

**Vom Materialfluss zum Gütertransport  
Eine Analyse anhand der EU15 – Länder  
(1970-2000)**

Gerhard Rainer

Rainer, Gerhard 2006: *Vom Materialfluss zum Gütertransport. Eine Analyse anhand der EU15 – Länder (1970-2000)*. Social Ecology Working Paper 88. Vienna.

**Social Ecology Working Paper 88**

Vienna, December 2006

ISSN 1726-3816

Institute for Interdisciplinary Studies at Austrian Universities  
Department for Social Ecology  
Schottenfeldgasse 29  
A-1070 Vienna  
+43-(0)1-522 40 00-401  
[www.iff.ac.at/socec](http://www.iff.ac.at/socec)  
[socec.iff@unvie.ac.at](mailto:socec.iff@unvie.ac.at)

© 2006 by IFF – Social Ecology

**Vom**  
**Materialfluss zum Gütertransport**  
**Eine Analyse anhand der EU15 – Länder**  
**(1970-2000)**

Material Flows and Freight Transport  
Analysis for EU 15 Countries (1970 – 2000)

**Diplomarbeit**

von

**Gerhard Rainer**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Magister der Naturwissenschaften**

an der Fakultät für Lebenswissenschaften der Universität Wien

durchgeführt am Institut für Soziale Ökologie der  
Fakultät für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF)

(Universität Klagenfurt)

bei

**Marina Fischer-Kowalski**

Wien, März 2006



## Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit soll am Beispiel der EU15 Länder die enge Kopplung des Güterverkehrs an den Materialinput aufzeigen.

Auswirkungen des Güterverkehrs auf die natürliche Umwelt werden üblicherweise über Luftemissionen, Ressourcenverbrauch, Landschaftszerschneidung, Lärm u.ä. dargestellt und sind dabei meist der Beförderungsart zugeschrieben. Analysen und Lösungsverschlage konzentrieren sich darauf, bei gegebenen Transportvolumen weniger Umweltbelastungen zu produzieren (Feitelson and Verhoef 2001). Die Prognosen für die Entwicklung des Gütertransports basieren dabei auf einer engen Kopplung von Transport und Wirtschaftswachstum.

Diese Arbeit stellt jedoch die Frage nach den Mengen (in t) der zu transportierenden Gütern. Anhand eines Durchflussmodells wird gezeigt, wie sich der Materialinput beim Durchlaufen eines Wirtschaftssystems verhält. Als Basis dient der direkte Materialinput (DMI), der im Rahmen von Materialflussanalysen (MFA) jährlich veröffentlicht wird. Die errechneten Mengen entsprechen jenem Transportvolumen, das in einer Volkswirtschaft, aufgrund ihrer wirtschaftlichen Struktur, maximal entstehen kann. Laut Modelluberlegungen sollte das Transportvolumen demnach im Bereich des 1-3fachen des DMI liegen – dies konnte auch im Zuge dieser Arbeit bestatigt werden. In den letzten Jahrzehnten blieb das Verhältnis zwischen Transportvolumen und Materialinput in den europäischen Ländern trotz erheblichen wirtschaftlichen Umstrukturierungen praktisch konstant (um Faktor 2).

Der zweite Aspekt der Arbeit liegt bei der Betrachtung der Transportleistung (in Tkm). Es konnte ein Anstieg der durchschnittlichen Transportdistanzen in der EU aufgezeigt werden. In Bezug auf die Gesamtdistanzen, die eine Tonne Material dadurch transportiert wird, konnte eine Steigerung um 44% gegenuber den Distanzen von 1970 nachgewiesen werden.

Da MFAs keine Angaben bezüglich der zurückgelegten Distanzen beinhalten, können sie nicht zur Analyse der Zusammenhänge zwischen Materialinput und Transportdistanzen dienen. Vielmehr wird hier die Notwendigkeit deutlich, detailliertere Erhebungen zu den Einflussparametern der Transportdistanzen durchzuführen, da die Distanzen offensichtlich wesentlich für die Dynamik des Güterverkehrs verantwortlich sind.

Als Quelle dienten bei dieser Arbeit Daten der Europäischen Statistikbehörde (Eurostat). Da diese jedoch zum Teil sehr lückenhaft waren, bestand ein wesentlicher Teil der Arbeit in der Zusammenstellung eines Datensatzes, mit dessen Hilfe die Modellannahmen überprüft werden konnten.

## **Abstract**

The aim of this work is to show the close coupling of freight transport and material input, based on data for the EU 15-countries.

Effects of freight transport on the natural environment are usually expressed by air-emission, resource consumption, landscape-cutting, noise and more. Environmental impacts are often linked to the mode of transport and analyses mainly concentrate on reducing the environmental impacts by given transport volumes (Feitelson and Verhoef 2001). Outlooks for the development of freight transport are based on a close coupling of transport and economic growth.

This work asks the question about the quantities of goods which has to be transported. Based on a flow-model the performance of materials passing the economy process should be shown. Therefore the material flow analysis (MFA) delivers a basic information – the direct material input (DMI). The volume calculated in this model corresponds to the maximum transport volume that can occur from the DMI (depending on the economic structure of national economies). Due to the model considerations the transport volume is about 1-3 times higher than the DMI – and this can be proved in this work. During the last decades the ratio between transport volume and material input stayed almost constant (about factor 2) – even though there were important changes in economical structures in Europe. The second aspect in this work is to look at the transport performance (in Tkm). An increase of the average transport distances in EU15 could be shown and by this an increase of 44% (since 1970) of the total distances that one ton of material input is transported. Since material flow analyses contain no data about distances, they also can not serve as a base for the analysis of the connection between material inputs and transport distances. It rather shows the need of more research on parameters that influence transport distances, since these are obviously substantially responsible for the dynamics of freight transport.

Due to many different datasets (source: Eurostat), one part of my work was to create a database on which the model could be tested.





# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einführung</b> .....	<b>1</b>
1.1. Gütertransport und seine Auswirkungen auf die Umwelt .....	2
1.1.1. Allgemein.....	2
1.1.2. Ökologische und soziale Probleme .....	3
1.1.3. Umweltbelastungen in Alpentälern .....	9
1.1.4. Besondere Aspekte einzelner Beförderungsarten .....	10
1.2. Problemstellung .....	15
<b>2. Gütertransport und Materialflussanalyse</b> .....	<b>17</b>
2.1. Der Zusammenhang von MFA und Gütertransport .....	17
2.2. Vom materiellen Gesamtinput zum Transportvolumen.....	19
2.3. Transportleistung und ihre Parameter .....	25
2.3.1. Transportleistung.....	26
2.3.2. Transportdistanz.....	27
2.4. Zusammenhänge der Modellindikatoren .....	30
2.5. Ziel des Modells .....	35
<b>3. Methodisches Vorgehen</b> .....	<b>36</b>
3.1. Datenbasis .....	36
3.1.1. Recherche .....	36
3.1.2. Art der Datenerhebung.....	37
3.1.3. Beschreibung der verwendeten Begriffe.....	39
3.1.4. Datenquellen .....	46
3.1.5. Datenverarbeitung.....	47
3.1.6. Datenprobleme und Datenqualität .....	49
3.1.7. Modellberechnung .....	59
<b>4. Ergebnisse der Analyse für EU 15</b> .....	<b>61</b>
4.1. Entwicklung der Modellindikatoren.....	61
4.1.1. Re-loading Faktor.....	61
4.1.2. Durchschnittliche Transportdistanz.....	64
4.2. Gesamtdistanz pro Tonne .....	66
4.3. Entwicklungen einzelner Staaten .....	67
4.4. Überlegungen zum Modal Split .....	70
<b>5. Ausblick</b> .....	<b>72</b>
<b>6. Literatur</b> .....	<b>76</b>
<b>7. Datenanhang</b> .....	<b>79</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auswirkung von Inversionswetter auf Schadstoffbelastung .....	9
Abbildung 2: Weltweite Entwicklung der Beförderungsarten seit 1870 .....	10
Abbildung 3: Prozessmodell der Materialflussanalyse (MFA) .....	18
Abbildung 4: Flussmodell von 100t DMI entlang der EPKD-Kette.....	21
Abbildung 5: Vereinfachte Transportsysteme und ihre Indikatoren.....	31
Abbildung 6: Leerfahrtenanteile europäischer Länder .....	55
Abbildung 7: Re-loading Faktor; Mittelwerte der EU-Länder.....	62
Abbildung 8: Re-loading Faktor; Länder je nach Verfügbarkeit seit 1970 .....	63
Abbildung 9: Mittlere Transportdistanzen; Mittelwerte der EU-Länder.....	64
Abbildung 10: Mittlere Transportdistanzen; Länder seit 1970 .....	65
Abbildung 11: Gesamtdistanz pro Tonne; Mittelwerte seit 1970 .....	66
Abbildung 12: Gesamtdistanzen; Ländervergleich seit 1970 .....	67
Abbildung 13: Ländervergleich mehrerer Parameter .....	68
Abbildung 14: Entwicklungen der EU15 seit 1991 .....	69
Abbildung 15: Modal Split in der EU .....	70

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verkehrsfläche in km <sup>2</sup> (Österreich).....	7
Tabelle 2: Beispiele für Zahlenwerte aus unterschiedlichen Quellen:.....	51
Tabelle 3: Nachträgliche Änderungen innerhalb eines Datensatzes.....	52
Tabelle 4: Auszug der Daten-Verfügbarkeit für alle 4 Verkehrsarten.....	58
Tabelle 5: Auszug der Daten-Verfügbarkeit für Straße und Eisenbahn .....	59

## 1. Einführung

Der permanent anwachsende Verkehr und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt sind eine Problematik, die immer wieder Einzug in die gesellschaftliche, fachliche und politische Diskussion findet und oft in negativem Zusammenhang steht.

Schlagworte wie „Stau“, „Feinstaubbelastung“, „Schadstoffemissionen“, „überhöhte Infrastrukturkosten“, „Klimaveränderungen“, „Zerschneidung von Landschaften“, „Lärm“, sind nur einige der Begriffe, mit denen Verkehr in Verbindung gebracht wird.

Verkehr umfasst die Bewegung von Personen, Gütern und Nachrichten, wobei für die jeweiligen Fraktionen unterschiedliche technische und organisatorische Strukturen vorhanden sein müssen. Gemeinhin wird unter Verkehr meist nur der Transport von Personen und Gütern verstanden. Diese beiden sind auch hauptverantwortlich für die meisten, der wahrgenommenen Verkehrsprobleme.

Schenkt man den Prognosen für das Verkehrswachstum Glauben, so erwartet uns in Zukunft ein ständig wachsender Verkehrsstrom und damit verbunden auch ein Anstieg der verkehrsbedingten Umweltprobleme.

Auffällig daran ist, dass die meisten Prognosen auf Basis des Wirtschaftswachstums unter der Annahme erstellt werden, dass Transport und wirtschaftliche Entwicklung eng aneinander gekoppelt sind. Dies bedeutet, dass bei wachsender Wirtschaft automatisch auch der Verkehr ansteigt.

In dieser Arbeit wird nun anhand eines neuen Modells erstmals versucht, den Zusammenhang zwischen der Materialintensität einer Ökonomie und dem daraus erwachsenden Gütertransport aufzuzeigen.

Hauptaugenmerk liegt somit auf dem Gütertransport - der Personenverkehr (und Nachrichtenverkehr) wird ausgeklammert.

Eine Kopplung von Materialverbrauch und Gütertransport ist unter Anderem aufgrund der Tatsache interessant, dass es in manchen europäischen Ländern zu einer (relativen) Entkopplung des

Wirtschaftswachstums vom Materialverbrauch gekommen ist. Dies würde nach unseren Modellüberlegungen bedeuten, dass es dadurch auch zu einer Entkopplung des Transports vom Wirtschaftswachstum kommt. Somit würde z.B. eine verstärkte Politik der Dematerialisierung einen erheblichen Einfluss auf die Verkehrsentwicklung bewirken.

### **1.1. Gütertransport und seine Auswirkungen auf die Umwelt**

Der Einfluss des Transports auf die Umwelt kann zunächst von zwei Seiten betrachtet werden. Einerseits verursacht Güterverkehr Umweltbelastungen der verschiedensten Art, andererseits stellt der Gütertransport eine biophysische und technische Voraussetzung für die Möglichkeit dar, entfernte Territorien, deren Ressourcen, Produktionskapazitäten und Kaufkraft zu nutzen und auf diese Weise nicht nur die unterschiedlichen Vorteile von Produktionsfaktoren zu genießen, sondern auch Umweltbelastungen räumlich umzuverteilen (Muradian and Martinez-Alier 2001).

In welcher Form Gütertransport die Umwelt belastet, darauf soll im folgenden Kapitel näher eingegangen werden.

#### **1.1.1. Allgemein**

“If current mobility trends were to continue, social, economic and environmental costs worldwide would be unacceptably high.”

“The present system of mobility is not sustainable, nor is it likely to become so if present trends continue” (WBCSD 2004)

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts weist der Verkehr verschiedene Merkmale auf, die auf Dauer nicht haltbar sind. Die anhaltende Zunahme und Nutzung von Kraftfahrzeugen stellt eine erhebliche Belastung der natürlichen Ressourcen dar. Emissionen aus der Kraftstoffverbrennung tragen zur globalen und örtlichen Schädigung der Ökosysteme und der menschlichen Gesundheit bei. Probleme im Zusammenhang mit

Verkehrsunfällen und Gesundheitsschäden aufgrund der hohen Lärmbelastigung nehmen zu und es kommt zu einer, die vorhandenen Lebensräume, Migrationsgewohnheiten und die Integrität der Ökosysteme beeinträchtigenden Bodennutzung (OECD 2002a).

Auf die bedeutendsten Probleme, wie z.B. den Ausstoß von umweltschädigenden Abgasen, dem Energie- und Ressourcenverbrauch, der Flächenverbrauch durch Infrastrukturbau, Lärm und (Fein-)Staub soll in diesem Kapitel eingegangen werden.

Weiters werden transportspezifische Probleme und Belastungen dargestellt.

### **1.1.2. Ökologische und soziale Probleme**

Die ökologischen und sozialen Hauptprobleme des Verkehrs sind:

- Emissionen
- Ressourcenverbrauch (Energie, Fläche)
- Lärm
- Stau
- Unfälle

Diese Faktoren verursachen auch erhebliche Kosten. Zusammengenommen liegen z.B. die Kosten durch Emissionen, Lärm und Unfälle in Europa bei 8% des BIP. Der Straßenverkehr ist zu 92% für diese Kosten verantwortlich; bereits 1/3 dieser Kosten werden durch Gütertransport verursacht (OECD 2002b).

In einer von der OECD erarbeiteten Studie bezüglich „unsustainable transport“ werden die räumlichen Auswirkungen des Transports dargestellt (OECD 1996). Dabei werden globale, regionale, lokale sowie andere nicht-nachhaltige Effekte untersucht, auf die im Folgenden eingegangen wird.

## Luft-Emissionen

Die durch Verbrennen von fossilen Brennstoffen entstehenden Emissionen führen zu einer Verstärkung des weltweiten Treibhauseffektes (OECD 1996).

Der Transport ist in der EU mittlerweile für ein Drittel der (vom Menschen verursachten) Klimaerwärmung verantwortlich. Obwohl im Zeitraum von 1990 bis 2002 die Emissionen von Treibhausgasen im „Nicht-Transport-Sektor“ um 8% reduziert werden konnten, kam es in der gleichen Zeit beim Transport-Sektor zu einem Anstieg um 22% (T&E 2004).

Seit 1990 steigen die Treibhausgasemissionen jährlich also um 2% - wobei der Straßen- und der Flugtransport mit 17% bzw. ca.12% die höchsten Steigerungen vollzogen (T&E 2004).

Ein Grund für diese Entwicklung könnten mangelnde Emissions-Standards und deren Kontrolle bei Straßenfahrzeugen sein. Während andere Sektoren schon seit längerem auf der Suche nach Alternativen zu fossilen Brennstoffen sind oder zum Teil bereits auf alternative Energieträger umgestiegen sind, zeichnet sich der Straßen- und Flugverkehr immer noch durch mangelnde Innovationsbereitschaft aus. So wird heute noch mit einer 30 Jahre alten Technologie gearbeitet, ohne dass es in dieser Zeit erhebliche Innovationen bezüglich Effizienzsteigerung und alternativen Energieträgern gab. Immer noch werden größere und leistungsstärkere Fahrzeuge entwickelt, obwohl bekannt ist, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen direkt proportional zum Treibstoffverbrauch sind (OECD 2002b).

Die OECD hat evaluiert, dass zirka die Hälfte der Emissionsreduzierung durch technische Verbesserungen und die andere Hälfte durch veränderte Verkehrskonzepte bewirkt werden können (OECD 2002a).

Zu den bedeutendsten Emissionen zählen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Feinstaub (PM<sub>10</sub>), Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und flüchtige organische Bestandteile (OECD 2002b).

Diese werden in der Troposphäre oft weit über nationale Grenzen hinaus transportiert und führen zu Schädigungen von Pflanzen, Tieren und

Ökosystemen. Die Bildung von photochemischen Oxidantien aus Kohlenmonoxid,  $\text{NO}_x$  und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC; engl. volatile organic compounds) zusammen mit den sekundär gebildeten Säure-Aerosolen führt zu übersäuerten Böden (OECD 1996).

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass solche photochemischen Verschmutzungen zu Störungen von Waldökosystemen führen und dabei erheblichen Einfluss auf das Pflanzenwachstum haben. Dadurch kommt es neben den ökologischen Problemen auch zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten (OECD 1996).

Das in temperaten Klimaten am weitesten verbreitete Problem ist das des bodennahen Ozons. Es entsteht bei der Reaktion von  $\text{NO}_x$  mit VOC unter Einwirkung von Sonnenlicht und führt bei vielen Menschen zu Augenschäden, Kopfschmerzen, Erkrankungen der oberen Atemwege, Asthma und einer Reduktion der Lungenfunktion (OECD 1996).

Motorisierter Verkehr ist zudem Hauptverursacher einer Vielzahl von giftigen und krebserregenden Stoffen wie z.B. CO, Feinstaub, Blei und organischen Verbindungen (z.B. Benzene, 1,3-Butadien, Formaldehyd, Acetaldehyde und polynucleare aromatische Hydrocarbone) (OECD 2002b).

Transport ist zu 90% für die Emissionen von CO verantwortlich, welches bei unvollständiger Verbrennung entsteht und für den menschlichen bzw. tierischen Organismus bereits in geringen Konzentrationen giftig ist. Feinstaub wird eingeatmet und führt in weiterer Folge zu Lungen- und anderen Krankheiten. Als Hauptquelle für Feinstaub gelten Dieselmotoren (OECD 1996).

Neben den oben genannten Treibhausgasen stellen auch die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKWs) ein Problem dar. Diese fanden als Kühlmittel in Klimaanlage Verwendung und sind aufgrund ihrer hohen Reaktivität wesentlich an der Zerstörung der schützenden Ozonschicht beteiligt. Die Einführung von alternativen – Anfangs weniger effizienten -

Kühlmitteln führte zu einem Anstieg beim Energieverbrauch, was wiederum ein Mehr an Emissionen bedeutete (OECD 1996).

## **Ressourcenverbrauch**

### *Energieverbrauch*

Das heutige Transportsystem benötigt eine beachtliche Menge an Ressourcen-Inputs<sup>1</sup>. Von größter Bedeutung ist dabei der Verbrauch von fossilen Brennstoffen, insbesondere Erdöl.

Weltweit fließen mittlerweile über 60% aller Erdölprodukte in den Transportsektor. Interessant erscheint dabei die Tatsache, dass Transport zu 98% von Erdöl abhängig ist, wobei (in OECD-Ländern) bereits 80% des gesamten Ölverbrauches auf Straßenfahrzeuge entfallen und der Großteil des Rests vom Flugverkehr verbraucht wird. Eisenbahn und Schifffahrt machen im Vergleich dazu zusammen nicht mehr als 5% des Gesamtbedarfs aus (OECD 1996).

Der enge Zusammenhang zwischen Fossil-Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen würde bedeuten, dass die Effizienzsteigerungen der letzten Jahre z.B. in Industrie und anderen Bereichen zu einem Rückgang der Emissionen führen. Tatsächlich hat es in vielen Ländern aber überhaupt keine Verbesserungen gegeben, weil beim Transport die Zunahme an Fahrzeugkilometern die Verbesserungen in der Effizienz meist übertrafen (OECD 1996).

Transport ist somit der größte Verbraucher an nicht-erneuerbaren Energieträgern – allen voran Erdöl, für welches noch immer keine Alternativen erforscht wurden. In vielerlei Hinsicht, aber hauptsächlich im Bezug auf den Anstieg an CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre führt der Transport zu Emissionsmengen, die die Aufnahmefähigkeit der Umwelt übersteigen. Aktuelle Trends aufgrund neuerer Messmethoden sehen einen weiteren

---

<sup>1</sup> Erdöl, Beton und Stahl für den Bau von Infrastruktur; Kunststoffe, Metalle für Fahrzeuge; Erdöl als Treibstoff



Anstieg von Transportaktivität und dadurch steigende Auswirkungen für die Umwelt voraus (OECD 1996).

### *Flächenverbrauch*

Der Aufbau von Transportinfrastruktur abseits urbaner Zentren führt zu Zerschneidungen bzw. Zerstörung von Ökosystemen. Dadurch kann es zu Störungen des ökologischen Gleichgewichts einer ganzen Region kommen.

In heutigen Städten werden 35% der Gesamtfläche für Straßen verplant. Nicht mit eingerechnet sind hier jene Zusatzflächen, die z.B. für das Abstellen von Fahrzeugen zur Verfügung gestellt werden.

Erst durch geeigneten motorisierten Transport wurde Zersiedelung, wie wir sie im heutigen Ausmaß kennen, möglich. Oft werden dabei hochwertige, produktive, landwirtschaftliche Flächen zu unproduktivem Siedlungsraum versiegelt (OECD 1996). Abgesehen davon kommt es zu Landschaftszerschneidungen sowie in weiterer Folge zur Zerstörung von Ökosystemen.

**Tabelle 1: Verkehrsfläche in km<sup>2</sup> (Österreich)**

<b>Jahr</b>	<b>Straße</b>	<b>Bahn</b>
<b>1991</b>	1.489	171
<b>1995</b>	1.578	168
<b>2000</b>	1.741	162
<b>2002</b>	1.766	158

Quelle: Umweltbundesamt (2004)

### **Lärm**

Transport wurde als Hauptquelle für Umwelt-Lärm identifiziert. In OECD Ländern sind bereits 16% der Bevölkerung Lärm ausgesetzt der zu Schlaf- und Kommunikationsstörungen und in weiterer Folge zu Krankheiten führt; weitere 50% sind „unbefriedigendem“ Lärm durch Transport ausgesetzt (OECD 1996).

Somit verwundert es nicht, dass Lärm unter der urbanen Bevölkerung als erstes und größtes Problem im Zusammenhang mit Straßenverkehr assoziiert wird. Lärm führt zu Gesundheitsproblemen wie Stress, Herz- und Gefäßerkrankungen sowie Gehörstörungen.

Strengere Standards bezüglich der Geräusentwicklung von Fahrzeugen sowie verkehrsberuhigende Maßnahmen (Geschwindigkeitsreduktion, zeitliche und örtliche Fahrverbote für „laute“ LKWs), Schallschutzwände und der Ausbau lärmreduzierender Straßenoberflächen würde zu einer Reduktion der Lärmbelastung führen.

Es ist aber leider zu befürchten, dass selbst solche Maßnahmen von dem massiven Anstieg im Straßenverkehr „überrollt“ werden (OECD 2002b).

### **Stau**

Staus bzw. „Stop-and-go-Verkehr“ vergrößern die negativen Effekte von Transport, weil die meisten Fahrzeuge dadurch unter ihrer optimalen Verbrennungsgeschwindigkeit fahren, wodurch sie mehr Treibstoff verbrauchen und auch mehr Emissionen verursachen. Weiters haben Staus wirtschaftliche Auswirkungen, indem sie die Transportkosten für Waren erhöhen und gleichzeitig zum Verlust produktiver Arbeitszeit der Bevölkerung führen. Die so entstehenden Kosten werden (für OECD Länder) auf ca.7 % des BIP geschätzt.

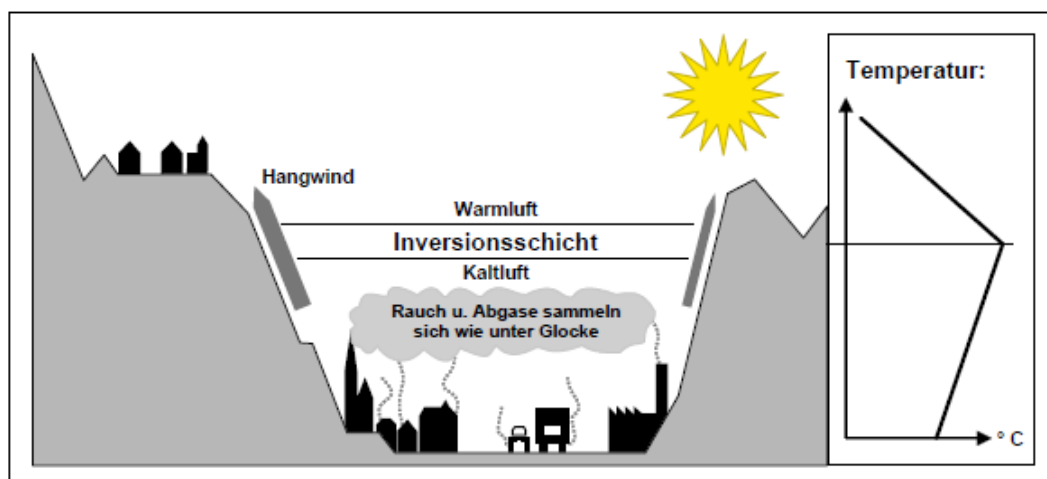
Der Ausbau von Straßen führt hier jedoch keine Lösung herbei sondern löst eher eine Verstärkung des Problems aus, da durch breitere Straßen immer noch mehr Verkehr angezogen wird, der zu noch größeren Staus führt. Staus können aber auch als „Bremse“ für den Anstieg des Verkehrsaufkommens gesehen werden. Verkehrsteilnehmer werden vom Gebrauch des Automobils „abgeschreckt“ und steigen dann verstärkt auf öffentliche Verkehrsmittel um (OECD 1996). Leider wird aber in der Praxis eher der Ruf nach neuen Straßen laut, als jener nach verbesserten öffentlichen Verkehrsmitteln.

### 1.1.3. Umweltbelastungen in Alpentälern

Die Schadstoffausbreitung in alpinen Regionen unterscheidet sich stark von derjenigen in anderen Landschaftsräumen. Aufgrund der besonderen meteorologischen und geomorphologischen Gegebenheiten verstärken sich die Schadstoffbelastungen (siehe Abbildung 1).

Betroffen sind Ökosysteme, die aufgrund der Höhenlage, verkürzter Vegetationszeiten und ungünstiger Bodenbedingungen ökologisch besonders sensibel sind. Diese erfahren durch den erhöhten Schadstoffeintrag eine erhebliche Änderung ihrer Stoffkreisläufe. So beträgt z. B. der mittlere jährliche Stickstoffeintrag in Tirol rund 30 kg/ha, die kritische Belastung für Koniferen liegt jedoch bei 10-12 kg/ha und Jahr (Umweltbundesamt 2004).

**Abbildung 1: Auswirkung von Inversionswetterlage auf die Schadstoffbelastung**



Quelle: Umweltbundesamt (2004)

Die Abgase können weder vertikal noch horizontal entweichen. Je tiefer die Inversionsschicht liegt, desto kleiner ist das Luftvolumen und desto größer sind die Schadstoffkonzentrationen. In den Hangaufwindssystemen gehen vor allem an Südhängen Schadstofftransporte vor sich, die zwar zu keiner nennenswerten Ventilation des Talraumes, aber zu kritischen Belastungen an den Bergflanken führen (Umweltbundesamt 2004).

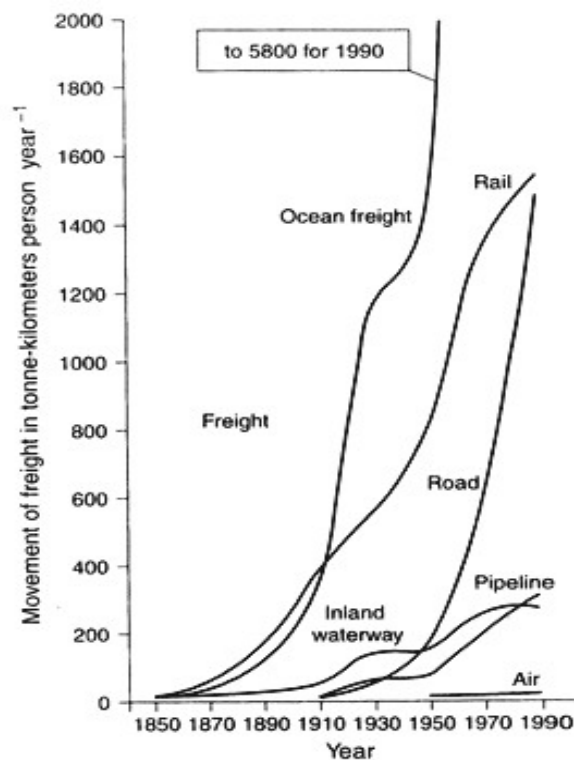
### 1.1.4. Besondere Aspekte einzelner Beförderungsarten

Um Transport besser verstehen und beurteilen zu können, ist es auch notwendig, einzelne Beförderungsarten auf ihr spezifisches Problempotential hin zu betrachten.

