of transport equipment by private households as a final, though transport-related, use.

Direct transport-related expenditure by private households consists of three components, the first two of which are rather obvious. They cover expenditure on self-provided transport services, which would include the purchase of transport equipment (motor vehicles, motor bicycles, bicycles and other), expenditure on public passenger transport and expenditure on transport services related to the general purchase of goods and services billed to private households or embodied in these purchases and treated as separate output to private consumption as a final use in I-O tables. The last-mentioned category of transport-related consumers' expenditure usually does not show up in statistics as a separate item but has to be covered when analysing the role of transport in private consumption, although it is not shown in figure 3 which is concerned with personal mobility.

Figure 3



Source: Eurostat; estimates

On personal mobility (own-account and purchased) private households in the European Union spent 520 bn ECU in 1995. Out of this total, 154 billion ECU were spent on the purchase of transport equipment, 258 bn ECU on using and operating this equipment and 98 billion ECU on the purchase of passenger transport services. These figures include trade margins, VAT and imports both from within the EU and from third countries. Germany (27 per cent) and France (19 per cent) together accounted for almost half of the total, the UK and Italy for somewhat more than a quarter. Figure 3 shows which share of their total expenditure consumers used for their own mobility. As can be seen, this share varies somewhat across the EU. It was below average in the case of Greece, Ireland, Italy, Belgium and the Netherlands

while for the rest of the European Union the share oscillated around 14 per cent. The EU average was 13.5 per cent.

Table 8

Transport-related Final Uses by Private Households (I) (m ECU)								
	Austria	Belgium	Denmark	Finland	France	Germany	Greece	Ireland
Agriculture, forestry and fishery products	0	0	0	0	0	0	0	0
Fuel and power products	1.851	1.522	1.115	627	10.422	4.962	926	194
Ferrous and non-ferrous ores and metals	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-metallic mineral products	0	0	0	0	0	0	0	0
Chemical products	6	9	4	7	165	148	7	2
Metal products except machinery	13	7	10	11	173	52	7	1
Agricultural and industrial machinery	0	0	0	0	0	0	0	0
Office and data processing machines	0	0	0	0	0	0	0	0
Electrical goods	2	3	3	4	140	392	5	1
Transport equipment (incl. spare parts)	1.076	417	34	113	20.267	25.945	897	300
Food, beverages, tobacco	0	0	0	0	0	0	0	0
Textiles and clothing, leather and footwear	0	0	0	0	0	20	0	0
Paper and printing products	0	0	0	0	0	1.044	0	0
Rubber and plastic products	3	1	4	4	76	629	4	1
Other manufacturing products	0	0	0	0	0	0	0	0
Building and construction	0	0	0	0	0	0	0	0
Recovery, repair services, wholesale, retail	2.034	1.929	1.329	755	13.734	27.090	443	234
Lodging and catering services	0	0	0	0	0	0	0	0
Inland transport services	1.765	2.154	1.504	798	10.084	25.654	1.109	551
Maritime and air transport services	261	87	745	608	2.548	6.792	2.008	177
Auxiliary transport services	2.910	893	333	532	3.328	7.732	144	11
Virtual transport services	3.304	4.884	5.088	1.879	22.982	55.015	1.277	2.308
Communication services	0	0	0	0	0	0	0	0
Services of credit and insurance institutions	0	1.775	627	512	4.631	12.350	304	310
Other market services	1.429	944	639	316	2.949	8.320	186	9
Non-market services	80	50	41	18	156	1.389	10	1
Domestic purchases	14.736	14.675	11.475	6.183	91.654	177.533	7.327	4.100
Imports from EU countries	1.728	2.579	420	387	7.553	10.024	2.857	907
Imports from third countries	618	832	290	296	5.141	7.453	893	1.226

Transport-related Final Uses by Private Households (II) (m ECU)								
	Italy	Luxembourg	Netherlands	Portugal	Spain	Sweden	UK	EU15
Agriculture, forestry and fishery products	0	0	0	0	0	0	0	0
Fuel and power products	10.397	22	3.283	1.042	6.603	2.313	14.439	59.717
Ferrous and non-ferrous ores and metals	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-metallic mineral products	0	0	0	0	0	0	0	0
Chemical products	107	1	16	8	72	15	86	655
Metal products except machinery	22	10	6	16	30	28	33	419
Agricultural and industrial machinery	0	0	0	0	0	0	0	0
Office and data processing machines	0	0	0	0	0	0	0	0
Electrical goods	17	6	4	10	10	26	21	643
Transport equipment (incl. spare parts)	6.631	8	313	861	1.953	915	3.649	63.378
Food, beverages, tobacco	0	0	0	0	0	0	0	0
Textiles and clothing, leather and footwear	0	0	0	0	0	0	0	20
Paper and printing products	0	0	0	0	0	0	0	1.044
Rubber and plastic products	9	5	5	5	5	9	23	785
Other manufacturing products	0	0	0	0	0	0	0	0
Building and construction	0	0	0	0	0	0	0	0
Recovery, repair services, wholesale, retail	8.137	112	2.499	1.397	6.971	1.646	5.753	74.061
Lodging and catering services	0	0	0	0	0	0	0	0
Inland transport services	13.024	39	1.990	884	5.343	1.498	7.156	73.553
Maritime and air transport services	1.299	33	1.267	99	835	577	4.162	21.500
Auxiliary transport services	2.153	192	881	332	789	574	1.696	22.501
Virtual transport services	25.931	505	6.683	1.217	11.464	2.238	10.157	154.932
Communication services	0	0	0	0	0	0	0	0
Services of credit and insurance institutions	1.720	124	1.755	599	1.080	704	6.562	33.052
Other market services	1.961	36	744	90	2.580	357	3.376	23.936
Non-market services	119	0	38	6	140	19	168	2.235
Domestic purchases	71.528	1.093	19.485	6.566	37.876	10.919	57.281	532.431
Imports from EU countries	5.663	129	3.253	1.247	5.335	1.262	9.684	53.028
Imports from third countries	3.428	208	1.008	458	1.221	510	8.019	31.601

If one deducts value-added tax, breaks mobility-oriented consumers' expenditure down by commodities and adds expenditure on transport incurred by private households in the purchase of goods and services one gets the pattern of purchases shown in table 8 on a country-by-country basis. It is on the basis of this pattern that intermediate inputs dependent on transport-related private consumption can be calculated as well as the value-added content and indirect imports attributable to it.

3.2 Transport as a system

3.2.1 General remarks

Transport could not exist without infrastructure. Building, maintaining and running this infrastructure takes up a considerable amount of resources and forms part of the fixed costs the users of the transport system are supposed to bear. To these costs the investment in transport equipment and other capital goods made periodically and required for the provision of transport services has to be added. While the provision of infrastructure usually is in the responsibility of governments, mobile plant is to be taken care of by the operators of transport equipment. Taken together they constitute the system-related part of expenditure on transport.

3.2.2 Transport-related government expenditure

Final uses in terms of transport-related activities by governments consist of two elements. The first element covers purchases of transport equipment and of transport services, the second element is made up of government expenditure on transport infrastructure and on administrative services by the police and other bodies required to supervise and control traffic flows on roads, waterways and in the air.

By tradition, governments hold a key position in shaping the transport system. They are the main providers of infrastructure, they run the network of roads and inland waterways (in spite of some motorways being privately operated), sometimes even ports and airports and, most of them still own the national railway system. It is their task to control and police the flow of traffic and they set the regulatory framework according to which transport equipment is built and brought into circulation. Finally, they are users of the transport system and purchasers of transport equipment themselves.

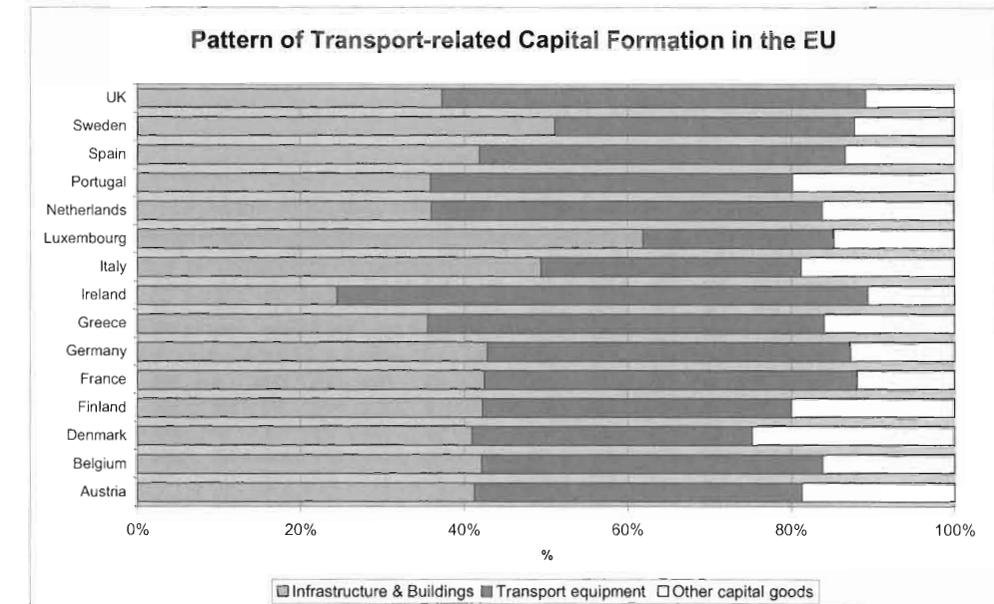
For the purpose of this paper, transport-related government activities will be broken down into expenditure on infrastructure and transport equipment, to be classified as fixed capital formation and treated accordingly, and administrative activities and the provision of transport services to be treated as government consumption. Transport-related government consumption is basically domestic in character. Direct imports, which certainly exist to a small extent, can be ignored.

The share of transport-related government consumption in total transport-related final demand is small. It adds up to a total of 65.6 billion ECU in the EU in 1995.

3.2.3 Transport-related fixed capital formation

Next to transport-related private consumption, transport-related fixed capital formation is the most important element of transport-related final uses. It can be broken down into three major categories: buildings and infrastructure (48 per cent), transport equipment (37 per cent) and other capital goods used in the production of transport services (15 per cent). In absolute figures, transport-related investment in the EU totalled 281.9 billion ECU in 1995. These figures include investments made by business units providing own-account transport services. It does not include purchases of transport equipment made by private households. Figure 4 indicates the share of each of the three components in total transport-related fixed capital formation for each of the 15 EU countries.

Figure 4



Source: Eurostat

Investment expenditure on infrastructure expanded vigorously throughout the eighties in most EU countries. In total, it was twice the 1980 level in 1990, at current prices. Investments in Europe's railway systems even trebled and in the case of airports they had by 1990 reached four times their 1980 level. But led by a decline in road building, the pace of growth in expenditure on infrastructure slowed down in the last decade of the past century. With national

road networks nearing completion and railways concentrating their services on the more highly frequented part of their network, there appears to be less need for net investment in transport infrastructure than one or two decades ago when infrastructure had to catch up with the growth of traffic flows.. This does not mean that there will be no further expansion. There are still projects forming part of the envisaged Trans-European Network which are to be realised, but on the whole the building of transport infrastructure in the European Union will be increasingly selective and capital outlay in this domain will tend to go into repairs and replacement of the existing network rather than into new building activities.

Expenditure on transport equipment, on the contrary, still seems to have preserved some of its dynamics, particularly as far as road vehicles and aircraft are concerned. But this seems to be more true in terms of value than in terms of physical units. Partly because of more stringent legislation, partly reflecting more exacting demands by operators and users of transport equipment, there has been a trend for vehicles and aircraft to become more sophisticated and, as a rule, more expensive. This is certainly the case with motor vehicles where environmental legislation, comfort and prestige have been major driving forces in pushing related expenditure to a higher level. The figures for 1995, the year chosen for the present analysis, may be misleading, because it was a year with a low sales record. Since then, new vehicle registrations in the EU have expanded substantially to flatten out again by the turn of the century. Table 9 provides an overview of transport-related fixed capital formation in the EU in 1995 by categories.

Table 9: Fixed Capital Formation by Categories: EU 1995 (m ECU)

	A	B	Dk	FIN	F	D	EI	IRL	IT	L	NL	P	E	S	UK
Infrastructure	1.338	2.179	702	515	8.784	26.586	461	432	12.437	183	2.328	1.148	5.406	2.460	8.779
- railways	475	699	150	234	1.290	5.489	102	7	2.123	23	432	109	174	1.121	1.091
- roads	708	1.023	361	186	4.942	16.656	359	356	9.207	159	1.356	868	4.253	1.119	4.999
- inland waterways	13	112	0	9	122	581	0	0	19	0	157	0	0	0	0
- airports	128	38	49	39	501	1.795	0	45	501	1	174	0	307	63	848
- metro, tram, ports	14	150	46	14	1.626	1.550	0	0	215	0	96	110	104	129	1.673
- ports	0	157	97	34	304	515	0	25	373	0	114	62	568	26	168
Transport equipment	2.148	2.791	1.207	656	13.229	38.338	1.836	2.569	9.849	81	5.316	1.809	7.210	1.858	13.339
- rolling stock	280	276	174	29	830	1.641	83	40	537	8	227	133	240	105	64
- road vehicles	1.868	2.474	1.033	627	12.294	36.599	1.754	2.529	9.301	73	4.924	1.677	6.970	1.753	13.275
- vessels (inland)	0	41	0	0	105	98	0	0	11	0	166	0	0	0	0
- vessels (sea-going)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
- aircraft	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Other	2.568	2.371	2.316	800	9.291	28.651	1.903	1.143	13.275	164	4.481	1.506	4.709	1.182	4.729
- buildings	1.584	1.401	1.353	469	6.438	19.291	1.302	748	7.429	114	2.747	657	2.793	759	2.422
- machinery	984	970	963	332	2.853	9.360	601	395	5.846	51	1.734	849	1.916	422	2.307
Total	6.055	7.341	4.225	1.971	31.304	93.576	4.200	4.144	35.561	428	12.125	4.464	17.325	5.499	26.847

Source: Eurogramme 1999, Study on the Economic Importance of the Transport Sector (Final Report); estimates.

It should be pointed out that system-related expenditure on transport differs in its effect on the business cycle and on long-term growth from that of current expenditure on transport

services, in particular as far as investment in infrastructure is concerned which tends to be a major driving force in the take-off phase of a every new transport technology. As a rule, when the production system nears completion, be it rail or road, expenditure on infrastructure loses much of its impetus and becomes irregular. There is less need for expansion and repairs and replacements can be put off, at least for a while, without putting the basic functions of the network at a risk. In other words, the system-related part of transport-related expenditure becomes susceptible to cyclical fluctuations once the system has been established. Current transport activities, on the other hand, serve basic everyday needs of society. Although they may react to a slowing down in economic activities, they show a greater degree of stability than capital outlay. When analysing the economic impact of transport, it makes sense therefore to distinguish between the two transport-related components of final demand.

Across the EU, the share of transport-related investment in total fixed capital formation was almost 25 per cent. In the wake of reunification, Germany was by far the most important investor and accounted for 37 per cent of EU total in 1995, with Italy and France ranking second with 13 per cent each, followed by the UK (10 per cent). For two-thirds of transport-related investments, EU countries relied on domestic supplies. Imports from other EU countries accounted for 1/5 of the total.

3.3 Transport-related exports

While the transport-related content in the components of final demand discussed so far could be identified on the basis of fairly reliable data, it was more difficult to quantify the transport-related share of exports. There are, of course, export goods whose affinity to transport is obvious, such as transport equipment and transport services. But beyond these, there is a wide range of goods and services entering transport-related production processes as intermediate products which could just as well be used for other purposes. For most raw materials and semi-finished goods it is difficult to tell to which extent they will be used as an input to transport-related production processes abroad. When trying to isolate the transport-related share of these exports to other EU countries, it was found easier to tackle the problem from the import side. As within the European Union one country's imports from the EU must automatically be another EU country's exports, at least as an aggregate the composition of transport-related imports by commodities must be identical with that of transport-related exports. The problem was to link exports and imports on a commodity-by-commodity and on a country-by-country basis. To solve this problem, a number of assumptions had to be made regarding the pattern of trade flows for those commodities where obvious links to transport-related production did not exist. In those cases, it was assumed that transport-related trade in these commodities followed the general pattern of intra-EU trade as to origin and destination. This approach inevitably results in some margin of error which concerns about one-third of the total volume of intra-EU transport-related trade. It was not possible, however, to rely on the same kind of approach for estimating transport-related exports to third countries, except in a number of obvious cases, the result being that the volume of transport-related exports to third countries might be underestimated by the present analysis.

What became clear however when making the estimates was that transport-related supply chains reach well beyond the boundaries of a country and show a rather complex pattern. They consist of a network of interdependent sales and purchases between countries comparable to the interdependence of supplies and purchases between industries reflected by the intermediate quarter of the I-O table. Exports from country A to country B usually lead to imports from country B, which may at a further stage cause the level of exports from A to B to rise in turn. Therefore, the volume of transport-related exports provided by table 10 is the result of an iterative process and takes into account direct as well as indirect exports involving a multiplier to be applied to first-tier exports. Technically, the problem of taking account of the indirect or secondary effects of transport-related exports can be solved by linking the total requirements tables of the countries involved with the relevant trade statistics.

In 1995, first-tier transport-related exports within the EU totalled about 250 million ECU leading to an aggregate of indirect requirements originating from within the EU worth 112 million ECU, raising the transport-related total in intra-EU trade to 362 billion ECU and yielding an export multiplier of 1.4. This amounted to a share in total intra-EU trade of 31 per cent.

Table 10: EU 1995 - Transport-Related Intra-EU Trade (m ECU)

Supplies from:	Deliveries to															
	A	B	DK	FIN	F	D	EL	IRE	I	L	NL	P	E	S	UK	EU-15
A		1.156	237	195	1.390	5.184	84	147	1.302	53	985	106	857	679	1.129	13.503
B	1.837		698	647	4.673	13.023	199	359	3.720	498	3.803	430	2.555	2.063	5.344	39.849
DK	291	611		139	570	1.579	57	78	554	60	515	66	342	518	673	6.053
FIN	449	807	294		902	2.047	100	123	725	56	656	113	583	1.312	1.004	9.171
F	1.695	4.918	814	552		11.447	247	417	5.146	228	2.360	685	5.391	1.627	6.215	41.742
D	6.839	10.023	2.301	1.522	14.873		950	975	11.571	257	7.420	1.157	7.966	4.757	14.933	85.543
EL	68	227	17	25	145	354		13	126	19	85	15	76	67	135	1.371
IRE	160	272	72	69	342	1.078	18		329	20	237	44	247	149	1.253	4.288
I	1.731	3.513	741	531	6.083	9.642	485	422		174	1.982	821	3.002	1.396	3.937	34.460
L	137	413	25	29	335	724	12	28	241		137	26	193	146	198	2.643
NL	1.403	4.801	740	586	2.318	8.136	198	347	2.346	762		348	1.755	1.490	3.783	29.012
P	129	287	66	51	437	1.054	17	40	303	39	206		389	144	472	3.635
E	820	1.508	320	257	9.978	7.120	310	268	4.019	666	1.579	1.451		681	3.974	32.952
S	564	3.046	677	705	1.368	1.971	112	140	998	93	1.594	149	662		2.021	14.099
UK	1.688	6.556	989	945	5.248	9.985	459	1.617	5.136	420	3.691	945	3.802	2.081		43.562
EU-15	17.811	38.139	7.992	6.253	48.660	73.343	3.249	4.975	36.516	3.343	25.248	6.354	27.820	17.109	45.072	361.883

Source: Eurostat; estimates

It seems that Germany, mainly owing to a high level of exports of motor vehicles and components, benefited most from transport-related demand across the European Union. Spain and the Netherlands turned out to be a major net exporters of transport-related goods and services as well, while France, Italy and the UK were running deficits in transport-related intra-EU trade.

The volume of transport-related exports to third countries was about half as high as the corresponding volume of intra-EU trade. Again Germany held by far the largest share, the UK and Italy ranked second.

Table 11: Components and value-added content of transport-related final demand

Country	Value-added attributable to transport-related final demand (m ECU)	Components of transport-related final demand				
		Private Consumption %	Government Consumption %	Fixed Capital Formation %	Exports to EU %	Exports to third countries %
		1	2	3	4	5	6
Austria	26.775	40	5	17	30	8
Belgium	40.677	23	4	10	50	13
Denmark	19.785	40	4	18	22	16
Finland	13.971	35	5	15	44	21
France	164.732	46	3	17	19	15
Germany	332.734	43	4	20	21	12
Greece	9.658	62	4	22	8	4
Ireland	9.393	36	4	19	25	16
Italy	143.317	42	6	22	18	12
Luxembourg	2.772	23	7	8	59	3
Netherlands	48.594	29	6	17	41	7
Portugal	11.804	43	6	24	19	8
Spain	74.733	41	2	19	31	7
Sweden	26.590	31	3	15	34	17
UK	122.633	42	3	16	24	15

3.4 Value-added content of transport-related final demand

Summing up the chapter on transport-related final demand, we can measure its relevance for the economy of each member state of the European Union. This can be done by multiplying transport-related final demand as a vector singled out from the total with the Leontief inverse thereby generating the gross output of each commodity required to satisfy this demand, both directly and indirectly. Multiplying the gross output thus generated by the appropriate ratio of value-added to gross output for each commodity then yields the absolute value-added content of each vector of transport-related final demand. The result is shown in terms of each component's share in total value-added by transport-related demand in table 11 on a country-by-country basis. For most countries transport-related private consumption was the most important contributor usually accounting for 40 per cent of the total. Exports as a total reached a similar share which in the case of some countries even went even beyond that of private consumption due to high exports to other EU countries.

4. Taking a consolidated view

4.1 Aggregating national I-O tables

This chapter takes the analysis from the national to EU level by aggregating the modified national I-O tables, containing an extra row and an extra column for own-account and business transport services, into a consolidated EU I-O table. For aggregation, exports destined to other EU countries and imports from them had to be 'internalised' raising thereby the value of the cells in the in the intermediate quarter of the I-O table as well as in its final demand quarter. What remained were imports from and exports to third countries. The aggregation of the national tables, essentially done on the basis of Eurostat data¹⁵, provides us with the opportunity to summarise and discuss the influence of transport as a source of income and employment for the European Union as an entity. The analysis to be carried out for this purpose will essentially be based on the Leontief inverse of the consolidated EU table. We shall turn to the supply side first and analyse the transport industries, then look at transport-related final demand and finally deal with transport as a whole, using the measures proposed in the first chapter.

4.2 Transport industries

As has been pointed out earlier, the gross production value to be attributed to commercially provided transport services in the EU (for-hire and own-account) was close to 1 000 billion ECU in 1995, split almost evenly between the traditional transport industries and non-transport industries. However, in terms of value-added traditional transport was in a much weaker position, which is to a large extent due to the poor performance of Europe's highly subsidised railways. Table 12 gives an overview over direct and total requirements transport industries in the EU relied upon and compares them to the EU-wide output of each input category. About 12 per cent of the gross output of transport services result from deliveries to business units within the transport sector itself. This has to be taken into account when calculating total requirements in order to avoid double counting.

As can be seen from the table, upstream activities raise the value-added attributable to transport services from 562 billion ECU, which is what the transport industries contribute themselves, to 779 billion ECU. Also in terms of employment the contribution suppliers to the industry make is by no means negligible. It adds another 3.4 m jobs, taking the total number of people directly and indirectly employed in the provision of transport services to 17.5 m. In terms of value, transport industries in the EU consume about 14 percent of the output of fuel and power products and 9.1 per cent of the output of the manufacturers of transport equipment (mainly consisting of spare parts). Also, their reliance on services is quite high.

