

# Primärenergiefaktoren von Transportsystemen

Version 2.2, April 2011

## Autoren

Rolf Frischknecht  
Matthias Stucki  
René Itten

ESU-services Ltd.  
Rolf Frischknecht  
Niels Jungbluth  
Sybille Büsser  
Karin Flury  
René Itten  
Matthias Stucki  
[www.esu-services.ch](http://www.esu-services.ch)

Kanzleistrasse 4  
T +41 44 940 61 91  
T +41 44 940 61 32  
T +41 44 940 61 35  
T +41 44 940 61 02  
T +41 44 940 61 38  
T +41 44 940 67 94  
F +41 44 940 61 94

CH - 8610 Uster  
[frischknecht@esu-services.ch](mailto:frischknecht@esu-services.ch)  
[jungbluth@esu-services.ch](mailto:jungbluth@esu-services.ch)  
[buesser@esu-services.ch](mailto:buesser@esu-services.ch)  
[flury@esu-services.ch](mailto:flury@esu-services.ch)  
[itten@esu-services.ch](mailto:itten@esu-services.ch)  
[stucki@esu-services.ch](mailto:stucki@esu-services.ch)

Impressum	
<b>Titel</b>	<b>Primärenergiefaktoren von Transportsystemen</b>
Autoren	Rolf Frischknecht Matthias Stucki René Itten ESU-services GmbH, fair consulting in sustainability Kanzleistr. 4, CH-8610 Uster <a href="http://www.esu-services.ch">www.esu-services.ch</a> Telefon +41 44 940 61 91
Auftraggeber	Bundesamt für Energie, BFE Olivier Meile
Copyright	ESU-services Ltd. owns the copyright of the tool described in this report.
Liability Statement	Information contained herein have been compiled or arrived from sources believed to be reliable. Nevertheless, the authors or their organizations do not accept liability for any loss or damage arising from the use thereof. Using the given information is strictly your own responsibility.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1	Übersicht und Datenbasis.....	1
1.2	Bezugsgrösse.....	1
1.3	Systemgrenzen und Modellierungsgrundsätze.....	1
<b>2</b>	<b>SACHBILANZEN: TRANSPORTLEISTUNGEN .....</b>	<b>3</b>
2.1	Personenverkehr.....	3
2.2	Güterverkehr.....	4
<b>3</b>	<b>PARAMETRISIERTE RECHNER .....</b>	<b>5</b>
3.1	Personentransport-Rechner.....	5
3.2	Gütertransport-Rechner.....	5
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>12</b>

# 1 Einleitung und Fragestellung

Für die Umsetzung der 2000W-Gesellschaft in der Stadt Zürich, dem SIA Energieausweis für Gebäude und im Merkblatt Graue Energie des SIA werden Faktoren zum kumulierten Energieaufwand (Primärenergiefaktoren), den Treibhausgasemissionen und der Umweltbelastungspunkte 2006 von Transportleistungen benötigt. Diese Faktoren sowie eine Beschreibung der verwendeten Datensätze und Annahmen befinden sich in diesem Bericht. Die zusammenfassenden Tabellen mit allen Faktoren befinden sich auf den Seiten 8 bis 11 (Tab 4.1 bis Tab 4.4). Es handelt sich um eine Aktualisierung der 2008 erstmals publizierten Liste.

## 1.1 Übersicht und Datenbasis

In den nachfolgenden Abschnitten dieses Kapitels wird auf die Bezugsgrössen, die Systemgrenzen und die Modellierungsgrundsätze eingegangen. Im Kapitel 2 sind die verwendeten Transportsysteme dokumentiert und in Kapitel 3 werden die Auslastungs-Rechner für Personen- und Gütertransporte erklärt. Schliesslich sind in Kapitel 4 die Tabellen mit den Indikatorergebnissen dargestellt.

Wo verfügbar, bilden die Datensätze des ecoinvent Datenbestandes v2.2 die Basis der Auswertung (ecoinvent Centre 2010). Die Auswertung erfolgt mit der Software SimaPro 7.2.4 von PRé.