Zu den bedeutendsten Beförderungsarten zählen:

- Schifffahrt (Ozean- und Binnenschifffahrt)
- Straßentransport
- Schienentransport (Eisenbahn)
- Flugzeug
- Pipeline

Abbildung 2: Weltweite Entwicklung der Beförderungsarten seit 1870



Quelle: Gilbert (2002)

Abbildung 2 verdeutlicht auf eindrucksvolle Art die Dominanz der 3 Transportarten Ozeanschifffahrt, Eisenbahn und Strasse beim Gütertransport. Der Ozeantransport nimmt dabei mit Abstand die bedeutendste Rolle ein und der Transport auf der Straße hat bereits 1990

die Transportleistungen der Eisenbahn erreicht – in Europa liegt der Strassentransport mittlerweile um ein Vielfaches über dem Eisenbahntransport (vgl. EU 2005).

Neben diesen erheblichen Unterschieden beim Modal Split, weisen die jeweiligen Transportarten auch Unterschiede betreffend ihrer Auswirkungen auf die Umwelt auf.

Auf einige dieser Besonderheiten soll im Folgenden eingegangen werden.

## **Schifffahrt**

### *Ozeanschifffahrt*

Für eine funktionierende Ozeanschifffahrt muss zunächst die Infrastruktur zum Be- und Entladen großer (und immer größer werdender) Transportschiffe zur Verfügung stehen. Deren Bau verursacht oft schwerwiegende Eingriffe in die umliegenden Ökosysteme. Weiters trägt die Ozeanschifffahrt in erheblichem Maß zur Meeresverschmutzung bei. Die von der Öffentlichkeit wahrscheinlich am meisten wahrgenommenen Ursachen für Verschmutzungen sind Öltanker-Unfälle. Diese Unfälle sind aber nur zu einem geringen Anteil für die Ölverschmutzung in Ozeanen verantwortlich. 92% des ins Meer gelangte Öl stammt aus „normalen“ Betriebsvorgängen wie Be- und Entladen bzw. Auswaschen von Ölrückständen (WBCSD 2001).

Als Treibstoff von Frachtschiffen dient zu ca. 80% schweres Heizöl (Schweröl oder Bunkeröl), welches als Rückstand bei der Destillation von Rohöl übrig bleibt. Die Schifffahrt bietet somit eine billige Möglichkeit für die Industrie, ihre gefährlichen Abfallstoffe loszuwerden“ (T&E 2004).

Schweröl-Bestandteile sind oft hochgiftig und nicht verbrennbar. Diese Bestandteile werden am Schiff vom restlichen Öl abgetrennt und gesammelt – da sie aber kostenpflichtig entsorgt werden müssen, werden sie häufig einfach ins Meer gekippt.

Ein weiteres Problem stellt der Transport von Ballast-Wasser<sup>2</sup> dar. Geschätzte 11 Milliarden Tonnen Ballast-Wasser „transportieren“ die Frachtschiffe jährlich um die Welt. Auf diesem Weg werden auch zahlreiche Arten von Meeresorganismen verschleppt (bis zu 4500 pro Fahrt) und so passiert es, dass alle 9 Wochen eine fremde Art in ein neues Ökosystem eindringt (WBCSD 2001).

Darüber hinaus stellen Emissionen der Ozean-Schifffahrt zunehmend ein Problem dar. Für 2010 wird erwartet, dass der Anteil an SO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Schifffahrt EU-weit bei 75% liegt (T&E 2004).

Auch in der Ozean-Schifffahrt gilt, dass der Treibstoffverbrauch von der Fahrtgeschwindigkeit abhängt. In der Praxis wirkt sich dieser Zusammenhang häufig umgekehrt aus: Die Geschwindigkeiten hängen meist von den jeweiligen Treibstoffpreisen ab. In den 70er Jahren nahm die durchschnittliche Geschwindigkeit bei Container-Schiffen mit steigenden Ölpreisen ab. Seit Mitte der 80er Jahre steigt die Geschwindigkeit wieder stetig an, wodurch auch die Flexibilität im Fahrplan zugenommen hat (WBCSD 2001).

Eine Reduktion der durchschnittlichen Geschwindigkeit um 10% würde bereits 20% weniger Emissionen verursachen. Der Trend geht aber zu immer schnelleren Schiffen<sup>3</sup> (T&E 2004).

Bedenklich in diesem Zusammenhang ist, dass dieser Trend zu immer leistungsstärkeren, schnelleren Schiffen offensichtlich auch von Seiten der europäischen Union unterstützt und gefördert wird (siehe folgendes Zitat):

„Oft bietet der Seeverkehr eine Alternative [zu anderen Transportmitteln Anm.] und so wird das Konzept der „Hochgeschwindigkeitsseewege“ durch verschiedene Maßnahmen gefördert“ (Eurostat 2003a).

„Die Beförderungsleistung des Seegüterverkehrs lässt sich, da keine Angaben über Tonnenkilometer vorliegen, nicht ohne weiteres mit der der

---

<sup>2</sup> Befüllen der Tanks mit Meerwasser; wichtig für die Balance von Schiffen bei „Leerfahrten“.

<sup>3</sup> Vor allem größere Transport-Schiffe müssen oft mit höherer Geschwindigkeit fahren um den erhöhten Zeitbedarf bei der Schiffsbeladung wieder „gutzumachen“.

übrigen Verkehrszweige vergleichen. Aus den Daten wird jedoch immerhin das Gesamtvolumen der in allen großen Seehäfen der EU umgeschlagenen Güter ersichtlich. Der Gesamtgüterumschlag wird für 2001 auf mehr als 3,2 Mrd. t geschätzt. Ein Großteil des im Laufe der Jahre verzeichneten Zuwachses geht auf die gestiegenen Einfuhren von Erdöl und Erdölerzeugnissen zurück“ (Eurostat 2004).

#### *Binnenschifffahrt*

Selbst wenn Schlepper-Schiffe sehr energieeffizient sind und dadurch weniger Emissionen verursachen als ein Transport mit anderen Transportarten, müssen Flüsse zunächst einmal für diese befahrbar gemacht werden. Dies kann zu erheblichen Eingriffen in das Ökosystem führen. Manche Eingriffe, die einen Fluss „schneller und gerader“ machen führen gleichzeitig zu Zerstörung und Risiken für Flussökosysteme und den umliegenden Lebensräumen (WBCSD 2001).

#### **Flugzeug**

Der Lufttransport macht immer noch einen kleinen Anteil am Transportsektor aus. Seine starke Zunahme in den letzten Jahren ist aber vor allem aufgrund seiner Umweltauswirkungen nicht zu unterschätzen. Die Belastungen einer Tkm<sup>4</sup> im Luftverkehr entsprechen circa dem 7-fachen eines Tkm mit einem 40t-LKW (OECD 1996).

Trotz ihrer schädlichen Auswirkungen sind Treibhausgase aus internationalen Flügen im Kyoto-Protokoll nicht enthalten! Es fühlt sich also niemand wirklich verantwortlich, um hier Lösungsschritte zu setzen (T&E 2004).

Letztlich sei noch der Flugzeuglärm erwähnt, da dieser eines der größten Probleme der Menschen darstellt, die in der Umgebung von Flughäfen bzw. entlang von Flugrouten leben und arbeiten müssen. Es hat sich gezeigt, dass Flugzeuglärm größeren Stress hervorruft als anderer Lärm derselben Lautstärke. Die Folgen sind Schlaflosigkeit und

---

<sup>4</sup> Tkm = Tonnenkilometer; Transport einer Tonne über die Distanz eines Kilometers

Konzentrationsstörungen, was neben gesundheitlichen Schäden auch wirtschaftliche Auswirkungen in Form von geringerer Produktivität der Betroffenen hat (T&E 2004).

### **Eisenbahn**

Die Eisenbahn zählt neben dem Schifftransport zu den energieeffizientesten Transportmöglichkeiten. Obwohl sie als Langstreckentransportmittel für große Gütermengen Einsatz findet, wird immer wieder ihre mangelnde Flexibilität kritisiert, u.a. weil sie auf fixe Routen angewiesen ist (WBCSD 2001).

Maßnahmen, die die Flexibilität der Bahn erhöhen würden, sind zurzeit eher unpopulär bzw. werden diese oft aus „Kostengründen“ und aufgrund „mangelnder Nachfrage“ nicht umgesetzt. Der Trend im Transportwesen geht immer noch in Richtung Straßenverkehr (siehe nächster Punkt: Zum Straßenbau – wann ist ein LKW zu groß?).

### **Straßenverkehr**

LKWs sind Anfangs- und Endglied der Transportkette und dadurch für jeden Menschen sichtbar. Der Straßenverkehr ist (wie bereits oben erwähnt) der größte Verbraucher fossiler Brennstoffe und somit auch hauptverantwortlich für die damit verbundenen Probleme. Aufgrund seiner (vermeintlich) geringen Kosten und hohen Flexibilität wächst ihr Anteil am Gesamttransport ständig und erfordert so immer wieder neue Infrastrukturmaßnahmen (Instandhaltung und Neubau).

#### *Zum Straßenbau – wann ist ein LKW zu groß?*

„Unternehmer argumentieren damit, dass größere Trucks wesentlich effizienter seien und somit die Treibstoffkosten pro Tkm sinken könnten – wodurch sie gegenüber den kleineren LKWs wesentlich ökonomischer wären. Weiters würden dadurch weniger (dafür größere) Trucks auf der Straße sein und somit Verkehrsstaus reduzieren bzw. sich die Sicherheit auf der Straße erhöhen.



Ein Problem ist die mögliche Beschädigung von Straßenbelag und Brücken. Instandhaltungskosten und zugelassene Höchstgewichte auf Straßen hängen direkt von den verwendeten Materialien und der Art und Weise ab, wie die Straße gebaut wurde. Schlecht geplante und gebaute Straßen können den schweren Lastern nicht standhalten, wohingegen bessere Straßen und Brücken sehr wohl dazu in der Lage sind (vor allem wenn die Lastwagen ebenfalls entsprechend designed sind, um den Druck auf die Straße zu reduzieren).

Viele Analytiker behaupten, „dass die ökologischen und ökonomischen Vorteile von größeren Trucks erheblich seien und es sehr wohl Wert sei, Straßen und Brücken zu bauen, die ausreichend stabil sind um schweren Güter-Transporten standzuhalten“ (WBCSD 2001).

Dieses Zitat soll zeigen, dass der Trend zu immer größeren, schnelleren, „besseren“ Lastkraftfahrzeugen noch lange nicht zu Ende ist. Es scheint sogar eher das Gegenteil der Fall zu sein, nämlich, dass die Lösung des Verkehrsproblems auf der Straße gesucht wird – und dass ihr Funktionieren davon abhängt, ob die dafür notwendige Infrastruktur (Straßen, Brücken) rasch zu Verfügung steht. Diese wird auch massiv eingefordert und trotz ihrer sehr hohen Kosten oft umgesetzt (z.B. mehrspuriger Ausbau von Autobahnen).

## **1.2. Problemstellung**

Die obigen Darstellungen zum Gütertransport, zeigen bereits sehr klar, wie sich Transport auf die Umwelt auswirken kann. Gerade diese Unterschiede sollen auch in Überlegungen einfließen, wenn es um Lösungen im Transportbereich geht.

Heute ist es aber zu wenig, nur die Vorteile der einzelnen Transportarten zu nutzen, um die durch Verkehr entstandenen Probleme zu lösen. Abseits solcher Modal-Split-basierten Lösungen darf vor Allem auch nicht vergessen werden, dass die immer billiger werdenden Transportkosten einer Aufforderung gleichkommen, ständig mehr Güter über immer weitere Strecken zu transportieren. Dabei wäre es viel wichtiger, darüber

nachzudenken, welche Anreize man schaffen kann, um in Zukunft weniger Güter transportieren zu müssen (Dematerialisierungspolitik).

Um einer Lösung des Problems näher zu kommen, wird in dieser Diplomarbeit an einem Modell gearbeitet, das nicht (wie zumeist) die Frage nach der Art und Weise, also WIE Güter transportiert werden<sup>5</sup> stellt. Es stellt vielmehr die Frage nach dem Umfang bzw. der Größenordnung der zu transportierenden Güter – also WAS und WIEVIEL davon?

Wenn auch die oben aufgeführten Probleme gewissen Transportarten zugeschrieben werden, so ist in letzter Konsequenz immer das Transportvolumen dafür ausschlaggebend, in welcher Größenordnung sich die durch Transport verursachten Probleme bewegen.

Im Zuge dieser Arbeit konnte ich an einer Studie mitwirken, die unter Marina Fischer Kowalski, Veronika Gaube und Gerhard Rainer (Fischer-Kowalski et al. 2006) im Journal for Industrial Ecology erscheinen wird und die erstmals versucht, auf Basis der in Kapitel 2 dargestellten Überlegungen, Zusammenhänge zwischen Materialflüssen und Gütertransport in Europa<sup>6</sup> zu quantifizieren.

Im folgenden Kapitel werden die Überlegungen dargestellt, welche hinter dem Modell bzw. der Studie stehen.

---

<sup>5</sup> Diese Frage hat auch ihre Berechtigung, was auch klar der einleitenden Problematik „Transport und Umwelt“ entnommen werden kann: Die hier angesprochenen Probleme sind oft eng an entsprechende Transportarten geknüpft.

<sup>6</sup> genauer: den EU15-Ländern

## **2. Gütertransport und Materialflussanalyse**

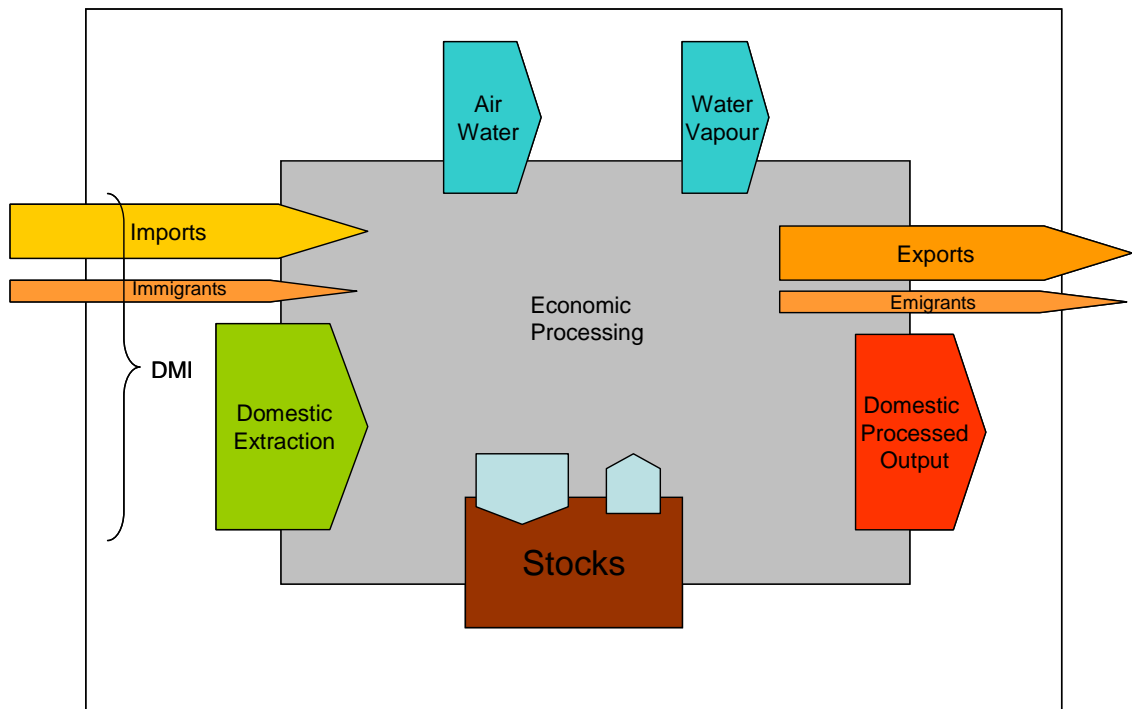
Die Materialflussanalyse (MFA) ist eine Methode, um hoch aggregierte Indikatoren für die materielle „Größenordnung“ von Volkswirtschaften zu erhalten. Solche Indikatoren existieren bereits in einer methodisch standardisierten Form (Eurostat 2001) für alle Länder der Europäischen Union. Ausgehend davon wird nun versucht, diese Materialflüsse mit einer umweltpolitisch höchst relevanten Größe in Verbindung zu bringen: dem Gütertransport.

### ***2.1. Der Zusammenhang von MFA und Gütertransport***

Zunächst einmal stellt sich die Frage, wie sich das Transportvolumen einer Volkswirtschaft zu dessen Materialeinsatz verhält. Ganz einfach formuliert lautet die Überlegung: Eine Zunahme des Materialeinsatzes führt auch zu einer Erhöhung des Gütertransportes in dem betreffenden Land.

Der Materialeinsatz schlägt sich z.B. im direkten Materialinput [DMI] nieder, einer der Schlüsselindikatoren der Materialflussanalyse. DMI umfasst das in Tonnen gemessene Gesamtvolumen der Materialien, die innerhalb eines Jahres aus der Umwelt dieses Landes entnommen und dem Wirtschaftsprozess zugeführt, plus jene Materialien, die aus anderen Ländern importiert werden (Eurostat 2001).

**Abbildung 3: Prozessmodell der Materialflussanalyse (MFA) auf nationaler Ebene**



Quelle: modifiziert nach Matthews et al. (2000)

Domestic extraction = inländische Materialentnahme in t; Direct Material Input (DMI) = materieller Gesamtinput in t (= DE + Imports)

Anhand von Abb. 3 sollen nun die Prozesse betrachtet werden, die der materielle Gesamtinput innerhalb der Wirtschaft durchläuft bzw. soll die Frage geklärt werden, welche Rolle der Gütertransport dabei spielt.

Jede Tonne des DMI gelangt am Ort ihrer primären Entnahme aus der Natur (z.B. landwirtschaftliche Ernte, Holz, Erze, Sand und Schotter) in den Wirtschaftsprozess oder kommt als Importgut (wie z.B. fossile Brennstoffe und Metalle aber auch Halbfertig- und Fertigwaren) aus anderen Ländern. Anschließend durchläuft das Material den Wirtschaftsprozess in mehreren Stufen: aus dem Primärsektor (bzw. Import) gelangt es zunächst in die industrielle Produktion, dann in den Handel und von dort zum Konsumenten. Schlussendlich landet es

entweder auf einer Abfalldeponie, oder verlässt als Exportgut das Land.<sup>7</sup> Zwischen all diesen Stationen findet Transport statt.

Im Folgenden wird der materielle Gesamtinput mit den beiden Transportparametern Transportvolumen (TV) und Transportleistung (TL) in Beziehung gebracht.

## **2.2. Vom materiellen Gesamtinput zum Transportvolumen**

Das Transportvolumen (TV) drückt die Menge des auf Frachtfahrzeuge verladene Gutes in Tonnen pro Jahr aus. Jedes Mal, wenn das Gut neu verladen wird (unabhängig von der Distanz, über die es dann transportiert wird), wird dieses Volumen neuerlich gezählt. Angenommen, der gesamte Materialinput wird nur einmal aufgeladen und direkt an seinen endgültigen Bestimmungsort geliefert, dann würde das Transportvolumen genau gleich groß sein, wie der Materialinput (DMI) der Wirtschaft - unabhängig davon, an wie viele (endgültige) Bestimmungsorte die Güter geliefert würden. Mehrere verschiedene Bestimmungsorte würden lediglich bedeuten, dass das Gesamtvolumen auf mehrere kleine Portionen aufgeteilt wird, die dann für das gesamte Transportvolumen wieder addiert werden müssen. Sind die Zielorte jedoch nacheinander angeordnet, so muss dadurch ein und dieselbe Tonne mehrmals verladen werden. Dies ist bei einer Extraktions-, Produktions-, Konsumptions- und Depositionskette (EPKD-Kette) der Fall, so wie sie für industrielle Gesellschaften bekannt ist.

Aus dieser Überlegung kann abgeleitet werden, dass das Transportvolumen eine einfache Funktion des DMI und der Anzahl der Stufen des Wirtschaftsprozesses sein sollte. Das Transportvolumen hängt

---

<sup>7</sup> In Abbildung 2 ist auch angedeutet, dass ein nicht unerheblicher Materialstrom nicht gleich durchfließt, sondern die internen Materialbestände vergrößert (Errichtung von Bauwerken oder Infrastruktur, aber auch Vermehrung des Bestands an langlebigen Konsumgütern); zugleich gibt es einen Materialfluss aus diesen Beständen in den Abfall.

somit neben dem materiellen Gesamtinput von der Länge der EPKD-Kette ab.

[1] Transportvolumen (TV) = mater. Gesamtinput (DMI) \* Kettenlänge (rf)

Laut Materialflussanalyse gilt für die Gesamtökonomie:

$$\text{Input} = \text{Output} + \text{Bestandsveränderung}$$

Weiters gilt auch, dass die Menge des Materials entlang der EPKD-Kette von Stufe zu Stufe abnimmt<sup>8</sup>. Dies liegt daran, dass auf jeder Stufe dieses Prozesses Emissionen und Abfälle entstehen. Diese entweichen entweder in Form von Abgasen aus der Verbrennung von Energieträgern in die Atmosphäre oder müssen in Form von Abfall erneut (z.B. zu einer Deponie) transportiert werden.<sup>9</sup>

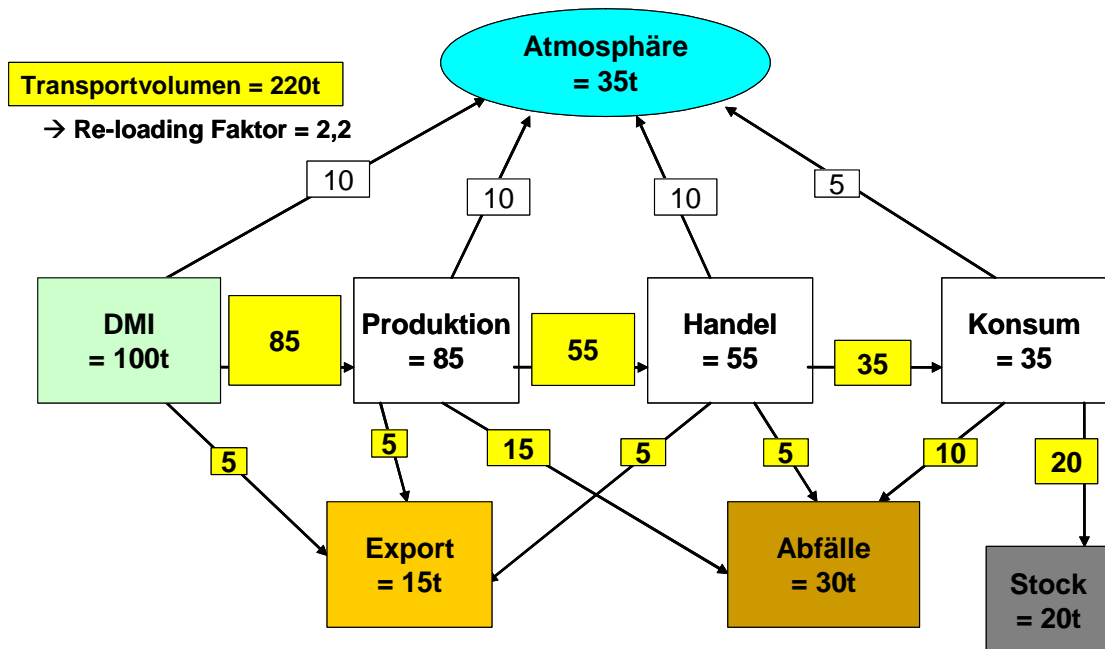
Ausgehend von diesen Annahmen entstand ein erstes grobes Modell, bei dem das Transportvolumen abgeschätzt werden kann, welches durch einen materiellen Gesamtinput (DMI) von 100 Tonnen ausgelöst wird (Abbildung 4).

---

<sup>8</sup> während gleichzeitig der ökonomische Wert dieses Materials von Stufe zu Stufe wächst. Nach der Konsumtion wird dieser Wert Null bzw. nimmt ein negatives Vorzeichen an (Depositionskosten) (vgl. Ayres and Kneese 1969).

<sup>9</sup> Es gibt natürlich auch Emissionen in das Abwasser, aber deren Volumen ist zu klein, dass wir sie hier aus Gründen der Einfachheit vernachlässigen (Matthews et al. 2000).

Abbildung 4: Flussmodell von 100t DMI entlang der EPKD-Kette



Quelle: Übersetzt und leicht modifiziert nach Fischer-Kowalski (2005b)

Die Größenordnungen der Annahmen in Abbildung 4 stützen sich auf jene Proportionen, die aus der Analyse hoch industrialisierter Länder bekannt sind<sup>10</sup>. Es ist z.B. bekannt, dass bei der Extraktion von Material (sei es land- und forstwirtschaftliche Ernte oder Bergbau) bereits ein erheblicher Verschleiß stattfindet und für diesen Extraktionsprozess viel Energie aufgewendet werden muss. Dies schlägt sich in den 10t CO<sub>2</sub> nieder, die in die Atmosphäre entweichen (siehe Abbildung 4). Abzüglich jenes Rohstoffanteils, der direkt exportiert wird, werden dann von den ursprünglichen 100 Tonnen DMI nur mehr 85 Tonnen an die nächste Stufe (die Güterproduktion) weitergereicht. In der Produktion entstehen

<sup>10</sup> Gegenüber Matthews et al. (2000) wird hier eine Vereinfachung vorgenommen, indem nicht zwischen der Deposition von Abfällen und bewusster Materialaufbringung in der Umwelt (wie z.B. von Mineraldünger) unterschieden wird. Die Zahlen für Abfälle schließen diese bewusste Materialaufbringung mit ein. Darüber hinaus sind alle Mengen nur in 5 t Schritten angegeben, um nicht eine höhere Genauigkeit zu suggerieren, als aufgrund der Datenlage zu begründen ist.

wiederum Emissionen und Abfälle, und so gelangen von den erhaltenen 85 Tonnen nur mehr 55 Tonnen in den Handel, von wo schließlich nur mehr 35 Tonnen an den Endkonsumenten abgegeben werden. Bei den hier angegebenen Zahlenwerten handelt es sich, wie gesagt, nur um Größenordnungen, die das Prinzip des Flusses durch die EPKD-Kette illustrieren sollen.

In Abbildung 4 sind all jene Transfers zwischen Prozessstufen, die Gütertransport erfordern, gelb markiert. Durch Addieren dieser gelb markierten Felder kommt man zum gesamten Transportvolumen von 220 Tonnen.

Dies bedeutet, dass ein materieller Gesamtinput (DMI) von 100 Tonnen entlang der EPKD-Kette ein Transportvolumen auslöst, das dem 2,2 fachen des DMI entspricht.

Dieser, als „Re-loading Faktor“ bezeichnete Wert spiegelt die durchschnittliche Zahl an Stufen bzw. Verladungen wieder, die eine Tonne Materialinput nacheinander durchläuft – oder mit anderen Worten, die Kettenlänge (rf) gemäß Formel [1].

Der Re-loading Faktor berechnet sich somit wie folgt:

$$[2] \text{ Re-loading Faktor (rf) = Transportvolumen (TV) / Materialinput (DMI)}$$

Anhand des Flussdiagramms aus Abb. 4 lassen sich noch weitere Gedankenexperimente anstellen. Wie groß wäre zum Beispiel das Transportvolumen, wenn der Transfer aus dem Handel zu den Konsumenten, sowie vom Konsumenten zur Abfalldéponie nicht als Gütertransport gezählt wird (weil er z.B. mit dem Privatauto oder zu Fuß durchgeführt würde)<sup>11</sup>? Dann wäre der obige Re-loading Faktor (= Kettenlänge) nur mehr 1,75 (vgl. Abbildung 4).

---

<sup>11</sup> In der Verkehrsstatistik ist Gütertransport wirtschaftlich definiert. Er umfasst die Aktivitäten des Transportgewerbes (innerhalb der Landesgrenzen) sowie den sogenannten „Werksverkehr“ (dh. Transportvorgänge, die von den Betrieben anderer



Wenn die EPKD-Kette nun aber länger wird, dann wird mit jeder weiteren Stufe der Re-loading Faktor etwas erhöht. Diese Erhöhung wäre allerdings immer kleiner als 1 (da es ja immer von einer Stufe zur nächsten zu einem Gewichtsverlust kommt). Wenn in dem dargestellten Modell nun zum Beispiel eine Differenzierung zwischen Groß- und Einzelhandel eingeführt wird, dann steigt der Faktor um etwa 0,4<sup>12</sup>. Wenn stattdessen dem Produktionsprozess eine weitere Stufe hinzugefügt wird, dann könnte der Faktor stärker steigen, nämlich um bis zu 0,6<sup>13</sup>.