¹⁵ Eurostat 1999, Input-Output Tables for the European Union (1995). The exception was Germany. Instead of using the estimated 95 Eurostat version, this paper relies on the new 1995 I-O table published by the German Statistical Office.

Table 12: EU 1995: Transport industries – Direct and Indirect Requirements

At producers' prices (net of all VAT) Mio. ECU	Inland transport services	Maritime and air transport services	Auxiliary transport services	Own-account & business transport services	Transport industries - Direct requirements	Transport industries - Total requirements w/o double counting	Share in total (%)
	1	2	3	4	5	6	7
Agriculture, forestry and fishery products	115	155	58	660	988	3.529	1,2
Fuel and power products	19.073	7.042	2.522	20.251	48.889	70.874	14,0
Ferrous and non-ferrous ores and metals	517	29	11	1.021	1.578	8.718	4,4
Non-metallic mineral products	294	49	52	1.099	1.494	7.582	4,3
Chemical products	513	192	185	2.003	2.893	11.204	3,1
Metal products except machinery	846	192	520	679	2.238	9.199	3,5
Agricultural and industrial machinery	664	116	333	1.055	2.169	5.988	1,8
Office and data processing machines	154	66	253	200	673	1.575	2,1
Electrical goods	1.181	193	189	1.724	3.287	8.548	3,3
Transport equipment	4.973	5.674	280	17.326	28.254	35.107	9,1
Food, beverages, tobacco	280	767	145	1.022	2.213	5.296	0,9
Textiles and clothing, leather and footwear	299	168	110	627	1.204	2.836	1,2
Paper and printing products	1.625	616	1.613	2.146	6.000	14.980	5,3
Rubber and plastic products	3.705	274	284	1.397	5.659	10.223	7,2
Other manufacturing products	320	104	124	426	973	3.154	1,5
Building and construction	2.547	390	1.863	758	5.559	12.046	1,6
Recovery, repair services, wholesale, retail	14.845	2.155	3.424	16.591	37.016	50.234	4,2
Lodging and catering services	1.364	1.354	1.252	608	4.578	6.428	2,0
Inland transport services	5.340	883	3.748	3.319	13.291		
Maritime and air transport services	705	4.445	2.343	88	7.581		
Auxiliary transport services	14.113	16.991	31.946	29	63.079		
Own-account and business transport services	3.194	1.091	1.615	5.740	11.640		
Communication services	2.054	1.084	2.261	5.014	10.412	15.791	8,9
Services of credit and insurance institutions	5.438	3.322	2.845	5.917	17.522	50.156	7,9
Other market services	14.830	9.516	11.592	30.055	65.994	107.216	5,6
Non-market services	1.194	350	684	1.024	3.252	6.773	0,4
DOMESTIC GOODS AND SERVICES	100.182	57.218	70.251	120.782	348.433		
IMPORTS OF GOODS AND SERVICES	4.466	15.736	2.427	8.712	31.341	50.492	7,1
TOTAL INTERMEDIATES	104.647	72.955	72.678	129.494	379.774		
Gross wages and salaries, social contributions	103.499	20.669	39.278	144.094	343.244	414.974	12,1
Net operating surplus	17.034	6.573	27.770	120.052	171.429	233.796	14,4
Consumption of fixed capital	42.261	8.428	10.891	39.148	100.727	132.085	18,4
Taxes linked to production minus subsidies	-26.562	-408	667	8.728	-17.575	-2.978	-1,9
GROSS VALUE ADDED AT MARKET PRICES	136.232	35.256	78.605	312.020	562.115	777.877	13,1
Non-deductible VAT	3.275	318	1.996	3.853	9.441	12.838	13,1
ACTUAL OUTPUT	244.154	108.530	153.279	445.366	951.331		
Total transfers at basic prices	242	-123	1.439	2.213	3.771	6.277	
DISTRIBUTED OUTPUT	244.396	108.407	154.718	447.581	955.102		
EMPLOYMENT (1.000 persons)	4.455	686	1.469	6.485	13.095	17.496	11,6

4.3 Transport-related final demand

Moving to the demand side give us some idea of how closely final uses of goods and services are directly linked to transport. Transport-related final demand accounts for 17,4 per cent of total final uses. The share related to transport is particularly high in exports where transport-related goods and services account for more than a quarter of the total. Fixed capital formation and private consumption are linked to transport by one-fifth. Even without transport services required to meet non-transport related final demand, transport-related final uses would be an important factor in shaping output of Europe's economy. In 1995, private households alone spent 676 billion ECU on the purchase and use of transport equipment. Out of this amount 186 billion ECU were spent on transport services linked to the purchase of general, non-transport goods and services. The major part of these transport services was

provided by non-transport industries. Table 13 gives a detailed account of which were the industries most favoured by the transport orientation of final users.

Table 13: EU 1995: Transport-Related Final Demand

At producers' prices (net of all VAT) Mio. ECU	Final consumption of households	Collective consumption of government	Gross fixed capital formation	Change in stocks	Exports of goods and services	Total final uses
Agriculture, forestry and fishery products	0	0	0	0	0	0
Fuel and power products	64.058	0	0	0	8.766	72.824
Ferrous and non-ferrous ores and metals	0	0	0	0	3.317	3.317
Non-metallic mineral products	0	0	0	0	0	0
Chemical products	872	0	0	0	5.984	6.856
Metal products except machinery	555	0	0	0	2.166	2.721
Agricultural and industrial machinery	0	0	14.231	0	5.544	19.776
Office and data processing machines	0	0	3.640	0	0	3.640
Electrical goods	891	0	2.429	0	3.527	6.847
Transport equipment	106.704	12.785	74.702	6.617	71.154	271.963
Food, beverages, tobacco	0	0	0	0	0	0
Textiles and clothing, leather and footwear	21	0	0	0	1.451	1.472
Paper and printing products	1.030	0	0	0	0	1.030
Rubber and plastic products	893	0	82	0	3.954	4.928
Other manufacturing products	0	0	59	0	879	939
Building and construction	0	0	89.271	0	0	89.271
Recovery, repair services, wholesale, retail	75.632	0	8.674	0	2.267	86.573
Lodging and catering services	0	0	0	0	0	0
Inland transport services	92.734	136	1.675	0	9.552	104.097
Maritime and air transport services	46.086	101	76	0	32.633	78.897
Auxiliary transport services	30.568	2.876	24	0	7.640	41.107
Own-account and business transport services	154.932	11.778	21.578	0	0	188.289
Communication services	0	0	0	0	0	0
Services of credit and insurance institutions	33.435	0	53	0	0	33.488
Other market services	24.162	0	2.859	0	906	27.928
Non-market services	1.429	37.961	568	0	0	39.958
DOMESTIC GOODS AND SERVICES	634.001	65.637	219.924	6.617	159.742	1.085.920
IMPORTS OF GOODS AND SERVICES	41.625	0	24.288	3.761	14.727	84.400
TOTAL TRANSPORT-RELATED FINAL DEMAND	675.626	65.637	244.211	10.378	174.468	1.170.319
Share in total final demand	18,6	5,2	21,3	38,4	26,2	17,4

4.4 Value-added embodied in EU transport-related activities

As we have seen earlier, not all transport-related activities depend directly on final uses. Intermediate demand for transport services is also generated by non-transport final demand. If one wants to measure the impact transport has on the economy all transactions in the intermediate sector linked to transport would have to be included. This involves looking at the entire transport-related supply chain. As however all transport-related activities are driven by final demand, be it directly or indirectly, transport can best be measured by the transport content of final demand or rather by the value-added this content represents.

Transport services are a core element in this content but the value-added they contribute directly is relatively modest. It totalled 562 billion ECU in 1995, most of which was attributable to private consumption as can be seen from table 14(I). Suppliers added another 216 billion ECU (table 14(I), second column). The transport content of final demand measured by the transport services its components generate can therefore be put at 778 billion ECU, which

is 13.1 per cent of GDP. The last column in table 14(I) has been added for mere information. It indicates the level of foreign supplies required directly and indirectly in the production of transport services within the European Union.

Table 14: EU 1995: Measuring transport in the EU

(I) Transport services provided by Industry

Embodied in:	VA by Transport industries (TI)	VA by domestic supplies to TI	Imports (TI and suppliers)
Transport-related FD			
- Consumer exp	231.177	90.399	21.858
- Government Cons	12.643	4.111	769
- Fixed Capital Form	28.773	9.740	1.842
- Stocks	467	168	33
- Exports	34.125	17.859	7.341
Non-transport-related FD			
- Consumer exp	128.740	47.371	9.435
- Government Cons	35.044	12.937	2.754
- Fixed Capital Form	64.174	23.160	4.462
- Stocks	933	338	67
- Exports	26.039	9.637	1.928
Total Final Demand	562.115	215.719	50.488
Share in GDP (%)	9,5	13,1	

Value added by transport industries and their domestic suppliers

777.834 m ECU
=
13,1 per cent of GDP

(II) Transport-related final demand

Embodied in:	Transport-related VA by			Tr.related Imports (dir. + indir.)
	Transport industries (TI)	Other sectors	of which: Supplies to TI	
Transport-related FD				
- Consumer exp	231.177	341.648	90.399	102.801
- Government Cons	12.643	49.588	4.111	3.405
- Fixed Capital Form	28.773	170.408	9.740	45.030
- Stocks	467	5.371	168	4.540
- Exports	34.125	104.041	17.859	36.302
Total	307.185	671.056	122.276	192.079

Value of all goods and services delivered to final users for transport purposes

1.170319 m ECU
of which domestically relevant
978.240 m ECU
=
16,5 per cent of GDP

(III) Transport-related Gross Domestic Product (GDP)

Embodied in:	Transport-related VA by		
	Transport industries (TI)	Other sectors	of which: Supplies to TI
Transport-related FD			
- Consumer exp	231.177	296.606	90.399
- Government Cons	12.643	49.588	4.111
- Fixed Capital Form	28.773	170.408	9.740
- Stocks	467	5.371	168
- Exports	34.125	104.041	17.859
Non-transport-related FD			
- Consumer exp	128.740	93.285	47.371
- Government Cons	35.044	12.937	12.937
- Fixed Capital Form	64.174	23.160	23.160
- Stocks	933	338	338
- Exports	26.039	9.637	9.637
Total Final Demand	562.115	765.371	215.719

Total value added by transport-related activities

1.327.486 m ECU
=
22,4 per cent of GDP

Table 14(I) provides us with rather detailed information on the role the components of final demand play in creating demand for transport services. Each of them can be split into a transport-related and a non-transport related element. More than 40 per cent of the transport services industry produces are generated by non-transport related demand. In the case of fixed capital formation the amount of transport required by the non-transport related element is about twice as high as the contribution made by the transport related element.

Table 14 (II) measures transport-related final demand. It includes some but not all transport services provided by industry. The 'transport content' of it seems to be 100 per cent at first sight because all of it is transport-related. However, this is only true if one includes foreign supplies. In order to determine the value transport-related demand adds to domestic GDP, direct and indirect imports have to be deducted. This leaves the transport content at of 978 billion ECU equivalent to 16.5 per cent of EU GDP. Although this measure yields a higher percentage than the isolated look at the commercially-provided transport services, it is not yet a full measure of the transport content of GDP because it ignores transport services provided in response to non-transport related final demand. The measure proposed in table 14(III) adds these, while cutting out foreign supplies, and is the most comprehensive measure of the impact of transport-related activities in the EU. The total of 1 327 m ECU worth of transport-related value-added table 14(III) provides equals 22.4 per cent of EU GDP. This is the amount of economic resources transport required in 1995. Again, almost 57 per cent of the total are directly or indirectly attributable to consumers' expenditure. 22 per cent of transport-related value-added were generated by fixed capital formation and 13 per cent by exports.

4.5 Non-transport industries' dependence on transport

The measures used so far were of a general nature, They did not deal explicitly with the dependence of individual industries on transport. This dependence is of a dual nature. It concerns transport as a source of output as well as its use as an input. In order to illustrate to which extent individual industries benefit from transport and to which extent they rely on it at the same time, we shall, for a moment, go back to the original, unmodified I-O table where transport services still form a part of the output of non-transport industries.

As shown in table 15, the benefit individual sectors derive from transport in terms of output consists of two components. One is the production of own-account and business transport services which has been split in the table depending on the kind of vehicle used (columns 1 & 2), while the second component consists of direct and indirect supplies driven by transport-related demand (column 3). The output-related columns of the table show the highest degree of dependence on transport as a source of demand for fuel and power products, rubber and plastic products, metals as well as metal and mineral products. They confirm the role of transport as a major consumer of energy and they show its reliance on raw materials, iron and non-iron metals in particular. Unsurprisingly, the manufacturers of transport equipment depend almost totally on transport-related demand, leaving a share of about 5 per cent to uses

not covered by the definition of transport used in this paper. When comparing the first two columns of the table, it can be seen that as far as the production of transport services is concerned, the use of cars and vans by non-transport industries is of far greater importance for most sectors than own-account road haulage with heavy goods vehicles.

Table 15: EU 1995 - Non-Transport Industries' Dependence on Transport

Non-transport industries	Transport-related output (m ECU)					Transp. services required per 100 units of output supplied to final demand	
	Output of transport services using		Transport-rel. supplies	Transport-rel. output	Share in Total (%)	directly	in total
	cars & vans	HGV					
	1	2	3	4	5	6	7
Agriculture, forestry and fishery products	7.528	2.199	6.693	16.420	5,6	3,7	8,4
Fuel and power products	9.176	6.516	194.516	210.208	40,4	3,3	6,4
Ferrous and non-ferrous ores and metals	2.731	2.466	53.898	59.095	29,0	9,3	17,4
Non-metallic mineral products	6.286	4.727	33.068	44.082	23,5	8,6	14,0
Chemical products	3.489	903	46.451	50.843	13,8	4,8	10,4
Metal products except machinery	4.878	1.445	56.780	63.102	23,5	4,3	9,9
Agricultural and industrial machinery	5.554	3.230	46.944	55.728	16,5	5,5	10,9
Office and data processing machines	2.953	295	8.756	12.004	16,0	5,1	9,8
Electrical goods	5.740	3.457	43.257	52.454	19,8	5,0	9,9
Transport equipment	7.941	2.738	366.746	377.425	94,7	4,9	11,3
Food, beverages, tobacco	24.133	10.196	9.762	44.090	7,3	5,5	11,1
Textiles and clothing, leather and footwear	3.851	1.693	10.101	15.646	6,6	4,2	9,3
Paper and printing products	5.365	562	34.341	40.268	13,9	4,9	9,7
Rubber and plastic products	2.479	718	41.373	44.570	30,9	4,0	9,1
Other manufacturing products	3.923	3.921	14.640	22.484	10,6	5,2	10,3
Building and construction	9.625	14.452	119.299	143.376	17,8	4,3	9,4
Recovery, repair services, wholesale, retail	58.106	19.122	185.197	262.425	20,5	6,4	9,2
Lodging and catering services	11.644	279	11.491	23.414	6,9	3,4	7,4
Communication services	9.407	1.239	28.280	38.927	21,2	3,0	4,5
Services of credit and insurance institutions	6.360	30	155.416	161.806	25,2	2,7	9,7
Other market services	108.718	46.106	251.403	406.227	19,8	2,0	3,9
Non-market services	18.842	3.298	59.263	81.404	4,9	2,1	4,8

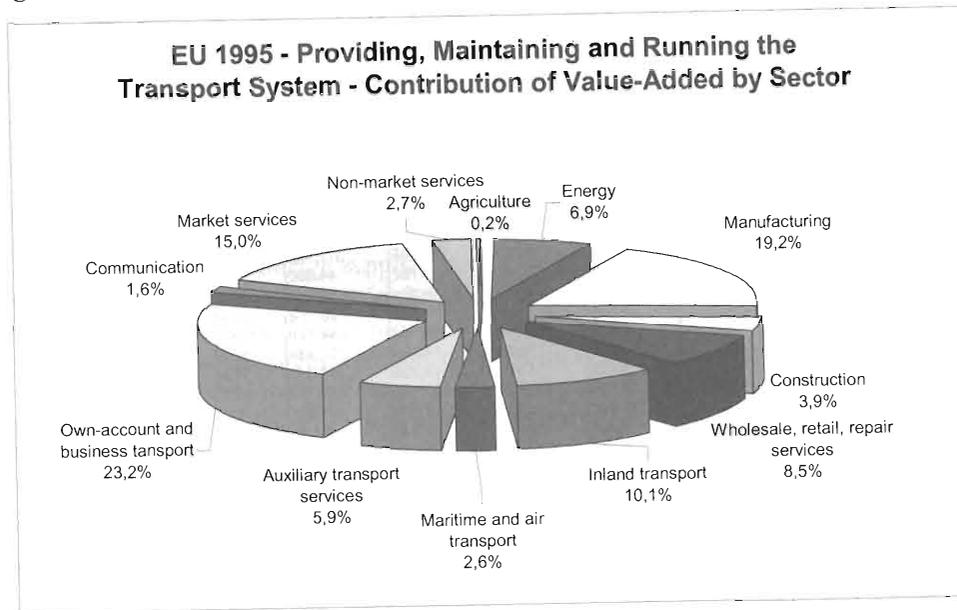
The last two columns of the table take a different perspective. They provide the amount of transport services each sector consumes directly and indirectly per unit of output supplied to final demand. Dependence on transport as an input is greatest in the production of raw materials, semi-finished goods and in the construction sector. For most sectors the total requirements coefficients are in the order of 10 per cent, which means that an increase in the costs of production of transport and related services by 10 per cent would, other things being equal, lead to price increase for most goods in the order of one percent.¹⁶

Providing, maintaining and running Europe's transport system and transport-related exports to third countries not only contributed 1 327 bn ECU to the Union's GDP but created more the 30 m jobs, using about a quarter of the European Union's capital resources. Figure 5 indicates the value-added contributed by the main sectors of the economy involved in transport-related production processes. It does not come as a surprise that manufacturing holds a major stake as a supplier to current transport-related activities as well as a provider of transport equipment and other transport-related capital goods. But the large contribution that

¹⁶ It should be kept in mind that this refers to total costs of operation, not just to fuel, repairs and maintenance costs of vehicles.

comes from the service industries should be noted as well. The traditional transport industries, on which statistics usually focus when talking about the importance of transport in the economy, accounted for less than 19 per cent of the transport content of GDP, less than own-account and business transport services we have identified in the course of our analysis. It will be interesting to watch how these contributions will change in the future and it will be of particular interest to see whether transport can maintain its unique role as a source of growth.

Figure 5



Projecting some of the trends visible today would lead to the assumption that new technologies will continue to shape the future world of transport. Some of these technologies may however reduce the need for physical transport. New information and communications systems have already transformed planning, design, management and maintenance of the transport system. As infrastructure nears capacity, particularly in urban areas, these technologies are likely to support growing demand by making the use of existing networks more efficient. The computer, the Internet and cellular telephones, are providing opportunities to work anywhere, anytime. Telecommuting will change the way people live and work, including how, when, and where they travel. New technologies are also likely to enhance the efficiency, capacity, and safety of the existing railway system, provided Europe's railways stop thinking national. On the other hand, the automation of highways is but a question of time. The use of advanced materials, of energy-efficient and low-pollution power plants and growing differentiation in vehicle use will create new opportunities in the construction of motor vehicles while aircraft are likely to become more efficient and quieter. All this does not suggest that trans-

port as a technology is likely to run out of steam. But the overall trend behind transport's dynamic drive towards a low-pollution energy-saving future is for electronic devices and software and new materials to take a continuously growing share in the input of the transport system at the expense of energy and raw materials. Also, jobs seem to be moving away from transport as its production becomes more efficient, they are moving to support communication which has overtaken transport in terms of growth already.

I-O analysis is an instrument capable of 'tracking and tracing' these changes as they work their way through the transport system, cutting, at least relatively, the production costs or transport services. The impact this process has on the EU economy can be measured by using different criteria, some of which have been described in the present paper. But in order to use them, greater awareness of transport as a generator of income and employment is required. It was with the purpose of raising this awareness that the present paper was written.