## 1.2 Bezugsgrösse

Die Ergebnisse beziehen sich auf die nachfolgend aufgelisteten Bezugsgrössen:

- Personentransporte: 1 pkm (Personenkilometer) und 1 fkm (Fahrzeugkilometer)
- Gütertransporte: 1 tkm (Tonnenkilometer) und 1 fkm (Fahrzeugkilometer)
- Helikopter: 1 h (Stunde)
- Aushub maschinell: 1 m<sup>3</sup> (Kubikmeter)

## 1.3 Systemgrenzen und Modellierungsgrundsätze

Für jede Transportleistung werden die Ergebnisse einerseits für das Total dargestellt. Andererseits wird eine weitere Unterteilung gemacht und die Ergebnisse für den Betrieb des Fahrzeugs (inkl. Bereitstellung des Treibstoffs), die Verkehrsinfrastruktur (Bau, Unterhalt und Rückbau) und das Fahrzeug (Herstellung, Unterhalt, Entsorgung) einzeln dargestellt.

Um bei der Umweltbelastung durch die Verkehrsinfrastruktur die unterschiedliche Lebensdauer der verschiedenen Infrastrukturelemente zu berücksichtigen, sind die ecoinvent Datensätze v2.2 für Bau, Unterhalt und Rückbau der Verkehrsinfrastruktur für einen Meter Strasse bzw. Gleis und ein Jahr berechnet. Beispielsweise wurde die Funktionsdauer (Lebensdauer) der Strassendeckschicht auf 15 Jahre angesetzt, diejenige der Tragschicht auf 40 Jahre und diejenige des Kieskoffers auf 100 Jahre. Material-, Land- und Energieverbrauch sowie die Emissionen beim Bau und Rückbau verschiedener Strassentypen, Gleise, Tunnels und Brücken wurden auf die Bezugsgrösse (1 m\*a) umgerechnet. Beim Unterhalt der Strasseninfrastruktur wurden den Aufwendungen und Umweltbelastungen aus dem Schneeräumen und Salzen, der Unkrautbekämpfung, dem Linienmarkieren sowie der Strassenbeleuchtung Rechnung getragen.

Um die Umweltbelastung der gesamten Verkehrsinfrastruktur auf die verschiedenen Transportdienstleistungen aufzuteilen, wird ein Allokationsschlüssel benötigt. Für die Umweltbelastungen aus dem Bau- und Rückbau der Infrastruktur wurden die jährlich transportierten Brutto-Tonnen-Kilometer als Allokationsschlüssel verwendet. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass das Fahrzeuggewicht hauptsächlich für die Abnutzung der Infrastruktur und somit auch für die Erneuerungsaufwendungen verantwortlich ist. Im Gegensatz dazu wird für die Zuordnung der Umweltbelastung des Infrastruktur-

Unterhalts die zeitliche Benützung der Verkehrsinfrastruktur verschiedener Fahrzeugtypen unabhängig von ihrem Gewicht als Allokationsschlüssel verwendet. Für die Berechnungen der Strasseninfrastruktur wurden Daten aus dem Ökoinventar Transporte (Maibach et al. 1999) (Strassenquerschnitt und Materialien) und aus der Schweizerischen Verkehrsstatistik (Bundesamt für Statistik 2000) (Strassenlängen) verwendet.

Um die Umweltbelastung durch die Fahrzeug-Herstellung und –Entsorgung auf die Transportleistung umzulegen, wurden Fahrzeug-Nachfragefaktoren für die verschiedenen Transportdienstleistungen über die durchschnittlichen Lebenszeit-Fahrleistungen (in km) der jeweiligen Fahrzeugtypen ermittelt. Für die Berechnung dieser Fahrleistungen sowie für die Energieverbräuche (Treibstoffe) wurden Daten der Quellen aus Tab. 1.1 verwendet. Beim Strassenverkehr stammt ein Grossteil der Emissionsfaktoren von Keller & de Haan 2004).

**Tab. 1.1 Übersicht der wichtigsten Quellen für die ecoinvent Datensätze**

	<b>Strassenverkehr</b>	<b>Bahn</b>	<b>Flugverkehr</b>	<b>Schifffahrt</b>
Fahrleistung	BFS 2006, Keller 2002	SBB 2001	Maibach et al. 1999	Heusser 1992
Energieverbrauch	Keller & de Haan 2004	Email BahnUmwelt-Center SBB, 17.4.2007	BAZL 2002	Verschiedene

Die den Ökobilanzen zugrunde liegenden Treibstoffverbräuche und Auslastungen sind in den Ergebnistabellen Tab 4.1 bis Tab 4.4 aufgeführt.