Aufgrund dieser Modellannahmen kann nun angenommen werden, dass das Verhältnis von Transportvolumen zum Materialinput (DMI) einer Wirtschaft in etwa zwischen 1 (im Falle eines großen subsistenzwirtschaftlichen Sektors, in dem der Großteil der Materialentnahme direkt konsumiert wird<sup>14</sup>) und 3 liegt.

---

Branchen selbst durchgeführt werden). Transportvorgänge, die durch Privatpersonen im eigenen Verfügungsbereich vollzogen werden, zählen nicht dazu.

<sup>12</sup> Für diese Schätzung wird angenommen, dass der Großhandel (wie in Abbildung 4) 55 t aus der Produktion erhält, 5 t Emissionen, 5 t Abfälle und 5 t Exporte erzeugt. Dann würden die verbleibenden 40 t an den Einzelhandel geliefert, der neuerlich 5 t Emissionen generiert und schließlich 35 t an die Konsumenten liefert. Alles bliebe gleich bis auf jene zusätzliche Verladung von 40 t, die das Transportvolumen erhöhen.

<sup>13</sup> Da die Produktionsstufe 1 gemäß Abbildung 4 85 t aus dem Primärsektor erhält und im Ergebnis 55 t im Handel landen, muss die durch eine zusätzliche Produktionsstufe verursachte Erhöhung des Transportvolumens deutlich weniger als 0,85 betragen: Auch die Produktionsstufe 1 produziert Abfälle und Emissionen, also kann sie an die Produktionsstufe 2 nur weniger als 85 t liefern; man wird auch nicht annehmen müssen, dass der gesamte Lieferstrom über diese zweite Produktionsstufe läuft (ein Teil wird wohl direkt an den Handel gehen). Also wäre eine Erhöhung des Transportfaktors bis zu 0,6 plausibel.

<sup>14</sup> In einer reinen Subsistenzwirtschaft würden moderne Transportstatistiken überhaupt keinen Gütertransport ausweisen, und das Transportvolumen betrüge 0. Sobald es allerdings Städte gibt, muss es Gütertransport im hier definierten Sinn geben, der die Städte jedenfalls mit Nahrungsmitteln versorgt. (vgl. Fischer-Kowalski et al. 2004)

Der DMI bietet also eine sehr gute Möglichkeit, das Transportvolumen einer Volkswirtschaft abzuschätzen – selbst wenn nur wenig über deren Struktur bekannt ist.

Die Qualität dieser Schätzung kann vermutlich durch ein besseres Wissen über die Zusammensetzung des DMI weiter verbessert werden. In Bezug auf das Transportvolumen haben die klassischen großen Fraktionen des DMI – fossile Brennstoffe, Biomasse und Baumaterialien – unterschiedliche Profile. Kennt man z.B. genauer die Menge und Zusammensetzung der fossilen Brennstoffe, lässt sich ein Effekt auf das Transportvolumen abschätzen: Während Kohle in der Regel über Bahn und zuletzt Straßentransport befördert werden muss, wird Gas in Rohrleitungen bis zum Endverbraucher geleitet und zählt daher im Transportvolumen nur mit Faktor 1. Die meisten fossilen Brennstoffe werden verbrannt, also verwandeln sie sich größtenteils in atmosphärische Emissionen und müssen nicht auf Deponien verbracht werden. Auch Biomasse hat je nach Zusammensetzung ein anderes Transportverhalten. Von Weidetieren direkt aufgenommene Nahrung muss überhaupt nicht transportiert werden. Ein Großteil der übrigen Tiernahrung endet ebenfalls sehr rasch als atmosphärische Emission. Menschliche Nahrungsmittel durchlaufen typischerweise eine längere Kette von der Entnahme über die Produktion bis zum Handel. Hier bietet sich also die interessante Forschungsaufgabe, die Relation zwischen Transportvolumen und DMI in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des DMI näher zu untersuchen und dabei die Gleichung [1] auszudifferenzieren.

Ein anderer Weg in Richtung Präzisierung des Modells führt über eine bessere Abbildung der Wirtschaftssektoren und deren Materialverbrauchsmuster, also über physische Input-Outputanalyse (Weisz and Duchin 2005). Allein aus dem Input an fossilen Brennstoffen lässt sich für jeden Sektor vorhersagen, welcher Teil dieses Inputs sicher als Emission endet (und somit nicht weiter transportiert werden muss).

Darüber hinaus wäre interessant, an welchen Wirtschaftsindikatoren sich die zunehmende Ausdifferenzierung von Produktionsketten ablesen ließe.<sup>15</sup> Mithilfe solcher Indikatoren könnte man versuchen, die Dynamik des Faktors „Kettenlänge“ gegenüber DMI abzuschätzen.

Unabhängig von diesen Ideen zu Verbesserung des Modells zeigt sich aber bereits, dass das Transportvolumen als Schlüsselindikator des Güterverkehrs mit dem DMI als Schlüsselindikator aus der Materialflussanalyse eng verknüpft ist. Diese Verknüpfung gilt auf physischer Ebene. Bei einem gegebenen Materialinput in die Wirtschaft und einer gegebenen wirtschaftlichen Arbeitsteilung entsteht ein bestimmtes Transportvolumen. Andere wirtschaftliche Parameter wie zum Beispiel die Transportkosten spielen da nur insofern hinein, als sie mittelfristig wohl die Arbeitsteilung und Spezialisierung einer Wirtschaft beeinflussen.

### ***2.3. Transportleistung und ihre Parameter***

Bevor man sich mit Transportleistung beschäftigt, empfiehlt es sich, zunächst näher auf den Begriff „Transportleistung“ einzugehen. Da es sich beim Vorgang des Transports eigentlich um Arbeit im physikalischen Sinn handelt ( $\text{Arbeit} = \text{Kraft} \cdot \text{Weg}$ ) wurde für die Modellüberlegungen zunächst der Begriff der Transportleistung bevorzugt. Da jedoch im deutschen Sprachraum meist der Ausdruck „Transportleistung“ für diesen Indikator verwendet wird, wurde dieser schließlich auch in dieser Arbeit angewandt.

Dazu möchte ich anmerken, dass sich der Terminus „Transportleistung“ meiner Meinung nach, zu Unrecht durchgesetzt hat. Der Begriff Transportleistung ist hier offensichtlich als ein Ausdruck für den

---

<sup>15</sup> Aus den mathematischen Eigenschaften der EPKD-Kette, nämlich der Tatsache, dass jede folgende Kettenstufe weniger Material prozessiert als die vorhergegangene, und dass bei jedem Transportvorgang zusätzlich Masse verlorengeht (nämlich zumindest die des aufgewendeten Treibstoffs), lässt sich eine Limitierung der Kettenlänge schließen.

„geleisteten Transport“ zu verstehen – und hat somit nichts mit der physikalischen „Leistung“ zu tun. Am geeignetsten erscheint hier die englische Bezeichnung „transport performance“, welche durchaus mit Transportleistung übersetzt wird, aber nicht mit der physikalischen Leistung (engl. power) verwechselt werden kann.

### 2.3.1. Transportleistung

Transportleistung wird in Tonnenkilometern gemessen und für sie gilt:

$$[3] \text{ Transportleistung (TL) = Transportvolumen(TV) * Transportdistanz(d)}^{16}$$

Aus der Materialflussanalyse lässt sich über Transportdistanzen kaum etwas sagen, da die MFA in ihrer klassischen Form räumliche Strukturen ignoriert. Im Folgenden wird aber versucht, über die hier entwickelte Modellvorstellung von einem materiellen Input, der über die Stufen einer EPKD-Kette „verteilt“ wird, auch das Problem der Transportleistung bzw. ihrer Transportdistanzen besser zu verstehen.

Zunächst lag die Vermutung nahe, dass die Transportdistanzen in einem Territorium mit dessen Flächengröße zusammenhängen, sich also zum Beispiel proportional zur Wurzel aus der Fläche verhalten (da die Fläche eine quadratische Funktion des Radius bzw. der Seitenlängen ist). Für diese Überlegung spricht, dass der maximale lineare Weg, der von einem Ende des Territoriums zum anderen führt, umso länger, je größer die Fläche des Territoriums ist. Ressourcen, die mehr oder weniger

---

<sup>16</sup> Physikalisch entspricht das Transportvolumen der Masse, während die Transportleistung proportional zur Energie ist. Warum das so ist, lässt sich folgendermaßen argumentieren: Kraft = Masse \* Beschleunigung. Beschleunigung ist in diesem Fall (das Heben von Fracht) durch die Schwerkraft determiniert und daher eine Konstante. Arbeit = Kraft \* Weg. Für den tatsächlichen Energieverbrauch spielen aber darüber hinaus die Geschwindigkeit und technische Konversionsfaktoren eine wesentliche Rolle.

gleichmäßig über ein Territorium verteilt sind, müssen gesammelt werden um sie anschließend in einem Zentrum zu konzentrieren (z.B. landwirtschaftliche Produkte). In diesem Fall entsprechen die durchschnittlichen Transportdistanzen etwa  $2/3$  des Radius dieser Fläche (genauer: die Wurzel aus der Fläche mal  $1/\sqrt{\pi}$  im Falle der Kreisform). Ähnliches gilt, wenn es darum geht, von einem Zentrum aus (z.B. einem Großhändler) Kunden zu beliefern, die gleichmäßig über die Fläche verteilt sind (z.B. Einzelhändler).

Gegen eine solche Abhängigkeit der Transportdistanzen von der Größe der Gesamtfläche spricht die Annahme, dass dieses Territorium je nach Material- und Produktart in „Einzugsbereiche“ bzw. „Lieferbereiche“ gegliedert wird. Solch ein Größenzusammenhang würde bedeuten, dass in flächenmäßig größeren Ländern der Liefer- bzw. Einzugsbereich etwa eines Baugroßmarkts oder einer Molkerei systematisch größer ist als in kleinen Ländern.

Solche Einzugs- bzw. Lieferbereiche wachsen aber z.B. dann, wenn es zu einer erhöhten Spezialisierung oder Monopolisierung in der Wirtschaft kommt. Besonders deutlich wird dies, wenn es zu Vernetzungen über Territorialgrenzen hinweg kommt. Daraus folgt der Schluss, dass die durchschnittlichen Transportdistanzen von der Größe des betrachteten Territoriums weitgehend unabhängig sind, aber mit voranschreitender wirtschaftlicher Konzentration und der Liberalisierung von Handelsbeziehungen wachsen.

### **2.3.2. Transportdistanz**

Laut Modellüberlegungen lassen sich die durchschnittlichen Transportdistanzen mithilfe der Formel [3] berechnen

$$[4] \text{ Transportdistanz (d) = Transportleistung (TL) / Transportvolumen (TV)}$$

Da aber die Transportdistanzen bei näherer Betrachtung von mehreren verschiedenen Parametern abhängig sind, ist es nicht nur lohnend,

sondern auch notwendig hier noch weitere Überlegungen anzustellen. Nur so wird es möglich, den Indikator Transportleistung besser zu verstehen. Zunächst wollen wir einmal einen einzelnen Transportvorgang betrachten und wie sich hier die gesamte Transportdistanz (D) zusammensetzt.

Die gesamte Transportdistanz (D) ist ein Produkt der durchschnittlichen Transportdistanzen d (Weglänge pro Lieferung) mal der Zahl der Lieferungen (Lieferfrequenz).

$$[5] \text{ Transportdistanz (D) = d * Lieferfrequenz (lf)}$$

In technischem Sinn entspricht die Zahl der Lieferungen der Zahl der Akteure mal der Häufigkeit ihrer Belieferung bzw. jener Zahl, die angibt, wie häufig bestimmte Entfernungen überwunden werden müssen. Die Schwierigkeit liegt hier in der gegenseitigen Abhängigkeit der Zahl der Akteure und der Entfernungen. In einem gegebenem Territorium werden entweder wenige, weit voneinander entfernten Akteure auftreten (wie z.B. große Einkaufszentren), oder viele Akteure mit geringeren Entfernungen untereinander (z.B. Lebensmittelläden). Betrachtet man nun die Akteure auf derselben Ebene der EPKD-Kette, so kann man annehmen, dass deren Belieferung in aufeinander folgende Stufen in einer Fuhre erfolgt (z.B. Brot an viele Supermärkte oder Müllsammlung von vielen Haushalten). Somit spielt es bei den Wegstrecken keine Rolle, ob es viele dicht gelegene Abnehmer gibt oder weniger Abnehmer in größerer Entfernung voneinander. Der Einfachheit halber wird deshalb angenommen, dass die Menge der Akteure auf einer Stufenebene ignoriert werden kann. Wichtig bleibt dann allerdings die Zahl der funktionell differenzierten Stufen (man kann nicht annehmen, dass z.B. ein Sekundärproduzent und ein Großhändler im Zuge der gleichen Fuhre beliefert werden können). Diese Variable ist aber bereits im Indikator Transportvolumen enthalten, weshalb es keinen Grund gibt, sie hier nochmals einzuschließen. Das Ergebnis dieser Überlegungen scheint zu

sein, dass die Zahl der Akteure vernachlässigt werden kann, nicht aber die Frage nach der Häufigkeit der Lieferungen pro Abnehmer. Dies führt zum Thema der „Just in time“ Lieferungen.

„Just in time“ Lieferungen sparen einem Unternehmen zum einen die Kosten für Lagerung und Verladung, gleichzeitig wird dadurch aber die Belieferung mehrerer Kunden während einer Fahrt erschwert. Somit wird die Zahl der notwendigen Fahrten erhöht (ein großer Teil davon Leerfahrten), während gleichzeitig das Frachtvolumen pro Fuhre sinkt. Als Ergebnis solch einer erhöhten Flexibilität kommt es zu einer Steigerung der Lieferfrequenzen ( $lf$ ) und damit auch der gesamten Transportdistanz ( $D$ ). Hier stellt sich nun die Frage, wie groß solche Frachtvolumen sind, die bei jeder Lieferung transportiert werden.

Grundsätzlich gilt hierfür die Gleichung [6].

$$[6] \text{ Lieferfrequenz } (lf) = \text{Transportvolumen } (TV) / \text{Fracht pro Lieferung } (tv)$$

Da von Transportunternehmen angenommen wird, dass sie sich ökonomisch angepasst verhalten, kann davon ausgegangen werden, dass sie zum einen Fahrzeuge kaufen, die optimal genutzt werden können (also Fahrzeuge mit jener Tonnage, die benötigt wird), und dass sie zum anderen versuchen, den Beladungsfaktor ihrer Fahrzeugflotte zu maximieren. Das bedeutet, dass die Tonnage einer Flotte (bzw. der Transportcontainer) die Erwartungen der Transportunternehmen widerspiegelt, wie groß ihre Fracht pro Fuhre sein wird. Auf diesem Weg führt der Indikator Fahrzeug-Tonnage eine unabhängige Information ein, die normalerweise statistisch verfügbar ist. Das erlaubt in weiterer Folge eine Überprüfung der anderen vorkommenden Beziehungen. Andererseits bietet dieser Indikator eine Möglichkeit, um künftige Trends vorherzusehen.

Wenn z.B. der DMI, wie im Europa des letzten Jahrzehnts, stagniert und die Transportflotte gleichzeitig die Tonnage pro Fahrzeug verringert, kann man erwarten, dass die Häufigkeit der Lieferungen steigt, nicht aber die Distanzen pro Fuhre<sup>17</sup> (Fischer-Kowalski 2005a).

#### **2.4. Zusammenhänge der Modellindikatoren**

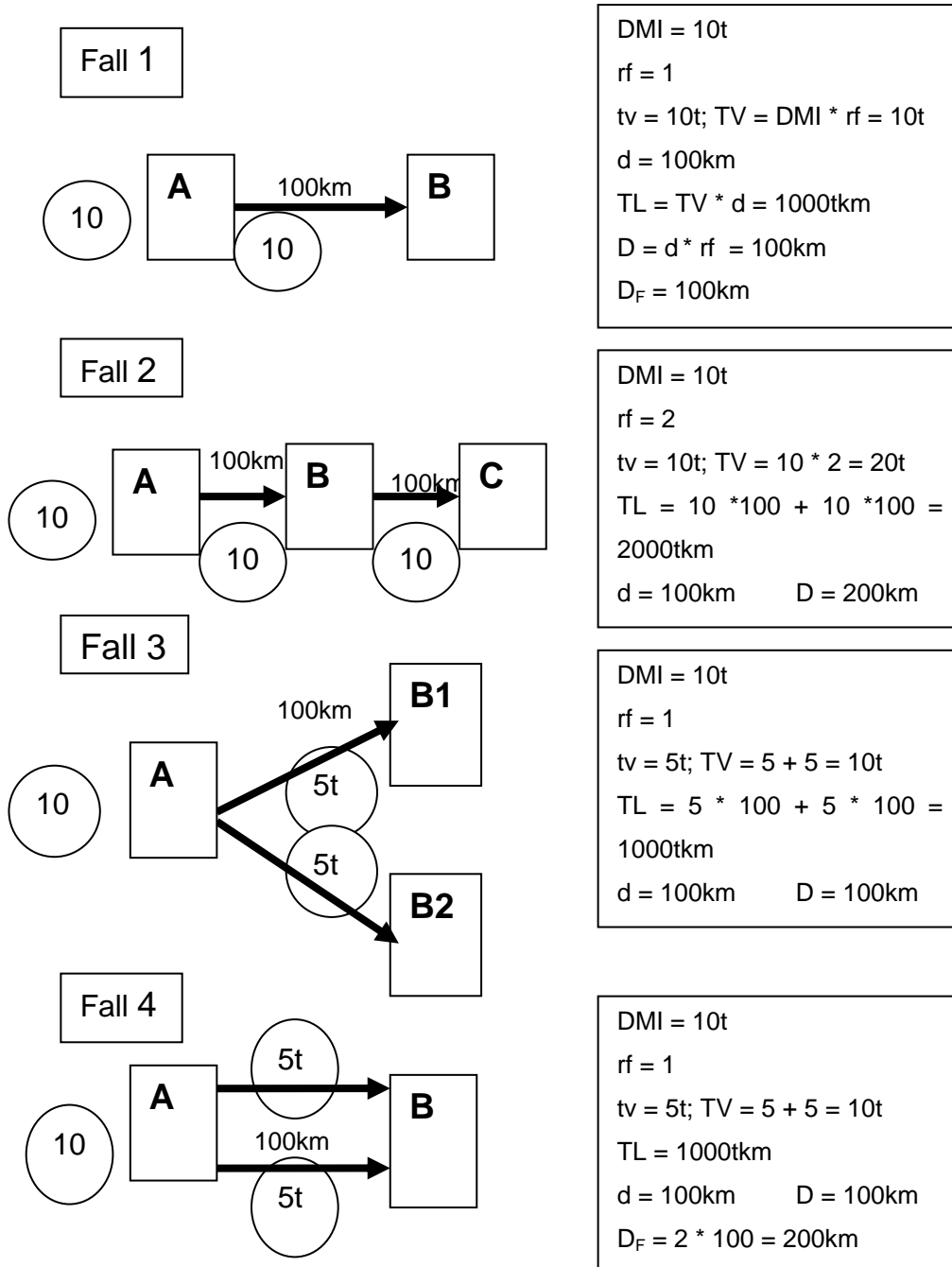
In Abbildung 5 sollen die Zusammenhänge der Modellindikatoren betrachtet werden. Dafür werden 4 stark vereinfachte Fälle verschiedener Transportsysteme dargestellt. Vereinfacht in der Form, dass es hier beim Übergang von einer Stufe zur nächsten zu keiner prozessbedingten Abnahme des Materials kommt (somit wird eine der Kernaussagen der EPKD-Kette ignoriert). Auf diesem Weg werden aber die Eigenheiten des Systems am deutlichsten sichtbar.

---

<sup>17</sup> All dies wird natürlich komplizierter sobald man verschiedene Beförderungsarten und die Verteilung zwischen diesen berücksichtigt (OECD 1997) und die Zeitverzögerungen zwischen Investitionsentscheidungen und Nutzung der Fahrzeuge.



Abbildung 5: Vereinfachte Transportsysteme und ihre Indikatoren



- DMI = Direct material input in das System (Tonnen pro Jahr)  
 $rf$  = Reloading- Faktor  
TV = Transport Volumen (Tonnen pro Jahr)  
 $tv$  = Durchschnittliche Tonnage pro Fahrt (Tonnen)  
TL = Transportleistung (Tonnenkilometer/Jahr)  
 $d$  = Durchschnittliche Strecke pro Fahrt (km)  
D = Gesamte Distanz, die jede Tonne Input hinter sich bringt  
 $D_F$  = Gesamtstrecke, die beladene Fahrzeuge zurücklegen (km/Jahr)

Quelle: Übersetzt aus Fischer-Kowalski et al. (2006)

Der 1. Fall stellt ein möglichst einfaches Transportsystem dar:

Der gesamte Input (10 Tonnen DMI) wird in einem Vorgang von Ort A nach dem 100 km entfernten Ort B transportiert. Der Re-loading Faktor ( $r_f$ ) beträgt somit 1 und das Transportvolumen (TV) ist gleich dem DMI. Es wird dabei eine Transportleistung von 1000 Tonnenkilometern (Tkm) geleistet, wobei jede Tonne, die das System betritt eine Distanz ( $d_g$ ) von 100 km zurücklegt.

In Fall 2 gibt es 2 Arbeitsgänge (mit der unrealistischen Annahme, dass es zu keinen Materialverlusten kommt). Dies zeigt aber bereits die Dynamik des Re-loading Faktors ( $r_f$ ); Sowohl das Transportvolumen als auch die Transportleistung steigen um den Faktor 2 (im Vergleich zu Fall 1). Daraus lässt sich z.B. ableiten, dass eine komplexere bzw. spezialisiertere Struktur der Produktion bei gleichem Materialeinsatz mehr Transport verursacht als weniger spezialisierte Produktion. Jede ins System eingebrachte Tonne wird hier in Summe doppelt so weit, also 200 km transportiert (D).

Fall 3 soll zeigen, dass bei gleich bleibenden Materialinput und gleichen durchschnittlichen Distanzen sich die Zahl der zu beliefernden Kunden in keinsten Weise auf die Modellparameter auswirkt. Es gibt keinen Unterschied zu Fall 1 in TV, TL oder in D. In Anbetracht der möglichen Umweltauswirkungen stößt man hier aber auf das Problem, dass die zurückgelegte Distanz ( $D_F$ ) der beladenen Transportfahrzeuge doppelt so hoch ist wie im ersten Fall, ohne dass sich dies in den (üblichen) Transportindikatoren widerspiegelt.

Der 4. Fall zeigt den typischen Fall einer Just-in-time Lieferung. Er gleicht dem ersten Fall, mit dem Unterschied, dass der Input von 10 t nicht in einer Fahrt, sondern in 2 Fahrten transportiert wird. Die Transportindikatoren gleichen jenen von Fall 1 – die zurückgelegte Gesamtstrecke der Transportfahrzeuge ( $D_F$ ) ist aber wieder wesentlich größer (wie im Fall 3).

Zusammenfassend kann hier gesagt werden, dass Transportleistung - als der bekannteste und am weitesten verbreitete Indikator für Transportaktivität – bereits zahlreiche Informationen zu den zurückgelegten Transportstrecken beinhaltet. Es muss jedoch festgestellt werden, dass die Transportleistung längst nicht alle Informationen beinhaltet, die für eine umweltbezogene Einschätzung des Transports von Bedeutung wären.

Obwohl man Aufgrund dieser (physischen) Zusammenhänge mehr über Lieferfrequenzen und ihre Dynamik erfahren kann, bleibt die Frage nach den durchschnittlichen Wegstrecken ( $d$ ) und deren Entwicklung immer noch unbeantwortet.

Unter vorindustriellen Bedingungen, unter denen nahezu alles auf derselben Energiequelle beruht (nämlich auf Biomasse, konvertiert durch endosomatischen Stoffwechsel), wird die durchschnittliche Transportdistanz von Massengütern<sup>18</sup> von der verfügbaren Energie bestimmt. Wenn die Zugtiere eines Fuhrwerks (plus ihre Fuhrleute) auf einer bestimmten Distanz mehr Energie verbrauchen, als sie an ihrem Ausgangspunkt auf das Fahrzeug laden können, dann ist das Unternehmen offensichtlich unökonomisch. In Abhängigkeit von Geomorphologie und Transportinfrastruktur sind daher unter agrargesellschaftlichen Bedingungen die Transportwege über Land, die noch wirtschaftlich überwunden werden können, sehr kurz.<sup>19</sup> Dies spielt heute z.B. im

---

<sup>18</sup> Wie aus dem Modell hervorgeht, macht der Transport von Massengütern (vorindustriell: im wesentlichen Nahrungsmittel, Brennholz und Baumaterial) für alle Indikatoren den größten Anteil aus. Luxuswaren in kleinen Mengen (Gewürze, Edelmetalle) können über riesige Entfernungen transportiert werden, ohne dass das in den Indikatoren Transportvolumen oder Transportleistung besonders auffallen würde.

<sup>19</sup> Boserup (1981) nennt 7,5 km als typischen Radius für den Landtransport in Agrarsystemen. Fellmeth (2004) beschreibt 15 km als die unter Historikern gebräuchlich angenommene Entfernungsschranke. Fischer-Kowalski et al (2004) haben detailliertere Modellkalkulationen auf der Basis von historischen Daten versucht.

Flugverkehr nach wie vor eine Rolle. Was allerdings heutzutage an Bedeutung gewinnt, sind die immer geringer werdenden Kosten für Transport. Durch billige Infrastruktur sinken die Kosten pro Transportkilometer und dadurch wirken sich bereits kleine Preisunterschiede für die Entscheidung zum Transport über große Distanzen aus – Ausschlaggebend ist schlussendlich jener Preis, der sich aufgrund der Produktionskosten plus der Transportkosten ergibt.

Wenn für das selbe Gut die Bezugsquelle A 100 km weit entfernt ist und die Quelle B in unmittelbarer Nähe, dann wird der 100 km Transport nur stattfinden, wenn der Preisunterschied desselben Produkts von Bezugsquelle A zu jenem aus Quelle B größer ist als dessen Transportkosten. Da Transportkosten stark subventioniert werden (z.B. durch öffentliche Infrastruktur) und die Energiepreise in der Vergangenheit relativ gesunken sind, ist davon auszugehen, dass die Entscheidung in Zukunft weiterhin zu Gunsten des zu transportierenden Produkts aus Quelle A ausfallen werden. Dadurch kann sich der wirtschaftliche Radius vergrößern und es kommt zu einem Prozess, bei dem sich dank niedriger Transportkosten immer mehr Produzenten spezialisieren. Dies führt dazu, dass der Verfügbarkeitsradius eines bestimmten Gutes größer wird und potentielle Kunden immer seltener eine Bezugsquelle des Gutes in ihrer näheren Umgebung finden. Diese Entwicklung sollte auf mehreren Skalenebenen sichtbar sein.

Wenn diese Überlegungen zutreffen, würde das einerseits bedeuten, dass die monetären Transportkosten unter modernen Bedingungen die Funktion erfüllen, die Transportdistanzen ( $d$ ) zu limitieren (vergleichbar mit den energetischen Kosten unter vorindustriellen Bedingungen). Andererseits würde das bedeuten, dass eine Verringerung der Transportkosten (etwa aufgrund öffentlicher Investitionen in die Infrastruktur, infolge technischer Innovationen im Fahrzeugbereich oder durch Verlagerungen von teureren hin zu billigeren Beförderungsarten) rasch zu einer Erhöhung der Wegstrecken ( $d$ ) führt. Umgekehrt sollte eine

Erhöhung von Transportkosten (zum Beispiel durch Road Pricing) in erster Linie auf die Wegstrecken wirken.

### **2.5. Ziel des Modells**

Das Modell geht von der Behauptung aus, dass Gütertransport in hohem Maße durch die Menge und Struktur des materiellen Input und andererseits durch wirtschaftliche Spezialisierungs- und Konzentrationsprozesse bestimmt wird. Die Höhe der Transportkosten spielt dabei zwar eine Rolle, Transportkosten wirken sich aber lediglich auf eine Teilkomponente des Transports aus.

Vor allem für längerfristige Veränderungen des Gütertransportvolumens sind daher Veränderungen des materiellen Gesamtinputs der Wirtschaft außerordentlich wichtig. Strategien der „Dematerialisierung“ erscheinen daher mindestens so wirkungsvoll wie Eingriffe in die Transportkosten. Um diesen Überlegungen einen glaubwürdigeren Hintergrund zu geben, wird in dieser Arbeit das Hauptaugenmerk auf die empirischen Daten gelegt, die die Plausibilität des Modells zu überprüfen erlauben sollen. Dafür ist zunächst notwendig, sich näher mit der Verkehrsstatistik auseinanderzusetzen. Dies geschieht in Kapitel 3, in dem u.a. die Verfügbarkeit von Daten sowie ihre Qualität diskutiert wird. Weiters sollen Begriffe und Formulierungen, die in der Verkehrsstatistik vorkommen, erklärt werden.