Table 16

EU 1995 - Physical Characteristics of the Transport System																
	A	B	Dk	FIN	F	D	EL	IRL	I	L	NL	E	P	S	UK	EU
Number of Enterprises																
- Railways	21	11	14	2	27	99	1	2	29	1	1	49	1	11	114	383
- Other land transport	11.255	12.322	11.887	19.286	81.662	89.317	20.000	2.252	102.165	505	10.949	185.332	13.566	22.918	48.078	631.494
- Water transport	110	2.415	876	290	2.010	2.413	175	43	565	39	4.870	379	70	318	1.194	15.767
- Air transport	112	197	169	78	575	408	57	38	164	6	65	194	15	91	1.083	3.252
- Auxiliary transport services	2.419	4.344	2.894	1.287	11.620	33.511	5.157	752	19.201	136	4.740	16.833	1.552	2.210	10.581	117.237
Infrastructure (length of lines; km)																
- Railways	5672	3368	2349	5880	31039	41719	2474	1947	15998	275	2739	12280	28850	9782	16999	156271
- Urban rail	310	336	0	32	418	3181	26	0	555	0	490	536	102	258	599	6903
- Roads (1000 km)	129.9	144.1	71.7	77.7	971.1	660.7	115.2	91.5	312.2	5.3	127.1	164.6	118.9	139.2	392.9	3.310.0
- Pipelines	777	294	409	0	4.830	3.318	0	0	4.235	0	391	3.691	0	0	2.602	20.547
- Inland Waterways	351	1.531	0	6.245	5.962	7.343	0	0	1.466	37	5.046	0	0	0	2.353	30.334
Transport equipment																
- Rail: passenger transport veh.	3.287	3.271	1.534	947	15.764	18.163	869	334	13.068	146	2.691	4.448	1.394	1.589	8.000	75.505
- Rail: goods transport wagons (1000)	27.1	19.6	4.1	13.7	112.2	240.5	11.1	1.6	80.6	2.3	5.8	28.7	4.2	19.9	14.0	585.3
- Passenger cars (m)	3.6	4.3	1.7	1.9	27.8	40.4	2.2	1.0	31.7	0.2	5.6	14.2	2.6	3.6	21.9	162.7
- Light goods vehicles (1000)	90	247	180	220	3.409	1.250	708	60	1.905	5	5	2.348	331	242	2.072	13.072
- Heavy goods vehicles (1000)	213	178	140	43	765	1.030	178	87	1.152	18	595	459	298	72	519	5.643
- Buses and coaches (1000)	9.8	14.6	13.5	8.1	80.0	86.3	24.6	0.4	77.2	0.8	12.0	47.4	15.0	14.6	80.0	490.0
Transport services																
- Passenger-kilometres (pkm)																
- Passenger cars	68.1	91.2	61.0	50.1	664.5	730.8	58.8	42.4	614.5	4.7	146.8	99.5	328.3	87.0	609.0	3.656.1
- PTW	1.3	1.4	0.6	1.0	16.7	12.8	8.6	0.3	53.1	0.0	2.8	4.0	13.7	0.7	4.4	121.3
- Buses and coaches	10.5	12.5	10.6	8.0	41.0	68.5	20.2	5.2	85.9	0.4	14.5	13.1	40.2	8.8	44.3	383.6
- Tram and Metro	1.5	0.8	0.0	0.4	9.0	8.5	0.7	0.0	5.2	0.0	1.4	0.5	4.3	1.4	6.8	40.6
- Railways	9.8	6.8	5.0	3.2	55.3	63.5	1.6	1.3	52.4	0.3	14.0	4.8	16.0	6.2	30.2	270.3
- Waterborne	0.0	0.4	1.8	2.9	2.0	1.1	4.8	1.1	3.5	0.0	0.4	0.1	0.2	4.5	4.5	27.3
- Bicycle	1.2	3.3	4.7	1.3	4.4	23.5	0.3	0.7	9.0	0.0	13.3	0.3	0.8	2.4	4.5	69.6
- Air (Intra-EU)	6.9	9.8	7.9	4.0	24.5	43.2	13.1	9.6	10.9	1.0	14.9	8.5	48.2	8.7	61.6	282.5
- Total	99.3	126.2	91.6	70.8	817.4	951.9	108.1	60.5	834.6	6.5	208.0	130.8	451.6	119.7	765.3	4.851.3
- Tonne-kilometres (tkm)																
- Haulage on national territory	14.9	36.6	14.7	23.2	232.8	279.7	14.8	5.4	194.8	1.9	42.2	13.0	94.6	29.3	146.7	1.144.6
- National haulage by vehicles registered	11.3	19.0	9.3	21.3	135.3	201.3	12.4	4.5	162.4	0.5	27.0	11.1	78.7	27.8	143.7	865.6
- International haulage by vehicles registered	15.5	24.1	12.4	2.3	21.8	34.6	0.9	0.2	12.0	3.3	38.7	1.9	23.1	2.0	14.4	207.4
- Railways	13.2	7.6	2.0	9.6	48.1	68.8	0.3	0.6	21.7	0.5	3.1	2.0	10.4	19.4	13.3	220.6
- Inland waterways	2.0	5.8	0.0	0.4	5.9	64.0	0.0	0.0	0.1	0.3	35.5	0.0	0.0	0.0	0.2	114.3
- Pipelines	6.8	1.4	2.9	0.0	22.2	16.6	0.0	0.0	12.8	0.0	5.3	0.0	5.9	0.0	11.1	84.9
- Sea (Domestic)	0.0	0.1	2.3	2.6	6.2	0.8	7.1	0.3	35.3	0.0	0.0	1.4	37.2	7.9	52.5	153.7
- Sea (Intra-EU)	0.0	57.6	18.1	98.6	86.1	83.8	56.0	11.3	132.5	0.0	89.1	27.1	76.6	21.7	158.1	914.0
- Total	48.8	115.6	47.0	134.8	325.6	469.9	76.7	16.9	376.8	4.6	198.7	43.5	231.9	78.8	393.3	2.560.5

Abstract

The definitions presently used in national accounting lead to an under-representation of transport as a source of income and employment. The ubiquity of the motor vehicle and the flexibility it affords have led to a shift in the centre of gravity of transport away from the traditional for-hire transport industries (formally identified as such) to transport activities conducted by business units and individuals on own account which remain virtually invisible in national accounting, although physically and in terms of value, their weight is greater than that of the services provided by the traditional transport industries. Transport services reflect only part of transport's impact on the economy. Any useful measure of the importance of transport would have to include transport-related final demand, covering consumers' expenditure on motorisation, transport-related expenditure on infrastructure, transport equipment and other capital goods as well as transport-related services provided by the administration. In 1995, these components of final demand and the transport services provided by industry accounted for 22.4 percent of GDP in the European Union and more than 30 m jobs.

Eisenbahninfrastruktur in Deutschland: Öffentliche oder private Bereitstellung?

VON RÜDIGER MUNZERT, DARMSTADT

1. Einleitung

Mit dem Erscheinen des Schlußberichts der Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung („Pöllmann-Bericht“) hat die Diskussion um die institutionelle Ausgestaltung des deutschen Schienennetz neuen Auftrieb erhalten. Der Bericht macht einige – mehr oder minder konkrete – Vorschläge zur Neugestaltung der Netzbereitstellung. Die politische Umsetzung dieser Vorschläge ist allerdings noch sehr unsicher: Wird das Netz nun doch aus der DB AG ausgegliedert und somit die ursprünglich für eine dritte Stufe der Bahnreform angedachte institutionelle Trennung von Netz und Betrieb vollzogen? Bleibt das Netz eine Einheit, oder werden aus dem heutigen DB-Netz Strecken abgespalten, um Regional- und Lokalnetze zu bilden? Und bleibt das Netz in öffentlichem Besitz, oder wird es ganz oder teilweise privatisiert?

Im Gegensatz zu den ersten beiden Fragen (vertikale Trennung, horizontale Trennung) gibt die Regierungskommission auf die Frage der öffentlichen versus privaten Netzbereitstellung keine klare Empfehlung. Sie spricht zum einen davon, daß Regional- und Lokalnetze „an Länder/Kommunen, Verbände oder Private“¹ abgegeben werden sollten. Zum anderen deutet sie für das Fernstreckennetz, welches nach Abgabe solcher regionaler Netzteile verbleiben würde, die Möglichkeit einer partiellen Privatisierung an. Dazu verweist sie auf die Grundgesetzbestimmung des Art. 87e Abs. 3. Dessen heutiger Fassung zufolge kann eine Minderheitsprivatisierung (bis zu 49% der Anteile) zu gegebener Zeit erfolgen. Unter welchen Bedingungen private Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) öffentlichen Trägern vorzuziehen sind, ist allerdings noch nicht genauer untersucht worden. Im folgenden sollen daher grundsätzliche Überlegungen zu dieser Thematik angestellt werden.

Die Basis für solche Überlegungen muß dabei die in der Bundesrepublik Deutschland getroffene Grundentscheidung für ein privatwirtschaftliches, über Märkte geregeltes Wirtschaftssystem bilden. Diese Entscheidung impliziert a priori eine Überlegenheitsvermutung zugunsten privater Produktion im Vergleich zu staatlicher Güterbereitstellung.² Ein Abweichen vom

Anschrift des Verfassers:

Rüdiger Munzert
Adelungstraße 35
64283 Darmstadt

¹ Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung, S. 48.

² Insofern handelt es sich um eine Art ökonomisches Subsidiaritätspostulat (vgl. Müller/ Vogelsang 1979, S. 313).

privaten Bereitstellungsmechanismus in einzelnen Bereichen bedarf deshalb stets der ökonomischen Rechtfertigung. Dieser Auffassung soll im weiteren gefolgt werden.

Demgemäß gilt es in Bezug auf das Bahnnetz zu überprüfen, ob *Marktversagen* im Schienennetz ausnahmsweise einen öffentlichen Produktionsauftrag rechtfertigt. Dies muß in einem zweischrittigen Vorgehen geschehen: Zuerst ist zu prüfen, ob ein Marktversagen vorliegt. Dies soll in Abschnitt 2 erfolgen. Danach ist zu diskutieren, ob eine staatliche Produktion die konstatierten Mängel besser beseitigen kann als ein Verbleib der Produktion im privaten Sektor, gegebenenfalls ergänzt durch eine adäquate staatlicher Regulierung. Dieser Frage widmet sich Abschnitt 3. Eine Zusammenfassung schließt die Ausführungen ab.

2. Marktversagen bei Eisenbahninfrastruktur?

Der Markt, der zwischen den Betreibern eines Schienennetzes und den Zugbetreibern entsteht, ist der Markt für Fahrtrassen. Das gehandelte Gut ist die Trasse, bzw. genauer die Nutzung der Trasse im tatsächlichen Betrieb.³ Im Rahmen der Diskussion von *Marktversagen* ist demnach zu klären, ob und inwiefern das Gut ‚Fahrtrasse‘ kein übliches, privates Gut darstellt.

Auf der Grundlage des traditionellen Konzepts der Wohlfahrtsökonomie hat die normative Regulierungstheorie hierzu zwei übergeordnete Fallgruppen von allokativem, i.e. wohlfahrtsökonomischen Marktversagen erarbeitet. Es handelt sich dabei um Marktversagen wegen der *Nichtexistenz von (privaten) Märkten* (Abschnitt 2.1), sowie wegen *ruinösen / fehlenden Wettbewerbs auf Märkten* (Abschnitt 2.2).⁴

2.1 Eisenbahninfrastruktur und privates Angebot

Drei wesentliche Gründe können dafür ausschlaggebend sein, daß ein Gut privatwirtschaftlich nicht bereitgestellt werden kann bzw. sollte: die *Öffentlichkeit des betrachteten Gutes*, dessen *externe Effekte*, sowie die mit ihm verbundenen *Informationsdefizite*. Auf diese Eigenschaften sollen Fahrtrassen im folgenden getestet werden.

2.1.1 Eisenbahninfrastruktur – ein öffentliches Gut?

Nach STIGLITZ sind *öffentliche Güter* durch das Auftreten mindestens einer von zwei Eigenschaften charakterisiert⁵: Entweder sind bei der Nutzung des Gutes Nutzungsausschlüsse nicht machbar, oder sie sind nicht wünschenswert. Beim Schienennetz jedoch sind Nutzungs-

³ Bei einer (Fahrplan-)Trasse handelt es sich um das Recht, einen bestimmten Streckenabschnitt zu einer bestimmten Zeit nach vorgegebenen Kriterien (Halte, Geschwindigkeiten, ...) zu befahren, gestützt auf die Dienste der Fahrplanerstellung und der Betriebslenkung des Streckeneigners.

⁴ Vgl. z. B. Horn/ Knieps/ Müller 1988, S. 20f., 39f., oder Brümmerhoff 1996, S. 47.

⁵ Vgl. Stiglitz 1988, S. 119f.

ausschlüsse sehr wohl machbar. Jede Zugfahrt muß explizit in den Fahrplan aufgenommen werden. Außerdem bedarf sie einer zentralen Lenkung seitens der Betriebsleitung des Netzbetreibers. Ohne ein aktives Mitwirken des Netzanbieters kann also keine Trassennutzung erfolgen. In der Umkehrung bedeutet dies, daß der Netzeigner jedem Nachfrager die Nutzung des von ihm produzierten Gutes in jedem Falle verweigern kann.

Zu fragen bleibt daher, ob ein Nutzungsausschluß unerwünscht sein könnte. Dies wäre aus wohlfahrtstheoretischer Sicht dann der Fall, wenn eine echte Nicht-rivalität im Konsum vorläge.⁶ Dies ist gleichbedeutend damit, daß die marginalen Kosten, die entstehen, wenn das Produkt einem weiteren Nutzer bereitzustellen ist, gleich null sind. Dabei umfassen diese marginalen Kosten sowohl die echten Produktionszusatzkosten als auch die sozialen Kosten (eventuelle Nutzeneinbußen bei den bisherigen Nutzern). Die kurzfristigen Produktionsgrenzkosten eines zusätzlichen Zuges sind für das Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) in der Tat recht gering. Es fallen hier nur – im Verhältnis zur Streckenvorhaltung – sehr geringe Trassenvermarktungs-, Zugleit- und Schienenverschleißkosten an. Sobald allerdings der zusätzliche Zugbetreiber dann fahren will, wenn bereits ein anderer Zug verkehrt (i.e. dieselbe Trasse wird mehrfach nachgefragt), dann fallen soziale Kosten an: In einem solchen Fall verdrängt derjenige Nachfrager, der die Trasse bekommen hat, den oder die anderen Nachfrager, die sie nicht zugeteilt bekamen. Geht man davon aus, daß diese die gewünschte Trasse als ihre nutzenoptimale gewählt haben, so entstehen ihnen jetzt Opportunitätskosten in Höhe der Nutzendifferenz zwischen der eigentlich gewählten und der letztendlich erhaltenen Trasse. Die sozialen Grenzkosten der Nutzung sind nicht mehr gleich null. Auch wenn keine Mehrfachnachfrage für eine Trasse auftritt, die Strecke aber so dicht belegt ist, daß die Züge sich gegenseitig Verspätungen auferlegen, sind echte (oft erhebliche) soziale Kosten gegeben.⁷

Insofern kann festgehalten werden, daß es bei Schienenstrecken nur in einem einzigen Fall in Betracht kommt, von einem öffentlichen Gut auszugehen: Dies ist der Fall einer unterausgelasteten Strecke, auf der es nicht zu Trassenmehrfachnachfrage kommt. In der Praxis kann man sich darunter wohl am ehesten eine sehr schwach befahrene Nebenstrecke vorstellen, deren Instandhaltung aus irgendeinem Grund als gegeben angesehen wird. Man sollte sich jedoch fragen, warum eine solche kaum genutzte Strecke erhalten werden muß. Eine hohe Auslastung zu erreichen muß ja gerade das Ziel des Netzmanagements sein, um die in der Strecke gebundenen hohen Fixkosten zu rechtfertigen.⁸

⁶ Eine solche ist dann gegeben, wenn der Konsum eines Gutes durch einen Benutzer die Konsummöglichkeiten für andere Nutzer nicht reduziert. Eine Nutzung durch die Wirtschaftssubjekte *i* erlaubt also die gleichzeitige Nutzung durch die Wirtschaftssubjekte *d* ohne irgendeine Nutzeneinbuße, weder bei *i* noch bei *d*. Vgl. Brümmerhoff 1996, S.77.

⁷ Diese sind als „Staukosten“ aus der Diskussion um den Straßenverkehr hinreichend bekannt.

⁸ VAN SUNTUM weist richtig darauf hin, daß eine Art Rivalität des Konsums auch bei unausgelasteter Kapazität vorliegt, nämlich zwischen den Schienenwegennutzern einerseits und denjenigen Bürgern andererseits, welche die Mittel lieber für anderen Konsum verwendet hätten. Vgl. van Suntum 1986, S. 94.

Ein einigermaßen volkswirtschaftlich sinnvolles Schienennetz – und dieser Anspruch liegt der Bahnreform ja zugrunde – wird also gut ausgelastet sein. Damit zeigt es aber genau jene Eigenschaften, die es zu einem privaten statt zu einem öffentlichen Gut machen. Trassen als öffentliches Gut zu behandeln ist, aus dem (gerechtfertigten) Blickwinkel der Bahnreform heraus, also abzulehnen.

2.1.2 Eisenbahninfrastruktur und externe Effekte

Ein weiteres neo-klassisch normatives Argument für einen staatlichen Eingriff in die Bereitstellung von bestimmten Gütern sind die an sie gebundenen *Externen Effekte*. Zur Beantwortung der Frage nach externen Effekten der Eisenbahninfrastruktur ist es wichtig, zwischen solchen externen Effekten zu unterscheiden, die aus der Bereitstellung dieser Infrastruktur selbst resultieren, und jenen, die erst durch die Nutzung dieser Infrastruktur durch Fahrzeuge verursacht werden. Nur erstere sind bei der Frage der Netzbereitstellung relevant.⁹ Nichtsdestotrotz existieren sie: Zu nennen sind als externe Kosten insbesondere die schädlichen Umweltwirkungen der Strecken (Bodenversiegelung, Landschaftstrennung, Biotopzerstörung,...), und als positive Externalität vor allem ihr Optionsnutzen für potentielle Nutzer der Strecke.

Externe Effekte werden häufig als Grund dafür angeführt, daß eine bestimmte Produktion nicht rein privat erfolgen sollte, da eine solche allokativen Verzerrungen unterläge und so suboptimale Entscheidungen getroffen würden. Die traditionell abgeleitete Forderung, daß bei Vorliegen signifikanter externer Effekte der Staat die Güterbereitstellung übernehmen sollte, ist allerdings nicht ohne Probleme. So unterstellt diese Forderung, der Staat würde, einem volkswirtschaftlichen Gemeinwohlkalkül statt einem betriebswirtschaftlichen Gewinnkalkül folgend, die externen Effekte der Güterbereitstellung quasi „von selbst“ und vollständig in seinen Entscheidungsprozeß mit einbeziehen. Dies ist jedoch keineswegs zwingend. Vielmehr ist in einem solchen politischen Bereitstellungsprozeß zu erwarten, daß außerökonomische Entscheidungskriterien die ökonomischen überwiegen werden: die aktuelle Haushaltslage, Lobbying relevanter Interessensgruppen, Klientelpflege der wahlabhängigen Politiker etc. Es kommt durch die staatliche Bereitstellung also keineswegs unbedingt zu einer ökonomisch effiziente(re)n Ressourcenallokation. Vielmehr besteht die hohe Wahrscheinlichkeit eines normativen Staatsversagens anstelle eines normativen Marktversagens.

Mit größerer Wahrscheinlichkeit, Genauigkeit und Transparenz erfolgt die Internalisierung der externen Effekte wohl bei der Wahl einer Pigou-Lösung. Hier verändern bestimmte Maßnahmen seitens des Staates die Grenzkosten der Produktion durch die Einbeziehung der ex-

⁹ Darauf weist z.B. auch die EU-Kommission richtig hin (vgl. EU-Kom 1996, S. 19). Die Unterscheidung ist aus folgendem Grund wichtig: „Handeln können stets nur Individuen allein oder stellvertretend für Organisationen, so daß eine effizienzorientierte, marktwirtschaftliche Verkehrspolitik ihre Signale dezentral auf jeden einzelnen Entscheidungsträger richten muß. Infrastrukturanbieter sind mit Transportunternehmen nicht identisch, stellen unterschiedliche Güter bereit und fällen zeitlich voneinander getrennte Entscheidungen. Sollten externe Effekte des Transports und der Infrastruktur korrekturbedürftig sein, müssen unterschiedliche Akteure (...) angesprochen werden (...)“ (Holzhey 1999, S. 48f.).

ternen Grenzkosten und -nutzen und geben so dem Entscheider allokatiosoptimale Preissignale.¹⁰ Für diese Korrektur ist es eigentlich unerheblich, ob der Staat oder ob Private das mit externen Effekten behaftete Gut anbieten, solange nur der Anbieter sich preisorientiert verhält. Weder eine private noch eine staatliche Erstellung von Schieneninfrastruktur ist damit von vornherein ausgeschlossen. Allerdings ist die staatliche Bereitstellung aus folgendem Grund problematisch: Hier nämlich ist der Pigou-Steuer-Zahler gleich dem Steuereinnemenden bzw. der Pigou-Subventionsempfänger gleich dem Subventionszahler.¹¹ Der Druck auf die hoheitliche Seite des Staates, die Höhe dieser Zahlungen an die Höhe der Externalitäten anzugleichen, und der Druck auf die Infrastruktur bereitstellende Seite des Staates, ihre Entscheidungen auch wirklich an diesen Werten auszurichten, ist gering. Überläßt man die Schienenbereitstellung jedoch Privaten und konfrontiert sie mit gesamtwirtschaftlich optimalen Pigou'schen Korrekturzahungen, so kann man aus dem Gewinnmaximierungsstreben der Produzenten heraus eine bestmögliche Ressourcenallokation erwarten. Man reduziert damit das Problem auf die hoheitliche Festlegung der Pigou'schen Steuer- und Subventionsätze.

Abschließend ist zum Komplex der externen Effekte festzustellen, daß die Erstellung, Bereithaltung und insbesondere die Nutzung von Eisenbahninfrastruktur wie fast jede Produktion und Konsumtion mit solchen Effekten einhergeht. Für deren Kompensation ist es eher günstig als hinderlich, wenn das handelnde Wirtschaftssubjekt dem privaten und nicht dem öffentlichen Sektor entstammt. Eine Pigou-Lösung kann dann sauber greifen. Externe Effekte sprechen also weitgehend gegen eine staatliche Verwaltung und für ein privates Management des Eisenbahnschienennetzes.

2.1.3 Eisenbahninfrastruktur und Informationsdefizite

Die Institutionenökonomie weist darauf hin, daß auch *Informationsdefizite* dazu führen können, daß private Märkte nicht oder nur eingeschränkt existieren.¹² In Bezug auf Eisenbahninfrastruktur erscheint *Unsicherheit* als potentielles Problem. Hierbei handelt es sich um ein Nichtwissen über zukünftige Entwicklungen, die auch mit sehr großem Aufwand nicht mit vollkommener Sicherheit prognostiziert werden können.¹³ Sofern ein Risiko nicht-unternehmerischer Natur ist (insbesondere „höhere Gewalt“), ist es meist fremdversicherbar, und damit planbar. Bei unternehmerischen Risiken allerdings ist grundsätzlich keine Versicherung möglich. Beispiele für derartige Risiken, die der Unternehmer bewußt und freiwillig eingeht, um im Erfolgsfalle durch einen Gewinn belohnt zu werden, sind Änderungen der Präferenzen der Kunden oder ihrer Zahlungsbereitschaft.

¹⁰ Vgl. z.B. Brümmerhoff 1996, S. 68f.; bei negativen Externalitäten erhebt der Staat eine Steuer (Pigou-Steuer), bei positiven externen Effekten leistet er eine Subventionszahlung.

¹¹ Dies gilt zumindest, wenn man alle staatlichen Stellen unter den Begriff „Staat“ faßt und keine Detaillierungen vornimmt.

¹² Vgl. Fritsch/ Wein/ Ewers 1993, S. 185ff.

¹³ Vgl. hierzu und zum folgenden Fritsch/ Wein/ Ewers 1993, S. 206ff.

Somit stellt das unternehmerische Risiko letztendlich immer eine Form der (Gewinn-) Unsicherheit dar, die in direktem Zusammenhang steht mit der Entscheidung über den Einsatz und die Bindung von Ressourcen zum Zwecke der Gewinn-erzielung. Unternehmen besitzen im allgemeinen ganz brauchbare Strategien, um dieses Risiko zu mindern. Eine Hauptstrategie besteht darin, relative Sicherheit zu suchen, indem langfristige Kapitalbindungen vermieden werden. Die Unternehmen konzentrieren sich so auf Projekte mit Laufzeiten, die im Vergleich zum Zeitraum einer einigermaßen verlässlichen Marktprognose als kurz zu bewerten sind. Dies ermöglicht es dem Unternehmer, entsprechend den sukzessive eintreffenden Informationen neu zu disponieren. Genau das ist privaten Eisenbahninfrastrukturunternehmern allerdings nicht möglich. Dies liegt daran, daß die Investitionen in Strecken extrem langfristig festgelegt sind (über Jahrzehnte) und so gut wie nicht wieder zurückzuholen sind (Problematik der versunkenen Kosten). Eine fortwährende Neudisposition der investierten Mittel ist also ausgeschlossen. Somit ist das Engagement in Eisenbahninfrastruktur für private Investoren ein besonders heikles Unterfangen: „Die Vorhaltung eines eigenen Streckennetzes ist (...) nicht nur ein großer Kostenfaktor, sondern birgt auch erhebliche Investitionsrisiken“¹⁴. Ob ein privater Investor solche eingeht, hängt vom Grad der Gewinn(un)sicherheit ab, die sich wiederum vor allem als Nachfrage(un)sicherheit darstellt. Hauptstrecken, auf denen ein ausreichendes Niveau an Trassennachfrage als dauerhaft sicher erscheint, dürften privatwirtschaftliche Investoren finden.¹⁵ Nebenstrecken aber, die nur wenig befahren werden und bei denen die Gefahr des weiteren Rückgangs oder gar der Einstellung der Transporte droht, werden wesentlich schwerer privates Kapital anlocken können. Insbesondere bei solchen Nebenstrecken, bei denen der Zugverkehr reiner Bestellerverkehr des regionalisierten ÖPNV ist, wird dies der Fall sein. Dort nämlich wird die Aufrechterhaltung des Zugbetriebs politisch entschieden und ist damit ökonomisch wenig planbar.