Weitere Anmerkungen betreffend die Modellierung, wie sie in den ecoinvent Datensätzen vorliegt:

- Bei den Datensätzen zu Passagierflugzeug und Luftfracht sind keine Aufwendungen für die Flugzeug-Entsorgung berücksichtigt.
- Bei dem Datensatz „Aushub maschinell“ sind keine Entsorgung des Hydraulikbaggers und keine Aufwendungen für die Verkehrsinfrastruktur berücksichtigt.
- Im Güterzug-Datensatz ist bei der Entsorgung die Lokomotive und die Bahn-Trasse berücksichtigt, nicht jedoch die Entsorgung des Güterwagens.
- Der Helikopter-Datensatz berücksichtigt keine Verkehrsinfrastruktur und keine Entsorgung des Helikopters.
- Bei den Datensätzen zu Binnenfrachter, Hochseefrachter und Hochseetanker ist die Entsorgung des Frachters bzw. des Tankers nicht berücksichtigt.
- Bei den Datensätzen zum Flugverkehr: Die Aufwendungen und Emissionen pro Fahrzeugkilometer wurden zwischen Passagieren und Fracht aufgeteilt. Die Ergebnisse in Tab 4.3 und Tab 4.4 beziehen sich somit auf den Passagier- beziehungsweise Fracht-Anteil des Primärenergieaufwands beziehungsweise der Umweltbelastungen eines Flugzeugkilometers.
- Die Primärenergiefaktoren zu den Datensätzen „Transport, Luftfracht, Europa“ und „Transport, Passagierflugzeug, Europa“ wurden nicht aktualisiert auf Grund eines Fehlers im ecoinvent Datenbestand v2.2.

## 2 Sachbilanzen: Transportleistungen

### 2.1 Personenverkehr

Tab. 2.1 Übersicht der Personenverkehrsdatensätze aus dem ecoinvent Datenbestand v2.2;  
CH: Schweiz; DE: Deutschland; RER: Europa

Transportleistung	Name des ecoinvent Datensatzes	Lokalität
Fernreisezug	Transport, long-distance train, SBB mix	CH
ICE	Transport, ICE	DE
Linienbus	Transport, regular bus	CH
Passagierflugzeug	Transport, aircraft, passenger	RER
Passagierflugzeug, Interkontinental	Transport, aircraft, passenger, intercontinental	RER
Personenwagen	Transport, passenger car	CH
Personenwagen, Benzin	Transport, passenger car, petrol, fleet average	CH
Personenwagen, Diesel	Transport, passenger car, diesel, fleet average	CH
Regionalzug	Transport, regional train, SBB mix	CH
Reisebus	Transport, coach	CH
Tram	Transport, tram	CH
Trolleybus	Transport, trolleybus	CH
Passagierflugzeug, Europa	Transport, aircraft, passenger, europe	RER

Die Datensätze wurden unverändert aus dem ecoinvent Datenbestand v2.2 übernommen und ausgewertet. Der Datensatz „Passagierflugzeug, Europa“ wurde nicht aktualisiert auf Grund eines Fehlers im ecoinvent Datenbestand v2.2. Die Werte des Datensatzes „Passagierflugzeug, Europa“ entsprechen den bisherigen Werten aus dem ecoinvent Datenbestand v2.01 (Spielmann et al. 2007).

## 2.2 Güterverkehr

Tab. 2.2 Übersicht der Güterverkehrsdatensätze aus dem ecoinvent Datenbestand v2.2;  
CH: Schweiz; RER: Europa, GLO: Global, OCE: Ozeane