## 3. Methodisches Vorgehen

### 3.1. Datenbasis

Um die oben getroffenen Annahmen zu überprüfen, sollen in dieser Arbeit die Materialflüsse und das Güterverkehrsaufkommen der EU15 Länder<sup>20</sup> verglichen werden. Dafür musste zunächst eine Datenbasis geschaffen werden, die es ermöglichte, die Verkehrsleistungen möglichst genau abzubilden.

#### 3.1.1. Recherche

Die für diese Arbeit benötigten Daten müssen den Materialverbrauch eines Landes, sowie dessen Transportaufkommen widerspiegeln. Es werden die EU 15 - Länder über den Zeitraum der Jahre 1970 bis 2000 betrachtet. Die Daten für das Verkehrsaufkommen sollen die vier Verkehrsarten Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr, Binnenschifffahrt und Ölfertigkeiten beinhalten, jeweils mit den Parametern Transportvolumen und Transportleistung. Das Transportvolumen wird in Tonnen angegeben, die Transportleistung in Tonnenkilometer (tkm).

Um den Materialverbrauch darzustellen, wurden Daten von Eurostat (Weisz et al. 2003) herangezogen, welche vom Institut für Soziale Ökologie erarbeitet wurden. Diese enthalten auch die Zahlenwerte für den DMI (Domestic Material Input), welche für die Modellberechnung benötigt werden. Der DMI wird in Tonnen angegeben und ist in 4 Kategorien bzw. 12 Unterkategorien eingeteilt, die die einzelnen Sektoren des Verbrauchs widerspiegeln.<sup>21</sup> In dieser Arbeit wird jedoch immer mit der Summe des DMI gerechnet. Eine Unterteilung in Kategorien wäre dann sinnvoll, wenn

---

<sup>20</sup> Die 15 EU-Mitgliedsländer Belgien, Dänemark, Deutschland, Griechenland, Spanien, Frankreich, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Finnland, Schweden, Vereinigtes Königreich

<sup>21</sup> z.B. Biomasse: Nahrung, Tiere, Futter, Wald, nicht essbare Biomasse

man gewisse Materialien ganz bestimmten Verkehrsarten bzw. Beförderungsmitteln zuordnen möchte, um detaillierte Ergebnisse zu den Transportströmen zu erhalten.

Für den DMI wurde ausschließlich diese eine Quelle verwendet, da hier sämtliche Daten über den gewünschten Beobachtungszeitraum sowie für alle 15 EU-Länder vorhanden sind.

Wesentlich schwieriger stellte sich die Lage für die Verkehrsdaten dar.

Am Beginn der Datensuche standen zunächst persönliche Gespräche mit Personen, die sich im Zuge ihrer Arbeit mit dem Thema Verkehr bzw. Verkehrsstatistik beschäftigen. Dies war wichtig, um einen ersten Überblick zu erhalten, welche Daten es überhaupt gibt, wo man diese findet und von welcher Qualität Verkehrsdaten im Allgemeinen sind. (näheres dazu siehe Kapitel: „Datenprobleme“)

Nach eingehender Recherche im Internet und in Bibliotheken schränkte ich die Datensuche auf das „Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaften“ (kurz: Eurostat) ein. Grund für diese Einschränkung war die Erfahrung, dass nahezu jedes Land unterschiedliche Methoden anwendet, um seine Verkehrsdaten zu erheben<sup>22</sup>. Eurostat publiziert regelmäßig Daten der Europäischen Unionsmitglieder und hat die Aufgabe, den europäischen Organen vergleichbare und harmonisierte Statistiken zur Verfügung zu stellen (Eurostat 2005d). Aufgrund dieser Tatsache kann davon ausgegangen werden, dass diese Institution das zur Zeit vollständigste und am ehesten vergleichbare Bild der europäischen Verkehrsdaten liefert.

### **3.1.2. Art der Datenerhebung**

Bei der Erhebung von Güterverkehrsdaten wird zunächst grundsätzlich zwischen Territorialkonzept und Nationalitätskonzept unterschieden.

---

<sup>22</sup> vgl. Kapitel „Datenprobleme und Datenqualität“

### **Territorialkonzept (Inlandskonzept)**

Statistiken, die auf dem Inlandskonzept basieren, geben Auskunft über die Güter und Fahrzeuge, die in ein Land kommen oder ein Land verlassen, unabhängig von der Nationalität des Fahrzeugs. Somit wird der gesamte grenzüberschreitende Güterkraftverkehr eines Landes dargestellt. Es kann festgehalten werden, dass auf dem Territorialkonzept basierende Statistiken das vollständigste Bild des Verkehrs in ein Land bzw. aus einem Land zeichnen und dem Bedarf der meisten Nutzer am besten entsprechen“ (Eurostat 2003b).

Mit Ausnahme des Straßentransportes erfolgt die Datenaufnahme der verschiedenen Verkehrszweige nach dem Territorialkonzept. Dies bedeutet, dass die Indikatoren Transportvolumen und Transportleistung die Gesamtmenge der Transportvorgänge innerhalb eines Territoriums widerspiegeln (mit Ausnahme des Straßentransports!)

### **Nationalitätskonzept (Inländerkonzept)**

Dabei werden nur jene Fahrzeuge erfasst, die in einem Land (Meldeland) zugelassen sind, unabhängig davon, ob sie im Meldeland, innerhalb von Drittländern oder zwischen Drittländern ihre Leistung erbringen. Dieses Prinzip wird zurzeit nur im Güterkraftverkehr (=Straßenverkehr) angewendet. Die Sammlung von Daten für die Güterkraftverkehrsstatistik erfolgt hauptsächlich im Rahmen von Stichprobenerhebungen der Transportunternehmen oder der in dem Meldeland zugelassenen Fahrzeuge.<sup>23</sup>

In der Vergangenheit spielten die Grenzen eine wichtige Rolle für die Erfassung von Daten über den grenzüberschreitenden Güterkraftverkehr. Seit der Einführung des Einheitspapiers im Jahre 1988 dürfen die Mitgliedstaaten der EU an den "physischen" innergemeinschaftlichen Grenzen keine Daten mehr über Güter erheben, die von innergemeinschaftlichen Transportunternehmen befördert werden. Nach

---

<sup>23</sup> Fahrzeuge werden dabei direkt aus dem Fahrzeugregister ausgewählt.



dem 1. Januar 1993 entfielen sogar Zolldokumente und mit ihnen eine mögliche Quelle für Daten über den Güterkraftverkehr zwischen den Mitgliedstaaten(...)" (Eurostat 2003b).

Für diese Arbeit sind beide Erhebungsverfahren von Bedeutung, da der Straßenverkehr nach dem Nationalitätsprinzip erhoben wird, und sämtliche anderen Transportarten dem Inlandsprinzip unterliegen. Dies führt grundsätzlich zu der Situation, dass die Rohdaten (so wie sie von den einzelnen Ländern an Eurostat geliefert werden), für manche Analysen nicht herangezogen werden können, da sie nicht miteinander vergleichbar sind.

Die Erhebung nach dem Nationalitätsprinzip ermöglicht es aber, die exakten Transportvorgänge innerhalb der einzelnen Mitgliedsländer darzustellen (Eurostat 2003b). Dafür sind jedoch von Seiten Eurostat wieder eigene Arbeitsschritte notwendig. Das Problem dabei liegt in der Unvollständigkeit der Datensätze. Liefert z.B. ein Land keine Daten über ihre Straßentransporte, so wird es bereits unmöglich, den Anteil an Transportfahrten dieses Landes in sämtlichen anderen EU-Ländern zu berechnen. Somit sinkt die Aussagekraft der Straßenverkehrsdaten für alle Mitgliedsländer.

Da in dieser Arbeit keine Rohdaten verwendet wurden, lag der Schwerpunkt der Datenrecherche bei jenen Quellen, die von Eurostat veröffentlicht wurden. Diese enthalten bereits die (errechneten) Werte für den Straßentransport der einzelnen Mitgliedsländer.

### **3.1.3. Beschreibung der verwendeten Begriffe**

Bei der Arbeit mit Verkehrsdaten kann es immer wieder zu Verwirrungen durch unklare Formulierungen der verwendeten Variablen kommen. Vor allem bei Statistiken unterschiedlicher (sprachlicher als auch geographischer) Herkunft. Damit dies hier nicht passiert habe ich in meiner Arbeiten versucht, weitgehend die Terminologie von Eurostat zu verwenden. Als Grundlage zur Beschreibung der Variablen diente das

„Referenzhandbuch für die Durchführung der Verordnung (EG) Nr.1172/98 des Rates über die statistische Erfassung des Güterkraftverkehrs“ (Eurostat 2003b) in der Fassung vom 1. Mai 2003.

Darin enthalten sind Angaben und Definitionen zu den im Güterkraftverkehr (Straßenverkehr) verwendeten Begriffen, sowie Informationen zu jenen Bereichen, bei denen oft unklar ist, wo sie zugeordnet werden sollen. Weiters wird erklärt, auf welche Arte und Weise die Datenaufnahme zu erfolgen hat und wie mit den erhaltenen Daten weiter umgegangen wird.

Diese Variablen gelten meist auch für die anderen Verkehrsarten (Eisenbahn, Binnenschiff und Pipeline), die in dieser Arbeit berücksichtigt werden, weshalb auf den folgenden Seiten nur Definitionen aus dem Referenzhandbuch (Eurostat 2003b) angeführt werden. Auf die entsprechenden Definitionen für die übrigen Verkehrsarten wird verzichtet.

### **Meldeland**

Ein Meldeland ist ein Mitgliedstaat der Europäischen Union.

In dieser Arbeit werden nur die EU15-Länder betrachtet (also ohne jene Länder, die 2004 im Zuge der EU-Erweiterung der EU betraten)

Die Mitgliedstaaten der EU15 sind:

Belgien	Dänemark	Deutschland
Finnland	Frankreich	Griechenland
Irland	Italien	Luxemburg
Niederlande	Österreich	Portugal
Schweden	Spanien	Vereinigtes Königreich

(Eurostat 2003b)

## **Verkehrszweig bzw. Beförderungsmittel**

Unter Verkehrszweig wird eine der sechs allgemeinen Beförderungsarten verstanden.

Die 6 wichtigsten Verkehrszweige sind:

Seeverkehr	Straßenverkehr
Binnenschifffahrt	Eisenbahnverkehr
Ölfernleitungen	Luftverkehr

(Eurostat 2003b)

## **Innerstaatlicher Straßenverkehr bzw. Binnenverkehr**

Ist jener Straßenverkehr der zwischen zwei inländischen Orten<sup>24</sup> erfolgt, unabhängig davon, in welchem Land das Fahrzeug angemeldet ist.

Diese Definition basiert somit auf dem Territorialkonzept. Für die Verordnung wurde die Definition des innerstaatlichen Straßenverkehrs jedoch enger gefasst und schließt „Kabotage“ aus. (vgl. „Kabotage“ in diesem Kapitel) Bei innerstaatlichem Straßenverkehr kann auch ein anderes Land durchfahren werden (Eurostat 2003b).

## **Grenzüberschreitender Straßenverkehr**

Bezeichnet den „Straßenverkehr zwischen zwei Orten(...) in zwei verschiedenen Ländern, sowie Kabotage im Straßenverkehr. Dabei können ein oder mehrere weitere Länder durchfahren werden.

Das Glossar für die Verkehrsstatistik(...) definiert grenzüberschreitenden Straßenverkehr nach dem Territorialprinzip als "Straßenverkehr zwischen zwei Orten(...) in zwei verschiedenen Ländern". Es spielt dabei keine Rolle, in welchem Land das Fahrzeug angemeldet ist.

---

<sup>24</sup> Anm: wobei ein Ort als Beladeort und ein anderer als Entladeort bezeichnet wird.

Diese Definition des grenzüberschreitenden Straßenverkehrs schließt somit mehrere Kategorien ein, die folgendermaßen unterschieden werden:

- **Grenzüberschreitender Versand**  
Der Beladeort befindet sich im Meldeland und der Entladeort in einem anderen Land
- **Grenzüberschreitender Empfang**  
Der Beladeort ist in einem anderem Land und der Entladeort im Meldeland
- **Dreiländerverkehr**  
Be- und Entladeort sind außerhalb des Meldelandes und zwar in zwei unterschiedlichen Ländern (vgl. Dreiländerverkehr in diesem Kapitel)
- **Kabotage**  
Be- und Entladeort befinden sich beide im selben Land außerhalb des Meldelandes.  
(Eurostat 2003b)

Ein Vergleich zwischen den Mitgliedsstaaten nach Verkehrszweigen (Modal Split) ist beim grenzüberschreitenden Straßenverkehr nicht möglich, da dieser (nach dem Nationalitätskonzept) den Verkehr außerhalb des Landes umfasst, in dem die Fahrzeuge zugelassen sind. Bei den anderen Verkehrszweigen (Eisenbahn, Binnenschifffahrt) wird jedoch das Territorialkonzept angewendet (vgl. Eurostat 2003b S. 73).

### **Kabotage**

Bezeichnet den Straßenverkehr zwischen zwei Orten eines Landes mit einem Fahrzeug, das nicht in diesem Land angemeldet ist (Eurostat 2003b).

#### *Erläuterung:*

Bei Zugrundelegung des Territorialkonzepts ist Kabotage eine Form des innerstaatlichen Verkehrs. Da die Verordnung aber die Sammlung von Daten nach dem Nationalitätskonzept fordert, wird Kabotage als Teil des

grenzüberschreitenden Verkehrs betrachtet. Die Leistung wird nicht in dem Land erbracht, in dem das Fahrzeug zugelassen ist (Eurostat 2003b).

*Anmerkung:*

Der Begriff Kabotage stammt aus dem Seeverkehr, wo er als Beförderung von Gütern auf dem Seeweg zwischen zwei Häfen desselben Landes definiert wird, unabhängig von der Nationalität des Schiffes (Eurostat 2003b).

Die allmähliche Einführung der Kabotage begann erst 1990 mit zunächst quotierten Lizenzen. Diese wurden aber nach und nach erhöht und 1998 schließlich vollständig wieder abgeschafft. Obwohl laut Statistik Kabotage in den letzten Jahre beträchtlich zugenommen hat, fällt sie beim Gesamt-Güterkraftverkehr kaum ins Gewicht (Eurostat 2003a).

### **Dreiländerverkehr**

Grenzüberschreitender Straßenverkehr zwischen zwei unterschiedlichen Ländern, der von Fahrzeugen durchgeführt wird, die in einem Drittland angemeldet sind (Eurostat 2003b).

*Erläuterung:*

Ein Drittland ist ein Land, in dem sich weder der Belade- noch der Entladeort befinden (Eurostat 2003b).

*Anmerkung:*

„Bis 1993 war der Dreiländerverkehr im Straßengüterverkehr nur im Rahmen von speziellen bilateralen Abkommen zwischen Mitgliedsstaaten erlaubt oder nach Erteilung von Quotengenehmigungen, mit denen Güterkraftverkehrsunternehmen zum Verkehr zwischen zwei beliebigen Mitgliedstaaten zugelassen wurden. 1993 wurden diese quantitativen Beschränkungen für den grenzüberschreitenden Güterkraftverkehr durch qualitative Beschränkungen ersetzt. Seither können Inhaber einer „Gemeinschaftslizenz“ Fahrten zwischen zwei beliebigen Mitgliedstaaten unternehmen“ (Eurostat 2003b).

Mittlerweile hat der Dreiländerverkehr mit 10,8 % (Stand 2001) des „normalen“ grenzüberschreitenden Verkehrs einen nicht zu vernachlässigenden Anteil erreicht. Die Auswirkungen des Dreiländerverkehrs auf den Binnenverkehrsmarkt sind laut Eurostat positiv zu bewerten, da neben einer geringeren Umweltbelastung durch weniger Leerfahrten auch noch eine höhere Wirtschaftlichkeit erreicht wird (vgl. Eurostat 2003a).

### **Transit**

Unter Transit versteht man ein Straßenfahrzeug (beladen oder unbeladen), das in ein Land einfährt und es an einer anderen Stelle wieder verlässt. Die Durchfahrt muss dabei auf der Straße und ohne Be- bzw. Entladung erfolgen (Eurostat 2003b).

### **Verkehrsart**

Bei den Verkehrsarten wird zwischen gewerblichen Verkehr und Werkverkehr unterschieden.

Gewerblicher Verkehr: Entgeltliche Beförderung von Personen oder Gütern für Dritte

Werkverkehr: Beförderung für eigene Zwecke (werksinterne Transportvorgänge)

(Eurostat 2003b)

### **Gewicht (der Güter)**

Für die Transportstatistik ist das Bruttogewicht relevant.

Bruttogewicht:

Gesamtgewicht der Güter und aller Verpackungen, mit Ausnahme des Gewichts von Transportbehältnissen, wie Containern, Wechselbehältern und Paletten (Tara) (Eurostat 2003b).

*Erläuterung:*

Das Bruttogewicht ist auf die nächsten 100 kg zu runden. Beträgt das beförderte Gewicht weniger als 50 Kilogramm, ist "1" (für 100 Kilogramm)

einzutragen, um eine Lastfahrt von einer Leerfahrt zu unterscheiden (Eurostat 2003b).

### **Tonnenkilometer im Straßenverkehr**

*(bzw. Lastkilometer oder tatsächliche Beförderungsleistung im Straßenverkehr)*

Tonnenkilometer bezeichnet die Maßeinheit für die Beförderung einer Tonne Nutzlast über eine Entfernung von einem Kilometer.

*Erläuterung:*

„Berechnet wird die tatsächliche Beförderungsleistung als Produkt aus der tatsächlich zurückgelegten Entfernung (ausgenommen ist die Strecke, die das Straßengüterfahrzeug mit einem anderen Beförderungsmittel zurückgelegt hat) und dem Gewicht der dabei transportierten Güter“ (Eurostat 2003b).

*Anmerkung:*

Leerfahrten sind bei den Tonnenkilometern nicht enthalten, da hier lediglich „Lastfahrten“ erfasst werden. (Näheres zu „Leerfahrten“ siehe Kapitel „Datenprobleme und Datenqualität“)

### **Art der Güter (NST/R) (Güterart)**

Die Systematik für auf der Straße beförderte Güter entspricht der NST/R (= Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik).

*Erläuterung:*

„Die NST/R bestehen aus 176 Positionen (einschließlich der nicht nummerierten Position „Waffen und Munition“), 52 Gruppen und 10 Kapiteln und sind nach einem systematischen dreistelligen Code geordnet. Als Kriterien für die Zusammenfassung der 176 Positionen wurden die Güterart, der Grad der Verarbeitung, Beförderungsbedingungen und beförderte Mengen herangezogen“ (Eurostat 2003b).

### **3.1.4. Datenquellen**

Obwohl bei der Datenrecherche auf zahlreiche Publikationen von Eurostat zurückgegriffen werden konnte, war es nicht möglich, eine einzelne Quelle für alle benötigten Parameter ausfindig zu machen. Somit bestand der wesentliche Teil der Datenarbeit darin, ein möglichst vollständiges Bild der Daten aus den zum Teil sehr lückenhaften Veröffentlichungen zusammenzustellen.

Im Folgenden werden verfügbare Quellen der benötigten Parameter kurz angeführt:

#### **DMI-Daten**

Diese sind dem Zwischenbericht für Eurostat (Weisz et al. 2003) entnommen. Aufgrund ihrer Vollständigkeit war es nicht nötig, weitere DMI-Quellen zu suchen.

#### **Transportleistung in Tonnenkilometer**

Daten zur Transportleistung sind in mehreren Publikationen von Eurostat zu finden. Um eine möglichst vollständige Datenbasis zu erhalten, wurden neben der Online-Datenbank (Eurostat 2005b) auch mehrere, unterschiedliche Publikationen verwendet. So z.B. statistische Jahrbücher aus den letzten Jahrzehnten (Eurostat 1990), Reports zur Entwicklung des Verkehrs (Eurostat 1998; ECMT 2003; Eurostat 2003a; EU 2005) und Publikationen zu speziellen güterverkehrsrelevanten Themen (Eurostat 2002; Eurostat 2005c). Als Ergänzung wurde ein bereits bestehender Datensatz der Uni Karlsruhe herangezogen, der mir für diese Arbeit dankenswerterweise zur Verfügung gestellt wurde (EU 2003; Schaffer 2004)

#### **Transportvolumen in Tonnen**

Angaben zum Transportvolumen waren in wesentlich weniger Quellen zu finden als z.B. Angaben zu den Tonnenkilometern. Trotzdem wurden



dieselben Quellen verwendet wie für die Transportleistung, da keine anderen zur Verfügung standen. Aufgrund dieser Tatsache ist die Datenbasis für transportierte Tonnen um einiges lückenhafter als für die Transportleistung.

### **3.1.5. Datenverarbeitung**

Da die Datenaufbereitung einen wesentlichen Teil meiner Arbeit darstellt, wird im Folgenden näher darauf eingegangen.

Sämtliche zur Verfügung stehenden Daten wurden zunächst zusammengefasst, um einen ersten Überblick über die Vollständigkeit der benötigten Kategorien zu erhalten. Fehlende Daten konnten teilweise geschätzt werden. Abschließend erfolgte mit den so erhaltenen Daten die Modellberechnung.

#### **Datenüberblick**

Alle verfügbaren Daten wurden in ein Tabellenverarbeitungsprogramm eingetragen, um ein möglichst vollständiges Datenset zu erhalten und einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Daten zu ermöglichen. In einer nach Länder sortierten Datei (ein Arbeitsblatt pro Land) wurde der DMI sowie die beiden transportbezogenen Werte Transportleistung und Transportvolumen nach 4 Verkehrsarten<sup>25</sup> für die Jahre 1970 bis 2001 eingetragen. Dabei kam es an mehreren Punkten zu Überschneidungen aufgrund von Quellen, die denselben Zeitraum abdeckten. Im Anschluss an die Dateneingabe mussten diese Überschneidungen bereinigt werden, da häufig erhebliche Unterschiede in den Werten auftraten (Näheres dazu siehe Kapitel „Datenprobleme und Datenqualität“). Hierfür war es notwendig, jeden Datenpunkt einzeln zu betrachten. Die Auswahl der weiter zu verwendenden Werte hing davon ab, ob idente oder annähernd gleiche Werte auch in anderen Quellen vorkamen, oder ob manche Werte

---

<sup>25</sup> In dieser Arbeit werden der Güterkraftverkehr (Straße), Schienenverkehr, Inländischer Schiffsverkehr sowie Pipeline betrachtet.

als eindeutige „Ausreißer“ zu verwerfen waren. Obwohl bei den einzelnen Quellen teilweise erhebliche Unterschiede bei den Werten auftraten, gab es keine einzige Quelle, die z.B. aufgrund ihrer häufigen „Ausreißer“ vollständig verworfen werden konnte.

Diese Unterschiede und Unklarheiten über den Inhalt der zur Verfügung stehenden Datensätze zeigten bereits eines der Hauptprobleme der Verkehrsstatistik. Obwohl von Seiten der EU versucht wird, eine einheitliche Methode zur Erhebung der Verkehrsdaten vorzulegen, kommt es aufgrund zahlreicher unklarer Formulierungen, Soll-Vorschriften und Erfassungsspielräumen oft zu gravierenden Unterschieden der veröffentlichten Daten innerhalb und zwischen den Ländern.

### **Fehlende Daten**

Um Modellberechnungen für möglichst viele Länder über lange Zeiträume zu ermöglichen, wurden Überlegungen angestellt, wie fehlende Datenpunkte ermittelt werden können.

#### *Schätzen*

Für das Schätzen von fehlenden Daten mussten alle Datenlücken gesondert betrachtet werden um abzuwägen, welche Methode angewendet werden soll.

Je nach Datenlage für das jeweilige Jahr wurden folgende Schätzverfahren angewandt:

- Wert für 1990 fehlt → Wert von 1991 verwendet
- Wert für 2000 fehlt → Wert von 1999
- Wert für 1980 fehlt → mittels Ausfüllfunktion der Tabellenverarbeitungssoftware wurde ein linearer Trend zwischen den beiden Jahre 1970 und 1990 berechnet
- 90er-Jahre: fehlende Jahre mit obiger Ausfüllfunktion berechnet

Für manche Fälle war es notwendig, mehrere Schätzmethoden anzuwenden.

Zum Beispiel bei fehlenden Werten für 1980 und 1990; 1970 und 1991 sind vorhanden → zunächst Wert für 1991 als 1990 angeben und anschließend den 1980er-Wert über linearen Trend berechnen.

#### *Länder ohne Binnenschifffahrt*

Da in mehreren europäischen Ländern keine Binnenschifffahrt betrieben wird, ist in diesen Ländern der Datensatz bereits dann als vollständig zu betrachten, wenn die Daten für Straßentransport, Schienentransport und Pipelinetransport vorhanden sind.

Länder ohne jegliche Binnenschifffahrt sind:

- Griechenland
- Irland
- Portugal
- Spanien
- Schweden

Länder mit vernachlässigbarem Binnenschifftransport:

- Italien
- Dänemark
- United Kingdom

(vgl. Eurostat 2002)

Diese beiden Maßnahmen ermöglichten schließlich doch die Konstruktion eines Datensatzes<sup>26</sup>, die es erlaubte, die angestrebten Modellberechnungen durchzuführen.

### **3.1.6. Datenprobleme und Datenqualität**

Zu Beginn möchte ich erwähnen, dass ich durch meinen Entschluss, mit Verkehrsstatistiken zu arbeiten, eine mir fremde (Arbeits-)Welt entdeckte, die oft stark im Kontrast zu jenen Methoden steht, die mir als Studierender der Naturwissenschaften näher gebracht wurden.

---

<sup>26</sup> vgl. Kapitel Datenvollständigkeit

Im Zuge des Studiums der Ökologie lernte ich, dass es wichtig ist, sich an wissenschaftlichen „Fakten“ zu orientieren um den Interpretationsspielraum der gewonnenen Erkenntnisse möglichst klein zu halten. Es ist wichtig, sich strikt an genormte (Versuchs-)Anweisungen zu halten, von einer ausreichend großen Probenmenge auszugehen, um Fehlerquellen zu reduzieren und schließlich anhand einheitlich gewonnener Resultate Vergleiche anstellen zu können.

Bei dieser Arbeit war es jedoch immer wieder notwendig, Kompromisse zwischen verfügbaren „Fakten“ und (subjektiven) Annahmen zu schließen. So wurden z.B. Werte mancher Quellen verworfen, weil andere Quellen für denselben Datenpunkt plausiblere Zahlen aufwiesen. Diese für mich neuartige Art der Datenbeschaffung, war notwendig, um überhaupt verwertbare Daten zu erhalten.

Die wesentlichen Probleme werden im Folgenden dargestellt:

### **Verfügbare Datensätze**

Obwohl die Datenerhebung in allen Ländern das Transportvolumen (in Tonnen) mit einschließt, war es nur in wenigen Fällen möglich, diese Daten ausfindig zu machen.

Offensichtlich scheint die einzige Kennzahl von Interesse die Transportleistung zu sein. Tonnenkilometer stehen für fast jedes Land über den beobachteten Zeitraum zur Verfügung – wenngleich die veröffentlichten Daten für den gleichen Zeitpunkt oft verschiedene Werte aufweisen.

Für Österreich gilt, dass hier auf nationaler Ebene neben den Tonnenkilometern auch die Tonnen veröffentlicht werden (vergleiche StatistikAustria 2005). Ob dies in anderen Ländern ebenso der Fall ist, wurde im Zuge dieser Arbeit nicht untersucht, da der Fokus hier auf europäischer Ebene lag.

## Verschiedene Quellen – verschiedene Zahlen

Die zur Verfügung stehenden Daten unterscheiden sich oft wesentlich untereinander, obwohl sie alle<sup>27</sup> von Eurostat stammen. Neben öffentlich zugänglichen Daten aus der Eurostat-Datenbank (NewCronos), bildeten Tabellen und Statistiken aus Berichten und anderen Publikationen<sup>28</sup> einen wesentlichen Teil der Datengrundlage. Unterschiede in den Daten könnten dadurch entstanden sein, dass es sich hierbei um Publikationen mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Erscheinungsdaten handelt. So wurden z.B. Entwicklungen über mehrere Jahre bzw. Jahrzehnte betrachtet oder ein anderes Mal in Form eines „Statistischen Jahrbuchs“ nur die aktuellsten Daten dargestellt.

Diese Tatsache kann jedoch nicht erklären, warum es zum Teil gravierende Abweichungen bei den Werten gibt und andererseits auch wieder völlig idente Zahlen für ein Land oder Jahr publiziert werden.