Hier kann aber eine zweite Hauptstrategie der unternehmerischen Risikominderung greifen: das Konzept der Risikostreuung. Der Effekt der Risikostreuung beruht darauf, daß sich in einem Portfolio von Projekten der Fehlschlag eines Projektes durch den Erfolg anderer mehr als wettmachen läßt.¹⁶ Durch das Bilden eines Portfolios aus mehreren Nebenstrecken kann möglicherweise auch ein privater Infrastrukturbetreiber zu einer solchen für ihn akzeptablen Situation kommen.¹⁷

¹⁴ Lindemann/ Oelschläger 1998, S. 320.

¹⁵ Hierzu muß der Staat allerdings das politische Risiko eines derartigen Engagements kalkulierbar machen. Sollen privatwirtschaftliche Engagements im Bahn(infrastruktur)sektor möglich sein, dann muß die Regierung ihre Intention glaubhaft machen, dem System Schiene seinen ökonomisch gerechtfertigten Platz im Verkehrsmix dauerhaft zukommen zu lassen.

¹⁶ Das Arrangement zur Risikominderung liegt dabei in der Zusammenfassung statistisch voneinander (mehr oder weniger) unabhängiger Einzelrisiken, für deren Gesamtheit sich ein ganz gut abschätzbarer Ergebniserwartungswert ergibt (vgl. Schönback 1980, S. 20). FRITSCH nennt diesen Effekt „stochastische“ Größenvorteile“ (Fritsch/ Wein/ Ewers 1993, S. 207).

¹⁷ Diese Überlegungen zu Informationsdefiziten im Zusammenhang mit Investitionsprojekten in die Schieneninfrastruktur lassen eine weitere Schlußfolgerung zu: Da kleine Netzbetreiber ein relativ geringes Streckenportfolio besitzen, greift bei ihnen der Effekt der Risikoneutralisierung entsprechend weniger. Dadurch werden für sie

Somit bleibt festzuhalten, daß – bei vom Staat glaubhaft gesetzten stabilen Rahmenbedingungen für die Bahn – ein privatwirtschaftliches Trassenangebot in den meisten Fällen auch unter Unsicherheitsgesichtspunkten erfolgen könnte.

2.2 Die Wettbewerbssituation im Trassenmarkt

Die obigen Ausführungen haben gezeigt, daß erstens Bahntrassen kein öffentliches Gut darstellen, zweitens externe Effekte eine staatliche Bereitstellung nicht rechtfertigen, und drittens Informationsprobleme ein privates Engagement zwar erschweren, aber doch in weiten Teilen des Netzes zulassen. In der Konsequenz muß demnach davon ausgegangen werden, daß sich ein privater Markt für Trassen zumindest in weiten Teilen des Netzes durchaus etablieren ließe. Zu klären bleibt, wie ein solcher privater Markt angebotsseitig strukturiert wäre, und ob sich nicht vielleicht hieraus Probleme ergeben könnten, die dann doch eine staatliche Bereitstellung rechtfertigen.

2.2.1 Eisenbahninfrastruktur und Natürliches Monopol

Bei Eisenbahntrassen liegt der Verdacht nahe, daß es sich hier um ein *natürliches Monopol* handelt. Von einem natürlichen Monopol spricht man dann, wenn genau ein Anbieter einen relevanten Markt kostengünstiger bedienen kann als eine Mehrzahl von Produzenten. Im Falle des Trassenmarkts sind als relevanter Markt alle Trassen zu betrachten, die einem Zugbetreiber auf der von ihm gewünschten Strecke (z.B. Darmstadt – Frankfurt) zur Verfügung stehen.¹⁸

Mathematisch wird der Fall des natürlichen Monopols durch die Subadditivität der Kostenfunktion der Marktbedienung charakterisiert.¹⁹ Ein typischer Fall von Subadditivität sind *economies of fill*, also Auslastungsvorteile.²⁰ Genau diese liegen bei Bahnstrecken vor. Das liegt an der überragenden Bedeutung der Fixkosten der Streckenvorhaltung im Vergleich zu den geringen variablen Kosten der Streckenbenutzung.²¹ Die pro Zug aufgewandten Durch-

große Investitionsprojekte so bedeutend, daß ihr Mißerfolg den Fortbestand des Unternehmens gefährden könnte. In der Notwendigkeit stochastischer Größenvorteile liegt also eine Begründung dafür, daß private Netzbetreiber eine gewisse Mindestgröße aufweisen müßten, um am Markt bestehen zu können.

¹⁸ Trassen auf anderen Relationen sind nicht relevant, da sie für den Zugbetreiber keine Alternative (Substitut) zur Erfüllung seines spezifischen Raumüberwindungswunsches darstellen.

¹⁹ Vgl. Horn/ Knieps/ Müller 1988, S. 41.

²⁰ Die beiden weiteren typischen Fälle von Subadditivität sind *economies of scale* und *economies of scope*. Während hierbei sich Vorteile daraus ergeben, daß auf Inputsteigerungen überproportionale Outputsteigerungen folgen (Größenvorteile) bzw. die gemeinsame Produktion bestimmter Güter in einem Unternehmen kostengünstiger erfolgt als die getrennte Herstellung in mehreren Unternehmen (Verbundvorteile), kommen *economies of fill* dadurch zustande, daß eine bessere Auslastung einer gegebenen Kapazität Fixkostendegressionen erzeugt. Vgl. Wieland 1985, S. 2, 13.

²¹ Die Streckenvorhaltungskosten umfassen im Bereich der Investitionen die zeitabhängigen Abschreibungen und Instandhaltungsaufwendungen für Oberbau, Gleise, Oberleitung und Sicherungstechnik, im Bereich der Vermarktung die einmaligen und weitgehend fixen Kosten der Fahrplanerstellung je Periode, und im Bereich der

schnittskosten („Stückkosten“) haben also einen mit zunehmender Kapazitätsauslastung einer Strecke stark fallenden Verlauf. Liegt nun die mindestmögliche Angebotskapazität, gegeben im Fall der Bahn durch genau ein Gleis(paar) auf der betrachteten Relation, so hoch wie oder höher als die Marktnachfrage, dann liegt ein natürliches Monopol vor.²²

Unterstellt man nämlich eine gegebene Nachfrage auf der Strecke von x Zügen / Stunde (bei $x < x_{\max}$), so wäre eine Wettbewerbssituation aus statischer Sicht ineffizient, da dann $2 \cdot K_{\text{fix}}$ (2 Parallelgleise) oder gar $n \cdot K_{\text{fix}}$ (n Parallelgleise) aufzubringen wären. Auch aus dynamischer Sicht sind hier kaum Vorteile zu erwarten: Es ist nämlich unwahrscheinlich, daß eine Konkurrenzsituation die Streckentechnologie derartig verbessern könnte, daß sich die Streckenkosten mehr als halbieren würden bzw. auf unter $1/n$ sinken würden.

Kommt eine Strecke hingegen an ihre Kapazitätsgrenze, dann stellt sich die Frage nach dem Zubau neuer Gleise. Damit erweitert sich der zu betrachtende Markt auf Parallelstrecken. Sollte auch für diesen Markt die Situation eines natürlichen Monopols gelten, so müßten Verbundvorteile vorliegen: es müßte kostengünstiger sein, wenn der Altsasse (bisheriger Streckenanbieter) die neue Parallelstrecke erstellt und betreibt als wenn dies ein zweiter Marktteilnehmer tut. Bezüglich der Produktionskosten von Investition, Trassenvergabe und Betriebslenkung ist dies nicht zu erkennen. Ein geteiltes Eigentum (zwei parallele Strecken in der Hand zweier EIUs) erscheint nicht weniger kostengünstig als ein geeintes Eigentum. Für Relationen mit x Zügen/ Stunde, bei $x > x_{\max}$, wäre daher eine Wettbewerbssituation aus statischer Sicht nicht ineffizient, da sowieso $2 \cdot K_{\text{fix}}$ (2 Parallelgleise) oder gar $n \cdot K_{\text{fix}}$ (n Parallelgleise) zu finanzieren sind. Wettbewerb könnte dann vielmehr zu einer Verbesserung des Infrastrukturangebots führen, durch das die konkurrierenden Anbieter Kunden an sich ziehen wollen.²³

2.2.2 Eisenbahninfrastruktur und ruinöse Konkurrenz

Zu fragen ist allerdings, ob ein solcher Wettbewerb stabil, d.h. von Dauer sein kann. Dies ist nur gegeben wenn ausgeschlossen werden kann, daß es zu sog. *ruinöser Konkurrenz* zwischen den beteiligten EIUs kommt.

Verkehrslenkung die ständige Bereithaltung von Leittechnik und Personal, deren Umfang nur schwach von der Streckenauslastung abhängt. Demgegenüber fallen als inkrementale, durch einen zusätzlichen Zug verursachte Kosten nur geringe Streckenverschleiß-, Trassenvermarktungs- und Zugleitgrenzkosten an.

²² Es handelt sich also um ein Problem unteilbarer Mindestkapazitäten. Vgl. z.B. Beuermann/ Schneider 1996, S. 41.

²³ Allerdings ist die Existenz von zwei Parallelstrecken in unterschiedlicher Hand noch keine hinreichende Bedingung für Wettbewerb: Wettbewerb verlangt nämlich zwingend eine zumindest partielle Substituierbarkeit der von den Konkurrenten angebotenen Güter. Bezogen auf den Trassenmarkt heißt das, die Parallelstrecken müssen in ihren Leistungsmerkmalen (Länge, zulässige Geschwindigkeiten etc.) annähernd gleichwertig sein; andernfalls konkurrieren sie nicht um Züge (man denke sich nur das Beispiel einer langsamen Güterstrecke neben einer Hochgeschwindigkeitsstrecke). Wettbewerb ist also nur bei der Bedingungen in etwa gleichwertigen Parallelstrecken in unterschiedlicher Hand gegeben. Nur dann liegt ein echtes Oligopol vor.

Die Bezeichnung ‚Ruinöser Wettbewerb‘ dient in der Literatur als Sammelbegriff für eine ganze Reihe von Phänomenen. Bei Bahnstrecken ist insbesondere diejenige Form ruinösen Wettbewerbs naheliegend, die SOLTWEDEL als „produktions-technisch-ruinös“²⁴ kennzeichnet. Die empirische Beobachtung hierbei ist folgende: In einer durch sunk costs charakterisierten Branche sei das Produktionspotential zunächst gut ausgelastet (hier: $x \geq n \cdot x_{\max}$ bei $n \geq 2$). Kommt es nun zu einem längerfristigen Rückgang der Nachfrage, dann bilden sich hartnäckige, massive Überkapazitäten heraus, da die Anbieter (hier: Streckeneigner) den Markt nicht in dem Maße verlassen, wie es die zurückgehende Nachfrage eigentlich erfordern würde. Das entstehende Überangebot führt zu einem anhaltenden Verfall der Preise, und die Anbieter können ihre Vollkosten nicht mehr decken. Die Preise sind aus der Sicht der Anbieter „ruinös“. Hierbei kann es zu einem Marktaustritt relativ effizienter Anbieter kommen (Problem der „falschen“ Selektion) und sich gegebenenfalls ein Monopol bilden (Problem der Monopolisierung).²⁵

Eine derartige Situation ist in der Tat im angesprochenen Parallelstrecken-Oligopol zu erwarten. Kommt es – ausgehend von einer stabilen Marktlage (alle EIUs decken gerade die Gesamtkosten der Produktion²⁶ und erwirtschaften einen angemessenen Gewinnzuschlag) – zu einem signifikanten Nachfragerückgang, dann reichen den EIUs ihre Erlöse ceteris paribus nicht mehr zur Kostendeckung aus. Die EIUs haben jetzt zwei Möglichkeiten: Entweder sie kooperieren und bilden faktisch ein Kartell zwecks Erhöhung der Preise, sofern sich diese Erhöhung bei den Zugbetreibern durchsetzen läßt; dann treten sie auf dem Markt wie *ein Monopolanbieter* auf. Oder sie konkurrieren. In diesem Falle werden sie durch Preissenkungen versuchen, Zugbetreiber auf ihre Strecke herüberzulocken. Sie steigern nämlich so ihre Einnahmen und mindern, sofern der Trassenpreis noch über den (geringen) Grenzkosten liegt, ihren Verlust. Die EIUs werden sich so lange gegenseitig unterbieten, bis der Trassenpreis auf die Höhe der Grenzkosten des mit den höchsten Grenzkosten produzierenden EIUs gefallen ist. Alle Infrastrukturanbieter arbeiten dann aufgrund der hohen im Schienenweg versunkenen Kosten mit erheblichem Defizit. Diese Situation besteht fort, bis eines der EIUs – wegen neu zu tätigen Investitionen – aus dem Markt ausscheidet. Typischerweise wird es hier zu einer Monopolisierung kommen, da in der Praxis in den wenigstens Fällen ursprünglich mehr als zwei Parallelstrecken bestanden haben dürften.²⁷ Wir erhalten damit für

²⁴ Soltwedel 1986, S. 11.

²⁵ Zu Marktaustritten bei den Anbietern kommt es erst in dem Moment, in dem Ersatzinvestitionen in die irreversiblen Anlagegüter notwendig werden, da in diesem Augenblick diese Investitionen quasi variabel werden. Sie zu tätigen ist, da die erzielbaren Erlöse aber nur einen Teil derselben decken, für den Anbieter nicht mehr sinnvoll. Also wird sich in dieser Situation der Anbieter zu einem Marktaustritt entscheiden. Fällt eine derartige Ersatzinvestition zufälligerweise zuerst bei einem relativ effizienten Anbieter an, dann verläßt dieser den Markt, und der ineffiziente Anbieter verbleibt. Zu einer solchen aus Effizienzgesichtspunkten „falschen“ Reihenfolge des Marktaustritts kann es auch kommen, wenn das finanzielle „Durchhaltevermögen“ der einzelnen Anbieter über den Marktaustritt entscheidet. Vgl. Fritsch/ Wein/ Ewers 1993, S. 231ff.

²⁶ Versunkene Kosten, periodenfixe und variable Kosten.

²⁷ Ruinöser Wettbewerb kann also als derjenige Prozeß gewertet werden, der zum Zustand des natürlichen Monopols hinführt. Derart interpretiert beispielsweise SOLTWEDEL die Ruinöse Konkurrenz. Er erläutert zudem be-

vergleichbare Parallelstrecken das gleiche Ergebnis wie oben bei der Argumentation bezüglich der einzelnen Strecke: Anbieterwettbewerb ist nicht (dauerhaft) möglich.²⁸

2.3 Fazit

In der Zusammenschau ergibt die Anwendung der normativen Marktversagenstheorie auf Eisenbahninfrastruktur folgende Ergebnisse:

- Ein Trassenmarkt mit privaten Anbietern kann existieren.
 - Trassen stellen keine öffentlichen Güter dar, da Rivalität im Konsum vorliegt bzw. vorliegen sollte (hohe Streckenauslastung).
 - Externe Effekte, positive wie negative, existieren im Zusammenhang mit Eisenbahnstrecken; allerdings sind diese kein Argument für eine staatliche Streckenbereitstellung.
 - Informationsdefizite erschweren ein privatwirtschaftliches Streckenangebot (Gewinnunsicherheit); bei Hauptstrecken dürften die Probleme allerdings nicht gravierend sein, und bei Nebenstrecken erscheint eine Risikostreuung möglich; auch Informationsdefizite dürften ein privates Angebot daher nur ausnahmsweise verhindern.
- Private Anbieter von Trassen haben typischerweise eine Monopolstellung.
 - Unterausgelastete und ausgelastete Strecken stellen natürliche Monopole dar.
 - Parallelstrecken stehen – bei nicht identischen Qualitätsmerkmalen – nur sehr bedingt in einem Wettbewerbsverhältnis; hier liegen Quasi-Monopole vor.
 - Bei identischen Qualitätsmerkmalen von Parallelstrecken hingegen ist ruinöser Wettbewerb zu erwarten, so daß sich im Endergebnis auch hier ein Angebotsmonopol bilden wird.

Somit ist festzuhalten, daß eine private Bereitstellung von Eisenbahninfrastruktur durchaus machbar ist. Marktversagen verhindert einen privaten Markt nicht. Allerdings determiniert die spezifische Produktionsfunktion, der Bahnstrecken unterliegen, in jedem Falle die Marktform. Ein Angebotsmonopol wird sich einstellen.

Die Frage ist nun, nachdem die Ausgangssituation festgestellt wurde, wie die Wirtschaftspolitik sinnvollerweise mit dieser Sachlage umgehen sollte. Da, wie gezeigt, ein privates Angebot ja möglich ist, stehen zwei Modelle zur Auswahl: zum einen das staatliche Monopol, zum anderen das private Monopol. Einer abwägenden Diskussion der beiden Alternativen widmet sich nun der folgende zweite Hauptabschnitt dieses Beitrags.

züglich der Systematik: „Wenn gleichwohl die ruinöse Konkurrenz nicht als Unterfall des natürlichen Monopols, sondern für sich diskutiert wird, so ist dies durch die Vorgabe in der Literatur und öffentlichen Diskussion bedingt, in der sie zumeist getrennt behandelt werden“ (Soltwedel 1986, S. 10).

²⁸ Dieses Ergebnis ist konsistent, da man zwei Parallelstrecken mit mangelnder Nachfrage ja auch als eine Strecke mit dann doppelt so hoher Kapazität auffassen kann. Für eine solche unterausgelasteten Strecke wurde bereits oben ein natürliches Monopol attestiert.

3. Der Umgang mit dem Marktversagen

Wegen der Monopolproblematik läuft die Diskussion von staatlicher versus privater Bereitstellung des Bahnnetzes hinaus auf eine „Wahl des kleineren Übels“: Ein privates Streckenmonopol wird seine Marktstellung auszunutzen versuchen. Eine staatliche Produktion hingegen ist ebenfalls alles andere als eine Garantie für eine wohlfahrtsmaximierende Produktion; Verwaltungsversagen verhindert dies oft.²⁹

Im Ergebnis steht die Wirtschaftspolitik, die sich für eines der beiden Modelle entscheiden soll, damit vor einem *Effizienzkonflikt*, den BRENCK gut herausgearbeitet hat³⁰: private Streckenunternehmer mit Marktmacht haben tendenziell geringere Produktionskosten als Staatsunternehmen, neigen aber zu Cournot-Pricing. Damit ergeben sich wohlfahrtsökonomisch ein rentenerhöhender Effekt (Kostensenkung) und ein rentenmindernder Effekt (Angebotsverknappung).³¹ Es gilt also nun abzuschätzen, welcher der beiden Effekte überwiegt. Ein quantitativer Beweis kann sicherlich kaum erbracht werden. Deswegen soll sich die folgende Darlegung darauf beschränken, qualitativ auf beide Effekte einzugehen (Abschnitt 3.1) und anschließend zu überlegen, wie durch eine adäquate Regulierung der rentenmindernde Effekt in so engen Grenzen gehalten werden kann, daß eine möglichst positive Nettobilanz einer Privatisierung entsteht (Abschnitt 3.2).

3.1 Eisenbahninfrastruktur in rein privater Verfügung

Übergibt man Eisenbahnstrecken an unregulierte Privatunternehmen, so wird die Trassenbereitstellung dem unternehmerischen Oberziel der Gewinnmaximierung unterworfen. Aus diesem Ziel ergeben sich für das private EIU eine Reihe von Strategien, die im folgenden kurz beleuchtet werden sollen.

Zunächst einmal wird ein privates EIU sein *Produktportfolio konsequent nach dem Markt* ausrichten. Dabei wird es das Trassenangebot strikt an die monetär geäußerten Bedarfe der Kunden anpassen.³² Dies bedeutet, daß Strecken entsprechend ihrer Wirtschaftlichkeit erhalten oder eben abgebaut werden (quantitative Optimierung). Außerdem werden sie in ihren

²⁹ Dies liegt an der speziellen Zuordnung der Eigentumsrechte bei öffentlichen Unternehmen. Eigentümer (Prinzipale) sind letzten Endes eine Vielzahl von Bürgern, denen einzeln nur ein verschwindend kleiner Anteil am jeweiligen Unternehmen zugeordnet werden kann. Sie können zudem an einem Gewinn wegen fehlender unmittelbarer Eigentumsrechte und wegen des fiskalischen Non-Affektationsprinzips nicht direkt partizipieren. Umgekehrt fallen Defizite für den einzelnen Bürger (per capita) kaum ins Gewicht. Somit haben Eigentümer kaum eine Motivation (und in der Praxis auch kaum Instrumente), ihre Interessen zu vertreten. Die Folgen sind produktive (und eventuell auch allokativen) Ineffizienzen. Vgl. Blankart 1980, S. 118ff.

³⁰ Vgl. Brenck 1993, S. 85f.

³¹ Zusätzlich kommt es über tendenziell gestiegene Preise im Markt zu einem distributiven Effekt, nämlich der Rentenumverteilung von den Zugbetreibern hin zu den Netzbetreibern. Auf diesen wird später noch eingegangen.

³² Vgl. Schneider 1997, S. 57, 74.

Eigenschaften der tatsächlichen Kundennachfrage angepaßt werden (qualitative Optimierung), wobei dies selbstverständlich auch ein bewußtes „Downgraden“ einer Strecke bedeuten kann. Solche streckenbezogenen Optimierungen sind möglich, da die hierfür benötigte streckenbezogene Wirtschaftlichkeitsrechnung relativ leicht und genau durchführbar ist.³³ Damit greift auch im Bereich der Eisenbahninfrastruktur die übliche Disziplinierungswirkung privaten Kapitals. Sie ist im Hinblick auf eine allokativ effiziente Ressourcenverwendung im Prinzip als positiv zu bewerten; das gilt zumindest dann, wenn dieser Optimierungsprozeß in einem intermodal unverzerrten Umfeld stattfindet.³⁴ Allerdings ist damit auch verbunden, daß unrentable Strecken nicht weiter zur Verfügung gestellt werden. Sollen Strecken aus regional-, sozial- oder sonstigen politischen Gründen aufrechterhalten werden, dann müßte ein spezieller Angebotsmechanismus gefunden werden.

Was die vom privaten EIU noch weiter betriebenen Strecken anbelangt, so gilt, daß das EIU dort so kostengünstig wie möglich produzieren wird. Es wird *Rationalisierung* wie jedes andere Industrie- oder Dienstleistungsunternehmen betreiben, um so seinen Gewinn zu maximieren. Dazu wird es effiziente Streckenbau-, Trassenvergabe- und Betriebslenkungstechniken anwenden (statischer Aspekt) und neue Techniken explorieren (dynamischer Aspekt).³⁵ Auch dieses Verhalten ist im Hinblick auf das Ziel der produktiven Effizienz zu begrüßen. Allerdings besteht die Gefahr, daß das EIU im Rahmen seiner Kostenreduktionspolitik auch an sicherheitsrelevanten Einrichtungen spart und so das Unfallrisiko steigt. Dieses Problem besteht jedoch bei jeder privat betriebenen (groß-)technischen Einheit mit Gefährdungspotential. Ein Mechanismus, der zu einem ökonomisch optimalen – oder aufgrund der Schwierigkeiten, dieses zu ermitteln – zu einem politisch gewünschten Niveau an Sicherheit führt, sollte sich aber, wie in anderen Branchen auch, finden lassen.

Auf der Einnahmenseite wird das EIU bemüht sein, *Umsatzmaximierung* zu betreiben. Dies beinhaltet zum einen ein Streben nach einer möglichst großen abgesetzten Menge, zum anderen nach möglichst hohen Preisen.³⁶ Dem ersten Ziel folgend, wird sich ein privates EIU aktiv um die Akquisition neuer Verkehre bemühen. Damit leistet es direkt einen positiven Beitrag zu mehr Wettbewerb auf der Schiene. Was die Preissetzung angeht, so wird in der Literatur immer wieder auf die Gefahr eines Ausbeutungsmißbrauchs mit entsprechenden monopolistischen Effizienzverlusten hingewiesen. Insbesondere die sog. *captives*, also solche Reisende und Versender, die nicht oder nur schwer auf ein alternatives Verkehrsmittel aus-

³³ Dies betonen z.B. ABERLE und BROOKSHIRE: „Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Fahrwegkostenrechnung dann kritisch wird, wenn Zurechnungen auf einzelne Nutzungen, etwa Zugkategorien erfolgen. Eine regionalisierte Aufbereitung der Fahrwegkosten ist hingegen vergleichsweise wenig problembehaftet, da bei dieser Vorgehensweise der Teil der echten Gemeinkosten relativ gering ist“ (Aberle/ Brookshire 1990, S. IV-9).

³⁴ Bahnstrecken rechnen sich dann nämlich genau dort, wo kein anderer Verkehrsträger eine vom Preis-Leistungs-Verhältnis her superiore Transportalternative anbietet.

³⁵ Vgl. Schneider 1997, S. 57, 74.

³⁶ Selbstverständlich sind beide interdependent, und eine getrennte Betrachtung ist streng genommen inkorrekt. Jedoch vereinfacht eine separate Betrachtung des Mengen- und des Preisaspektes die Ableitung der zu erwartenden Verhaltensweise des EIUs und erscheint daher vorübergehend gerechtfertigt.

weichen können, wären davon betroffen.³⁷ Richtig ist, daß sich private EIUs bei ihrer Preissetzung stark an den Zahlungsbereitschaften der Nachfrager anstatt an den Kosten der Leistungserstellung orientieren werden, also eine Preisspreizung betreiben werden.³⁸ Eine solche Preisspreizung ist allerdings nicht per se negativ; sie dient nämlich nicht ausschließlich dazu, eine monopolistische Angebotsverknappung zu betreiben; vielmehr ermöglicht eine Preisdiskriminierung, die am Markt umgesetzte Menge zu maximieren. Durch den hohen Deckungsbeitrag zahlungskräftiger Zugbetreiber können nämlich geringere (aber immer noch positive) Deckungsbeiträge zahlungsschwächerer Nachfrager kompensiert werden, die bei einer pauschalen Durchschnittskostenkalkulation keinen Netzzugang erhalten würden. Insofern wird durch diese Maßnahme zugleich die am Markt erzielte ökonomische Rente gesteigert. Von einer staatlichen Bereitstellungsorganisation, die nur sehr eingeschränkt gewinnmaximierend und vielmehr aufwandsminimierend arbeiten wird, wäre hingegen eine feinfühligere Preissetzung viel weniger zu erwarten; sie würde eher zu einfacheren Preissystemen auf Durchschnittskostenbasis neigen.³⁹ Daher wird die realisierte Marktrente durch private Bereitstellung eher vergrößert als verkleinert. Trotzdem stimmt es natürlich, daß innerhalb eines jeden vom EIU identifizierten Marktsegments das EIU den Monopol- anstatt des (imaginären) Wettbewerbspreises setzen wird. Somit kommt es zu einer sekundären Rentenminderung sowie einer Rentenabschöpfung des Streckenbetreibers zu Lasten der Zugbetreiber.⁴⁰ Der Gesamteffekt auf die am Markt realisierten Renten kann damit aber immer noch positiv sein.

In der Summe ist festzuhalten, daß eine Privatisierung der Netzbereitstellung tendenziell dazu führt, daß das EIU die Bedarfe der Zugbetreiber besser explorieren und genauer erfüllen wird, dabei hohe dynamische und produktive Effizienz realisieren wird, und durch ein differenziertes, marktbasierendes Preissystem auch für weitgehende allokativ Effizienz sorgen wird. Hierbei wird es zu Streckenstilllegungen und -rückbauten überall dort kommen, wo diese in der heutigen Form nicht rentabel sind. Dieses betriebswirtschaftliche Kalkül widerspricht dem volkswirtschaftlichen dann nicht, wenn die intermodalen Rahmenbedingungen stimmen und positive wie negative externe Effekte des Transports und der Infrastruktur korrekt internalisiert werden.

Diesen deutlichen Vorteilen stehen aber auch einige Nachteile gegenüber: Gemeinwirtschaftliche Strecken können nicht aufrechterhalten werden; Sicherheitsrisiken werden eingegangen; Monopolpreise werden am Markt etabliert und damit Konsumentenrente abgeschöpft. Im weiteren ist zu überlegen, welche staatlichen Eingriffe diese Nachteile abmildern können.

³⁷ Vgl. z.B. Ewers/ Rodi 1995, S. 73, Rodi 1996, S. 164, Schwalbach 1997, S. 212f.

³⁸ Dies entspricht einem der Grundprinzipien des auf Umsatzoptimierung spezialisierten Teilgebiets des Marketings, des sog. *revenue managements*. Daß derartige Preiskonzepte mit hoher Wahrscheinlichkeit bei privaten EIUs zu erwarten sind, belegen auch praktische Erfahrungen in Zusammenhang mit Preiseregulierungen im Bahnsektor Nordamerikas (vgl. Aberle 1996, S. 168 und Gallamore 1999, S. 505).

³⁹ Vgl. Ewers/ Rodi 1995, S. 76.

⁴⁰ Da das EIU über den nicht substituierbaren Produktionsfaktor der ETUs verfügt, kann es theoretisch alle im vertikalen Verbund zu erzielenden Gewinne über die Trassenpreise an sich ziehen. Vgl. Rodi 1996, S. 164.

3.2 Private Eisenbahninfrastruktur unter hoheitlicher Regulierung

Den genannten drei wesentlichen Nachteilen einer rein privaten Lösung entsprechen drei Arten der Regulierung: die Mengenregulierung, die Sicherheitsregulierung und die Preisregulierung.

Ein in der politischen Diskussion viel erörtertes Problem stellt die *Mengenregulierung* dar. Wie oben gesehen, werden private EIUs unrentable Strecken, sowie solche Strecken, bei denen die Rentabilität aus Gründen der langfristigen Ertragsunsicherheit fraglich ist, nicht anbieten. Bei unrentablen Strecken stellt dies bei erfolgter Internalisierung der externen Effekte gesamtwirtschaftlich keinen Nachteil dar, da unter allokativen Gesichtspunkten der Unterhalt derartiger Strecken eine Verschwendung von Ressourcen darstellen würde. Bei denjenigen Strecken allerdings, die aus informationellem Marktversagen heraus nicht angeboten werden und eigentlich rentabel wären, ist ein staatlicher Eingriff zwecks Optimierung der Wohlfahrt zu fordern. Über dieses allokativen Effizienz Kriterium hinaus ist die deutsche Wirtschaftspolitik explizit aber auch distributiven Zielsetzungen verpflichtet. Aus diesen kann sich eventuell die Bereitstellung allokativ ineffizienter Infrastrukturen ableiten, z.B. um periphere Regionen zu entwickeln.⁴¹ Insofern ist es notwendig, staatliche Möglichkeiten zur Bereitstellung auch unrentabler Strecken in einem Modell grundsätzlich privatwirtschaftlicher Netzbereitstellung vorzusehen. Mehrere Alternativen stehen zur Wahl.

Die Regulierungslösung bestünde darin, privaten Investoren Netze zu verkaufen, die eine Mischung von rentablen und unrentablen Strecken darstellen, und sie im Rahmen einer Mengenregulierung (hier: einer Stilllegungsregulierung) zu zwingen, politisch gewünschte Strecken in Betrieb zu halten. Dies entspricht einer erzwungenen internen Quersubventionierung. Erfahrungen mit diesem Modell bestehen in den USA. Dort wurden private Bahnen lange Zeit regulatorisch verpflichtet, auch verlustbringende Strecken offen zu halten.⁴² Das Ergebnis dieser Politik war, daß einerseits die unprofitablen Strecken in zunehmend schlechterem Zustand waren; die Eigner sahen nämlich keinen Grund, in die Qualität dieser Strecken zu investieren, da ein negativer return on investment zu erwarten war. Andererseits litten auch die profitablen Strecken. Schließlich mußten die Streckeneigner zumindest ein Minimum an Instandhaltungsausgaben für die unrentablen Strecken aufwenden, um die ihnen auferlegte Pflicht zur Offenhaltung erfüllen zu können. Diese Beträge fehlten dann zur Investition auf den Hauptstrecken. Eine derartige Allokation seiner Finanzmittel ist für das gewinnmaximierende EIU rational: sie entspricht den in diesem Setup gegebenen Anreizmechanismen. Insofern wäre ein analoges Ergebnis in Deutschland zu erwarten, sollte eine derartige Mengenregulierung gewählt werden.

⁴¹ Ihren Ursprung findet diese normative Verpflichtung im grundgesetzlichen Auftrag an den Politikträger zur „Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse“ in Deutschland (Art 72(3) GG).

⁴² Vgl. Munzert 2000, S. 23ff.

Beurteilt man dieses Ergebnis als nicht zielgerecht, so sollte folglich eine andere Alternative der Streckenbereitstellung gewählt werden. Hier bieten sich an die direkte Produktion von Trassenleistungen durch den Staat sowie eine staatliche Auftragsvergabe. In beiden Fällen übernimmt der Staat das wirtschaftliche Streckenrisiko bzw. -defizit; im ersten Modell übernimmt er zusätzlich noch die operative Bereitstellung. Gegen eine komplett staatliche Bereitstellung sprechen alle oben aufgeführten Vorteile, die nur bei einer privaten Netzbereitstellung realisiert werden können.⁴³ Eine staatliche Auftragsvergabe in Form einer Ausschreibung erscheint daher zielgerechter. Zu diesem Ergebnis kommen, bezogen auf die Erstellung politisch gewünschter, aber unrentabler Leistungen allgemein, auch VICKERS und YARROW: Das ‚Contracting Out‘ solcher Leistungen an Private führt ihren Untersuchungen zufolge in der Regel zu einer akzeptablen Effizienz.⁴⁴ Bedingungen hierfür sind allerdings, daß es zu keiner Kollusion zwischen ausschreibender Behörde und auftragnehmenden Unternehmen kommt, daß die konkurrierenden Unternehmen keine Kartelle bilden, daß die Exekutive sich der Einmischung in operative Entscheidungen des Auftragnehmers enthält, und daß es nicht zu underinvestment aufgrund fehlender Beobachtbarkeit oder Übertragbarkeit von Investitionen kommt. Letzteres stellt bei EIUs jedoch ein Problem dar: gegen Ende der Ausschreibungsperiode werden EIUs solche Investitionen nicht mehr durchführen, die sich in der Restlaufzeit ihres Vertrages nicht mehr amortisieren. Sie befürchten dann, daß die returns on investment nicht mehr ihnen, sondern ihren Nachfolgern zufließen werden. In Verbindung mit der Langfristigkeit von Netzinvestitionen ergibt sich hier ein deutliches Problem, das einer speziellen institutionellen Lösung bedarf.

Insofern bleibt festzuhalten, daß alle drei diskutierten Modelle der Bereitstellung defizitärer Netzleistungen (hoheitlich auferlegter Betriebszwang, staatliche Streckenbereitstellung, staatliche Auftragsvergabe) wesentliche Nachteile aufweisen. Dabei ist insbesondere die erste Alternative sehr problematisch, da sie dem eindeutigen Ziel jeder privaten Unternehmung, der Gewinnmaximierung, widerspricht. Das Unternehmen hat so Anreize, die Regulierungsaufgaben systematisch und aktiv zu umgehen. Unter diesem Gesichtspunkt hat das Modell der staatlichen Auftragsvergabe den Vorteil, daß es in Harmonie mit dem Gewinnmotiv des Unternehmens arbeitet und nicht in Widerspruch zu ihm. Insofern erscheinen die beiden Modelle ‚staatliche Auftragsvergabe‘ und ‚staatliche Bereitstellung‘ am ehesten den Versuch einer Anwendung wert. In der Praxis könnte sich dann entscheiden, welches die vorteilhaftere Alternative ist (kontrolliertes Experiment).

Den zweiten Bereich eventuell notwendiger hoheitlicher Eingriffe stellt die *Qualitätsregulierung* dar. Im Grundsatz gilt, daß private EIUs die Netzqualität der Nachfrage optimal anpassen werden: Die Grenzkosten der letzten Qualitätsverbesserung werden den Grenzerträgen dieser Verbesserung entsprechen. Im Regelfall wird diese Optimierung funktionieren, da höhere Streckenqualitäten von den Kunden durch höhere Trassenpreise honoriert werden,

⁴³ Zu den Nachteilen einer staatlichen Netzbereitstellung siehe auch Schwalbach 1997, S. 207ff.

⁴⁴ Vgl. Vickers/ Yarrow 1991, S. 116f. Dies liegt zu großen Teilen an der disziplinierenden Wirkung des Wettbewerbs um den Markt, der im Rahmen der Ausschreibung erfolgt.

und dies solange, bis das aus Kundensicht optimale Qualitätsniveau erreicht ist. Da gemäß der Leitidee der Konsumentensouveränität nur der Kunde und nicht der Staat beurteilen kann, welche Trassenleistung optimal ist, besteht zunächst einmal auch kein staatlicher Eingriffsbedarf. Ein staatlicher Eingriff würde nur verhindern, daß die Trassen der Nachfrage gemäß erstellt werden. Eine generelle Qualitätsregulierung ist daher abzulehnen.

Die marktliche Qualitätsoptimierung versagt aber dann, wenn die EIUs den Grenznutzen ihrer Investitionen nicht (voll) für sich beanspruchen können (fehlender Markt, externe Effekte). Dies ist insbesondere der Fall bei Investitionen, die in erster Linie die Betriebssicherheit erhöhen. Solange nämlich keine umfassende Schadensersatzpflicht besteht, tragen die Unfallkosten zu einem großen Teil die Unfallopfer. Die Unfallvermeidungskosten aber würden bei den Netzbetreibern anfallen, welche diese, da ihnen kein entsprechender Ertrag gegenübersteht, scheuen. Zwei Auswege bieten sich hier an: der erste ist die Etablierung einer umfassenden Schadensersatzpflicht (ähnlich der amerikanischen Rechtspraxis). Hierbei ergeben sich allerdings einige Umsetzungsprobleme: erstens ist eine ökonomische Bewertung von Schäden häufig nicht einfach;⁴⁵ zweitens übersteigen Haftungsansprüche bei großtechnischen Anlagen vielfach die finanziellen Möglichkeiten des Betreibers; und drittens könnte eine solche Haftpflicht aus Gleichheitsgründen nicht auf den Eisenbahnsektor beschränkt eingeführt werden, sondern müßte gesellschaftsweit greifen. Damit steht dieses Instrument praktisch nicht zur Verfügung. Insofern wird es praktikabler sein, auf eine – auch schon in vielen anderen Bereichen praktizierte – *Sicherheitsregulierung* zurückzugreifen. Eine solche scheint bei EIUs in der Tat angezeigt, um deren Anreize und Möglichkeiten zu begrenzen, Gewinne auf Kosten von Zugbetreibern und deren Kunden (Passagiere) zu maximieren. Insofern muß die Notwendigkeit einer – allerdings auf ein Mindestmaß begrenzten – Qualitätsregulierung in Form von Sicherheitsstandards, deren Einhaltung behördlich überwacht wird, bejaht werden.⁴⁶ Jedoch dürfte eine solche Regulierung auch bei staatlicher Netzbereitstellung unumgänglich sein, da auch hier Anreize zu Sicherheitsreduzierungen bestehen.⁴⁷ Insofern ist aus dem Sicherheitsaspekt eine private Netzbereitstellung nicht schlechter zu beurteilen als eine staatliche.

Problematischer als eine Sicherheitsregulierung stellt sich in der Praxis häufig der Komplex der *Preisregulierung* dar. Wie oben angedeutet, kann eine Preisregulierung aus allokativen Gründen (Rentenverlust durch Monopolpreise der EIUs) wie auch aus distributiven Gründen (Rentenverschiebung zu den EIUs durch Ausbeutungsmißbrauch) gefordert werden. Bevor ein Regulierungsbedarf bejaht werden kann, ist allerdings zunächst einmal zu prüfen, ob nicht vielleicht eine wettbewerbliche Preisbegrenzung existiert. So wird beispielsweise vermutet,

⁴⁵ Zum Beispiel, was das oft zitierte Problem angeht, den Wert eines verlorenen Menschenlebens anzugeben.

⁴⁶ Diesen Weg wählen auch die USA, um die Sicherheitsrisiken auf den zumeist privat erstellten und instand gehaltenen Streckennetzen in von der Aufsichtsbehörde definierten Grenzen zu halten. Vgl. DOT 1998, S. 1ff.

⁴⁷ Diese Sicherheitseinsparungen resultieren dann nicht aus dem Profitmaximierungsstreben der EIUs, sondern eher aus der potentiellen Nachlässigkeit von staatlichen Bediensteten, möglichen Engpässen in den Investitionshaushalten oder ähnlichen Problemen öffentlicher Leistungserstellung.

daß der intermodale Wettbewerb zwischen der Bahn und den konkurrierenden Verkehrsträgern den Preissetzungsspielraum des EIUs bereits hinreichend einschränken könnte.⁴⁸ Zutreffend ist, daß eine jede Bahnverkehrsleistung, also die Summe aus Infrastruktur- und Transportleistung, einem intermodalen Wettbewerb unterliegt. Deswegen können EIUs nur solche Trassenpreise von den Zugbetreibern fordern, welche den Endpreis (Summe aus Trassenpreis und Transportkosten) intermodal noch wettbewerbsfähig sein lassen. Sonst würden die Zugbetreiber nämlich keine Transportaufträge mehr gewinnen, strichen ihre Züge, und die EIUs verlören ihren Absatzmarkt. Trotz dieses nachgelagerten intermodalen Wettbewerbs besitzt jedes EIU aber einen monopolistischen Spielraum: Eisenbahntransportunternehmen (ETUs) sind zum Betrieb ihrer Züge zwangsweise auf Schienenstrecken angewiesen, und diese sind streckenbezogene Monopole (s. oben unter 2.2). Der Streckeneigner ist damit Preissetzer und kann Monopolpreise verlangen. Insofern definiert der Transportmarkt und der auf ihm herrschende Wettbewerb zwar den Prohibitivpreis für die Trassennachfrage und auch den Verlauf und die Elastizität der Trassennachfragekurve; der intermodale Wettbewerb verhindert allerdings nicht die monopolistische Preissetzung der EIUs innerhalb dieser so vorgegebenen Nachfragefunktion. Folglich kann nur davon gesprochen werden, daß der intermodale Wettbewerb zwar die Preis-Absatz-Funktion determiniert, nicht aber die monopolistische Preissetzung des Anbieters verhindert oder einschränkt.

Gleichwohl bedeutet das Fehlen dieses intermodalen Korrektivs noch nicht, daß es gar kein marktliches Regulativ für die Trassenpreise gäbe. Im Gegensatz zum Markt für Straßeninfrastruktur, der durch eine Vielzahl von Nachfragern gekennzeichnet ist, gibt es im Trassenmarkt nämlich nur einige wenige Nachfrager, die zudem noch von erheblicher Größe sind. Diese Marktkonzentration führt dazu, daß auch die Nachfrager eine nicht unerhebliche Verhandlungsmacht über die Trassenpreise besitzen: ohne Zustimmung der Zugbetreiber können die EIUs ihre Trassen ja nicht verkaufen.⁴⁹ Es gilt somit, daß der Erfolg der Infrastrukturbereitsteller maßgeblich von demjenigen der Zugbetreiber abhängt. Die Zugbetreiber werden nur erfolgreich sein, wenn die Trassenpreise hinreichend niedrig sind, um ihnen die Akquisition von Transportaufträgen mit auskömmlichen Gewinnmargen zu erlauben. Zugleich werden sie aber auch nur dann erfolgreich operieren, wenn die Trassenpreise hinreichend hoch sind, damit das EIU in ein Netz von guter Qualität investieren kann und wird. Diese enge wechselseitige Erfolgsverknüpfung läßt Streckenanbieter und -nachfrager zu einer sog. Strategischen Familie werden.⁵⁰ Berücksichtigt man diese enge Kopplung, so dürfte SCHNEIDERS Hoffnung nicht unrealistisch sein, daß sich Trassenpreise im Markt bilden werden, die den Interessen sowohl der Zugbetreiber als auch der EIUs Rechnung tragen werden.⁵¹ Eine gene-

⁴⁸ Vgl. z.B. Schwalbach 1997, S. 213.

⁴⁹ Vgl. Schneider 1995, S. 137.

⁵⁰ Vgl. Beuermann/ Schneider 1996, S. 39. Dieser von ALBACH geprägte Begriff 'Strategische Familie' bezeichnet die Beziehung zwischen solchen Unternehmen, deren Erfolg am Markt entscheidend wechselseitig voneinander abhängig ist. Typischerweise ist dies bei Zulieferer-Abnehmer-Beziehungen gegeben; siehe auch Albach 1992, S. 663ff.

⁵¹ Vgl. Schneider 1995, S. 138.

relle, vorgeifende (aus vielen Gründen problematische) Preis- oder Gewinnregulierung privater EIUs (z.B. als price-cap- oder rate-of-return-Regulierung) erscheint daher als nicht notwendig. Sollte es in Einzelfällen tatsächlich zu einem offensichtlichen Mißbrauch der Marktstellung seitens eines EIUs kommen, so greift in Deutschland die allgemeine Wettbewerbsaufsicht durch das Bundeskartellamt. Eine solche ex-post-Regulierung erscheint ausreichend, um Monopol- und Ausbeutungspraktiken privater EIUs weitgehend zu verhindern.⁵²

3.3 Fazit

Überlegungen zum wahrscheinlichen Marktverhalten privatisierter Netzanbieter sowie zu deren Regulierungsbedarf ergeben folgendes Resultat:

- Private EIUs werden ihr Streckenangebot nach Rentabilitäts Gesichtspunkten gestalten.
 - Profitable Strecken werden der Nachfrage angepaßt (qualitativ und quantitativ) und rationalisiert, unprofitable geschlossen; dies trägt zur produktiven und dynamischen Effizienz bei, und in einem intermodal unverzerrten Umfeld auch zur allokativen Effizienz.
 - Die Rationalisierungsbemühungen der privaten EIUs können eine Reduktion des Sicherheitsniveaus mit sich bringen.
 - Das EIU betreibt Umsatzmaximierung vermittels Preisdifferenzierung; dies erhöht nicht nur den Gewinn des Unternehmens, sondern auch die am Trassenmarkt umgesetzte Menge und die erzielte soziale Rente.
 - Die Möglichkeit zu Monopolpreisen mit entsprechender Rentenverknappung und -verschiebung besteht; eine Ausbeutung der Zugbetreiber ist allerdings unwahrscheinlich.
- Gegen unerwünschte Auswirkungen dieser privatwirtschaftlichen Strategien bieten sich folgende Regulierungsansätze an:
 - Gemeinwirtschaftliche Strecken, so politisch gewünscht, sollten nicht durch eine Mengenregulierung, sondern durch eine hoheitliche Ergänzung des Angebots erstellt werden; dabei kommen die direkt staatliche Produktion sowie die staatliche Auftragsvergabe in Frage.
 - Eine generelle Qualitätsregulierung erscheint nicht angezeigt.
 - Eine ex-ante-Sicherheitsregulierung, so wie in anderen mit technischen Risiken behafteten Branchen üblich, sollte auch im Bereich der Bahninfrastruktur durchgeführt werden (dies gilt für private wie für staatliche EIUs gleichermaßen).