**Tabelle 2: Beispiele für Zahlenwerte aus unterschiedlichen Quellen:**

	Dänemark (Strasse)				Niederlande (Schiene)				Spanien (Strasse)			
	1970	1980	1990	2000	1970	1980	1990	2000	1970	1980	1990	2000
1			13671	17766			3070	3819			78925	133100
2	4800	7800	9400		3700	3400	3070		51700	89500	15100	
3			13671	17766				3819			78925	133078
4	7800	7900	9400	11000	3700	3400	3100	4500	51700	89500	151000	297600
5	9300						8773					
6	3720					3470	3070	4610				

### 1: Datensatz der Uni Karlsruhe

2: EU, *transport in figures - statistical pocketbook*; 1998

3: Eurostat: NewCronos

4: ECMT, *Trends in the Transport Sector 1970-2001*

5: EU12, Eurostat - *Verkehr und Nachrichtenübermittlung; Jährliche Statistiken 1970 - 1987*

6: EU, *Energy and Transport in Figures*; 2004

Quelle: Eigene Daten-Zusammenstellung nach Eurostat

<sup>27</sup> mit einer Ausnahme: OECD „Transport and Environment“ (OECD 2002b)

<sup>28</sup> z.B. Statistisches Jahrbuch, Pocketbook, Energy and Transport in Figures

## Nachträgliche Datenkorrekturen

Bei manchen Daten kam es zu einer nachträglichen Korrektur vonseiten Eurostat. Es ist anzunehmen, dass hier die neueren Werte die besseren sind, da z.B. auch bei Eurostat häufig Werte geschätzt werden (dies wird dann auch als Schätzung angegeben), weil manche Länder unvollständige Datensätze liefern, oder mit aktuellen Daten im Verzug sind. Solche Schätzungen werden dann im Nachhinein geändert bzw. angepasst. Manchmal ist es jedoch nicht möglich, eine Änderung nachzuvollziehen, da diese (zumindest bei den Tabellen selbst) weder angegeben noch kommentiert wird.

Ein Beispiel dafür sind die Daten des Binnenschiff-Transports aus dem Datenblatt mit dem Titel „Grenzüberschreitender jährlicher Verkehr nach Beladungsland und Gütergruppen (1000 T, Mio Tkm)“<sup>29</sup>

Die Daten aus der Eurostat Online-Datenbank newCronos (download vom 31.Mai 2005) unterscheiden sich von jenen der 2004 erschienen Eurostat-DVD „Alles über Verkehrsstatistik“ erheblich (vgl. Tabelle 3). Trotz näherer Recherche war es mir leider nicht möglich, Erklärungen für diese Abweichungen zu finden.

**Tabelle 3: Nachträgliche Änderungen innerhalb eines Datensatzes**

	Deutschland		Frankreich		Luxemburg		Niederlande		Österreich	
	DVD	online	DVD	online	DVD	online	DVD	online	DVD	online
<b>1993</b>	90467	90467	10672	10672	871	871	45509	45509	:	:
<b>1994</b>	99253	99253	10890	10890	1071	1071	47047	47047	4467	4467
<b>1995</b>	101470	101470	10004	10004	957	957	44746	44746	4601	4601
<b>1996</b>	98263	98263	8618	8618	708	708	48178	48178	5283	5283
<b>1997</b>	104422	<b>207705</b>	11108	<b>22160</b>	996	<b>1806</b>	51568	<b>102811</b>	5067	<b>6911</b>
<b>1998</b>	108734	<b>216319</b>	10503	<b>20928</b>	1150	<b>2183</b>	52239	<b>104114</b>	5306	<b>7152</b>
<b>1999</b>	100539	<b>200409</b>	12014	<b>23951</b>	1080	<b>2112</b>	52705	<b>104890</b>	5175	<b>8235</b>
<b>2000</b>	109347	<b>217878</b>	12687	<b>25305</b>	1195	<b>2370</b>	50319	<b>100049</b>	5446	<b>9239</b>
<b>2001</b>	105372	<b>209881</b>	13631	<b>27163</b>	962	<b>1894</b>	55392	<b>110081</b>	5606	<b>9112</b>
<b>2002</b>	101841	<b>202810</b>	13219	<b>26349</b>	945	<b>1838</b>	53032	<b>105667</b>	6309	<b>10184</b>
<b>2003</b>	98990	<b>197358</b>	12041	<b>24031</b>	1191	<b>2367</b>	42302	<b>84283</b>	5225	<b>8377</b>

Quelle: DVD (Eurostat 2005a) und online-Datenbank NewCronos

<sup>29</sup> Zu finden unter: Thema: 7 Verkehr; C.Binnenschiffahrt; C.V3 Messung des Verkehrs – Güter (Richtlinie des Rates 80/1119/EEC); Table: IWGOILDG 01. Grenzüberschreitender jährlicher Verkehr nach Beladungsland und Gütergruppen (1000 T, Mio Tkm)

### **Alte Eurostat-Publikationen**

In alten Veröffentlichung von Eurostat fehlen Daten für die „neuen“ Mitgliedsstaaten.

Zum Beispiel „Verkehr und Nachrichtenübermittlung: Jährliche Statistiken 1970 – 1987“ (Eurostat 1990). In dieser Arbeit sind nur die EU12-Staaten<sup>30</sup> enthalten. Finnland, Österreich und Schweden traten erst 1995 der EU bei und fehlen daher in den älteren Publikationen.

### **Pipeline**

Abgesehen davon, dass nur sehr selten Daten für die Beförderung von Gütern in Pipelines zur Verfügung stehen, überrascht hier die Tatsache, dass ausschließlich der Transport von Rohöl und seinen Verarbeitungsprodukten veröffentlicht wird.

Da aber auch Erdgas zumeist über Pipelines transportiert wird, fehlt für jedes Land ein erheblicher Anteil an transportiertem „fossil fuel“. Die Daten zum Materialverbrauch (DMI) enthalten aber auch die Mengen für Erdgas.

### **Binnenschifffahrt**

In manchen Ländern der Europäischen Union wird keine Binnenschifffahrt betrieben (vgl. dazu auch Länder ohne Binnenschifffahrt unter Punkt „Fehlende Daten“).

### **Ausnahmen beim Erfassungsbereich des Güterkraftverkehrs**

Ausnahmen bei der Erfassung von Güterkraftfahrzeugen sind laut „EU-Referenzhandbuch zur Erfassung des Güterkraftverkehrs“ vorgesehen.

„Beim Güterkraftverkehr unterscheidet man zunächst zwischen innerstaatlicher und grenzüberschreitender Beförderung von Gütern mit einem im Inland zugelassenen Kraftfahrzeug.“

---

<sup>30</sup> EU12: Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Portugal, Spanien, United Kingdom

Ausgenommen davon sind:

- Güterkraftfahrzeuge, deren Gewicht oder Abmessungen die normalerweise zulässigen Werte überschreiten
- landwirtschaftliche Fahrzeuge, Militärfahrzeuge und Fahrzeuge der öffentlichen Verwaltung und Dienstleistungen mit Ausnahme der Fahrzeuge öffentlicher Unternehmen (insbesondere der Eisenbahnverwaltungen)
- jeder Mitgliedstaat kann(...) die Güterkraftfahrzeuge ausnehmen, deren Nutzlast oder zulässiges Gesamtgewicht einen bestimmten Wert unterschreitet. Dieser Wert darf 3,5 t Nutzlast oder 6 t zulässiges Gesamtgewicht bei Einzelkraftfahrzeugen nicht überschreiten“.

(Eurostat 2003b)

### **Leerfahrten**

Leerfahrten sind in der Transportstatistik nicht enthalten. Die Transportunternehmen sind zwar verpflichtet, Informationen zu Leerfahrten abzugeben, diese werden aber bei der Transportleistung nicht berücksichtigt. Da die Transportleistung das Gewicht der transportierten Güter mal den gefahrenen Kilometern widerspiegelt, wirken sich Leerfahrten allein durch die Berechnungsmethode nicht erhöhend auf den Transport aus.

Ein Beispiel soll das damit verbundene Problem darstellen:

Ein Fahrzeug nimmt am Ort A 5 t Ladung auf, entlädt diese im 100 km entfernten Ort B und fährt mit weiteren 5 t Ladung zurück nach A. Die Transportleistung entspricht somit  $5 \text{ t} \times 100 \text{ km} + 5 \text{ t} \times 100 \text{ km} = 1000 \text{ tkm}$  bei 200 km zurückgelegter Strecke.

Ein anderer LKW fährt mit 5 t Ladung von Ort A in den 200 km weit entfernten Ort C und anschließend leer zurück. Die erbrachte Transportleistung ist in diesem Fall ebenfalls 1000 tkm ( $5 \text{ t} \times 200 \text{ km}$ ). Der Unterschied liegt aber in der zurückgelegten Gesamtfahrtstrecke von 400

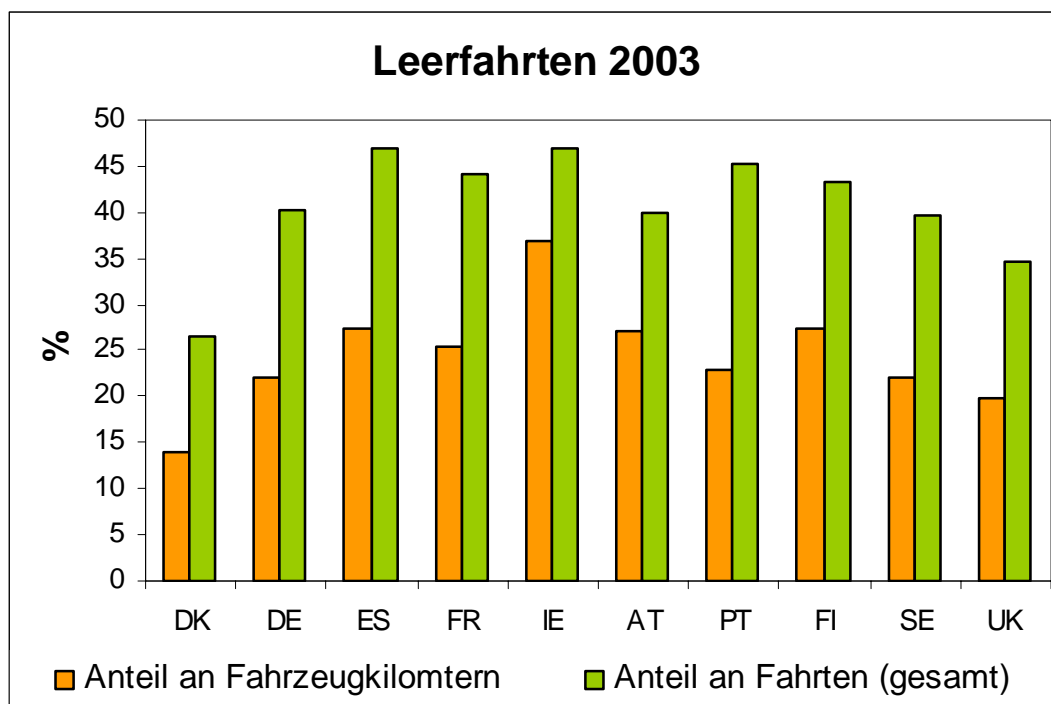


km, da hier die tatsächlich überwundene Distanz pro Tonnenkilometer verdoppelt wurde.

Obwohl diese beiden Fahrten laut Verkehrsstatistik völlig gleich bewertet werden, verursacht jene mit Leerfahrt wesentlich mehr Transportkilometer.

Wie hoch der Anteil an Leerfahrten in Europa ist, soll Abbildung 6 veranschaulichen. Diese Darstellung wird nun abseits der bisherigen Modellüberlegungen gemacht. Als Basis dienen dabei die zurückgelegten Fahrzeugkilometer und die gesamte Anzahl der Fahrten. Es wird ersichtlich, dass in manchen Ländern knapp die Hälfte aller Fahrten Leerfahrten sind – obwohl man annehmen könnte, dass z.B. aus wirtschaftlicher Sicht jeder leer gefahrene Kilometer dem Transportunternehmen unnötige Kosten verursacht. Diese könnten z.B. durch eine verbesserte Logistik leicht vermieden werden – aber scheinbar ist der Logistikaufwand höher als die daraus resultierenden Einsparungsmöglichkeiten.

**Abbildung 6: Leerfahrtenanteile europäischer Länder**



Quelle: Eurostat (2005c)

Leerfahrten machen in den meisten EU - Ländern über 40% aller durchgeführten Fahrten aus, wohingegen der Anteil an den Fahrzeugkilometern nur selten über 25% hinausgeht. Eine Erklärung dafür könnte im Kurzstreckencharakter des Güterkraftverkehrs liegen. Leerfahrten fallen z.B. bei Bauarbeiten an, bei denen zuerst der Aushub abtransportiert werden muss. Dies wird meist von Schwerlastwagen durchgeführt, die den Aushub über kürzere Strecken zu Deponien transportieren und anschließend in einer Leerfahrt zur Baustelle zurückfahren, um dort weiteren Aushub zu laden. Ähnlich laufen die Fahrten auch beim Antransport von Baustoffen in der Bauphase ab. Abgesehen von den ohnehin schon beachtlich hohen Anteilen an Leerfahrten, ist auch deren Entwicklung in den letzten Jahrzehnten von Interesse. Hier zeigt sich, dass in den meisten Ländern ein Anstieg der Leerfahrten zu verzeichnen ist (Eurostat 2005c). Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass immer mehr Firmen ihre Lagervolumen reduzieren und statt dessen vermehrt Just-in-time Lieferungen auf der Straße durchführen, erscheint dieser Anstieg nur logisch (vgl. OECD 2002b) bzw. (StatistikAustria 2005).

### **Erhebungsspielräume bei Güterkraftverkehr**

„Die Mitgliedstaaten können alle Beförderungen mit sehr kleinen Güterkraftfahrzeugen (deren Nutzlast 3,5 t oder deren zulässiges Gesamtgewicht 6 t nicht überschreitet) von dem Anwendungsbereich dieser Verordnung ausnehmen. In der Regel werden diese kleinen Fahrzeuge in den Ländern der Europäischen Union für Kurzstreckentransporte, namentlich im Werkverkehr, eingesetzt, die für die gemeinsame Verkehrspolitik keine entscheidende Rolle spielen“ (Eurostat 2003b).

In Österreich werden Güterkraftfahrzeuge bereits ab einem Gewicht von 2 Tonnen Nutzlast erfasst, in Deutschland z.B. erst ab einer Nutzlast von 3,5 Tonnen (StatistikAustria 2005).

Laut Eurostat spielt dieser Anteil an Fahrzeugen „keine entscheidende Rolle“ (siehe oben). Dem Gegenüber steht die Angabe im „EU-Panorama des Verkehrs“ (Eurostat 2003a), dass nämlich die Zahl der Straßengüterfahrzeuge im Verlauf der Jahre erheblich zugenommen hat (siehe nächster Punkt).

### **Zulassungen nicht vollständig harmonisiert**

„Wie angesichts der starken Zunahme des Straßengüterverkehrs nicht anders zu erwarten war, ist die Zahl der Straßengüterfahrzeuge in den letzten dreißig Jahren kräftig angestiegen: der Bestand hat sich seit 1970 mehr als verdreifacht. Zu den(...) Straßengüterfahrzeugen zählen Lastkraftwagen, Zugmaschinen (die nur mit aufliegendem Sattelanhänger Güter befördern können) und gelegentlich auch Kleintransporter. Dass einige Länder Liefer- und Kleinlastwagen mitzählen, während andere sie zur Kategorie der „Personenkraftwagen“ rechnen, lässt Vergleiche zwischen den Mitgliedstaaten etwas problematisch erscheinen(...).

Nur 4 % aller Straßengüterfahrzeuge in EU-15 (ohne Irland) bestehen aus Sattelzugmaschinen. Dem gegenüber weisen 70 % der Straßengüterfahrzeuge eine Nutzlast von „weniger als 1,5 Tonnen“ auf“ (Eurostat 2003a).

### **Modal Split mit grenzüberschreitendem Straßenverkehr**

Ein Vergleich zwischen den Mitgliedsstaaten nach Verkehrszweigen (Modal Split) ist beim grenzüberschreitenden Straßenverkehr nicht möglich, da dieser (nach dem Nationalitätskonzept) den Verkehr außerhalb des Landes umfasst, in dem die Fahrzeuge zugelassen sind. Bei den anderen Verkehrszweigen (Eisenbahn, Binnenschifffahrt) wird jedoch das Territorialkonzept angewendet (vgl. Eurostat 2003a).

### **Datenvollständigkeit**

Da für das Modell die Gesamtsumme der Transportleistung und das Transportvolumen pro Land und Jahr benötigt werden, war es notwendig,

die gemeinsame Verfügbarkeit dieser beiden Variablen über die Jahre hinweg zu prüfen. Dabei stellte sich heraus, dass die Daten für die Summe aller vier Verkehrsarten nur sehr selten vollständig waren und somit die Anzahl der verwertbaren Daten weiter sank (vgl. Tabelle 4).

**Tabelle 4: Auszug der Daten-Verfügbarkeitstabelle für alle 4 Verkehrsarten**

Mio TKM	1970	1970	1975	1975	1980	1980	1985	1985	1990	1990	1995	1995	2000	2000
	tkm	1000 t	tkm	1000 t	tkm	1000 t	tkm	1000 t	tkm	1000 t	tkm	1000 t	tkm	1000 t
EU15	ALLE				ALLE				ALLE		ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw
AUSTRIA	ALLE				ALLE		ro/ra	ro/ra	ALLE	ro/ra	ALLE	ALLE	ALLE	ALLE
BELGIUM	ra/iw/p	ALLE		ALLE	ra/iw/p	ro/ra/iw		ALLE	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw
BELG&LUX	ra/iw				ra/iw				ro/ra/iw		ALLE		ALLE	
LUXEMBOURG	ra/iw	ro/ra/iw		ro/ra/iw	ra/iw	ro/ra/iw			ro/ra/iw	ra/iw	ro/ra/iw	ro	ro/ra/iw	ro/ra/iw
DENMARK	ro/ra	ra		ra	ro/ra	ro/ra		ro/ra	ro/ra/p	ro/ra	ALLE	ro	ro/ra/p	ro/ra
FINLAND	ro/ra/iw				ro/ra/iw				ro/ra/iw		ro/ra/iw	ra	ro/ra/iw	ro/ra/iw
FRANCE	ALLE	ALLE		ALLE	ALLE	ro/ra/iw		ALLE	ALLE	ro/iw	ALLE	ro/iw/p	ALLE	ALLE
GERMANY	ALLE				ALLE		ro/ra/iw		ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw
GREECE	ro/ra	ra		ra	ro/ra	ra		ro/ra	ro/ra	ro/ra	ro/ra	ro/ra	ro/ra	ro/ra
IRELAND	ro/ra	ra		ra	ro/ra	ra		ro/ra	ro/ra	ro	ro/ra		ro/ra	ro/ra
ITALY	ALLE	ro/ra	p	ra/p	ALLE	ra		ra/iw	ALLE	ro/ra	ALLE	ro/ra/p	ALLE	ro/ra/p
NETHERLAND	ALLE	ALLE	p	ALLE	ALLE	ro/ra/iw		ALLE	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw
PORTUGAL	ro/ra				ro/ra				ro/ra	ro/ra	ro/ra	ra	ro/ra	ro/ra
SPAIN	ro/ra/p				ro/ra/p	ra		ra	ro/ra/p	ro/ra/p	ro/ra/p	ro/ra/p	ro/ra/p	ro/ra/p
SWEDEN	ro/ra				ro/ra				ro/ra		ro/ra	ro	ro/ra	ro/ra
UNITED KINGDOM	ALLE	ro/ra/p	iw	ALLE	ALLE	ro/ra/iw		ro/ra/p	ALLE	ro/ra	ALLE	ro/p	ALLE	ALLE

ALLE vorhanden    ALLE (Länder ohne schifffahrt)    ALLE tkm und t vorhanden    ro = road; ra = rail; iw = inland waterway; p = pipeline

Quelle: Eigene Zusammenstellung aufgrund Eurostat-Daten

Tab. 4 stellt die Verfügbarkeit der Daten für Transportleistung (Tkm) und Transportvolumen (1000 t) seit 1970 in 5-Jahres Schritten dar. Für die Modellberechnung müssen für jedes Jahr beide Datenpunkte vorhanden sein (gelb markiert). Dies trifft aber nur für fünf Datenpunkte zu, daher wurden folgende Überlegungen angestellt.

Da ein Großteil des Transports auf Straße und Schiene abgewickelt wird und die Datenverfügbarkeit für beide Verkehrsarten wesentlich besser ist als für die übrigen, wird für diese Arbeit ein besonderes Augenmerk auf die Entwicklung dieser beiden Transportmodi gelegt (Tabelle 5).

Tabelle 5: Auszug der Daten-Verfügbarkeitstabelle für Straße und Eisenbahn

Mo Tkm	1970		1975		1980		1985		1990		1995		2000	
	tkm	1000 t	tkm	1000 t	tkm	1000 t	tkm	1000 t	tkm	1000 t	tkm	1000 t	tkm	1000 t
EU15	ALLE				ALLE				ALLE		ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw
AUSTRIA	ALLE				ALLE		ro/ra	ro/ra	ALLE	ro/ra	ALLE	ALLE	ALLE	ALLE
BELGIUM	ra/iw/p	ALLE		ALLE	ra/iw/p	ro/ra/iw		ALLE	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw
BEL&LUX	ra/iw				ra/iw				ro/ra/iw		ALLE		ALLE	
LUXEMBOURG	ra/iw	ro/ra/iw		ro/ra/iw	ra/iw	ro/ra/iw			ro/ra/iw	ra/iw	ro/ra/iw	ro	ro/ra/iw	ro/ra/iw
DENMARK	ro/ra	ra		ra	ro/ra	ro/ra		ro/ra	ro/ra/p	ro/ra	ALLE	ro	ro/ra/p	ro/ra
FINLAND	ro/ra/iw				ro/ra/iw				ro/ra/iw		ro/ra/iw	ra	ro/ra/iw	ro/ra/iw
FRANCE	ALLE	ALLE		ALLE	ALLE	ro/ra/iw		ALLE	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ALLE	ALLE	ALLE
GERMANY	ALLE				ALLE			ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw
GREECE	ro/ra	ra		ra	ro/ra	ra		ro/ra	ro/ra	ro/ra	ro/ra	ro/ra	ro/ra	ro/ra
IRELAND	ro/ra	ra		ra	ro/ra	ra		ro/ra	ro/ra	ro	ro/ra		ro/ra	ro/ra
ITALY	ALLE	ro/ra	p	ra/p	ALLE	ra		ra/iw	ALLE	ro/ra	ALLE	ro/ra/p	ALLE	ro/ra/p
NETHERLAND	ALLE	ALLE	p	ALLE	ALLE	ro/ra/iw		ALLE	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw	ALLE	ro/ra/iw
PORTUGAL	ro/ra				ro/ra	ro/ra			ro/ra	ro/ra	ro/ra	ra	ro/ra	ro/ra
SPAIN	ro/ra/p				ro/ra/p	ra		ra	ro/ra/p	ro/ra/p	ro/ra/p	ro/ra/p	ro/ra/p	ro/ra/p
SWEDEN	ro/ra				ro/ra				ro/ra		ro/ra	ro	ro/ra	ro/ra
UNITED KINGDOM	ALLE	ro/ra/p	iw	ALLE	ALLE	ro/ra/iw		ro/ra/p	ALLE	ro/ra	ALLE	ro/p	ALLE	ALLE

Quelle: Eigene Zusammenstellung aufgrund Eurostat-Daten

Trotz dieses Kompromisses ist das Bild der verfügbaren Daten alles andere als vollständig und alleine die Tatsache, dass die publizierten Daten meist nur in 10-jahres Schritten vorliegen (mit Ausnahme der Jahre 1990 bis 2001), machte eine weitere Reduktion des Berechnungsumfangs nötig.

Aufgrund der vorliegenden Daten konnte die Entwicklung einiger EU-Länder seit 1970 in 10-Jahres Schritten sowie die Entwicklung der EU15 Länder seit 1990 in Jahresschritten dargestellt werden.

### 3.1.7. Modellberechnung

Für jeden vollständig<sup>31</sup> verfügbaren Datenpunkt werden der Re-loading Faktor (rf) sowie die Transportdistanz (D) anhand obigen Modells berechnet.

Der Re-loading Faktor (rf) berechnet sich aus Formel [2]:

$$[5] \text{ Re-loading Faktor (rf) = Transportvolumen (TV) / Materialinput (DMI)}$$

<sup>31</sup> „vollständig“ wenn DMI, Transportleistung (in Tkm) und Transportvolumen (in Tonnen) für das entsprechende Jahr und Land vorhanden.

Für die durchschnittlichen Transportdistanzen (d) gilt gemäß Formel [3]:

$$[6] \text{ Transportdistanz (d) = Transportleistung (TL) / Transportvolumen (TV)}$$

Die sich daraus ergebenden Werte werden gemeinsam mit dem DMI dargestellt und deren Mittelwerte sowie Standardabweichungen berechnet.

Um das Transportaufkommen darzustellen sind jedoch nicht die durchschnittlichen Transportdistanzen von Bedeutung, sondern vielmehr die gesamte Distanz (D), die jede Tonne zurücklegt.

Dafür gilt

$$[7] \text{ Gesamtdistanz pro Tonne (D) = Re-loading Faktor (rf) x durchschnittlicher Transportdistanz (d)}$$

Die Gesamtdistanz pro Tonne zeichnet ein klareres Bild der Transportsituation, da sie die Strecke angibt, die eine Tonne DMI beim Durchlauf durch das Wirtschaftssystem zurücklegt. Dabei werden nach jedem Aufladen (z.B. Produktionsschritt) erneut die durchschnittlichen Transportdistanzen pro Fuhre zurückgelegt. Die Summe dieser Kettenlänge mal den durchschnittlichen Distanzen ergibt somit die Gesamtdistanz D.

## **4. Ergebnisse der Analyse für EU 15**

Angesichts der oben beschriebenen Probleme bezüglich Vollständigkeit der Datensätze mussten auch bei deren Analyse Abstriche gegenüber dem ursprünglichen Modell gemacht werden. So konnte zum Beispiel nur die Entwicklung der beiden Verkehrsarten Straße und Eisenbahn betrachtet werden, da für die Verkehrsarten Binnenschifffahrt und Pipeline so gut wie keine brauchbaren Daten verfügbar waren. Weiters war es nicht möglich, die EU15 Länder über den Zeitraum von 1970 bis 2001 darzustellen. Werte für 1970 und 1980 fehlten häufig vollkommen (einzig für 4 Länder waren entsprechende Werte vorhanden), erst ab 1990 gab es verwertbare Angaben aller 15 EU-Länder, dies dafür sogar in Jahresschritten (vgl. Tabelle 4 und Tabelle 5)

Trotz dieser Einschränkungen zeichnen die Modellergebnisse ein aufschlussreiches Bild über die angenommenen Zusammenhänge von Materialflüssen und Güterverkehrsaufkommen.

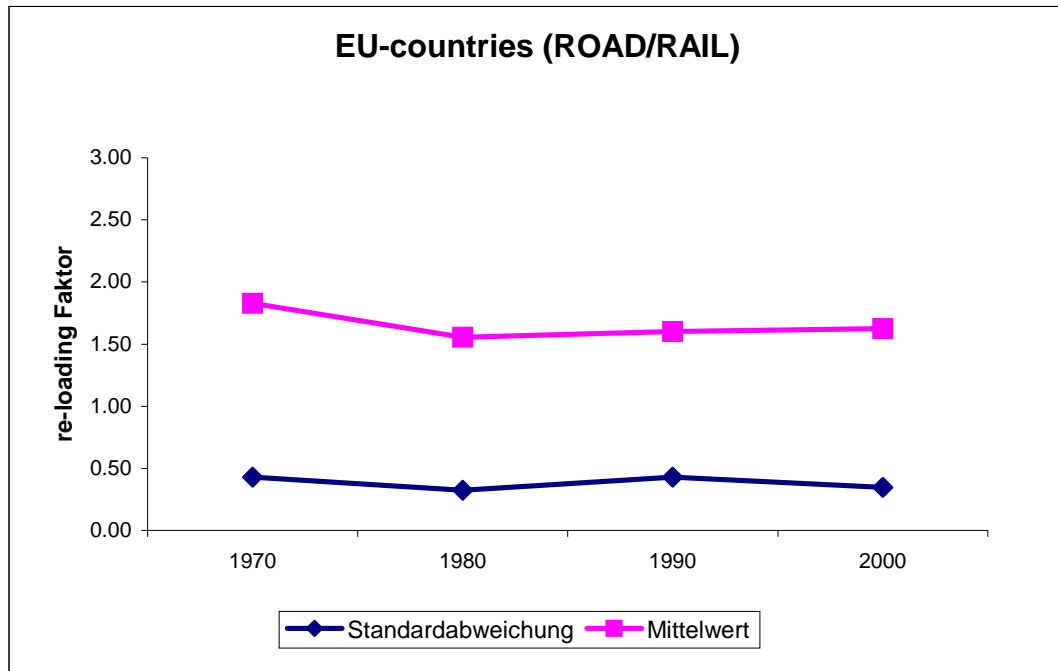
Mit Hilfe des Modells wurde der Re-loading Faktor sowie die (durchschnittlichen) Transportdistanzen für jene Länder berechnet, für die es aufgrund der Datenverfügbarkeit möglich war.