⁵² Zu diesem Ergebnis kommt beispielsweise auch ALBACH. Er setzt warnend hinzu: „Den Anfängen von Bemühungen, die Trassenpreise zu regulieren, muß mit allen Kräften gewehrt werden“ (Albach 1998, S. 333).

- Eine ex-ante-Preisregulierung erscheint kontraproduktiv; obschon der intermodale Wettbewerb Monopolpreise des Trassenanbieters in keiner Weise verhindert, sollte die enge Erfolgskopplung von Netzanbietern und -nachfragern im Rahmen einer ‚Strategischen Familie‘ Preise bewirken, welche die Interessen beider Seiten berücksichtigen.

Insgesamt ist also festzustellen, daß der oben angesprochene Konflikt zwischen der produktiven und dynamischen Effizienz privater EIUs einerseits und der allokativen Effizienz öffentlicher EIUs andererseits durchaus begrenzt ist. Es ist kein unmittelbarer Widerspruch zwischen der betriebswirtschaftlichen Rationalität eines privaten EIUs und der gesamtwirtschaftlichen Rationalität zu konstatieren. Wesentliche eigenwirtschaftliche Interessen des Unternehmens (Kostensenkung, Umsatzmaximierung etc.) führen direkt auch zu erhöhter volkswirtschaftlicher Effizienz. Zwingend notwendig erscheinen lediglich eine Sicherheitsregulierung und eine fallweise Kontrolle des Preissetzungsverhaltens des EIUs. Für letzteres erscheint die etablierte generelle Mißbrauchsaufsicht über marktbeherrschende Unternehmen hinreichend.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die Analyse von Marktversagen im Bahninfrastrukturbereich und dessen Konsequenzen ergibt, daß wesentliche Argumente der normativen Wohlfahrtsökonomik, die lange Zeit zur Begründung einer staatlichen Bereitstellung von Bahnverkehrs- und Bahninfrastrukturleistungen herangezogen wurden, einer Überprüfung aus heutiger Sicht nicht mehr standhalten. Einige Konzepte treffen auf Bahninfrastruktur entweder nicht zu (Öffentliches Gut) oder sie können eine staatliche Leistungserstellung nicht hinreichend begründen (Externe Effekte, Natürliches Monopol). Auch institutionenökonomische Marktversagensgründe (Informationsdefizite bei Unsicherheit) rechtfertigen trotz ihres Vorliegens bei EIUs eine staatliche Produktion allenfalls partiell.

Zutreffend ist allerdings, daß der Markt für Bahninfrastruktur (genauer: Fahrtrassen) durch die Bedingungen des Natürlichen Monopols und der Ruinösen Konkurrenz gekennzeichnet ist. Daß deswegen eine private Netzbereitstellung ineffizient sein muß, ist jedoch – wie sich zeigte – ein vorschneller Schluß. Spielt man die zu erwartenden Konsequenzen einer Privatisierung der Netzbereitstellung durch, so lassen sich eine ganze Reihe positiver Effekte erwarten. In Bezug auf alle drei gängigen Effizienz-kategorien (dynamische, produktive und allokativen Effizienz) verspricht das Modell eines gewinnmaximierenden privaten EIUs deutliche Vorteile gegenüber der staatlichen Netzbereitstellung. Den Nachteilen eines privatisierten Netzmanagements (namentlich dem Wegfall gemeinwirtschaftlicher Strecken, dem Risiko eines technisch-betrieblichen Sicherheitsrückganges, und dem Setzen eventuell mißbräuchlicher Monopolpreise) sollte mit relativ einfachen Regulierungsinstrumenten begegnet werden können, die zudem bereits in anderen Branchen im Einsatz und damit erprobt sind.

Insgesamt ergibt sich also das Ergebnis, daß die Vorteile eines privaten Netzmanagements überwiegen. Folglich erscheint ein materiell privatisiertes Netzmanagement empfehlens- und erprobenswert. Gezielte Praxistests mit der Privatisierung einzelner Regionalstrecken oder -netze könnten genaue Erfahrungen mit privaten EIUs bringen. Sollten diese positiv sein, wie in diesen theoretischen Überlegungen vorhergesagt, dann müßte langfristig eine staatliche oder staatlich in Auftrag gegebene Netzbereitstellung nur noch ergänzend dort vorgenommen werden, wo gemeinwirtschaftliche Strecken aus distributiven Gründen politisch gewünscht werden.⁵³

Allerdings muß zu einem Erfolg des hier skizzierten Systems noch an einigen wesentlichen Rahmenbedingungen gearbeitet werden. In Bezug auf den Bahnsektor (intramodaler Ordnungsrahmen) ist sicherzustellen, daß auch die Zugbetreiber effizient arbeiten. Hier ist mehr Wettbewerb als heute und eine materielle Privatisierung der Anbieter zu fordern. In Bezug auf den Verkehrssektor allgemein (intermodaler Ordnungsrahmen) sind die bestehenden Wettbewerbsverzerrungen zwischen den Verkehrsträgern abzubauen, damit der Bahnbereich insgesamt nicht unter strukturell verzerrten Rahmendaten operiert. Nur wenn im gesamten Verkehrsbereich eine wesentlich höhere Kostenwahrheit herrscht als heute und die administrativen Hemmnisse in allen Verkehrssparten in etwa gleich niedrig sind, kann jeder Verkehrsträger – und somit auch das Bahnwesen – seinen ökonomisch gerechtfertigten Beitrag zu einem leistungsfähigen Verkehrssystem erbringen.

Abstract

In Germany, doubts have risen about the success of the railway reform implemented in the 1990s. These doubts have induced, among others, a discussion about restructuring the provision of rail infrastructure (rail tracks). One of the questions is whether privatization would be a feasible and desirable way of improvement. A discussion of classical as well as institutional arguments of market failure (public goods, externalities, information deficits) shows that they do not hinder a private provision of railway infrastructure. However, arguments with respect to natural monopoly and cut-throat competition clearly demonstrate that providers of railway infrastructure will typically occupy a monopoly position. Still, easy-to-implement and proven regulatory schemes should be sufficient to limit a private infrastructure company's ability to unduly exert its market power. Private production and management of railway infrastructure, benefiting from the usual productive and dynamic efficiency advantages of private over public production, could thus indeed be an interesting solution.

⁵³ Dieses Ergebnis deckt sich auch mit einer Grundsatzaussage des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Verkehr aus dem Jahre 1993. Dieser stellte nämlich klar: „... die Bereitstellung des für die Verkehrsnachfrage erforderlichen Infrastrukturangebotes ist zum großen Teil nicht Daseinsvorsorge, sondern eine Wirtschaftsleistung für ‚Clubs‘ privater Konsumenten und Produzenten, die diese rein privatwirtschaftlich verwerten“ (Beirat 1993, S. 625). Daraus leitet der Beirat ab, daß das System der öffentlichen Organisation und Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur, so wie es in Deutschland grundgesetzlich verankert, in Frage gestellt werden sollte. Bei einer solchen Konstellation lägen vielmehr marktorientierte Modelle nahe. Eine Neuordnung mit eigenwirtschaftlicher Führung von Infrastrukturen nach unternehmerischen Grundsätzen sei deswegen anzustreben. Die Finanzierung könne dabei, wie bei anderen Investitionsprojekten auch, über den Kapitalmarkt durch Beteiligungspapiere erfolgen. Vgl. Beirat 1993, S. 625ff.

Literaturverzeichnis

- Aberle, G. (1996): *Transportwirtschaft*, München
- Aberle, G. und C. Brookshire (1990): *Ausländische Modelle einer Trennung von Fahrweg und Betrieb bei den Eisenbahnen - Untersuchung im Auftrage der Regierungskommission Bundesbahn*, Gießen
- Albach, H. (1992): *Strategische Allianzen, strategische Gruppen und strategische Familien*, in: *ZfB Zeitschrift für Betriebswirtschaftslehre*, 62. Jg., Heft 6, S. 663 - 670
- Albach, H. (1998): *Privatisierung und Deregulierung im Verkehrssektor am Beispiel der Bahnreform*, in: *Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen*, Band 21, Heft 3/1998, S. 331 - 341
- Beirat, *Wissenschaftlicher beim BMV* (1993): *Bahnstrukturreform und Verkehrsfinanzierung*, in: *Internationales Verkehrswesen*, 45. Jg, 1993, Heft 11, S. 622 - 633
- Beuermann, G. und J. Schneider (1996): *Das Infrastrukturunternehmen der DB AG: Monopolistischer Gigant oder Partner für alle Schienenverkehrsbetreiber?*, in: *Zeitschrift für Verkehrswissenschaft*, Heft 1/1996, S. 34 - 48
- Blankart, C. B. (1980): *Ökonomie der öffentlichen Unternehmen - Eine institutionelle Analyse der Staatswirtschaft*, München
- Brenck, A. (1993): *Privatisierungsmodelle für die Deutsche Bundesbahn*, in: *Allemeyer/Brenck/Wittenbrinck/v. Stackelberg: Privatisierung des Schienenverkehrs, Vorträge und Studien aus dem Institut für Verkehrswissenschaften der Universität Münster*, Heft 130, Göttingen, S. 37 - 184
- Brümmerhoff, D. (1996): *Finanzwissenschaft*, 7. Aufl., München, Wien
- DOT U.S. *Department of Transportation [Hrsg.]* (1998): *Track Safety Standards*, Omaha NE
- EU-Kom *Kommission der Europäischen Union [Hrsg.]* (1996): *Faire und effiziente Preise im Verkehr - Politische Konzepte zur Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs in der EU*, Beilage zum Bulletin der EU 2/1996
- Ewers, H.-J. und H. Rodi (1995): *Privatisierung der Bundesautobahnen*, Heft 134 der Beiträge aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Göttingen
- Fritsch, M., Th. Wein und H.-J. Ewers (1993): *Marktversagen und Wirtschaftspolitik - Mikroökonomische Grundlagen staatlichen Handelns*, München
- Gallamore, R. E. (1999): *Regulation and Innovation: Lessons from the American Railroad Industry*, in: *Gomez-Ibanez, Jose A., Tye, William B. und Winston, Clifford: Essays in Transportation Economics and Policy*, Washington D.C., S. 493 - 529

- Holzhey, M. (1999): Koordinationseffizienz in der Theorie verkehrlicher Infrastruktur: Ein Überblick, in: Hartwig, Karl-Hans: Neuere Ansätze zu einer effizienten Infrastrukturpolitik, Heft 148 der Beiträge aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Göttingen
- Horn, M., G. Knieps und J. Müller (1988): Deregulierungsmaßnahmen in den USA: Schlußfolgerungen für die Bundesrepublik Deutschland, Baden-Baden
- Kommission Verkehrsinfrastrukturfinanzierung (2000): Schlußbericht, vom 5.9.2000, o.O.
- Lindemann, H. und D. Oelschläger (1998): Auf neuen Gleisen in die Zukunft: Bahnreformen in Europa, in: Internationales Verkehrswesen, 50. Jg., Heft 7+8/1998, S. 318 - 322
- Müller, J. und I. Vogelsang (1979): Staatliche Regulierung, Regulated Industries in den USA und Gemeinwohlbindung in wettbewerblichen Ausnahmebereichen in der Bundesrepublik Deutschland, Baden-Baden
- Munzert, R. (2000): Railway Infrastructure Management in the United States of America, Arbeitspapier Nr. 98 des Instituts für Volkswirtschaftslehre an der Technischen Universität Darmstadt, Darmstadt
- Rodi, H. (1996): Effizienz im Schienenverkehr, Göttingen
- Schneider, J. (1995): Die Privatisierung der Deutschen Bundes- und Reichsbahn. Institutioneller Rahmen - Wertkettenorientiertes Synergiekonzept - Analyse der Infrastrukturgesellschaft, Wiesbaden
- Schwalbach, M. (1997): Wettbewerb auf der Schiene: die Vergabe von Fahrbahntrassen nach der Bahnreform, Göttingen
- Soltwedel, R. (1986): Deregulierungspotentiale in der Bundesrepublik, Tübingen
- Stiglitz, J. E. (1988): Economics of the Public Sector, New York, London
- Suntum, U. v. (1986): Verkehrspolitik, München
- Vickers, J. und G. Yarrow (1991): Economic Perspectives on Privatisation, in: Economic Perspectives, Heft 5/1991, S. 111 -132
- Wieland, B. (1985): Größenvorteile und natürliches Monopol aus empirischer Sicht, Diskussionsbeiträge zur Telekommunikationsforschung, Nr. 13, Bad Honnef

Automobile mit Brennstoffzellen-Antrieb: Eine Zukunftslösung für den Individualverkehr?

VON FERDINAND DUDENHÖFFER, RECKLINGHAUSEN

1. Problemstellung

Im November 2000 hat DaimlerChrysler mit dem Nocar 5, einem auf Brennstoffzellen-Antrieb umgerüsteten Mercedes A-Klasse-Modell, eine letzte Vorserien-Erprobungsstufe seines Brennstoffzellen-Fahrzeugs vorgestellt. Spätestens 2004 sollen Brennstoffzellen-PKW bei DaimlerChrysler in die Serie gehen. Andere Autohersteller wie Opel-GM, Ford, Toyota und Renault-Nissan verfolgen ähnliche Großprojekte. Kommt mit der Brennstoffzelle die Ablösung des Verbrennungsmotors und wenn ja, wann können wir mit dem Auto ohne Abgase rechnen? In dem vorliegenden Artikel werden wichtige Einflussfaktoren für die Verbreitung von Brennstoffzellen-Kraftfahrzeugen dargestellt und daraus eine Marktabschätzung abgeleitet. Zentrales Ergebnis ist dabei, dass vor dem Jahr 2015 dem Brennstoffzellen-Antrieb allenfalls Nischenfunktion in den Weltautomobilmärkten zukommt. Erst ab dem Zeitraum 2015-2020 erscheint die Markteroberung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen realistisch, wobei ein Marktsprung und die flächendeckende Verbreitung ab dem Zeitraum 2020-2025 Gestalt annimmt.

Die Analyse zeigt, dass ein Hauptgrund für die langsame Verbreitung des Brennstoffzellen-Autos in den weltweit hohen Rohölreserven liegt. Der Preis von Rohöl wird zwar bis zum Zeitpunkt 2020 steigen, allerdings nicht ausreichend, um die schnelle Verbreitung von alternativen Antrieben zu ermöglichen. Hinzu kommen zukünftige Optimierungen des konventionellen Verbrennungsmotors, die den Kraftstoffverbrauch reduzieren und damit dem Brennstoffzellen-Fahrzeugen weitere Nachteile bescheren. Bedeutsamer für die Verbreitung alternativer Antriebe als die begrenzten Erdölvorräte sind die von Meteorologen nachgewiesenen Auswirkungen der Kohlendioxid-Abgase auf die Erderwärmung.

Investitionen, die erst nach 20 Jahren erste Erträge abwerfen, sind betriebswirtschaftlich kaum zu rechtfertigen. Zu groß ist der Zinseffekt, der Gewinne, die in 20 oder mehr Jahren anfallen auf heute fast unbedeutende Wert drückt. Um dem Brennstoffzellen-PKW mehr Schub zu geben und einen Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft schneller zu ermöglichen, ist deshalb die Umweltpolitik gefordert. Allerdings nicht mit so simplen Instrumenten wie der deutschen Ökosteuer sondern ökonomisch gestalteten Lenkungsmaßnahmen. Nicht eine Koh-

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Ferdinand Dudenhöffer
Direktor Center of Automotive Research (CAR)
Fachhochschule Gelsenkirchen
August-Schmidt-Ring 10
45665 Recklinghausen

b.o.c.e
✓
bu

lendioxid-Steuer, die heute eingeführt wird, setzt die richtigen Impulse, sondern eine heute fest verankerte Kohlendioxid-Steuer, die etwa im Jahre 2010 erhoben wird. Damit hat die Industrie 10 Jahre Zeit, die Infrastruktur für Brennstoffzellen-Fahrzeuge aufzubauen und der Verbraucher die Möglichkeit, durch Kauf eines Brennstoffzellen-Fahrzeugs umweltfreundlich zu reagieren, ohne die individuelle Mobilität aufgeben zu müssen. Wird das Steueraufkommen dieser Kohlendioxid-Steuer darüber hinaus dazu verwendet, Brennstoffzellen-Autos zu subventionieren, tritt ein doppelter Preiseffekt ein, und das Brennstoffzellen-Auto wird für den Autofahrer schneller wirtschaftlich.

Die Autoindustrie erkennt sehr wohl solche Signale und richtet ihr Verhalten danach aus. Erwarten die Autohersteller und Zulieferer entsprechende Nachfrage nach Brennstoffzellen-Autos in überschaubaren Zeiträumen, sorgt der hohe Wettbewerbsdruck der Branche dafür, dass zügig in die neue Technik investiert wird.

2. Marktabschätzung für Brennstoffzellen-Kraftfahrzeuge

Drei Gruppen von Variablen sind bei der Einschätzung der Marktchancen von Brennstoffzellen-Fahrzeugen entscheidend: Die Entwicklung der Brennstoffzellen-Technologie (Angebotsstruktur), die Einschätzung des Kundenverhaltens (Nachfrage) und die zu erwartenden Gesetzgebungs-Initiativen (Marktrahmen-Bedingungen). Insbesondere die Entwicklung der Brennstoffzellen-Technologie sowie möglicher Gesetzgeber-Initiativen sind heute nur in Ansätzen abschätzbar. Um bei diesen Unsicherheiten Markteinschätzungen ableiten zu können, ist es hilfreich, die nachstehenden Entwicklungen zu untersuchen.

2.1. Reichweite von Erdöl

Erdöl ist mit einem Anteil von etwa 40% am Weltenergieverbrauch derzeit der wichtigste Energieträger der Weltwirtschaft und in seinem Vorrat begrenzt. Das Gesamtpotenzial an konventionellem Erdöl wird nach verschiedenen geologischen Schätzungen¹ auf etwa 350 Mrd. t veranschlagt. Dieses Gesamtpotenzial teilt sich dabei auf in 35% bereits verbrauchte Bestände (bisher gefördert), 40% Reserven² sowie 25% noch zu findende Vorräte.

Unberücksichtigt sind in dieser Rechnung erhebliche nichtkonventionelle Erdölbestände, die sich aus Schwerstöl, Ölsand, Ölschiefer und synthetischem Erdöl, das aus Erdgas oder Kohle hergestellt werden kann, zusammensetzen. Schätzungen der unkonventionellen Bestände legen eine Vielzahl von Annahmen zugrunde und sind daher mit hoher Unsicherheit behaftet. Für unsere Analyse gehen wir davon aus, dass sich diese Bestände auf 300 Mrd. t belaufen.

¹ Vgl. hierzu auch Rempel, 2000.

² Reserven sind definiert als die in den bekannten Lagerstätten mit heutigen Technologien bei einer Ausbeutungsrate von 40% (Stand der Technik) wirtschaftlich förderbare Vorräte.

Die Förderung bzw. Verarbeitung dieses nichtkonventionellen Erdöls ist bei den heute erzielten Erölpreisen nicht wirtschaftlich. Bei Erdölpreisen, die in der Größenordnung von 30 US-\$ pro Barrel liegen, wird die Exploration dieser unkonventionellen Vorräte zusehends attraktiv. Modellrechnungen über die Reichweite der Erdölvorräte greifen oft auf konventionelle Bestände zurück und berechnen die Reichweite bekannter Bestände aus dem erwarteten Verbrauch (Fördermengen). Dieses einfache Reichweitenmodell (vgl. Tabelle 1) lässt dabei wichtige ökonomische Variablen, wie etwa verbesserte Energienutzung durch technischen Fortschritt, die verbesserte Exploration der bekannten und das Auffinden neuer Lagerstätten sowie die wirtschaftliche Nutzung unkonventioneller Erdölvorräte außer Betracht. Diese simple Reichweitenmodell lag den wohl größten Fehlprognosen auf dem Energiesektor, den „Club of Rome“-Prognosen Anfang der 70er Jahre zugrunde.

	1985	1990	1995	2000
Bekannte Reserven in Mrd. t	95,5	135,7	137,9	139,7
Förderung pro Jahr in Mrd. t	2,7	3,2	3,3	3,4
Statische Reichweite in Jahren	35	42	42	41

Tabelle 1: Bekannte Erdöl-Reserven und Verbrauch weltweit

Für die vorliegende Analyse soll eine Grobabschätzung der Reichweite herangezogen werden, die sowohl auf unkonventionelle Bestände als auch auf unterschiedliche Ausbeutungsraten heute bekannter Lagerstätten zurückgreift. Um eine Grobaussage über eine erwartete Reichweite zu erhalten, scheint die Prämisse einer normalverteilten Zufallsvariablen „Reichweite“ plausibel (vgl. Abb. 1).

Abb. 1 illustriert, dass zwar die Reichweite der Erdölvorräte beschränkt ist, allerdings in den nächsten 100 Jahren kaum mit der Erschöpfung zu rechnen ist. Aufgrund des weltweiten Verbrauchs ist zu vermuten, dass nach dem Jahr 2010 weitere Preissprünge für Erdöl erfolgen, die dann zur stärkeren Exploration unkonventioneller Vorkommen führen. So rechnet etwa die Internationale Energie Agentur (IEA) ab 2010 mit steigenden Erdölpreisen, die inflationsbereinigt bis 2020 auf 28 US-\$ pro Barrel prognostiziert werden (vgl. *Internationale Energie Agentur*, 2000). Das Argument „begrenzte Erdölvorräte“ scheint nach unserer Einschätzung in den nächsten 25 Jahren wenig bedeutsam für den Serieneinsatz von Kraftfahrzeugen mit alternativen Antrieben. Ein Effekt ergibt sich allerdings durch die steigenden Benzin- und Dieselpreisen, der ab 2010 stärker zu berücksichtigen ist.

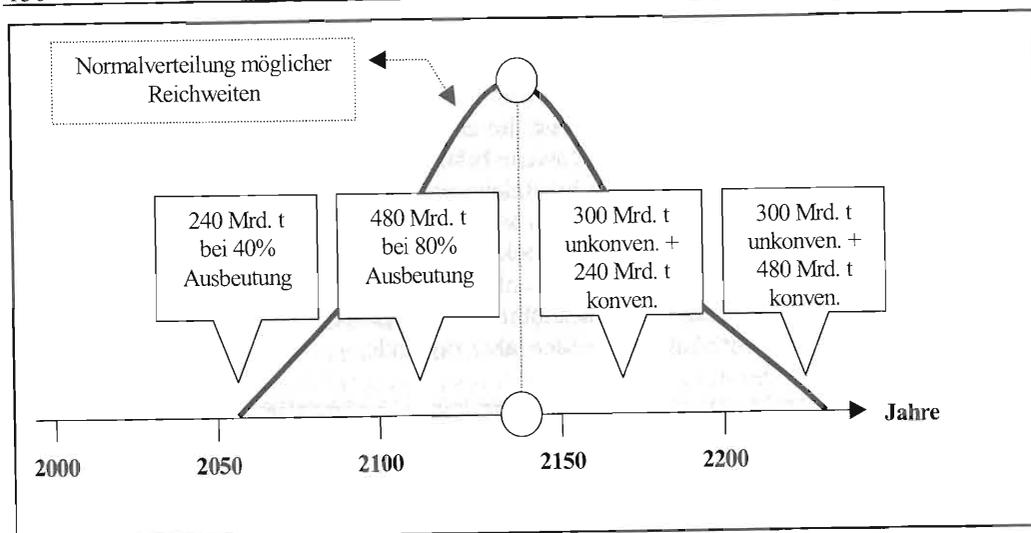


Abb. 1: Reichweite Erdöl weltweit bei heutigem Verbrauch (3,5 Mrd. t)

2.2. Global Warming und CO₂ Emission

Wesentlich stärker als das Argument beschränkter Erdöl-Reichweiten wirken die den CO₂ Emissionen zugeschriebenen Klimaveränderungen als Treiber für alternative Antriebskonzepte. Dabei ist in den nächsten 20 Jahren mit einem erheblichen Anstieg der CO₂ Emissionen weltweit zu rechnen. So geht etwa die Internationale Energie Agentur (IEA) in ihrem 2000 veröffentlichten World Energy Outlook bis zum Jahr 2020 von einer 60%igen Zunahme der CO₂ Emissionen aus.

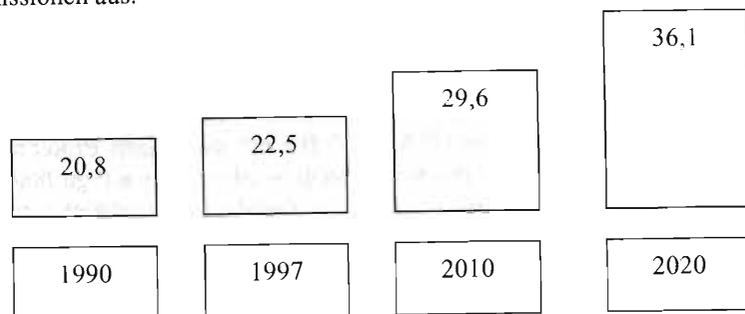


Abb. 2: CO₂ Emissionen in Mrd. t nach IEA-Prognose (vgl. IEA, 2000)

Bereits heute destabilisiert die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre das hochkomplexe Klimasystem. Beobachtbar wird die Zunahme der globalen Oberflächentemperatur, steigende Meeresspiegel und Wetterzonen-Verschiebungen. So treten Dürren, intensive Regenfälle, Wirbelstürme seit den 90er Jahren häufiger in Regionen auf, die solche Phänomene seltener erlebt haben. Nach dem im Januar 2001 veröffentlichten dritten Report³ des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), ist die weitere Beschleunigung der Klimaerwärmung nicht mehr anzuzweifeln⁴. Pro Dekade steigen derzeit die Durchschnittstemperaturen auf der Erdoberfläche um 0,1 bis 0,4 Grad.

Obgleich nach den Beschlüssen des Klimagipfels von 1997 (Kyoto Protocol) und den Folgekonferenzen, wie 2000 in Den Haag, wenig Einvernehmen über die Umsetzung der vereinbarten CO₂ Reduktionen erzielt wurde, ist mittelfristig mit stärkeren gesetzlichen Vorgaben beim CO₂ Ausstoß bei Kraftfahrzeugen zu rechnen. So formuliert etwa das Bundesumweltministerium in seinem Climate Protection Program⁵ „Anxious at the rise in the CO₂ emissions in the transport sector, the Federal Government feels it is particular important to make significant headway in this area...“. Es deuten viele Anzeichen darauf hin, dass das Problem des schleichenden Klimawandels eine der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts wird. Um den Trend zur Klimaerwärmung zu stoppen, wird es notwendig, mittelfristig Energie effizienter einzusetzen und langfristig die Abkehr von fossilen Brennstoffen einzuleiten. Obwohl Anfang 2001 die Bush-Administration in USA die deutliche Abkehr von den Klimazielen des Kyoto Protokolls vollzogen hat und damit beim größten Energieverbraucher und CO₂-Verursacher auf absehbare Zeit eine klare Industriepolitik Vorrang genießt, wird in dem vorliegenden Marktszenario unterstellt, dass nach dem Jahr 2010 sich in den umweltpolitischen Debatten in den Industriestaaten verstärkt die CO₂ Steuer durchsetzt. Damit werden die Preise für konventionelle Kraftstoffe erhöht und die Vermarktung brennstoffzellen-getriebener Fahrzeuge unterstützt. Aufgrund des prognostizierten starken Anstiegs der CO₂ Emissionen wird im vorliegenden Marktszenario die Dynamisierung der CO₂ Steuer nach 2015 erwartet.

2.3. Schrittmacher: California Zero-Emission-Vehicle (ZEV) Program

Bereits in den 70er Jahren waren kalifornische Gesetze Auslöser einer großen Innovationswelle in der Fahrzeugindustrie, dem Einsatz von Abgas-Katalysatoren. Inzwischen wird in den Industrieländern kein benzingetriebenes Automobil ohne 3-Wege-Katalysator vermarktet. Auch aus dieser Erfahrung heraus sollte das schon 1990 verabschiedete Zero Emission Vehicle (ZEV)-Programm des US-Bundesstaates Kalifornien⁶ nicht unterschätzt werden. Das 1990 im Prinzip auf Elektrofahrzeuge ausgelegte ZEV-Programm sah vor, dass bis 1998,

³ Vgl. UNEP 2001.

⁴ Das IPCC wurde 1988 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (Unep) und der Meteorologischen Organisation der Vereinten Nationen (WMO) eingesetzt.

⁵ Vgl. Bundesministerium für Umwelt-, Naturschutz und Nuklearsicherheit, 2000.

⁶ Zu den Zielen des ZEV-Programms bis Ende 2000 vgl. California Environmental Protection Agency, 2000.

2001, 2003 jeweils 2%, 5% und 10% aller in Kalifornien verkauften Neuwagen frei von Emissionen sein müssen. Obwohl die 1990 formulierten Ziele im Laufe der Zeit revidiert wurden, hält der Air Resource Board (ARB) weiter an seinem Ziel fest, ZEV-Fahrzeuge in California zum flächendeckenden Einsatz zu bringen. In den neusten Regulierungen (vgl. *California Environmental Protection Agency*, 2000) ist dazu ein Punkte- und Kreditmodell geschaffen worden, dass PZEV (teilweise emissionsfreie Fahrzeuge) und Hybrid-Fahrzeuge in einem Übergangszeitraum bei der Zielerfüllung mit berücksichtigt. Die Zielvorgabe lautet dabei, dass im Zeitraum 2003 bis 2008 jährlich 10% aller verkauften Neuwagen ZEV-Fahrzeuge sein müssen und sich dieser Prozentsatz dann bis zum Jahr 2018 schrittweise auf 16% erhöht. Dabei hat der Neuwagenmarkt Kaliforniens mit 1,8 Mio. verkauften Fahrzeugen im Jahr 1999 und einem Anteil am US-Gesamtmarkt von 11% nicht nur aufgrund seines Volumens Bedeutung. In Kalifornien sind Oberklasse-Fahrzeuge und damit japanische und europäische Hersteller überproportional im Markt vertreten. Damit kann Kalifornien als eine Art Lead-Market für USA interpretiert werden.

Obwohl am 25. Januar 2001 die ursprünglich sehr ambitionöse Vorgabe für ZEV ab 2003 auf „nur“ 2% der verkauften Personenwagen in Kalifornien, die dann abgasfrei sein müssen, reduziert wurde⁷, zeigt die kalifornische Abgasgesetzgebung Wirkung. Betroffen von der neuen Regelung sind dabei nur diejenigen Hersteller, von denen mehr als 35.000 Fahrzeuge im Jahr in Kalifornien zugelassen werden. Ausgehend von den heutigen Verkaufszahlen gilt damit die Regelung für DaimlerChrysler, Ford, GM, Honda, Nissan und Toyota.

Zusätzlichen Schub erhält die Kalifornia-Initiative durch das mittlerweile weitreichende Forschungsprogramm California Fuel Cell Partnership, einem Forschungskonsortium aus 19 Automobilherstellern, Brennstoffzellen-Entwicklern, Mineralölkonzernen und Regierungsbehörden, deren gesamte Entwicklungsbudgets für Brennstoffzellen-Fahrzeuge 15 Mrd. US-Dollar überschreiten. Das Bündnis hat im November 2000 den ersten Flottenversuch gestartet, an dem sich insgesamt 50 Brennstoffzellen-Fahrzeuge beteiligen. Nach Presseinformationen planen dabei die Automobilhersteller DaimlerChrysler, Ford, GM, Toyota bis 2005 Brennstoffzellen-Forschungsbudgets von jeweils 2 Mrd. US-Dollar einzusetzen. Renault-Nissan hat Investitionen in der Größenordnung von 1 Mrd. US-Dollar im selben Zeitraum angekündigt. Gleichzeitig hat Ballard Power Systems Ende Dezember 2000 die Errichtung einer ersten Brennstoffzellen-Fabrik (Plant 1) angekündigt. DaimlerChrysler scheint dabei in der Brennstoffzellen-Technologie eine Spitzenstellung einzunehmen. So wurde im November

⁷ In seinem Board Meeting von 25. Januar 2001 verabschiedete der Air Resources Board (ARB) eine weitere Lockerung seiner ZEV-Regulierungen. Diese Änderungen wurden nach Hearings von verschiedenen Industriegruppen, die im Oktober bis Dezember 2000 stattfanden, vorgeschlagen. Der ARB begründet dabei: „the modification was designed to maintain progress towards commercialization of ZEVs while recognizing constraints due to cost, lead-time, and technical changes“. Die wichtigsten Änderungen laufen dabei darauf hinaus, in den ersten Jahren die Zahl der ZEV-Fahrzeuge um etwa 50% zu reduzieren und stärker PZEV-Fahrzeuge bei der Zielerfüllung zu berücksichtigen. Die Anzahl der reinen ZEV-Fahrzeuge wird damit bis zum Jahre 2005 bei unter 10.000 Fahrzeugenverkäufen pro Jahr liegen. Bis zum Jahr 2009 wird diese Zahl dann auf 11% aller verkauften Fahrzeuge stufenweise erhöht (vgl. *California Environmental Protection Agency*, 2001).

2000 mit dem Necar 5 ein A-Klasse Prototyp vorgestellt, der über einen Methanol-Reformer Wasserstoff zur Brennstoffzellen-Versorgung erzeugt und Vorläufer für den 2004 geplanten PKW-Serieneinsatz sein wird. Bereits ab 2002 werden nach DaimlerChrysler-Planung Stadtbusse mit Brennstoffzellen-Antrieb zum Einsatz kommen, wobei Wasserstoff als Energieträger getankt wird. Die Vorserienphase für Brennstoffzellen-Antriebe kündigt sich an. Die Entwicklungs-Engagements lassen es realistisch erscheinen, dass für viele heute noch offene Fragen, wie etwa Miniaturisierung oder Kühlleistungen, Lösungen gefunden werden. Eines der zentralen Themen ist dabei sicher die H₂-Speicherung im Fahrzeug. Die Lösung dieses Problem ist gleichbedeutend damit, über den Brennstoffzellen-Antrieb das ZEV zu verwirklichen. Mit dieser Innovation ist das Schlüsselproblem des Automobilverkehrs, die Abgasemission, endgültig gelöst und die Grundvoraussetzung für der Erfolg des Individualverkehrs weit nach dem Jahre 2100 hinaus gesichert. In unserer Markteinschätzung unterstellen wir, dass für diese Schlüsselfrage im Zeitraum um das Jahr 2015 (vgl. Abb. 3) eine marktfähige Lösung gefunden wird.

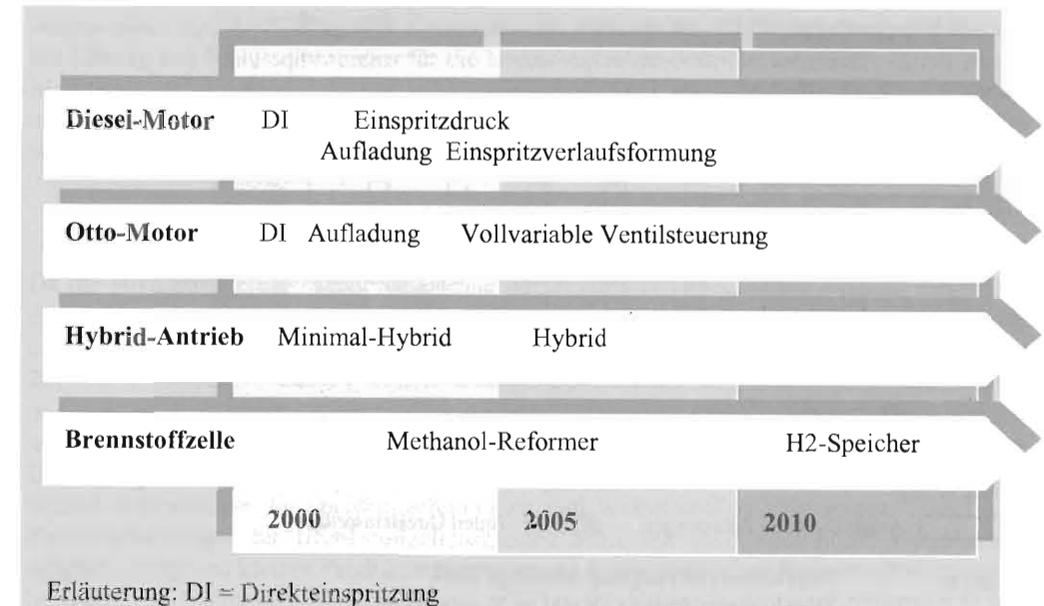


Abb. 3: Wettbewerb der Antriebssysteme

2.4. Die Wettbewerber der Brennstoffzellen-Antriebe

Ausgereifte Technik, das Effizienzpotenzial bei weitem nicht ausgeschöpft und flächendeckende Tank-Infrastruktur: dies sind Argumente, die auch im Jahre 2020 dem konventionellen Verbrennungsmotor Bedeutung geben. Wichtige Schritte sind hierbei die in Abb. 3 skizzierten Entwicklungen zur weiteren Optimierung des Verbrennungsprozesses. Dabei werden die

Getriebeentwicklungen, wie kurz- und mittelfristig die CVT-Getriebe (Continuously Variable Transmissions) und längerfristig die elektro-mechanischen Getriebe, weitere Verbesserungen des Treibstoff-Nutzungsgrads ermöglichen.

Denkbar ist in dieser Periode, dass die seit langem mögliche Umrüstung der Verbrennungsmotoren auf Erdgas stärkere Verbreitung findet. Dabei zeigt die bisher eher bescheidene Verbreitung von Erdgas-betriebenen Fahrzeugen, dass die Argumente flächendeckendes Tanknetze⁸ nicht zu unterschätzen sind. Langfristig scheint Erdgasantrieb aufgrund seines geringeren Wirkungsgrades, der derzeit zwischen 5-10% unter Normalbenzin und 15% unter Dieseldieselkraftstoff liegt, seiner begrenzten Lagerstätten, seinen CO₂ Emissionen und dem nach wie vor in Konsumenten-Meinung erhöhtem Explosions-Risiko gegenüber flüssigen Kraftstoffen, mit einer Reihe von Nachteilen verbunden, die ihn nicht als die neue Energielösung für das nächste Jahrhundert auszeichnen.

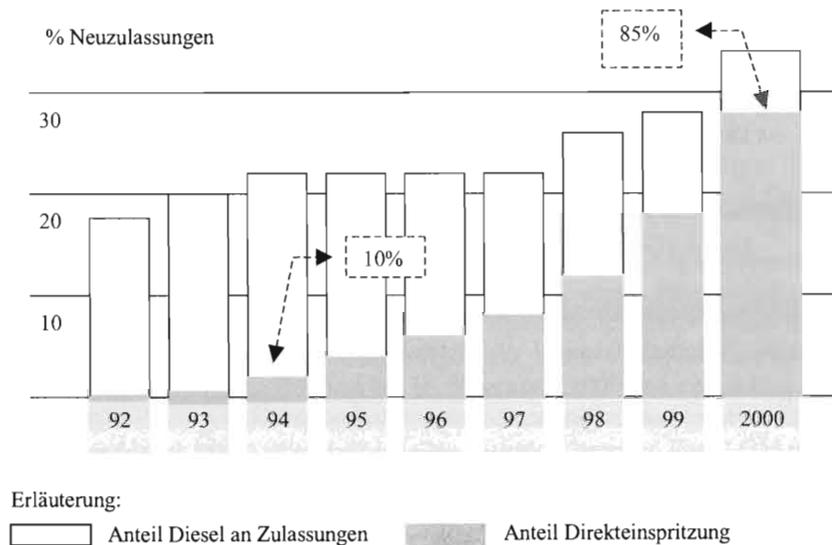


Abb. 4: Marktdurchdringung benötigt Zeit. Direkteinspritzung Diesel in Westeuropa

Bei all den zu erwartenden Optimierungserfolgen darf allerdings nicht vergessen werden, dass Fahrzeuggewicht und Fahrdynamik auch in der Zukunft ihren Kraftstoff-Tribut fordern werden. Die Erfahrung aus dem Kundenverhalten der letzten 30 Jahre lehrt, dass mit zunehmenden Einkommen Käufer vermehrt Wert auf Sicherheit, Ausstattungsfülle und -Komfort legen. Spartanisch ausgestattete Fahrzeuge werden bei Konstanz des Kundenverhaltens auch

⁸ Im Jahr 2000 waren etwa 160 Tankstellen in Deutschland vorhanden.

2020 nicht zu erwarten sein. Der Trend der hochwertigen Ausstattung wird sich damit fortsetzen. Neue Ausstattungs-Features im Sicherheits- und Kommunikationsbereich werden hinzu kommen. Interior-Entwicklungen, wie etwa bei dem Johnson Controls Sitzsystem des Opel Zafira oder bei den Sitzsystemen der Mercedes S-Klasse, zeigen Ansätze auf, die hohen Kundennutzen schaffen. In der Innenraum-Gestaltung der heutigen Fahrzeuge steckt noch viel Entwicklungspotenzial. Damit ist bei den Optimierungslösungen beim Treibstoffverbrauch zu beachten, dass Sicherheit, Fahrdynamik und Komfort in Zukunft einen Teil der Optimierung des Verbrennungsprozesses wieder aufbraucht. Nach heutiger Einschätzung bleiben damit im Flottenverbrauch Werte von 5 Liter Kraftstoff je 100 km oder 120 g CO₂ vermutlich auch im Jahr 2015 oder 2020 ein anspruchsvolles Ziel.

Gerade aus diesen Erwägung heraus macht die Hybrid-Entwicklung Sinn. Hybrid-Fahrzeuge sind Zwitter, die in einem Übergangszeitraum sinnvoll sein können⁹. Zumindest für die Erfüllung von Umweltauflagen in Ballungsräumen, wie eben in Kalifornien. Die BMW-Versuche mit H₂-Verbrennung können ebenfalls als solch ein Zwischenschritt interpretiert werden. Wobei allerdings die Lösung des Kernproblems, nämlich die H₂-Speicherung, gleichzeitig die Lösung des Schlüsselproblems für die Brennstoffzellen-Antriebe ausmacht. Damit ist aus Marktsicht zu vermuten, dass der H₂-Verbrennungsmotor erst eine späte Marktreife erzielt und dann im Wettbewerb mit der Brennstoffzelle aufgrund von Effizienznachteilen eine schwierige Marktstellung hat.

3. Ableitung des Markt-Szenarios

Da die Brennstoffzellen-Technologie heute nur in Ansätzen abschätzbar ist, sind Prognosen über Marktpotenziale nur unter der Prämisse möglich, dass sich die Technik wie vermutet entwickelt. Es werden dabei zwei Entwicklungsphasen unterstellt: einmal bis zum Zeitpunkt 2015, in der Reformer die Wasserstoffversorgung der mobilen Brennstoffzellen ermöglichen, und zum zweiten, ab 2015, die Einführung von mobiler Wasserstoffspeichertechnik und damit die Ablösung des Reformers. Ferner wird unterstellt, dass die Ingenieure marktfähige Lösungen für viele heute noch offene Fragen in einem Zeitverlauf von 10 Jahren finden. Dies betrifft insbesondere die Speichertechnologien von Wasserstoff in Fahrzeugen. Damit sind Preisabschätzungen für Brennstoffzellenantriebe heute nur unter sehr hoher Unsicherheit möglich. Aufgrund kleiner Produktionsvolumen wird unterstellt, dass Brennstoffzellenantriebe erhebliche Nachteile (anfänglich bis zu 30%) in den Fahrzeug-Anschaffungskosten in den nächsten 10 Jahren haben werden.

⁹ Die Hybrid-Entwicklung hat mit den PZEV-Regulierungen in USA weiteren Auftrieb erhalten. Dabei werden von den US-Autoherstellern neben den Voll-Hybrid-Fahrzeugen, wie etwa dem Toyota Prius und dem Honda Insight, auch Mini-Hybrid-Lösungen getestet. Diese Mini-Hybrids sind mit traditionellen Verbrennungsmotoren ausgestattet, die in bestimmten Fahrsituationen elektrisch unterstützt werden. Die elektrische Unterstützung arbeitet dabei mit niedrigeren elektrischen Spannungen und ist daher kostengünstiger darstellbar. Einen Überblick hierzu gibt u.a. Bradsher, 2001.

Bei den Anpassungsmustern der Autokäufer wird eher vorsichtiges Verhalten unterstellt. Zum einen ist bekannt, dass Käufer Produkte mit hohen Preisnachteilen (3 Liter Lupo-Effekt) kaum annehmen. Zum zweiten kommt bei den Brennstoffzellen-Antrieben für die Käufer das nicht einschätzbare „Alltags-Dauerhaftigkeits-Zuverlässigkeits“-Problem. Eine dritte Unsicherheit für den Käufer ergibt sich aus dem zeitintensiveren Ausbau eines flächendeckenden Tanknetzes für Reformier-Kraftstoffe, wie etwa Methanol, und später für Wasserstoff. Aus diesen Gründen unterstellt das Markt-Szenario eine zeitintensiven Markteinführung.

3.1 Potenzielles Marktvolumen

Aufgrund der hohen Preise der neuen Antriebstechnologie unterstellen wir, dass nur in umweltsensiblen Regionen und Ballungszentren moderner Volkswirtschaften bis 2020 ein Marktpotenzial für Brennstoffzellen-Automobile vorliegt. Dieses Marktpotenzial umfasst damit nur ein Teil des Weltfahrzeugmarktes und wird nachstehend als „theoretisches Marktpotenzial“ bezeichnet. Damit lässt sich die Analyse auf drei Marktgebiete konzentrieren:

1. US-Ballungsgebiete und US-Staaten mit hoher Umweltsensibilität, wie California, Connecticut, Florida, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New Jersey, New York, Washington. Da diese Fahrzeugmärkte gesättigt sind, lassen sich die Verkaufszahlen des Jahres 1999 als grober Indikator für das mittel- und längerfristige US-Marktpotenzial heranziehen. Für die vorliegende Analyse kann damit das theoretische US-Marktpotenzial auf 6 Mio. Fahrzeugverkäufe (PKW und Light Truck) pro Jahr quantifiziert werden.
2. Japan
Analog zu den US-Ballungszentren ist der japanische Fahrzeugmarkt in einem Sättigungszustand, womit sich das Japan-Marktpotenzial mit 4 Mio. PKW-Verkäufen pro Jahr quantifizieren lässt.
3. Ballungszentren in Europa
Wie in den USA gehen wir davon aus, dass in Europa Brennstoffzellen-Fahrzeuge hauptsächlich in Ballungszentren zum Einsatz kommen. Insbesondere ist es aufgrund der tendenziell höheren Umweltsensibilität in Mittel- und Nordeuropa naheliegend, das Marktpotenzial auf Ballungszentren dieser Staaten zu konzentrieren. Für unsere Analyse ermitteln wir damit das Europa-Marktpotenzial auf 4 Mio. Fahrzeug-Verkäufe pro Jahr.