### ***4.1. Entwicklung der Modellindikatoren***

Trends in der europäischen Verkehrsdynamik in Abhängigkeit von Materialflüssen werden im Folgenden am Beispiel von Straßen- und Schienentransport aufgezeigt.

#### **4.1.1. Re-loading Faktor**

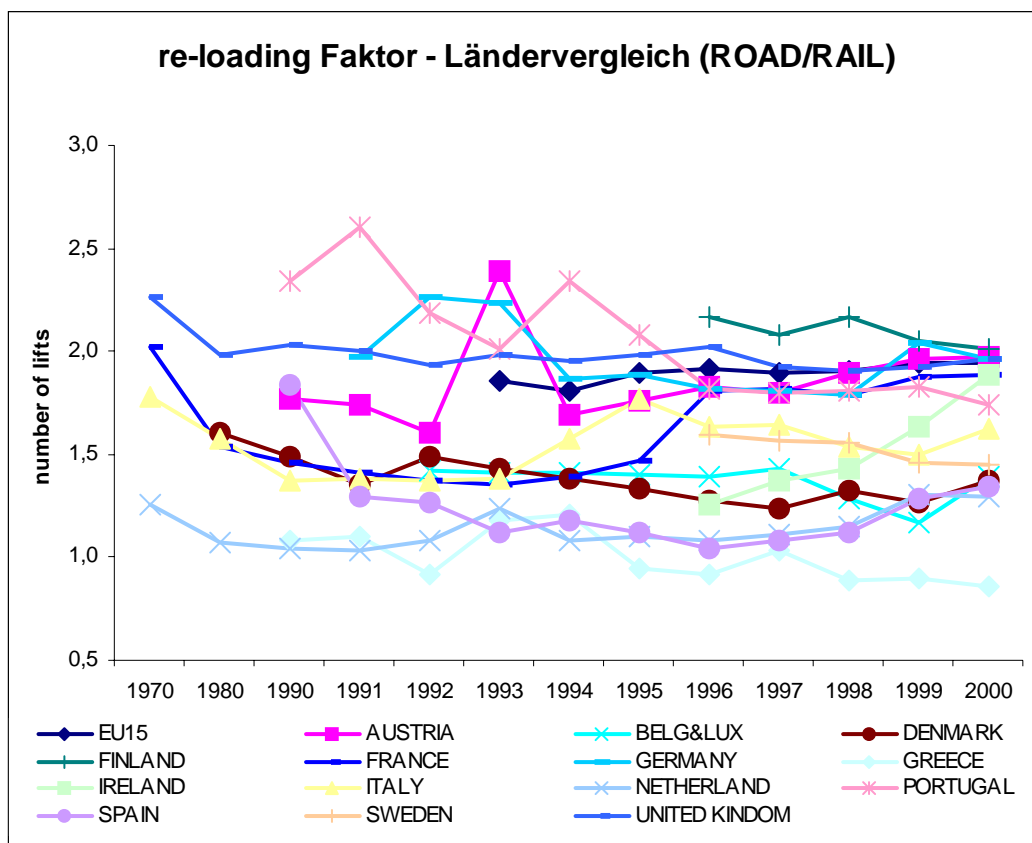
Der Re-loading Faktor gibt die durchschnittliche Zahl an Stufen bzw. Verladungen wieder, die eine Tonne Materialinput nacheinander durchläuft.

**Abbildung 7: Re-loading Faktor; Mittelwerte der EU-Länder**

Quelle: Eigene Berechnungen; Daten von Eurostat

Die Mittelwerte der verfügbaren EU-Länder (Abb.7) zeigen über den Zeitraum der letzten 30 Jahre nahezu gleich bleibende Werte. Der errechnete Re-loading Faktor liegt hier tatsächlich in dem Bereich zwischen 1 und 3, der aufgrund der Modellüberlegungen erwartet wird. Zudem sind auch die Standardabweichungen sehr gering und weisen kaum Schwankungen auf.



Abbildung 8: Re-loading Faktor; Länder je nach Verfügbarkeit seit 1970<sup>32</sup>

Quelle: eigene Berechnungen; Daten von Eurostat

Betrachtet man die Entwicklung des Re-loading Faktors der einzelnen EU-Länder (Abb.8), so fällt zunächst auf, dass der Faktor trotz unterschiedlicher Niveaus eine fast gleich bleibende bis abnehmende Tendenz aufweist und stets zwischen den (im Modell prognostizierten) Werten 1 und 3 liegt. Einzig Griechenland weist auch Werte unter 1 auf. Dies kann unter anderem damit erklärt werden, dass in Griechenland aufgrund seiner zahlreichen Inseln die Seeschifffahrt eine wesentlich größere Bedeutung besitzt als in anderen EU-Ländern. Diese Verkehrsart wurde in dieser Berechnung jedoch ausgespart. Eine andere Erklärung kann auch darin liegen, dass Griechenland seit seinem EU-Beitritt noch nie Datenmaterial zur Verkehrsstatistik an EUROSTAT geliefert hat

<sup>32</sup> verschieden lange Kurven entstehen aufgrund unterschiedlicher Datenverfügbarkeit einzelner Länder.

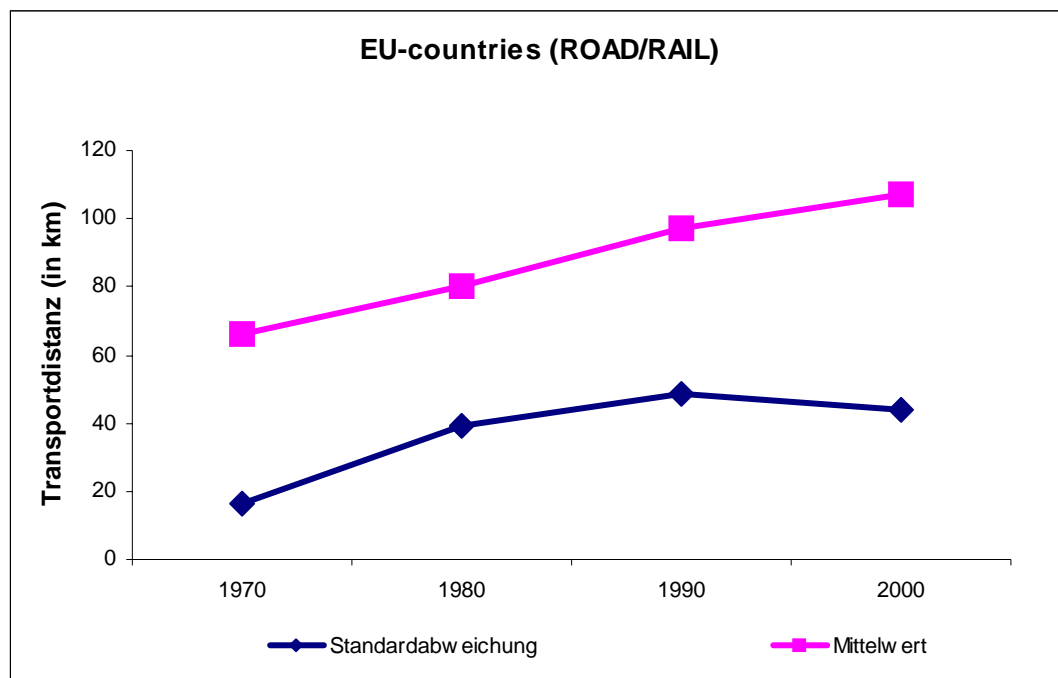
(StatistikAustria 2005) und somit sämtliche griechischen Daten auf Schätzungen beruhen.

Weiters fällt bei dieser Darstellung auf, dass es in Österreich im Jahr 1993 zu einem einmaligen Anstieg kommt, der im Jahr darauf wieder annähernd auf das Ausgangslevel zurückfällt. Dies ist eine Eigenheit der früheren österreichischen Verkehrsstatistik, bei der der Nahtransport jährlich anhand von Beispielbetrieben errechnet wurde. Alle paar Jahre wurde der Ferntransport im Zuge einer Vollerhebung ermittelt und daraus auch der Nahverkehr herausgerechnet. Dabei kam es zu wesentlich höheren Werten als bei der Erhebung aufgrund von Stichproben (StatistikAustria 2005).

#### 4.1.2. Durchschnittliche Transportdistanz

Die durchschnittliche Transportdistanz gibt die Strecke an, die eine Tonne Material (durchschnittlich) pro Transportvorgang transportiert wird.

Abbildung 9: Mittlere Transportdistanzen; Mittelwerte der EU-Länder

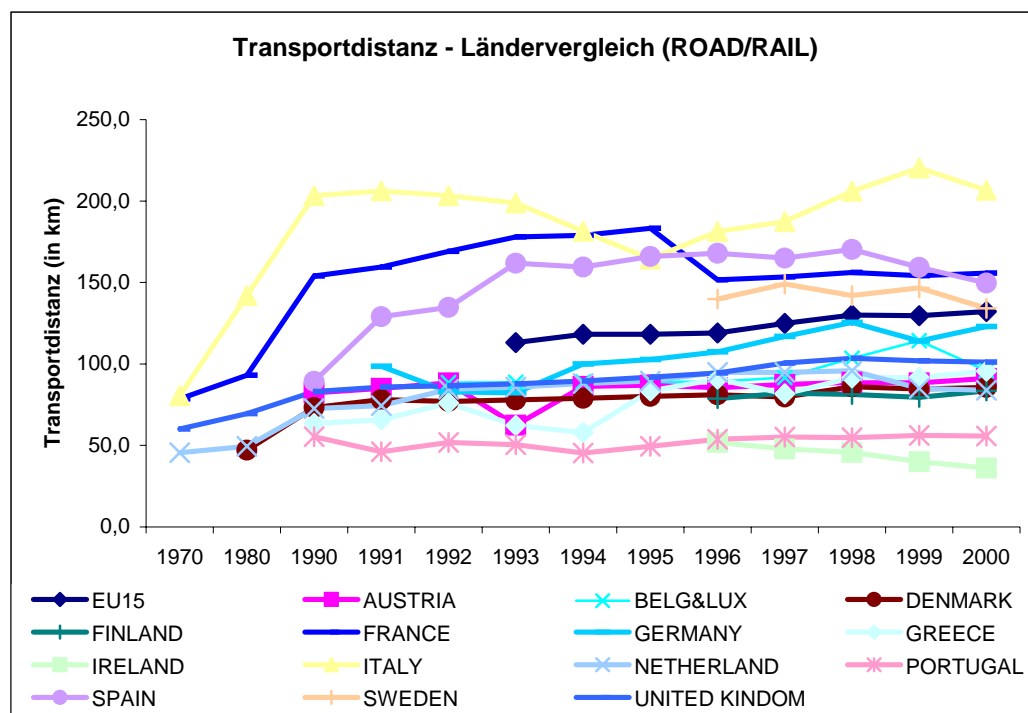


Quelle: eigene Berechnungen; Daten von Eurostat

Im Gegensatz zum Re-loading Faktor weisen die durchschnittlichen Transportdistanzen (Abb.9) über die letzten 30 Jahre einen steigenden

Trend auf. Im EU-Schnitt nahmen die Strecken von durchschnittlich 66 km im Jahr 1970 bis zum Jahr 2000 auf 107 km zu.

Abbildung 10: Mittlere Transportdistanzen; Länder nach Verfügbarkeit seit 1970



Quelle: eigene Berechnungen; Daten von Eurostat

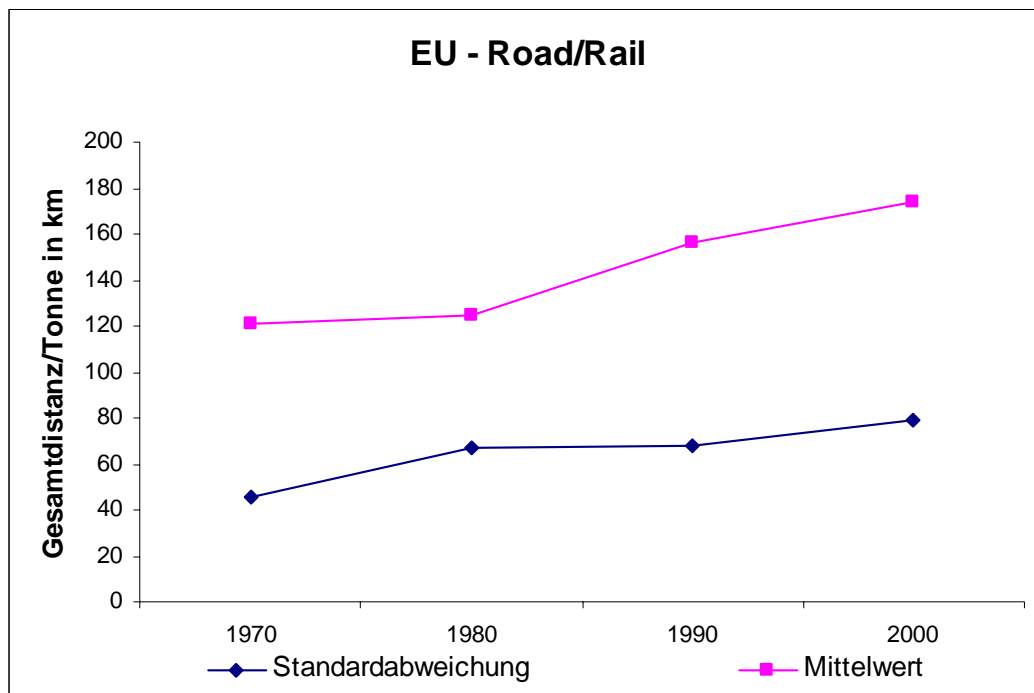
Vergleicht man hier wieder die jeweiligen Länder miteinander (Abb.10), so ergibt sich ein ähnliches Bild wie für die Entwicklung des Re-loading Faktors. Die einzelnen Länder haben zwar unterschiedlich lange Transportdistanzen (von 50 km bis über 200 km), deren Entwicklung seit 1970 ist aber für alle annähernd gleich (leicht steigend). Dies wirft die Frage auf, von welchen Parametern die Transportdistanzen abhängen. Vergleicht man nämlich die Staaten der EU miteinander, so sind diese zum Teil völlig unterschiedlich im Bezug auf ihre Größe, ihre Einwohnerdichte, die wirtschaftliche Struktur, die Infrastruktur und andere Parameter. Unter diesen Gesichtspunkten müssen die Transportdistanzen eigens analysiert werden, um die Unterschiede erklären zu können<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> vergleiche Kapitel Transportdistanzen; bzw. Fischer-Kowalski et al. (2006)

## 4.2. Gesamtdistanz pro Tonne

Die Gesamtdistanz pro Tonne zeichnet vermutlich das eindeutigste Bild der Verkehrsentwicklung. Sie stellt das Produkt aus Re-loading Faktor mal der durchschnittlichen Transportdistanz pro Fuhre dar.

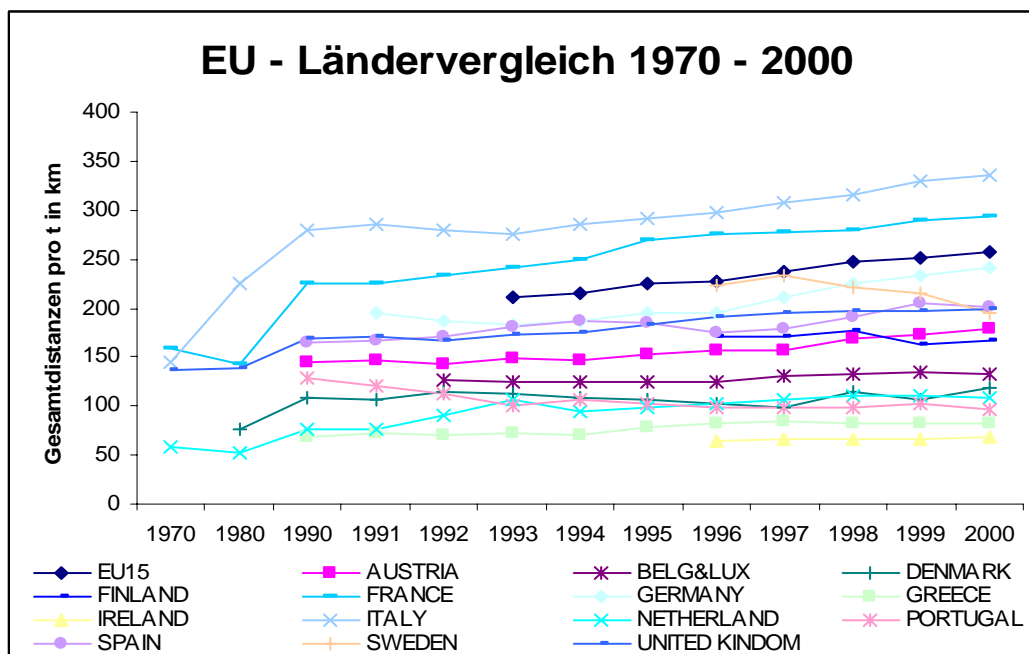
Abbildung 11: Gesamtdistanz pro Tonne; Mittelwerte 1970 - 2000



Quelle: eigene Berechnungen; Daten von Eurostat

Abbildung 11 zeigt, dass die Gesamte Strecke, die eine Tonne DMI beim Durchlaufen eines Wirtschaftsprozesses zurücklegt, im EU-Schnitt seit 1970 um 44% zugenommen hat (von 121 km auf 174 km im Jahr 2000).

Abbildung 12: Gesamtdistanzen; Ländervergleich seit 1970



Quelle: eigene Berechnungen; Daten von Eurostat

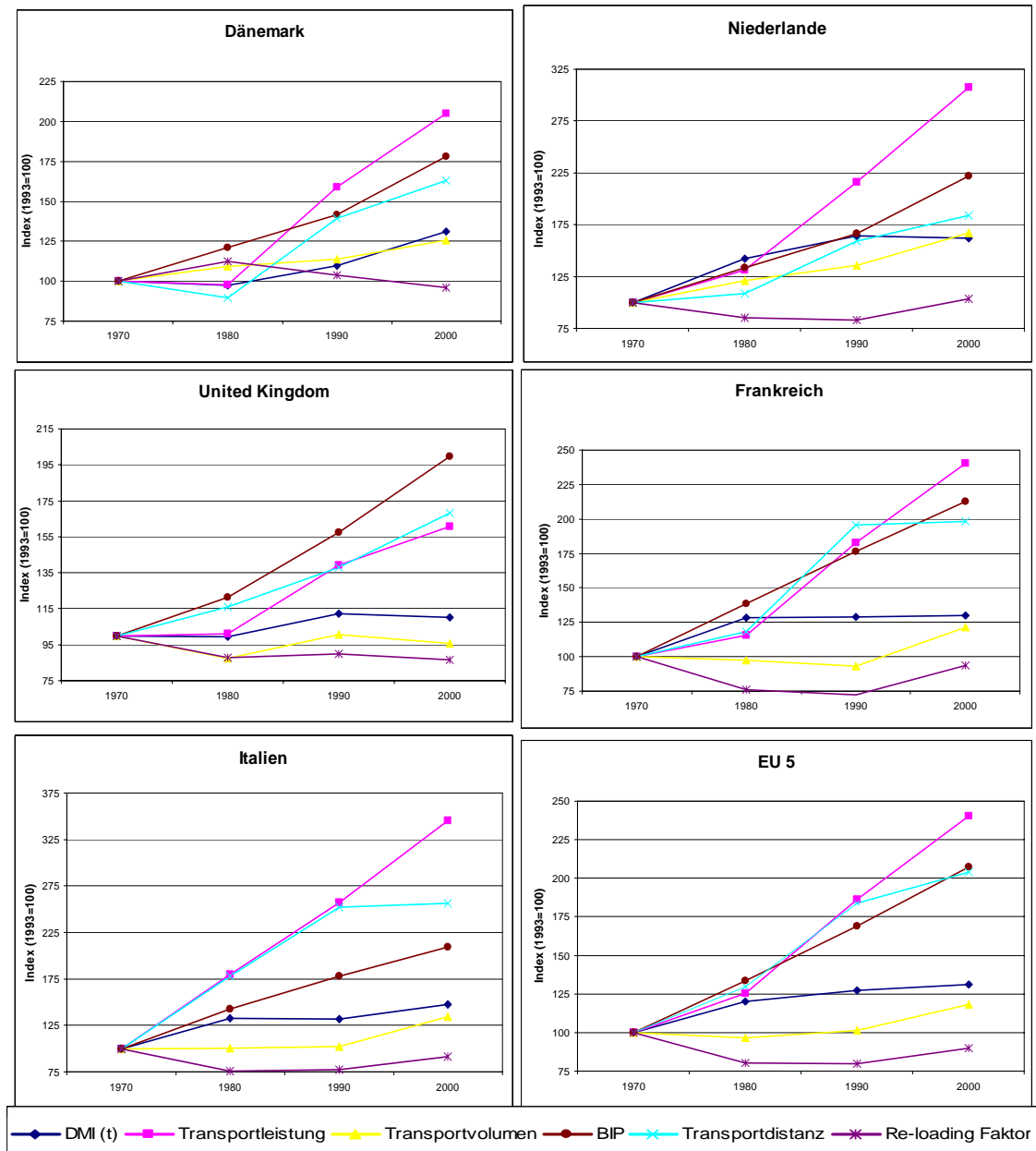
Eine Vergleich der einzelnen Länder macht diese Entwicklung noch deutlicher. Bereits in Abb. 10 konnte ein Anstieg der (durchschnittlichen) Distanzen in den meisten Ländern aufgezeigt werden. Hier wird jedoch ersichtlich, dass die Größenordnungen der tatsächlich zurückzulegenden Distanzen wesentlich höher liegen (bis >300km pro Tonne).

### 4.3. Entwicklungen einzelner Staaten

Um Entwicklungen im Gütertransport besser verstehen zu können, ist es notwendig, sich mehrere Parameter gemeinsam anzusehen. Den beiden Modellparameter Re-loading Faktor und Transportvolumen werden hier nun weitere Indikatoren gegenübergestellt.

Abbildung 13 zeigt jene 5 EU-Länder, deren Daten am vollständigsten vorhanden sind und die einen direkten Vergleich über die letzten 30 Jahre erlauben. Neben den bisher dargestellten Parametern Transportdistanz und Re-loading Faktor werden hier die Parameter DMI, Transportvolumen (TV), Transportleistung (Transportleistung TL) sowie die wirtschaftliche Entwicklung in Form des Bruttoinlandprodukts (BIP) angeführt.

Abbildung 13: Ländervergleich mehrerer Parameter



Quelle: Eigene Berechnungen; Daten von Eurostat

Obwohl es sich auch hier um sehr verschiedene Länder handelt (in Bezug auf Größe, Einwohnerdichte, Infrastruktur, Wirtschaft) liefern die Abbildungen allesamt ein ähnliches Bild.

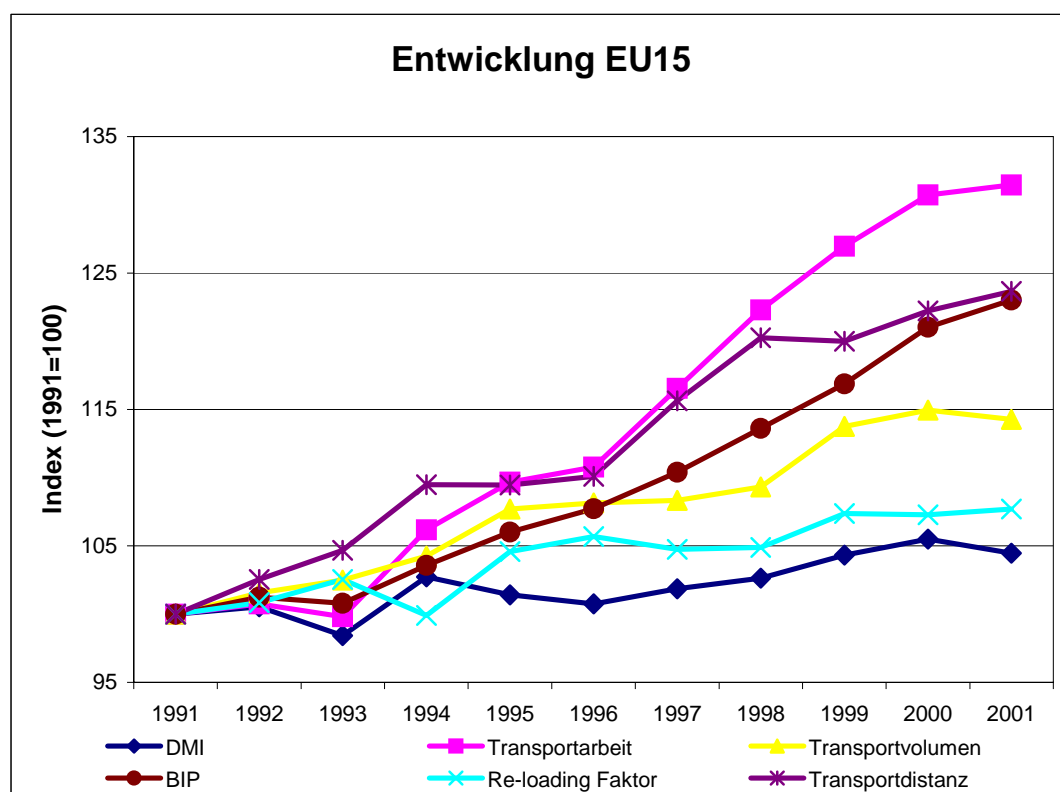
Der DMI ist in allen dieser Länder über die Jahre hinweg etwa gleich geblieben (ebenso das Transportvolumen und der aus dem Verhältnis von DMI und TV ermittelte Re-loading Faktor). Das BIP hingegen wächst überall rascher als die Transportvolumina. Das bedeutet zugleich, dass es

zu einer Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Transportvolumen gekommen ist. Wenn also die Stagnation des Materialeinsatzes (DMI) anhält bzw. der Materialeinsatz sogar sinken sollte, so kann auch in Zukunft mit gleich bleibenden bzw. sinkenden Transportvolumen gerechnet werden, auch wenn die Wirtschaft weiter wächst.

Diese Aussage unterscheidet sich wesentlich von den üblichen, BIP-gestützten Projektionen des Güterverkehrs!

Zugleich ist es in allen dieser Länder zu einem deutlichen Anstieg der Transportleistungen gekommen, der jenen des BIP meistens übertrifft.

**Abbildung 14: Entwicklungen der EU15 seit 1991**



Quelle: Eigene Berechnungen; Daten von Eurostat

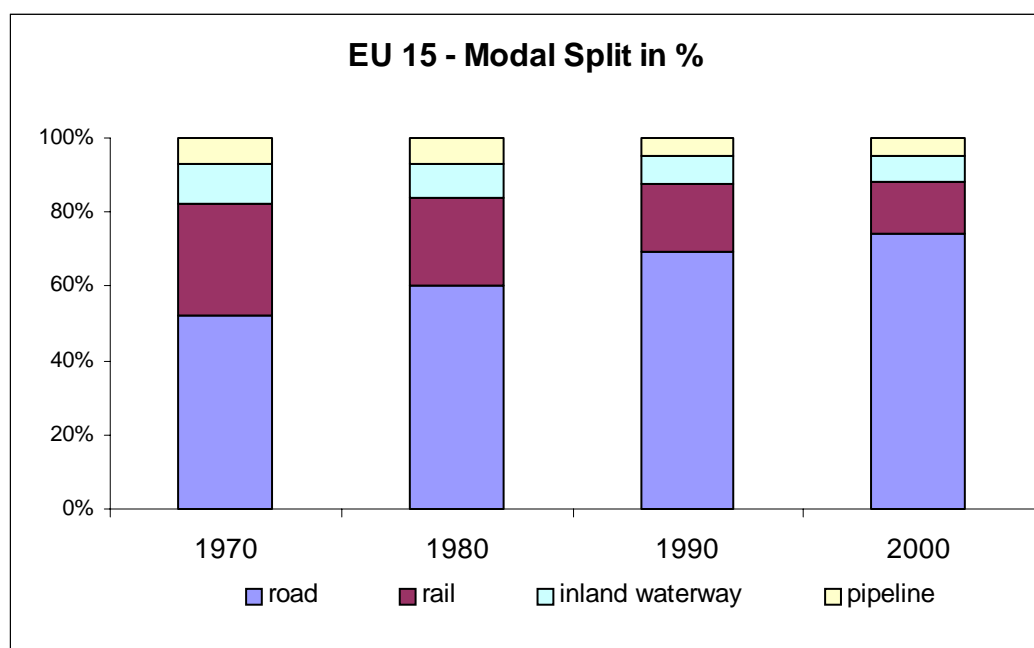
Dieser Anstieg wird besonders in Abb. 14 deutlich. Hier sind die Mittelwerte aller EU-15-Länder seit 1991 angeführt. Die Zunahme der Transportleistung liegt 2001 bereits erheblich über der des BIP. Der Grund dafür liegt eindeutig bei den immer länger werdenden Transportdistanzen. Das Transportvolumen der EU15 ist in diesen 10 Jahren zwar leicht

angestiegen, diese Zunahme liegt aber mit dem ebenfalls kaum veränderten Materialinput (DMI) deutlich unter dem BIP-Wachstum.