Damit ergibt sich ein theoretisches Marktpotenzial für Brennstoffzellen-Antriebe in Höhe von 14 Mio. Fahrzeugverkäufen pro Jahr. Bei einem Weltgesamtmarkt von 56 Mio. Einheiten (weltweite Verkäufe 1999) entspricht damit der theoretisch denkbare Markt für Brennstoffzellen-Fahrzeuge 25% des Welt-Gesamtmarktes¹⁰.

¹⁰ Zur Zahlenbasis vgl. auch ACEA, 2000, sowie Automotive News Data Center, 2000.

Phase 1	Phase 2	Phase 3
<ul style="list-style-type: none"> • Erste Serienfahrzeuge • Hoher Imagegewinn für Autohersteller • Hoher Preisnachteil (30% über konvent. Antrieb) • Unsicherheit über Alltags-Tauglichkeit beim Verbraucher • Geringe Infrastruktur Service- und Tanknetz 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Preisnachteil (20% über konvent. Antrieb) • Dünne Infrastruktur Service- und Tanknetz • Priv. Nachfrage ZEV in Ballungszentren • Verbrennungsmotor, Hybrid-Antrieb als Wettbewerber • Begrenzter Reformier-Vorteil 	<ul style="list-style-type: none"> • Preisnachteil (10% über konvent. Antrieb) Anschaffungskosten kompensiert durch Preisvorteil beim Tanken (CO₂ Steuer) (Vielfahrer) • Ablösung Reformier-Technik • CO₂ Steuer Push • Ausbau flächendecktes Tanknetz
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kaum priv. Nachfrage ➤ Bus-Einsatz Ballungsgebiete (Großtests) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sehr moderate private Nachfrage (Nische) ➤ Busse im Ballungsgebiet Volumenträger 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Priv. Nachfrage springt an ➤ Brennstoffzellen-Busse 50%-Fuhrpark

Abb. 5: Die Szenario-Prämissen im Überblick

3.2. Szenario: Phase 1 bis 2015

Aus den Entwicklungsschritten der Autohersteller kann gefolgert werden, dass in einer ersten Phase, Brennstoffzellen-Kraftfahrzeuge ihre Energie nicht aus einem Wasserstoff-Tank im Fahrzeug beziehen, sondern Hilfsttechnologien eingesetzt werden. Wasserstoff wird damit in Phase 1 im Fahrzeug mit Hilfe von Reformern gewonnen. Als Reformier-Technologien sind heute Methanol und Benzin-Reformier in der Entwicklung bzw. Erprobung. Die Reformier-Technologie schwächt dabei einige der großen Vorteile der Brennstoffzelle wieder ab. Reformier erzeugen CO₂ und erlauben damit nur eine Teilwirkung beim Klimaproblem. Ferner wird der Wirkungsgrad der Energieausbeute aus Methanol und Benzin reduziert. Damit kon-

kurriert die Brennstoffzelle in dieser Periode stark mit den optimierten Verbrennungsmotoren (vgl. Abb. 3). Aus heutiger Sicht erscheint damit kein entscheidender Vorteil der Brennstoffzellen-Antriebe ableitbar.

Aufgrund der hohen erwarteten Markteinführungspreise der Brennstoffzellen-Antriebe (kleine Stückzahlen) und der eher begrenzten Vorteile wird kaum mit Nachfrage gerechnet. Im Szenario gehen wir von einem Preisnachteil von Brennstoff-Kraftfahrzeugen von bis zu 30% gegenüber dem Ottomotor-Antrieb aus. Es liegt eine Art „3-Liter-Lupo“-Effekt vor. Jeder findet die Sache gut, aber der hohe Preis, die zu erwartende dünne Infrastruktur in Service, die für den Käufer unzureichenden Erfahrungen im Dauerbetrieb und der Alltagstauglichkeit lassen den Brennstoffzellen-Antrieb eher die Ausnahme sein. Im Punkte der Zero-Emissions-Fahrzonen, die u.a. in USA in Ballungszentren zu erwarten sind, kann in der Zeit bis 2015 zusätzlich mit der Weiterentwicklung der Hybrid-Fahrzeuge gerechnet werden. Ähnlich wie der Toyota Prius werden andere Hersteller Hybrid-Konzepte im Markt vorstellen, die Wettbewerb für die Brennstoffzellen-Antriebe darstellen. Damit ist auch aus diesen Aspekten eher mit einer verhaltenen Markt-Entwicklung der Brennstoffzellen-Antriebe in der Phase bis 2015 zu rechnen.

Die reinen Wasserstoff-Verbrennungs-Motoren (BMW-Ansatz) könnten ebenfalls in einer Zwischenperiode (bis 2015) als Wettbewerber der Brennstoffzellen-Antriebe auftreten. Aufgrund der bisher nicht erkennbaren H₂-Speicherlösung und der eher ungünstigen Wirkungsgrade der Wasserstoff-Verbrennungsmotoren erscheint diese Technologie allerdings weniger tragfähig.

Zwischenfazit: Der schnelle Umstieg in alternative Antriebe ist aus Marktsicht eher nicht realistisch. Alternative Konzepte (Hybrid, Mini-Hybrid, Wasserstoff-Verbrennung, Brennstoffzelle) münden in einer Fragmentierung des Marktes für alternative Antriebe. Fragmentierte Märkte erhöhen die Kundenverunsicherung – der Kunde wartet, welche Technologie sich durchsetzt, bevor er sich entscheidet.

3.3. Brennstoffzellen-Technologie: Phase 2 nach 2015

Die hohen Forschungs-Engagements lassen vermuten, dass um den Zeitpunkt 2015 marktfähige H₂-Speicher Lösungen in Fahrzeugen in die Serienproduktion münden. Brennstoffzellen-Kraftfahrzeuge ohne Reformer-Zwischenlösung sind damit im Angebot. Die wahren Vorteile der Brennstoffzellen können jetzt genutzt werden: Null-Emission und der Eintritt in eine Wasserstoffwirtschaft mit Wasserstoffgewinnung durch zum Beispiel Sonnenfarmen erlauben eine grundlegende Lösung des CO₂-Problems. Der flächendeckende Aufbau der Versorgungsinfrastruktur (H₂-Tankstellen) wird in Angriff genommen.

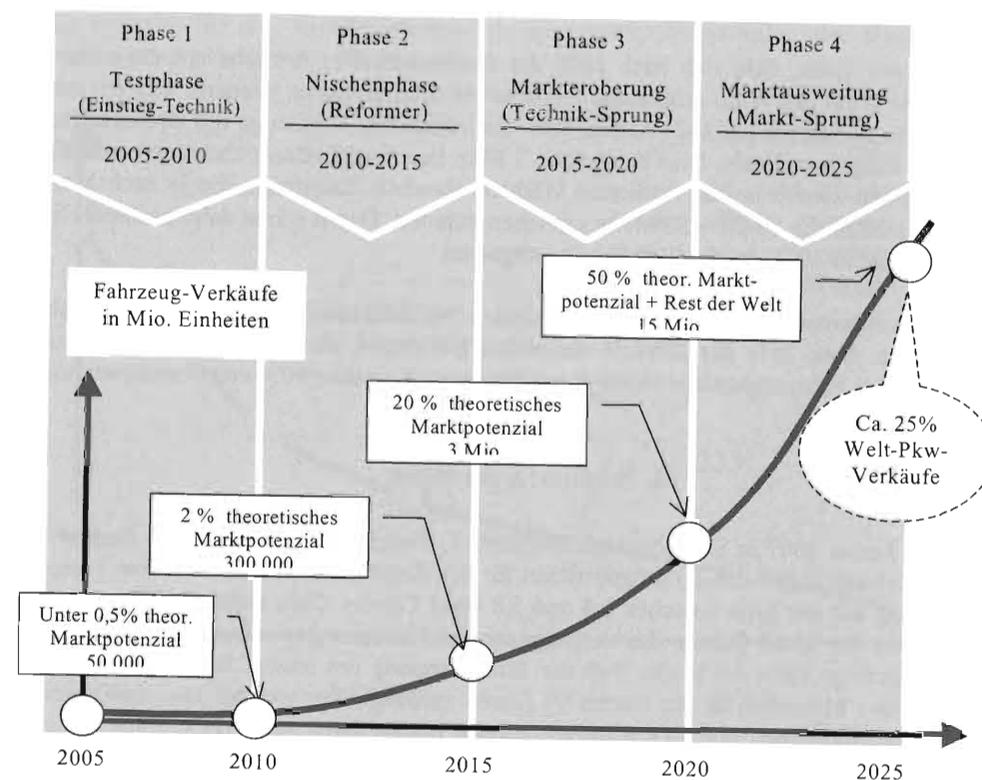


Abb. 6: Szenario-Brennstoffzellen-Antriebe

In den Potenzialmärkten (US-Ballungsgebiete, europäische Ballungsgebiete und Japan) erfolgt jetzt Stück für Stück der Einstieg in die neue Antriebstechnologie. Dabei besitzen Brennstoffzellen-Antriebe weiter den Nachteil höherer Anschaffungskosten (über 10% in unserem Szenario). Da konventionelle Treibstoffe bis zum Jahre 2020 knapper werden, eine mögliche CO₂-Steuer den Benzin- und Dieselpreis weiter erhöht, wird das Brennstoffzellen-Fahrzeug erst bei höheren jährlichen Fahrleistungen wettbewerbsfähig. Damit kann eine Analogie zur Verbreitungsgeschwindigkeit des Dieselmotors hergestellt werden. Für das Szenario wird daher eine Verbreitung der Brennstoffzellen-Fahrzeuge unterstellt, die dem in Abb. 4 skizzierten Dieselmotor-Verbreitungsmuster entspricht.

Für unser Szenario ergibt sich damit die Einschätzung, dass bis zum Jahr 2020 etwa 20% des theoretischen Marktpotenzials ausschöpfbar wird: Dies entspricht 3 Mio. Brennstoffzellen-Fahrzeugverkäufe pro Jahr.

3.4. Marktsprung-Phase von 2020 bis 2025

Es spricht viel dafür, dass sich nach 2020 die Brennstoffzellen-Antriebe auf die anderen Marktgebiete (Rest der Welt) ausbreiten. Unter einem optimistischen Szenario könnten dann in den Potenzialmärkten bis 2025 bereits 50% der verkauften Fahrzeuge mit Brennstoffzellen-Antrieb ausgestattet sein. Dies entspräche 7 Mio. Brennstoffzellen-Fahrzeugenverkäufen pro Jahr. Hinzu kämen in den restlichen Märkten ebenfalls Nachfrage, die je nach Markt ebenfalls bis 2025 die 10-20% Schwelle erreichen könnten. Damit wären dann nochmals 5-7 Mio. Fahrzeuge in 2025 mit Brennstoffzellen abgesetzt.

Ausgehend von einem sehr konservativ geschätzten Weltautomobilmarkt von 60 Mio. Fahrzeugen wären dann 25% der jährlich verkauften Neuwagen mit Brennstoffzellen-Antrieb ausgerüstet. Der Fahrzeugbestand bleibt dabei immer noch zu über 90% verbrennungsmotorisiert.

4. Schlussfolgerungen

Der am 21. Januar 2001 in Shanghai veröffentlichte 3. Bericht des Internationalen Gremiums für Klimaveränderungen (IPCC) prognostiziert für den Zeitraum 1990 bis 2100 eine Temperaturerhöhung auf der Erde zwischen 1,4 und 5,8 Grad Celsius. Dem steht eine Temperaturerhöhung von 0,6 Grad Celsius des vergangenen Jahrhunderts gegenüber. Neueren IPCC-Hinweisen zufolge kann der größte Teil der Erderwärmung des letzten Jahrhundert auf die Aktivitäten des Menschen in den letzten 50 Jahren zurückgeführt werden. Die stark ansteigenden CO₂-Emissionen und CO₂-Konzentrationen bilden damit nach IPCC-Einschätzung eine sehr ernstzunehmende globale Bedrohung. Unep-Direktor Klaus Töpfer zeigte sich in Presseinterviews bei der Vorstellung des IPCC-Berichts äußerst besorgt über die Entwicklungen.

In der vorstehenden Analyse wurde deutlich, dass die Brennstoffzellen-Fahrzeuge der 2. Generation (ohne Reformer) vielversprechende Lösungsansätze für das CO₂-Problem für den Verkehrsbereich darstellen und Grundlagenvoraussetzungen für den Übergang in die saubere Wasserstoffwirtschaft stellen. Allerdings ist aufgrund der abgeleiteten Marktbedingungen davon auszugehen, dass die Brennstoffzelle aus unternehmerischer Perspektive durch ihre sehr lange Pay-Off Periode nicht den vollen Schub entwickelt. Bei erwarteter Marktfähigkeit nach einem 20 Jahreszeitraum ist zu erwarten, dass die Zulieferindustrie eher zögerlich mit heutigen Investitionen reagiert¹¹. So hat zum Beispiel der VW-Forschungs- und Entwicklungsvorstand Winterkorn in einem dpa-Interview¹² auf der Detroit Motorshow Mitte Januar 2001 wissen lassen, dass Brennstoffzellen-Fahrzeuge nach seiner Meinung erst nach zehn bis 15 Jahren in Großserie gehen werden.

¹¹ Vgl. hierzu u.a. Brendel, 2001. Auch die dpa-Stellungnahme des VW-Entwicklungschefs kann eher als vorsichtiges investieren mit eher abwartender Haltung interpretiert werden, vgl. Deutsche Presseagentur, 2001.

¹² Vgl. Deutsche Presseagentur, 2001.

„Natürlich muss man Visionen entwickeln und versuchen, sie umzusetzen. Aber das muss sich rechnen, für den Kunden ebenso wie den Automobilhersteller, der Geld verdienen muss“, so Winterkorn¹³.

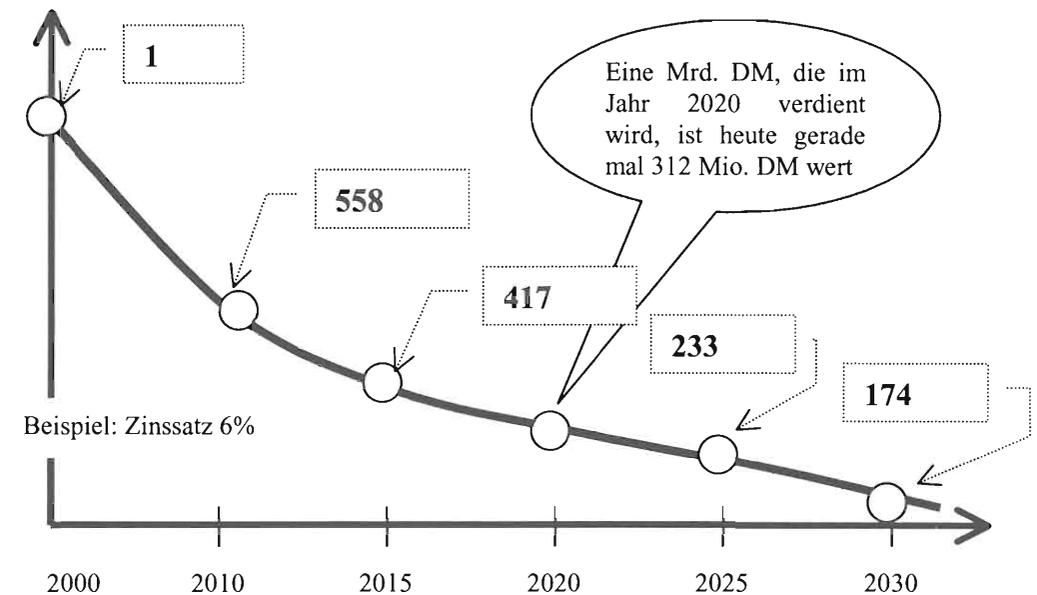


Abb. 7: Der Zinseffekt bremst die Investition in Brennstoffzellen-Fahrzeuge

Aus Unternehmerperspektive ist das Risiko einer hohen Investition, die erst nach 20 bis 30 Jahren erste Erträge ausweist, wenig zu rechtfertigen. Allein die Wirkung des Zinseffekts sorgt dafür, dass die in 20 Jahren erzielten Erträge nur „ein Drittel“ in heutigen Geldeinheiten wert sind. Ein einfaches Beispiel, das Abb. 7 visualisiert, illustriert dies. So ist bei einem Zinssatz von 6% ein Gewinn von 1 Mrd. DM, der im Jahre 2010 anfällt in heutigen Geldeinheiten 558 Mio. DM wert. Fällt der Gewinn von 1 Mrd. DM erst im Jahre 2020 an, ist der heutige Wert gerade mal noch 312 Mio. DM. Fällt der Gewinn erst 2030 an, ist bei 6% Zins der heute Wert mit 174 Mio. DM noch geringer. Das Beispiel zeigt die starke Wirkung des Zinssatzes. Investitionen, die in der fernen Zukunft zu Gewinnen führen, werden bereits in diesem einfachen Beispiel wirtschaftlich sehr schwer darstellbar. Dabei sind Unsicherheitsüberlegungen noch überhaupt nicht berücksichtigt.

Wegen des hohen Gefährdungspotenzials – also der hohen externen Effekte – kann es wirtschaftspolitisch angebracht sein, den langsamen Markteroberungsweg der Brennstoffzelle abzukürzen. Ansätze in Kalifornien sind mit der ZEV-Regulierung vorhanden. Für Europa

¹³ Vgl. Deutsche Presseagentur, 2001.

und für Deutschland wird damit die zuvor diskutierte CO₂-Steuer bedeutsam. Im Vergleich zur heutigen Ökosteuer empfiehlt es sich allerdings, eine solche Steuer intelligenter auszugestalten. Die heutige Ökosteuer verfehlt wesentliche Lenkungseffekte und zielt stärker auf die Sanierung von Rentenkassen ab statt auf ökologische Steuerungen. Einfach deshalb, weil die entsprechende Ausweichmöglichkeit durch die Verkehrsinfrastruktur kaum vorhanden ist. Der Ökosteuer auszuweichen ist damit in einem Großteil der Fälle gleichbedeutend, immobil zu werden. Eine nicht gerade ermutigendes Szenario für eine moderne Volkswirtschaft.

Eine intelligente CO₂-Steuer setzt dann ein, wenn die Substitutionsmöglichkeit vorhanden ist. Dann wäre das Modell so zu spezifizieren, dass etwa ab dem Zeitpunkt 2010 die CO₂-Steuer zum Einsatz kommt, deren Einnahmen gleichzeitig für die Subvention von Brennstoffzellen-Fahrzeugen genutzt werden. Die Steuer wird allerdings heute schon spezifiziert, so dass der Industrie genügend Zeit verbleibt, Anpassungen vorzunehmen und die Produkte, sprich Brennstoffzellen-Fahrzeuge, auch im Markt anzubieten. Da in diesem Modell die CO₂-Steuereinnahmen gleichzeitig für die Subventionierung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen genutzt werden, entsteht ein „doppelter Preiseffekt“ – und das Verhalten kann weit im voraus von Industrie und Verbraucher auf Substitution eingestellt werden. Ein kalkulierbarer Weg, der eine Lösung bietet, um wertvolle Zeit besser zu nutzen. Eine Lösung, welche die Mobilität unserer Gesellschaft nicht zerstört.

Die in USA von der Bush-Administration im März 2001 verkündete eindeutige Abkehr von den Zielen des Kyoto-Abkommen lässt Auflagen zur CO₂-Reduktion in der US-Wirtschaft in den nächsten Jahren sehr unwahrscheinlich werden. Diese neue Politik-Unsicherheit erhöht das Investitionsrisiko in Brennstoffzellen-Fahrzeuge zusätzlich und zeigt die schwierige Berechenbarkeit von Investitionen in die neue Technologie. Die Rentabilität und damit die Vermarktung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen haben einen langen Weg vor sich. Es wäre bedauerlich, wenn – wie die Financial Times Deutschland titelte¹⁴ – die dort engagierten Unternehmen „vor allem Dollars verbrennen“ würden.

Abstract

The article analyses important factors for the marketing of fuel-cell cars and offers a market-scenario for fuel-cell vehicles. To deduct the scenario forecast three groups of variables will be analysed: the development of mobile fuel-cell technology (structure of supply), reactions of customers (structure of demand) and the expected moves in legislation (framework for regulation). Our main findings are, that we do not expect serious demand for fuel-cell vehicles before 2015. The period 2015-2020 provides a starting point for slowly increasing penetration. After 2020 it seems to be possible that demand for fuel cell cars to increase above 10% of world car production. Thus, despite its advantages as regards to energy cleanness it takes a long road to write a market success story for fuel-cell cars. As investment decisions with long time horizons become hardly profitable due to discounting losses of future incomes and rising uncertainties, a “wait and see” attitude should result under rational behaviour in the automotive industry. Thus, it seems to be necessary that political decisions have to be taken to promote the new powertrain concept. The major reason for that conclusion are the detrimental effects of combustion engines on deterioration of world climate.

¹⁴ Vgl. *Brendel*, 2001.

Literatur

- ACEA (Hrsg.)* (2000), Passenger Car Registration Reports, verschiedene Jahrgänge, ACEA (Association European Automobile Manufacturer), Brüssel.
- Automotive News Data Center (Hrsg.)* (2000), Market Data Book, Jahrgang 2000, Crain Communications Inc., Detroit.
- Bradsher, K.* (2001), Detroit Revs Up “Hybrid” Models: Key Is Electrical Assist to Engine, International Herald Tribune, 21. Februar 2001.
- Brendel M.* (2001), Ballards Brennstoffzelle verbrennt vor allem Dollar, Financial Times Deutschland, 26. März 2001.
- Bundesministerium für Umwelt-, Naturschutz und Nuklearsicherheit* (2000), Germany’s National Climate Protection Program, Okt. 2000.
- California Environmental Protection Agency* (2000), Air Resources Board, Proposed Amendments To The California Zero Emission Vehicle Program Regulations, December 8, 2000.
- California Environmental Protection Agency* (2001), Air Resources Board, ARB Fact Sheet, Zero Emission Vehicle Program Changes, February 23, 2001, www.arb.ca.gov.
- Deutsche Presseagentur (dpa)* (2001), VW-Forschungschef: Brennstoffzelle erst in zehn Jahren in Großserie, 10. Januar 2001.
- Dudenhöffer, F. / Dittler, T. / Thies C.* (1998), Schlüsseltrends im Automobilgeschäft Europas, in: Internationales Verkehrswesen, 50 Jg., 10/1998, S.441-448.
- Internationale Energie Agentur (IEA)* (2000), World Energy Outlook 2000, Paris.
- Kuhn L. / T. Melfi* (2000), Kühne Pioniere, in: Wirtschaftswoche, 9. November 2000, S. 217-223.
- Rempel, H.* (2000), Geht die Kohlenwasserstoff-Ära zu Ende, Vortrag 23.5.2000, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- Röthlein, B.* (2001), Wasserstoff – Kraftstoff der Zukunft ?, Neue Züricher Zeitung, 2. März 2001.
- UNEP* (2001), United Nations Environmental Programme, New Evidence Confirms Rapid Global Warming, Say Scientists, Shanghai, 22. January 2001, www.unep.org