#### 4.4. Überlegungen zum Modal Split

Neben den Modellparametern ist es auch noch sinnvoll, einen Blick auf die Entwicklung des Modal Split in Europa zu werfen. Dabei werden die Anteile sichtbar, die einzelne Verkehrsarten am Transport einnehmen.

Abbildung 15: Modal Split in der EU



Quelle: EU (2005)

Abb.15 zeigt zunächst klar den dominierenden Anteil des Straßenverkehrs im Transportsektor. Er ist auch der einzige Sektor, der in den letzten Jahren Steigerungen erfahren hat.

An zweiter Stelle liegt der Transport auf der Schiene, die traditionell als Langstreckentransportmittel gilt und für große Gütermengen geeignet ist. In Anbetracht der immer länger werdenden Transportdistanzen könnte man vermuten, dass vermehrt Waren auf der Schiene transportiert werden. De facto hat deren Anteil am Gesamtgütertransport jedoch seit 1970 kontinuierlich abgenommen.



Dies führt nun zu dem Schluss, dass nicht nur vermehrt Güter auf der Straße transportiert werden, sondern dass mittlerweile auch die langen Transportwege (die früher von der Bahn durchgeführt wurden) vom LKW auf der Straße erledigt werden. Auf diese Weise kann hier auch ein Teil des Phänomens der ständig wachsenden Transportleistungen beim Straßentransport erklärt werden. Aufgrund der Verlagerung des Transports von der Schiene auf die Straße kommt es hier einerseits (logischerweise) zu einem Anstieg des Transportvolumens im Straßenverkehr (was selbst bei gleich bleibenden durchschnittlichen Transportdistanzen automatisch auch mehr Transportleistung bedeutet). Andererseits ergibt sich durch diese Verschiebung auch die Notwendigkeit, die langen Transportdistanzen der Schiene mit zu übernehmen.

Durch seine hohe Flexibilität ist es dem Straßentransport außerdem möglich, Lieferstandorte zu bedienen, die abseits von Ballungszentren liegen (und nebenbei meist auch nicht mehr über einen nahen Schienenanschluss verfügen, wodurch deren Abhängigkeit von der Straße wiederum steigt).

## 5. Ausblick

Die Entwicklungen beim Gütertransport stehen im krassen Widerspruch zu den Bemühungen bzw. Versprechen der Länder und der EU, aktiv gegen den Klimawandel zu werden und den Ausstoß an klimaschädlichen Emissionen drastisch zu reduzieren. Ein weiterer Anstieg des Straßentransportes lässt sich mit diesem Ziel schlichtweg nicht vereinbaren. Aufgrund von Verkehrsprognosen, die – eng an das Wirtschaftswachstum gekoppelt - einen immer weiter steigenden Transportbedarf vorhersagen, wird aber nach wie vor einseitig an der Entwicklung von Lösungen gearbeitet, die nicht eine nachhaltige Entwicklung zum Ziel haben, sondern einen weiteren Ausbau von Infrastrukturen. Dies führt neuerlich zu einer erhöhten Abhängigkeit vom Straßentransport.

Mit dieser Arbeit wurde nun ein neuer Ansatz präsentiert, der aufzeigt, dass die Menge der zu transportierenden Güter in den letzten Jahren annähernd gleich geblieben ist. Damit wird gezeigt, dass trotz wachsender Wirtschaft die Menge an transportierten Gütern gleich geblieben und es somit zu einer relativen Entkopplung von Transportvolumen und Wirtschaft gekommen ist.

Dies bedeutet, dass eine Lösung des Transportproblems in dem Versuch liegen muss, die ständige Zunahme von Transportdistanzen zu verhindern.

Es ist falsch, in Prognosen immer noch von wachsenden Transportvolumina auszugehen. Die Antwort auf dieses vermeintliche Wachstum war und ist meist ein Ausbau bzw. Neubau von Infrastruktur, der aber zu zahlreichen Problemen führt. Zum einen wird beim Bau von Infrastruktur immer störend in Ökosysteme eingegriffen und zum anderen verursacht ihr Bau und ihre Erhaltung sehr hohe Kosten. Auf diesem Weg wird für den Transport „billige“ Infrastruktur zur Verfügung gestellt. Die tatsächlichen Kosten tragen dabei nicht die Transportunternehmen,

sondern sämtliche Bürgerinnen und Bürger über ihre Steuerleistung - unabhängig davon, ob sie die Infrastruktur nutzen oder nicht.

Da in ganz Europa immer noch der Ausbau von Straßen mit öffentlichen Mitteln vorangetrieben wird<sup>34</sup>, kommt es auch verstärkt zu einer Förderung des Straßentransports. Diese Bereitstellung von billiger Infrastruktur und ihre Auswirkungen auf das Transportwesen, lässt sich klar anhand der Verkehrsdaten darstellen. Die einzige Transportart, die in den letzten Jahrzehnten anteilmäßige Steigerungen erfahren hat, ist der Straßentransport (vgl. Abbildung 15).

Grund dafür ist aber nicht nur das ausreichende Vorhandensein der Infrastruktur, (die ist z.T. auch für andere Verkehrsarten vorhanden), sondern vielmehr deren billige Nutzung durch die Transportunternehmen. Solange der Transport nicht für die Kosten aufkommt, die er verursacht, wird sich auch die Entwicklung der letzten Jahre fortsetzen und Phänomene wie Just-in-time Lieferungen, Leerfahrten und die immer länger werdenden Transportdistanzen begünstigen.

Als wichtiges Thema sei hier vor allem die Kostendeckung genannt. Bei der Kostendeckung werden die durch Verkehrsteilnehmer und Verkehrsteilnehmerinnen verursachten Kosten (Gesamtkosten incl. Externer Kosten) den Einnahmen (durch z.B. Maut, Steuern) gegenübergestellt. Dabei stellt sich heraus, dass diese Kosten immer höher sind als die Einnahmen, wobei der Straßentransport die mit Abstand größten Kosten verursacht (HerryConsult 2002).

Hier bieten insbesondere Road-Pricing-Modelle eine mögliche Lösung. Dadurch, dass der Straßengüterverkehr stärker belastet wird, wird es unrentabel, Güter über immer weitere Strecken zu chauffieren. Dies wäre zumindest ein erster Schritt in die richtige Richtung.

---

<sup>34</sup> Die Länge der Autobahnstrecken hat in den letzten Jahrzehnten zugenommen; die Länge der Eisenbahnstrecken hat im Gegenzug dazu abgenommen (vgl. EU 2005)

In der hier vorliegenden Form ist das Modell bereits in der Lage, den Zusammenhang von Materialintensität und Transportvolumen in einem hoch entwickelten Wirtschaftsraum vorherzusagen. Demnach ist das zu transportierende Volumen in etwa doppelt so hoch wie der DMI.

Über die Transportdistanzen lässt sich jedoch nur wenig prognostizieren. Da in der Materialflussanalyse keine Informationen zu Entfernungen enthalten sind, bietet diese zunächst keine Grundlage für deren Schätzung. Nachdem sich herausgestellt hat, dass die Transportdistanzen von mehreren, sehr unterschiedlichen Parametern beeinflusst werden, wäre es interessant, hier vertiefende Studien durchzuführen und die Dynamik der Transportdistanzen analysieren.

In dieser Arbeit ist es gelungen, Zusammenhänge zwischen Materialverbrauch und Güterverkehrsvolumen herzustellen. Dies ist deshalb von Bedeutung, da sich dadurch ein anderes Bild der Verkehrsentwicklung zeichnen lässt, als es mit bisherigen Methoden (Trendvorhersage des Verkehrs aus dem Wirtschaftswachstum) geschah. Durch den engen Zusammenhang zwischen Materialintensität und Transportvolumen kommt es in Ländern mit relativer Dematerialisierung (Entkopplung des Materialverbrauchs vom Wirtschaftswachstum) automatisch auch zu einem verringertem Anstieg des Transportvolumens. Somit sollten Lösungsvorschläge in Zukunft nicht darauf abzielen, einem vermeintlich immer größer werdenden Gütervolumen ausreichend Infrastrukturen zur Verfügung zu stellen, sondern vielmehr darauf, wie ein, eher gleich groß bleibender Güterstrom mit der vorhandenen Infrastruktur am effizientesten verteilt werden kann.

Um Transportvorgänge effizient (und nachhaltiger) zu gestalten, wird es aber notwendig sein, das Thema der Transportdistanzen näher zu durchleuchten. Bereits bei dieser Arbeit hat sich herausgestellt, dass die Distanzen von wesentlich mehr Faktoren abhängen, als vorher angenommen wurde. Die Transportkosten sind dabei nur ein Punkt.

Die Frage nach den Einflussparametern der Transportdistanzen ist von zentraler Bedeutung für einen nachhaltigen Transport. Diese Arbeit hat die

enge Kopplung zwischen Materialintensität und Transportvolumen aufgezeigt, und lässt annehmen, dass die Transportvolumina in Europa nicht mehr wesentlich ansteigen werden. Der Faktor, der für den massiven Anstieg des Verkehrswachstums verantwortlich ist, heißt Transportdistanz. Der Dynamik dieser Größe nachzugehen, wäre eine lohnende Aufgabe, die sicherlich einiges dazu beitragen kann, einer nachhaltigeren Transportwirtschaft näher zu kommen.

## 6. Literatur

Ayres, Robert U. and Kneese, Allen V. (1969). "Production, Consumption and Externalities." *American Economic Review* 59(3): 282-297.

Boserup, Ester (1981). *Population and Technological Change - A study of Long-Term Trends*. Chicago, The University of Chicago Press.

ECMT (2003). *Trends in the Transport Sector 1970-2001*. Paris, European Conference of Ministers of Transport (OECD).

EU (2003). *Annual Energy and Transport Review, Global Insight*, Institute for Economic Policy Research.

EU (2005). *Energy and Transport in Figures 2004*, European Commission, Directorate for Energy and Transport in cooperation with Eurostat.

Eurostat (1990). *Verkehr und Nachrichtenübermittlung - Jährliche Statistiken 1970-1987*. Luxembourg, Europäische Union.

Eurostat (1998). *EU Transport in Figures - Statistical Pocketbook*. Luxembourg.

Eurostat (2001). *Economy-wide material flow accounts and derived indicators - A methodological guide*. Luxembourg.

Eurostat (2002). *EU Intermodal Freight Transport - Key Statistical Data 1992-1999*. Luxembourg, European Commission: 53.

Eurostat (2003a). *Panorama des Verkehrs - Statistischer Überblick über den Verkehr in der Europäischen Union: Daten 1970-2001*. Luxemburg, Europäische Kommission.

Eurostat (2003b). *Referenzhandbuch für die Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1172/98 des Rates über die statistische Erfassung des Güterkraftverkehrs; Fassung 1.Mai 2003*. E. Kommission. Luxemburg.

Eurostat (2004). *Eurostat Jahrbuch 2004: Der statistische Wegweiser durch Europa - Daten aus den Jahren 1992-2002*. Luxemburg, Europäische Kommission.

Eurostat (2005a). *Alles über Verkehrsstatistik*. (DVD)

Eurostat (2005b). Online Datenbank (NewCronos). (Internet)  
[http://epp.eurostat.cec.eu.int/portal/page?\\_pageid=0,1136228,0\\_45572945&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://epp.eurostat.cec.eu.int/portal/page?_pageid=0,1136228,0_45572945&_dad=portal&_schema=PORTAL)

Eurostat (2005c). Statistik kurz gefasst: Besondere Aspekte des Güterkraftverkehrs 1999-2003.

Eurostat (2005d). Über Eurostat. (Internet)  
[http://epp.eurostat.cec.eu.int/portal/page?\\_pageid=1153,47169267,1153\\_47181498&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://epp.eurostat.cec.eu.int/portal/page?_pageid=1153,47169267,1153_47181498&_dad=portal&_schema=PORTAL)

Fellmeth, Ulrich (2004). "Handelsgeographie (Antike Wirtschaft II)." *historicum* 23. Jahrgang(Sommer): 20-25.

Fischer-Kowalski, Marina (2005a). "Lässt sich Güterverkehr mit Hilfe von Materialflussanalyse modellieren? Ein Versuch." *GAIA* accepted.

Fischer-Kowalski, Marina (2005b). "Towards a model predicting freight transport from material flows." *Journal of Industrial Ecology*: accepted.

Fischer-Kowalski, Marina, Gaube, Veronika and Rainer, Gerhard (2006). "A model predicting freight transport from material flows, and transport activity in Europe." *Journal of Industrial Ecology*: accepted.

Fischer-Kowalski, Marina, Krausmann, Fridolin and Smetschka, Barbara (2004). "Modelling scenarios of transport across history from a socio-metabolic perspective." *Review* 27(4): 307-342.

Gilbert, Richard (2002). Sustainable Transportation. *Encyclopedia of Environmental Change* vol.4. M. K. Tolba. Chichester, John Wiley & sons: 426-435.

HerryConsult (2002). *Verkehr in Zahlen*. Vienna, BMVIT.

Matthews, Emily, Amann, Christof, Fischer-Kowalski, Marina, Bringezu, Stefan, Hüttler, Walter, Kleijn, Ren., Moriguchi, Yuichi, Ottke, Christian, Rodenburg, Eric, Rogich, Don, Schandl, Heinz, Schütz, Helmut, van der Voet, Ester, Weisz, Helga and Hutter, Carollynne (2000). *The Weight of Nations: Material Outflows from Industrial Economies*. Washington, D.C., World Resources Institute.

Muradian, Roldan and Martinez-Alier, Joan (2001). "Trade and the environment: from a 'Southern' perspective." *Ecological Economics* 36(2): 281-297.

OECD (1996). *Pollution prevention and control - Environmental criteria for sustainable transport*. Paris, Organisation vor Economic Co-operation and Development.

OECD (1997). Towards a New Global Age. Challenges and Opportunities: Policy Report. Paris, OECD.

OECD (2002a). Guidelines towards Environmentally Sustainable Transport. Paris, Organisation vor Economic Co-operation and Development.

OECD (2002b). Transport and Environment. Paris, Organisation vor Economic Co-operation and Development.

Schaffer, Axel (2004). Personal Communication. Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung; Universität Karlsruhe

StatistikAustria (2005). Österreichische Verkehrsstatistik 2003. Vienna, Statistik Austria.

T&E (2004). Sense and Sustainability - Smart thinking to restart European transport policy. Brussels, European Federation for Transport and Environment.

Umweltbundesamt (2004). UMWELTSITUATION IN ÖSTERREICH - Siebenter Umweltkontrollbericht des Umweltministers an den Nationalrat. Vienna, Umweltbundesamt GmbH.

WBCSD (2001). mobility 2001 - world mobility at the end of the twentieth century and its sustainability. Geneva, World Business Council for Sustainable Development.

WBCSD (2004). mobility 2030 - Meeting the challenges to sustainability. Hertfordshire, World Business Council for Sustainable Development.

Weisz, Helga, Amann, Christof, Eisenmenger, Nina, Krausmann, Fridolin and Hubacek, Klaus (2003). Economy-wide Material Flow Accounts and Indicators of Resource Use for the EU 1970-2001. Interim report to EUROSTAT project no Estat/B1/Contract Nr. 200241200002.

Weisz, Helga and Duchin, Faye (2005). "Physical and monetary input-output analysis: What makes the difference?" Ecological Economics in print.



## 7. Datenanhang

Die folgenden Seiten enthalten die Ergebnisse der Modellberechnungen (Re-loading Faktor, Durchschnittliche Transportdistanz, Gesamtdistanz pro Tonne) für alle Länder der EU15 – sofern sie berechnet werden konnten.

Im Anschluss an die Ergebnis-Tabellen, sind noch die Tabellen mit den zusammengestellten Datensätzen der jeweiligen Länder der EU 15 dargestellt.

Pro Land wird dabei je eine Tabelle abgedruckt, die sämtliche für diese Arbeit verwendeten Daten enthält (also DMI, Transportleistung, Transportvolumen). Der dargestellte Zeitraum entspricht in jedem Fall die Jahre 1970 bis 2001, selbst wenn für viele Länder Daten für den gesamten Zeitraum fehlen. Zur Veranschaulichung der lückenhaften Datengrundlage wurden einerseits auch die beiden Transportmodi Binnenschiff und Pipeline mit in die Tabelle aufgenommen bzw. wurden Felder, für die keine Werte zur Verfügung standen, leer gelassen.

Um die unterschiedlichen Datenquellen besser unterscheiden zu können, wurden diese in verschiedenen Farben dargestellt. Sämtliche angegebene Quellen sind auch im Literaturverzeichnis (Kapitel 6) zu finden, im Anhang werden jedoch manchmal genauere Titel verwendet, da z.B. die Eurostat Datenbank aus einer Vielzahl von Datenblättern besteht und der Titel der hier verwendeten Tabellenblätter das wieder Auffinden konkreter Daten erleichtert.

Eine weitere Ergänzung zu den recherchierten Werten stellen die Spalten „Summe Straße/Bahn“ dar, da diese Summen selbst gebildet wurden, um weitere Modellberechnungen durchführen zu können.

### Re-loading Faktor

	1970	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Stabw	Mittelwert
<b>EU15</b>						1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	0.0	1.9
AUSTRIA			1.8	1.7	1.6	2.4	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	2.0	0.2	1.9
BELGIUM															
BELG&LUX					1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.4	0.1	1.4
LUXEMBOURG															
DENMARK		1.6	1.5	1.4	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.4	0.1	1.4
FINLAND									2.2	2.1	2.2	2.1	2.0	0.1	2.1
FRANCE	2.0	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	0.2	1.6
GERMANY				2.0	2.3	2.2	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	0.2	2.0
GREECE			1.1	1.1	0.9	1.2	1.2	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.1	1.0
IRELAND									1.3	1.4	1.4	1.6	1.9	0.2	1.5
ITALY	1.8	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6	1.8	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	0.1	1.6
NETHERLAND	1.3	1.1	1.0	1.0	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	0.1	1.1
PORTUGAL			2.3	2.6	2.2	2.0	2.3	2.1	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	0.3	2.0
SPAIN			1.8	1.3	1.3	1.1	1.2	1.1	1.0	1.1	1.1	1.3	1.3	0.2	1.2
SWEDEN									1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	0.1	1.5
UNITED KINGDOM	2.3	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	2.0	0.1	2.0
Standardabweichung	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3		
Mittelwert	1.8	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6		

### Durchschnittliche Transportdistanzen

	1970	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Stabw	Mittelwert
<b>EU15</b>						113.1	118.3	118.3	119.0	125.0	130.0	129.7	132.1	6.9	123.2
AUSTRIA			82.3	85.0	88.3	62.4	86.3	87.0	85.5	87.4	88.7	88.5	91.1	7.8	84.8
BELGIUM															
BELG&LUX					88.6	88.7	88.9	89.1	89.2	91.7	103.6	114.4	95.8	9.0	94.4
LUXEMBOURG															
DENMARK		47.0	73.2	78.2	77.0	78.0	79.0	80.0	81.1	79.8	85.9	84.6	85.7	10.3	77.5
FINLAND									78.7	82.2	81.4	79.5	83.4	1.9	81.0
FRANCE	78.6	93.1	153.9	159.5	169.2	178.0	178.9	183.3	151.5	153.3	156.1	154.2	155.8	31.1	151.2
GERMANY				98.5	82.9	82.4	99.9	102.8	107.4	116.8	125.6	114.2	122.9	15.1	105.3
GREECE			63.4	65.8	75.9	62.2	58.0	83.4	90.7	81.6	91.6	91.8	95.7	13.8	78.2
IRELAND									51.8	47.9	45.8	40.2	36.2	6.2	44.4
ITALY	80.6	141.9	203.2	206.2	203.2	198.7	181.5	164.3	181.3	187.4	206.0	220.4	206.7	37.2	183.2
NETHERLAND	45.6	49.4	72.6	74.4	84.4	85.8	88.0	89.5	94.8	94.9	95.8	85.1	83.9	16.2	80.3
PORTUGAL			55.3	46.1	51.8	50.4	45.3	49.6	53.8	55.1	54.9	56.3	55.8	3.9	52.2
SPAIN			89.4	129.0	134.7	161.8	159.4	165.9	168.0	165.0	170.4	159.2	149.7	24.2	150.2
SWEDEN									139.9	149.0	141.9	146.7	134.2	5.8	142.3
UNITED KINGDOM	60.1	69.6	83.0	85.8	86.7	87.8	89.5	91.9	94.4	100.6	103.5	101.9	101.1	12.8	88.9
Standardabweichung	16.6	39.1	48.8	48.5	45.7	51.1	46.8	42.9	40.1	41.9	44.6	47.1	43.7		
Mittelwert	66.3	80.2	97.4	102.8	103.9	103.3	105.0	107.9	104.9	106.6	110.8	109.8	107.0		

### Gesamtdistanzen pro Tonne

	1970	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Stabw	Mittelwert
<b>EU15</b>						210.1	214.2	224.1	227.8	237.1	247.0	252.2	256.8	17.4	233.7
AUSTRIA			145.3	147.6	141.7	149.0	146.0	153.0	156.6	156.9	168.6	173.3	179.6	12.5	156.1
BELGIUM															
BELG&LUX					126.1	125.6	125.1	124.6	124.1	131.2	132.6	133.7	133.3	4.1	128.5
LUXEMBOURG															
DENMARK		75.7	108.7	106.0	114.4	111.8	109.1	106.4	103.5	98.7	114.0	107.2	117.6	10.9	106.1
FINLAND									170.9	170.9	176.1	163.3	167.5	4.7	169.8
FRANCE	158.6	142.7	224.8	225.2	232.5	240.8	249.6	268.5	274.4	278.2	279.9	289.2	293.6	47.4	242.9
GERMANY				194.3	187.3	183.7	186.6	194.1	195.7	211.7	224.9	232.8	241.9	21.1	205.3
GREECE			68.4	72.3	69.8	73.1	70.0	79.3	82.7	84.3	81.7	82.1	81.8	6.1	76.9
IRELAND									65.1	65.5	65.4	65.6	68.3	1.3	66.0
ITALY	143.8	224.1	279.5	284.8	279.7	274.7	286.2	291.1	296.9	308.0	316.5	329.5	335.7	49.9	280.8
NETHERLAND	57.3	52.8	75.6	76.8	90.9	106.0	95.1	98.5	102.1	105.6	110.5	111.4	108.6	19.9	91.6
PORTUGAL			129.4	120.1	113.3	101.1	106.0	103.0	97.8	99.1	99.1	102.7	96.9	10.4	106.2
SPAIN			164.4	166.6	169.9	180.7	187.3	185.7	174.5	178.1	191.3	205.1	201.4	13.4	182.3
SWEDEN									222.9	233.0	220.3	214.3	194.6	14.2	217.0
UNITED KINGDOM	136.0	138.0	168.6	171.4	167.4	173.6	175.1	182.6	190.3	194.0	197.6	196.3	198.2	20.7	176.1
Standardabweichung	54.7	77.0	72.6	70.8	65.4	64.9	70.3	73.4	73.1	76.4	77.1	81.0	79.2		
Mittelwert	121.2	124.7	156.0	163.3	159.6	166.4	163.0	165.3	162.2	165.2	171.4	174.0	173.9		

EU-15											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
		Strasse/Bahn					Strasse/Bahn				
1970	5274708		489000	282800	105500	66200				632934	
1971	5399688	771800									
1972	5561779										
1973	5868639										
1974	5822106										
1975	5585824				81228	67118			603120	350310	
1976	5647780										
1977	5700236										
1978	5769894										
1979	6023474										
1980	5963828	1007300	720000	287300	108000	92900					
1981	5742375				81361	64913			614244	362467	
1982	5668569				82462	59721			581216	339498	
1983	5611572				82241	58707			585727		
1984	5666096				85356	58047			609998		
1985	5732980			479510	81068	57483			586956		
1986	5778629				84475	59987	8441482	7690000	751482	606308	
1987	5815004				81714				747535	599557	
1988	6040398										
1989	6187623										
1990	6170837	1201363	945965	255398	106679	70300					
1991	6007318	1244849	1010203	234646	105973	78800					
1992	6039483	1254295	1033148	221147	105705	80600	9626698	9626698			
1993	5912890	1242398	1036366	206032	103570	81900	10983360	10139598	843762	579598	
1994	6171198	1321759	1102465	219294	112141	83100	11171506	10299942	871564	645589	
1995	6091275	1365350	1144408	220942	114394	82100	11541019	10666385	874634	651695	
1996	6052805	1379002	1158884	220118	111505	82200	11588543	10732183	856360	636391	
1997	6118059	1450861	1213624	237237	118088	82200	11609110	10721515	887595	663397	
1998	6165085	1522520	1283008	239512	120287	85300	11714864	10840755	874109	660311	
1999	6266552	1580724	1344420	236304	120404	84800	12189365	11329521	859844	653468	
2000	6337132	1627335	1377517	249818	125165	85400	12318363	11428027	890336	678565	
2001	6275517	1636530	1394820	241710	124955	86800	12245925	11362689	883236	675739	

Austria											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
		Strasse/Bahn					Strasse/Bahn				
1970	117322	16800	6800	10000	1300	3600					
1971	121251										
1972	129056										
1973	131776										
1974	141283										
1975	136972										
1976	142577										
1977	146351										
1978	145126										
1979	152716										
1980	158328	21200	10000	11200	1600	7100					
1981	155523										
1982	153880										
1983	147596										
1984	155053	21444	14032	7412			352457	311751	40706		
1985	154675	22123	14372	7751			257689	215656	42033		
1986	154105	21551	14005	7546			263532	223253	40279		
1987	155424	20519	13064	7455			232258	192614	39644		
1988	158404	23774	15953	7821			308355	266767	41588		
1989	163912	24026	15760	8266			301743	257916	43827		
1990	167125	24275	15563	8712	1663	5300	295135	249067	46068		
1991	166173	24523	15366	9157	1480	6700	288524	240218	48306		36386
1992	168717	23914	15092	8822	1437	6700	270877	224532	46345		36205
1993	168909	25173	16490	8683	1454	6700	403675	358067	45608		36264
1994	179565	26209	16849	9360	1820	7000	303813	254640	49173	5533	37423
1995	177375	27143	17302	9841	2046	6700	312069	260521	51548	5911	36426
1996	179005	28027	17982	10045	2101	7100	327944	275450	52494	6631	37376
1997	185431	29094	18231	10863	2087	8000	333068	276205	56863	6544	36286
1998	177460	29912	18843	11069	2280	8200	337054	279038	58016	7198	36889
1999	180450	31264	19675	11589	2231	7600	353399	293298	60101	7208	34651
2000	184562	33153	20172	12981	2444	7600	363756	296853	66903	7780	34888
2001	185542	0			2557	8100	359363	276363	83000	8067	37216

Quelle: DMI, Eurostat Zwischenbericht (Weisz et al. 2003)

Quelle: Eursotat; Pocketbook - Energy and Transport in Figures 1991 - 2001

Quelle: NewCronos; nationaler und grenzüberschreitender Grenzverkehr in 1000t

Quelle: NewCronos; Summe innerstaatlicher & grenzüberschreitender Güterverkehr Strasse bzw. Eisenbahn

Quelle: NewCronos; Pipelinetransport innerhalb eines Nationalterritoriums

Quelle: Eurostat; Transport in Figures - Statistical Pocketbook; 1998

Quelle: Eurostat; (EU12) Verkehr und Nachrichtenübermittlung - jährliche statistiken 1970 - 1987

Quelle: Eurostat; Energy and Transport in Figures; 2004

Quelle: Datensatz der Uni Karlsruhe

Quelle: IFF, Personal Communication; Gaube, Veronika (2004) Transportaufkommen 1984-2000

Belgien											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
1970-		21000	13100	7900	6700	300	403818	334112	69706	84144	5408
1971-											
1972-											
1973-											
1974-											
1975-				16591	4590	1535	421524	367479	54045	76580	31515
1976-											
1977-											
1978-											
1979-											
1980-		26300	18300	8000	5900	1800	450891	386000	64891	91464	
1981-					4937	1668		357790		89136	32655
1982-					4455	1135	379065	321059	58006	86059	23481
1983-					4442	866	359378	301245	58133	87099	18302
1984-					4678	699	366815	301776	65039	94222	15893
1985-				19905	4538	810	367576	300797	66779	89440	16758
1986-				18371	4698	1281	352210	293849	58361	91305	21506
1987-				18545	4678	913	360199	301043	59156	90961	19259
1988-							395961	335059	60902	95402	
1989-							398385	337380	61005	94667	
1990-		33370	25000	8370	5448	1000	391831	329493	62338	96292	
1991-		34703	26500	8203	5230	1100	415579	355234	60345	91396	25201
1992-		36419	28058	8361	5080	1200	396532	338960	57572	85958	25984
1993-		37281	29685	7596	5008	1300	396775	343051	53724	93337	
1994-		41022	32925	8097	5575	1400	449881	390654	59227	99597	
1995-		41855	34551	7304	5806	1400	476603	419086	57517	103012	
1996-		38676	31432	7244	5794	1600	412623	359070	53553	103834	
1997-		41561	34096	7465	5931	1500	441355	385844	55511	103558	
1998-		43074	35474	7600	6113	1600	399737	341975	57762	103397	
1999-		45587	38195	7392	6455	1600	371627	314550	57077	106244	
2000-		46030	38356	7674	7300	1600	456458	396433	60025	116430	
2001-		47030	39950	7080	7600	1600	427433	372059	55374	123785	

Belgien/Luxembourg											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
1970	233226	8600		8600	7000				69706		
1971	243837										
1972	262490										
1973	266967										
1974	274946										
1975	246609										
1976	262802										
1977	263320										
1978	263160										
1979	275413										
1980	269132	8700		8700	6200						
1981	257141										
1982	246388										
1983	229201										
1984	243240										
1985	239624										
1986	246298										
1987	253087										
1988	272376										
1989	284539										
1990	298452	34300	25000	9300	5700						
1991	304450		26500		5500						
1992	306638		28058		5400						
1993	300679		29685		5400						
1994	320928		32925		5800						
1995	324949	41855	34551	7304	5806	1370					
1996	331035	38676	31432	7244	5794	1450					
1997	336413	41561	34096	7465	6120	1526					
1998	344902	42830	35230	7600	6200	1570					
1999	361561	44180	36788	7392	6200	1577					
2000	367629	40124	32450	7674	6300	1624					
2001	373480			7700							

Quelle: DMI, Eurostat Zwischenbericht (Weisz et al. 2003)

Quelle: NewCronos; Summe innerstaatlicher & grenzüberschreitender Güterverkehr Strasse bzw. Eisenbahn

Quelle: NewCronos; Pipelinetransport innerhalb eines Nationalterritoriums

Quelle: ECMT, Trends in the Transport Sector 1970-2001

Quelle: Eurostat; Transport in Figures - Statistical Pocketbook; 1998

Quelle: Eurostat; (EU12) Verkehr und Nachrichtenübermittlung - jährliche statistiken 1970 - 1987

Quelle: Datensatz der Uni Karlsruhe

Luxembourg										
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)				Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff
1970-				800	300	27415	9796	17619	1486	
1971-										
1972-										
1973-										
1974-										
1975-				1370	6	31567	16848	14719	2413	
1976-										
1977-										
1978-										
1979-										
1980-				700	300	33577	19000	14577	1984	
1981-										
1982-						29877	19257	10620		
1983-						29440	19728	9712		
1984-						31096	19051	12045		
1985-				1306		30017	17299	12718	1761	
1986-				1204	10	31838	19623	12215	2021	
1987-				1107	12			11420	1922	
1988-								12542	2172	
1989-								13429	2056	
1990-		1892	1277	615	336			13173	2130	
1991-		2057	1435	622	338			12788	1911	
1992-		2250	1653	597	338	39948	28127	11821	2112	
1993-		2404	1797	607	323		33006			
1994-		2363	1718	645	317		35208			
1995-		2402	1873	529	338		36303			
1996-		2419	1889	530	321	48000	33000	15000	10000	
1997-		2566	2000	566	300	40000	24000	16000	10000	
1998-		2674	2100	574	300	42000	25000	17000	11000	
1999-		2758	2150	608	300	51000	33000	18000	11000	
2000-		2982	2350	632	400	55000	37000	18000	1678	
2001-		3015	2430	585	400	63000	45000	18000	1426	

Dänemark										
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)				Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff
1970	128898	9700	7800	1900				6436		
1971	127723									
1972	128064									
1973	133181									
1974	132150									
1975	126872			4184				5964		
1976	129641									
1977	133859									
1978	135244									
1979	142565									
1980	125530	9500	7900	1600		201936	197000	4936		
1981	118356						182185			
1982	124018					185451	180697	4754		
1983	115786					191799	186961	4838		
1984	130909					208111	203218	4893		
1985	138621			4600		216649	211365	5284		
1986	147045			4620		227667	222367	5300		
1987	142388			4300		222558	217705	4853		
1988	138679					233852	228880	4972		
1989	146226					230715	225610	5105		
1990	141623	15401	13671	1730	1700	210301	205147	5154		
1991	144006	15265	13407	1858		195235	190083	5152		6993
1992	139513	15956	14086	1870	2400	207221	202217	5004		8551
1993	137384	15083	13287	1796	2500		188006			9069
1994	145203	16547	14539	2008	3000		191026			9982
1995	152764	16698	14713	1985	3100		192419			9469
1996	156626	16212	14455	1757	137	200000	192000	8000		10475
1997	168978	16683	14700	1983	118	209000	201000	8000		11511
1998	159874	18218	16160	2058	120	212000	204000	8000		11808
1999	175920	18862	16914	1948	120	223000	216000	7000		12891
2000	169010	19878	17766	2112	4400	232000	224000	8000		
2001	164574	19698	17630	2068	4400	212000	205000	7000		

Quelle: DMI, Eurostat Zwischenbericht (Weisz et al. 2003)

Quelle: Eurostat; Pocketbook - Energy and Transport in Figures 1991 - 2001

Quelle: NewCronos; Summe innerstaatlicher & grenzüberschreitender Güterverkehr Strasse bzw. Eisenbahn

Quelle: NewCronos; Pipelinetransport innerhalb eines Nationalterritoriums

Quelle: ECMT, Trends in the Transport Sector 1970-2001

Quelle: Eurostat; Transport in Figures - Statistical Pocketbook; 1998

Quelle: Eurostat; (EU12) Verkehr und Nachrichtenübermittlung - jährliche statistiken 1970 - 1987

Quelle: Eurostat; Energy and Transport in Figures; 2004

Quelle: Datensatz der Uni Karlsruhe

quelle: NewCronos

Finnland										
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)				Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff
1970	180913	18700	12400	6300	2000					
1971	184584									
1972	196911									
1973	195913									
1974	184713									
1975	174967									
1976	169473									
1977	167148									
1978	166127									
1979	183918									
1980	191462	26700	18400	8300	1800					
1981	185113									
1982	194009									
1983	195041									
1984	192222									
1985	194354									
1986	203938									
1987	202898									
1988	208361									
1989	225209									
1990	222517	34657	26300	8357	1150					
1991	193681	32330	24700	7630	1080					
1992	192147	32548	24700	7848	960					
1993	182034	34260	25000	9260	840					
1994	205811	35648	25700	9948	720					
1995	201842	32800	23200	9600	570					
1996	192529	32906	24100	8806	480	418000	380000	38000	82000	
1997	206239	35256	25400	9856	580	429000	389000	40000	83000	
1998	206646	36385	26500	9885	490	447000	406000	41000	84000	
1999	222013	36253	26500	9753	480	456000	416000	40000	84000	
2000	230425	38607	28500	10107	460	463000	422000	41000	86000	
2001	234098	37457	27600	9857	548	421000	379000	42000	91000	

Frankreich											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)				Transportvolumen (1000 t)					
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
1970	844067	133900	66300	67600	14200	28200	1702548	1469610	232938	102364	78847
1971	860288										
1972	897572										
1973	968039										
1974	989845										
1975	930320			160294	10611	31095	1610075	1407900	202175	86642	91097
1976	975522										
1977	994657										
1978	1008129										
1979	1055595										
1980	1082529	154500	88100	66400	12200	34700	1660161	1457000	203161	84477	89994
1981	1039762							1295801	76407	89994	
1982	1013303				9147	26792	1401094	1235043	166051	70085	86201
1983	987223				8468	25999	1420905	1263514	157391	66084	79361
1984	986646				7955	25731	1443722	1285254	158468	63252	74043
1985	1010556			144391	7590	24142	1419889	1267345	152544	59352	71548
1986	998912			134244	6991	26931	1433942	1296774	137168	58485	74674
1987	1021230			136306	6801	25691	1487961	1354695	133266	56964	73857
1988	1072669						1621779	1486634	135145	60339	
1989	1080055						1605886	1469386	136500	50292	
1990	1087806	244567	199900	50667	7200	19600	1588784	1456701	132083	63561	
1991	1114863	251080	199600	51480	6800	22500	1574613	1444593	130020	61156	70680
1992	1094999	254536	205000	49536	6900	23400	1504504	1378223	126281	59858	71520
1993	1022003	246133	201100	45033	6000	23300	1382936	1272349	110587	53865	73425
1994	1051551	262450	213700	48750	5600	22200	1467053	1349935	117118	50776	74002
1995	1025076	275237	227100	48137	5860	22300	1501523	1388185	113338	43779	73723
1996	1022510	280612	231100	49512	5700	21900	1852000	1726000	126000	36655	76104
1997	1049751	292055	238200	53855	5700	22100	1905000	1770000	135000	49482	76873
1998	1073264	300459	246500	53959	6200	21600	1925000	1788000	137000	50789	78710
1999	1084928	313738	260300	53438	6820	21300	2034000	1897000	137000	54990	76326
2000	1096328	321852	266500	55352	7260	21700	2066000	1924000	142000	58665	77879
2001	1036355	324096	273700	50396	6716	21100	2129000	1991000	138000	56168	80444

Quelle: DMI, Eurostat Zwischenbericht (Weisz et al. 2003)

Quelle: Eurostat; Pocketbook - Energy and Transport in Figures 1991 - 2001

Quelle: NewCronos; Summe innerstaatlicher & grenzüberschreitender Güterverkehr Strasse bzw. Eisenbahn

Quelle: NewCronos; Pipelinetransport innerhalb eines Nationalterritoriums

Quelle: ECMT, Trends in the Transport Sector 1970-2001

Quelle: Eurostat; Transport in Figures - Statistical Pocketbook; 1998

Quelle: Eurostat; (EU12) Verkehr und Nachrichtenübermittlung - jährliche statistiken 1970 - 1987

Quelle: Eurostat; Energy and Transport in Figures; 2004

Quelle: Datensatz der Uni Karlsruhe

Griechenland											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
		Strasse/Bahn					Strasse/Bahn				
1970	69200	7700	7000	700				2953			
1971	75145										
1972	80507										
1973	96289										
1974	98724										
1975	102792			2347				4032			
1976	104868										
1977	104325										
1978	112542										
1979	117269										
1980	111113	9900	9100	800				3646			
1981	119057										
1982	121457					145327	142870	2457			
1983	124451					161303	157973	3330			
1984	119697					178073	174248	3825			
1985	125008			1818		163668	159722	3946			
1986	137715			1778		156688	152608	4080			
1987	138454			1597		161293	157588	3705			
1988	150290					146254	142317	3937			
1989	157799					209213	205381	3832			
1990	168100	11495	10886	609		181400	177832	3568			
1991	174703	12632	12071	561		192005	188628	3377			
1992	177828	12416	11889	527		163496	160228	3268			
1993	183882	13437	12934	503		216150	212850	3300			
1994	187793	13139	12829	310		226697	225334	1363			
1995	190406	15090	14798	292		180899	179536	1363			
1996	196274	16235	15898	337		179007	176830	2177	-		
1997	199481	16817	16500	317		206064	204064	2000	-		
1998	212184	17326	17000	326		189151	187000	2151	-		
1999	219680	18026	17700	326		196410	194000	2410	-		
2000	234949	19226	18800	426		201000	198000	3000	-		
2001	252836	20000	19600	400		206000	203000	3000	-		

Deutschland											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
		Strasse/Bahn					Strasse/Bahn				
1970	1834440	203200	90200	113000	51200	17300	2515838	2149050	366788	227716	88008
1971	1849544										
1972	1879008										
1973	1917982										
1974	1884070										
1975	1779198			161707	40801	14407	2478106	2172368	305738	215360	78833
1976	1758976										
1977	1803201										
1978	1850629										
1979	1946472										
1980	1877032	266700	145400	121300	53600	19300	2934396	2596000	338396	227034	
1981	1797323				43105	11243		2408668		219446	69617
1982	1702964				42864	9133	2517801	2220493	297308	210213	65192
1983	1681390				42551	8820	2563279	2273543	289736	212341	65654
1984	1755124				44959	8394	2636863	2327901	308962	223964	66760
1985	1744510			186166	41472	8676	2575683	2262419	313264	210414	67645
1986	1755685			179546	44177	8156	2670376	2374698	295678	215254	69020
1987	1732549			174190	42161	8726	2666702	2379137	287565	207536	66089
1988	1784897						2814325	2522898	291427	218553	
1989	1821395						2948523	2653835	294688	219479	
1990	1793419	323469	221769	101700	56700	16600	3068863	2776816	292047	215796	
1991	1685279	327490	245700	81790	56000	15700	3325121	2934228	390893	215191	130410
1992	1731379	324278	252300	71978	57200	15700	3913814	3561969	351845	214579	133677
1993	1730209	317795	251500	66295	57600	16100	3858300	3552981	305319	202353	111804
1994	1838741	343054	272500	70554	61800	16800	3433413	3113361	320052	217800	117391
1995	1799060	349190	279700	69490	63982	16600	3398041	3088523	309518	218732	
1996	1781011	348580	280700	67880	61291	14500	3246148	2947309	298839	208693	
1997	1768507	374414	301800	72614	62153	13200	3204605	2897799	306806	214119	
1998	1755309	394813	321200	73613	64267	14800	3144637	2848810	295827	215337	
1999	1773041	412684	341700	70984	62692	15000	3614185	3336134	278051	208015	
2000	1749388	423115	346300	76815	66465	15000	3442208	3158549	283659	218941	
2001	1732578	427523	353000	74523	64817	15800	3322009	3043952	278057	211383	

Quelle: DMI, Eurostat Zwischenbericht (Weisz et al. 2003)

Quelle: Eurostat; Pocketbook - Energy and Transport in Figures 1991 - 2001

Quelle: NewCronos; Summe innerstaatlicher & grenzüberschreitender Güterverkehr Strasse bzw. Eisenbahn

Quelle: NewCronos; Pipelinetransport innerhalb eines Nationalterritoriums

Quelle: Eurostat; Transport in Figures - Statistical Pocketbook; 1998

Quelle: Eurostat; (EU12) Verkehr und Nachrichtenübermittlung - jährliche statistiken 1970 - 1987

Quelle: Datensatz der Uni Karlsruhe





Niederlande											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
1970	281023	16100	12400	3700	30700	4100	352749	327040	25709	217224	24500
1971	299911										
1972	338751										
1973	374325										
1974	353059										
1975	357630			7305	24820	4450	378802	361535	17267	211125	37862
1976	383063										
1977	395878										
1978	382446										
1979	399201										
1980	399321	21100	17700	3400	33500	5000	426802	405000	21802	241113	
1981	361847				26583	4655	401909	401909		225098	40390
1982	341142				25670	4573	413524	396472	17052	208423	38409
1983	346095				26509	4142	390908	373981	16927	214826	34806
1984	365850				27475	4202	412434	393248	19186	222581	34001
1985	399475			8168	27259	4287	409307	389403	19904	224402	34780
1986	418216			7660	28438	4260	432503	414241	18262	238109	35872
1987	418208			7460	27438	4070	436603	418600	18003	240669	34814
1988	444802						480676	461399	19277	249534	
1989	458017						467896	448795	19101	259502	
1990	460771	34828	31758	3070	35661	4900	479680	461509	18171	253777	
1991	460727	35378	32340	3038	34755	5400	475403	457782	17621	242472	46436
1992	465826	42355	39595	2760	33530	5500	501973	485043	16930	228919	47068
1993	397525	42137	39457	2680	32058	5500	491232	474432	16800	235778	47003
1994	457609	43496	40666	2830	36011	5600	494191	476294	17897	265419	47519
1995	459637	45282	42182	3100	35457	5300	506108	486622	19486	253375	
1996	460091	46978	43855	3123	35513	6000	495435	474608	20827	258282	
1997	458457	48406	45000	3406	40986	6000	510155	487250	22905	284466	
1998	454992	50278	46500	3778	40361	6000	524864	499673	25191	280457	
1999	468158	52149	48600	3549	41090	6000	612624	585624	27000	274247	
2000	455820	49519	45700	3819	40457	5900	590354	562299	28055	273824	
2001	500757	48804	44970	3834	41927	5800	595502	569417	26085	290551	

Portugal											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
1970	54603	7500	6700	800							
1971	55999										
1972	58556										
1973	63868										
1974	65079										
1975	61701										
1976	62161										
1977	64935										
1978	71315										
1979	73670										
1980	75184	12800	11800	1000							
1981	76820										
1982	78697										
1983	75402										
1984	68609										
1985	70572			3785							
1986	78020			3425					5231		
1987	76739			3800			197777	192106	5671		
1988	88643						216835	210888	5947		
1989	92354						236750	230632	6118		
1990	105581	13659	12200	1459			247007	241114	5893		
1991	107090	12860	11200	1660			278703	271730	6973		
1992	112726	12767	11000	1767			246377	238978	7399		
1993	118302	11966	10300	1666			237535	230306	7229		
1994	124849	13235	11600	1635			292254	285115	7139		
1995	130248	13619	11600	2019					8400		
1996	138567	13557	11700	1857			251864	244000	7864		
1997	150757	14947	12700	2247			271095	261381	9714		
1998	155921	15448	13400	2048			281621	272000	9621		
1999	158559	16279	14100	2179			289348	280084	9264		
2000	169934	16463	14280	2183			295077	286077	9000		
2001	167790	16648	14510	2138			311385	302385	9000		

Quelle: DMI, Eurostat Zwischenbericht (Weisz et al. 2003)

Quelle: Eursotat; Pocketbook - Energy and Transport in Figures 1991 - 2001

Quelle: NewCronos; Summe innerstaatlicher & grenzüberschreitender Güterverkehr Strasse bzw. Eisenbahn

Quelle: NewCronos; Pipelinetransport innerhalb eines Nationalterritoriums

Quelle: ECMT, Trends in the Transport Sector 1970-2001

Quelle: Eurostat; Transport in Figures - Statistical Pocketbook; 1998

Quelle: Eurostat; (EU12) Verkehr und Nachrichtenübermittlung - jährliche statistiken 1970 - 1987

Quelle: Datensatz der Uni Karlsruhe

Spanien											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
1970	301777	61400	51700	9700		1000					
1971	323709										
1972	348004										
1973	381230										
1974	405662										
1975	372499										
1976	398774										
1977	404934										
1978	407757										
1979	405010										
1980	424191	100800	89500	11300		3000		36358			
1981	423172										
1982	440877										
1983	447389										
1984	454662										
1985	454575			27932				31521			
1986	463366			28033			952335	924665	27670		
1987	477958			27610			1122503	1095481	27022		
1988	501471						1148565	1121990	26575		
1989	534247						1245376	1221474	23902		
1990	550691	90538	78925	11613		4200	1012656	987210	25446		
1991	560844	93450	82650	10800		4800	724586	700247	24339	20357	
1992	562709	95582	85882	9700		5300	709825	688528	21297	20882	
1993	532839	96298	87998	8300		5400	595014	576094	18920	23060	
1994	540461	101241	92193	9048		5500	635095	614324	20771	24168	
1995	565417	104986	94567	10419		5900	632825	607902	24923	25263	
1996	589351	102869	92469	10400		6100	612309	587984	24325 -	26561	
1997	604823	107700	96200	11500		6500	652879	628069	24810 -	27305	
1998	662203	126701	114900	11801		6900	743731	718326	25405 -	28964	
1999	660875	135529	123500	12029		7000	851157	825821	25336 -	29802	
2000	721126	145200	133100	12100		7500	969992	943992	26000 -	29567	
2001	716780	154156	141940	12216		7800	1072333	1046333	26000 -	30794	

Schweden											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
1970	234549	35100	17800	17300							
1971	236910										
1972	225306										
1973	232553										
1974	244702										
1975	237760										
1976	224658										
1977	209918										
1978	193800										
1979	215017										
1980	215174	38000	21400	16600							
1981	211404										
1982	211709										
1983	205330										
1984	218445										
1985	220705										
1986	221126										
1987	225805										
1988	227275										
1989	241670										
1990	242586	45619	26519	19100							
1991	226747	44216	25400	18816							
1992	219589	43487	24285	19202							
1993	226773	44486	25908	18578							
1994	231436	46064	26995	19069							
1995	245436	48715	29324	19391							
1996	224486	50032	31186	18846		357566	347033	304566	53000 -		
1997	224547	52309	33128	19181		351149	303149	303149	48000 -		
1998	235330	51837	32674	19163		365220	317220	317220	48000 -		
1999	241903	51851	32761	19090		353435	307435	307435	46000 -		
2000	264373	51443	31355	20088		383462	331462	331462	52000 -		
2001	260626	49517	29970	19547		367382	312382	312382	55000 -		

Quelle: DMI, Eurostat Zwischenbericht (Weisz et al. 2003)

Quelle: Eurostat; Pocketbook - Energy and Transport in Figures 1991 - 2001

Quelle: NewCronos; Summe innerstaatlicher & grenzüberschreitender Güterverkehr Strasse bzw. Eisenbahn

Quelle: NewCronos; Pipelinetransport innerhalb eines Nationalterritoriums

Quelle: ECMT, Trends in the Transport Sector 1970-2001

Quelle: Eurostat; Transport in Figures - Statistical Pocketbook; 1998

Quelle: Eurostat; (EU12) Verkehr und Nachrichtenübermittlung - jährliche statistiken 1970 - 1987

Quelle: Datensatz der Uni Karlsruhe

United Kingdom											
	DMI (1000t)	Transportarbeit (Tkm)					Transportvolumen (1000 t)				
		SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline	SUMME Strasse/Bahn	Strasse	Eisenbahn	Binnenschiff	Pipeline
1970	805213	109500	85000	24500	300	2700	1821415	1612715	208700		23426
1971	819659										
1972	811426										
1973	888837										
1974	827936										
1975	801367			60196	400	5417	1702606	1527877	174729	11000	30725
1976	787942										
1977	785752										
1978	810399										
1979	843052										
1980	801250	110600	93000	17600	400	10100	1588671	1434000	154671	11280	
1981	769630					8686	1292892	1292892			46583
1982	802013					8939	1290562	1290562			49614
1983	821181					9307	1325592	1325592			51015
1984	795333					9678	1370403	1370403			54444
1985	836466			34297		10561	1552856	1411468	141388		55338
1986	868763			32611		9730	1564941	1426750	138191		49387
1987	894094			42113		9874	1632415	1487651	144764		54588
1988	931631						1848048	1698277	149771		
1989	925540						1894406	1751048	143358		
1990	903328	152300	136300	16000	300	11100	1834840	1696383	138457		
1991	847653	145300	130000	15300	200	11100	1693366	1557303	136063		65173
1992	848169	142000	126500	15500	190	11000	1638702	1516022	122680		70043
1993	854157	148300	134500	13800	190	11600	1689519	1586134	103385		72281
1994	895154	156700	143700	13000	190	12000	1751688	1654358	97330		74351
1995	890783	162900	149600	13300	200	11100	1672391	1672391			167780
1996	887871	169000	153900	15100	180	11600	1790630	1688630	102000	6000	156790
1997	896847	174000	157100	16900	150	11200	1730224	1625224	105000	5000	147845
1998	894739	176800	159500	17300	150	11700	1708804	1606804	102000	4000	152504
1999	890995	174900	156700	18200	160	11600	1715920	1623920	92000	4000	154827
2000	888519	176100	158000	18100	210	11400	1742276	1647276	95000	4000	149872
2001	897543	176300	156900	19400	210	11600	1722995	1628995	94000	5000	149959

Quelle: DMI, Eurostat Zwischenbericht (Weisz et al. 2003)

Quelle: Eursotat; Pocketbook - Energy and Transport in Figures 1991 - 2001

Quelle: NewCronos; Summe innerstaatlicher & grenzüberschreitender Güterverkehr Strasse bzw. Eisenbahn

Quelle: NewCronos; Pipelinetransport innerhalb eines Nationalterritoriums

Quelle: ECMT, Trends in the Transport Sector 1970-2001

Quelle: Eurostat; Transport in Figures - Statistical Pocketbook; 1998

Quelle: Eurostat; (EU12) Verkehr und Nachrichtenübermittlung - jährliche statistiken 1970 - 1987

Quelle: Datensatz der Uni Karlsruhe

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all jenen bedanken, die mir bei der Fertigstellung dieser Arbeit behilflich waren.

Ein erster Dank gilt dabei Marina Fischer-Kowalski vom Institut für Soziale Ökologie (IFF Klagenfurt), die diese Arbeit betreut hat. Ich danke ihr für ihr Engagement, ihr Interesse an meiner Arbeit und für die ausführlichen Besprechungen, in denen ich immer hilfreiche Unterstützung fand. Ebenso möchte ich Veronika Gaube (Soziale Ökologie, IFF) danken, die mir immer wieder bei Problemen mit meiner Arbeit half und die auch meist ein offenes Ohr für meine Fragen hatte. Weiters sei dem Institut für die finanzielle Unterstützung gedankt sowie zahlreichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die vielen kleinen Hilfestellungen (Literatur bestellen, Software-Fragen und EDV-Probleme, Cafepausen,...).

Auch danken möchte ich all jenen Personen anderer Institute und Organisationen, an die ich mich wenden konnte und die mir meist rasch und ohne Probleme Hilfe anboten. Besonderer Dank gilt dabei Herrn Heinrich Zukal vom Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der TU Wien und Herrn Martin Blum vom Verkehrsclub Österreich (VCÖ), die mir in persönlichen Gesprächen am Beginn meiner Arbeit halfen, einen ersten Überblick über vorhandene Verkehrsstatistiken zu erhalten. Herrn Axel Schaffer vom Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung der Universität Karlsruhe sei an dieser Stelle ebenfalls für das zur Verfügung stellen von Daten gedankt, ebenso Herrn Elmar Fürst von der Statistik Austria, der mir bei einigen Problemen der Verkehrsstatistik hilfreich Auskunft erteilte.

Mein abschließender und größter Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, da ohne sie meine Zeit des Studiums schwer vorstellbar ist. Darum hier auch ein riesengroßer Dank an meine Eltern Erich und Regina, die mir die Möglichkeit gaben, zu studieren und die mir auch bei Fragen und Problemen abseits des Studiums immer hilfreich zur Seite standen. Außerdem danke ich ihnen und meinem Bruder Norbert für das korrigieren dieser Arbeit und für die Verbesserungsvorschläge. Susi, Flo, Maria und Miriam danke ich dafür, dass sie mich vor allem in den letzten Monaten immer wieder auf andere Gedanken gebracht haben oder sich meine Problem(chen) mit der Diplomarbeit anhörten.

Dieser Dank gilt aber auch meinen Freunden und Mitstudierenden, die mir in den letzten Jahre ihr Ohr schenkten oder ihre Schulter anboten, wenn mich wieder einmal das Leben, das Studium oder die Diplomarbeit plagte – aber auch wenn alles in Ordnung war.

Zu aller Letzt möchte ich noch meiner Freundin Tine danken, die die letzten Jahre immer für mich da war und mit der ich in Zukunft noch viel, viel mehr Dinge teilen möchte, als diese Zeit des Studienabschlusses.

# Lebenslauf

Gerhard Rainer

Liechtensteinstrasse 117/6  
A - 1090 Wien  
tel: +43 (0)650 4404545  
e-mail: [gerhardrainer@gmx.at](mailto:gerhardrainer@gmx.at)

Geboren am 12. Mai 1978 in Wels (Oberösterreich)

## Studium:

Nov. 2004 – März 2006: Diplomarbeit am Institut für Soziale Ökologie (Uni Klagenfurt) zum Thema Materialflussanalyse und Güterverkehr  
Jänner - Juli 2004: Auslandsaufenthalt (Erasmus) an der University of Oulu (Finland)  
seit 1998: Studium der Ökologie an der Universität Wien

## Präsenzdienst:

1997 – 1998: Zivildienst beim Roten Kreuz in Grieskirchen

## Schulbildung:

1988 – 1992: Musikhauptschule in Pichl/Wels  
1992 – 1997: Höhere Technische Lehranstalt für Lebensmitteltechnologie – Getreidewirtschaft in Wels/OÖ

## Berufliche Tätigkeiten:

Praktika:  
2003: UmweltAnwaltschaft Linz (OÖ)  
2002: Agrarbezirksbehörde Linz

## Sonstige Tätigkeiten:

Sommer 2004: Mitarbeit an Wissenschaftlicher Arbeit zum Thema „Quecksilber in der Nahrung“ im Golf von Neapel (Italien)  
Frühjahr 2004: Mitarbeit an wissenschaft. Arbeit zum Thema „Fortpflanzungsbiologie bei Schnecken“ (Oulu University)

## Sonstige Kenntnisse:

Fremdsprache: Englisch  
EDV: MS-Office und MS-Windows-System-Kenntnisse, GIS-Kenntnisse, Statistiksoftware (SPSS, Statgraph)

## Persönliche Interessen:

Reisen ,Sport, Kultur, Politik und Umwelt