Transportleistung	Name des ecoinvent Datensatzes	Lokalität
Aushub maschinell	Excavation, hydraulic digger	RER
Binnenfrachter	Transport, barge	RER
Güterzug	Transport, freight, rail	CH
Helikopter	Transport, helicopter	GLO
Hochseefrachter	Transport, transoceanic freight ship	OCE
Hochseetanker	Transport, transoceanic tanker	OCE
Lieferwagen bis 3,5 t	Transport, van <3.5t	CH
LKW 20 bis 28 t	Transport, lorry 20-28t, fleet average	CH
LKW 3.5 bis 20 t	Transport, lorry 3.5-20t, fleet average	CH
LKW über 28 t	Transport, lorry >28t, fleet average	CH
Luftfracht	Transport, aircraft, freight	RER
Luftfracht, Interkontinental	Transport, aircraft, freight, intercontinental	RER
Luftfracht, Europa	Transport, aircraft, freight, europe	RER

Die Datensätze wurden unverändert aus dem ecoinvent Datenbestand v2.2 übernommen und ausgewertet. Der Datensatz „Luftfracht, Europa“ wurde nicht aktualisiert auf Grund eines Fehlers im ecoinvent Datenbestand v2.2. Die Werte für den Datensatz „Luftfracht, Europa“ entsprechen den bisherigen Werten aus dem Datenbestand v2.01 (Spielmann et al. 2007).

## 3 Parametrisierte Rechner

### 3.1 Personentransport-Rechner

Der Personentransportrechner greift auf die in Unterkapitel 2.1 aufgeführten Datensätze zurück und berechnet die durchschnittliche Umweltbelastung abhängig von der eingegebenen Auslastung des Verkehrsmittels. Diese Auslastung wird in Anzahl Passagieren pro Transportmittel eingegeben. Als Annäherung werden diese Umweltbelastungen dadurch berechnet, dass die Ergebnisse der Durchschnittsdatsätze der verschiedenen Verkehrsmittel mit der entsprechenden durchschnittlichen Auslastung multipliziert werden, um die Umweltbelastungen pro Fahrzeugkilometer zu erhalten. Die Ergebnisse werden dann durch die eingegebenen Werte für die Auslastung dividiert, um die Umweltbelastung bezogen auf die transportierten Personenkilometer mit spezifischer Auslastung zu erhalten.

Für die Umweltbelastung der drei Transport-Datsätze für Personenwagen wurden genauere Berechnungen implementiert. Gemäss Hinrich & Lambrecht (2007) beträgt die Treibstoff-Einsparung von 100 kg eingespartem Gewicht bei Benzin-Personenwagen 0.35 Liter pro 100 km (bei einer Bandbreite von 0.15 bis 1.0 Liter pro 100 km). Für Diesel-Personenwagen gilt der eingesparte Treibstoff-Wert von 0.3 Liter pro 100 km. Aus diesen Werten ergibt sich ein Treibstoff-Mehrverbrauch pro mitfahrende Person (80 kg) von 3.1 % bei Benzin-Fahrzeugen, 3.3 % bei Diesel-Fahrzeugen respektive 3.1 % für den durchschnittlichen Personenwagen-Fahrzeugpark. Im Personentransport-Rechner werden diese Prozentwerte für die erhöhten Treibstoff-Verbräuche als erhöhte Umweltbelastung aus dem Betrieb verwendet. Die Umweltbelastungen aus der Verkehrsinfrastruktur und dem Fahrzeug werden bei den Personenwagen analog zu den anderen Transporten durch Division der Umweltbelastung pro Fahrzeugkilometer durch die Anzahl beförderte Personen berechnet.

Tab. 3.1 Treibstoffverbrauch von Personenwagen in Abhängigkeit der Ladung

Fahrzeugtyp	Durchschnittlicher Treibstoffverbrauch pro 100 km	Änderung Treibstoffbedarf pro (100 km * 100 kg) gemäss Hinrich & Lambrecht 2007)	Zusätzlicher Treibstoffverbrauch pro zusätzliche Person (80 kg)
Personenwagen Benzin	6.79 kg Benzin	0.35 Liter Benzin	3.1 %
Personenwagen Diesel	6.13 kg Diesel	0.3 Liter Diesel	3.3 %
Personenwagen (Durchschnitt)	5.6 kg Benzin + 1.01 kg Diesel		3.1 %

### 3.2 Gütertransport-Rechner

Der Gütertransport-Rechner basiert auf den Datensätzen, die in Unterkapitel 2.2 aufgeführt sind. Dieser Rechner funktioniert analog zum Personentransport-Rechner. Die Auslastung wird in Ladegewicht (Tonnen) pro Verkehrsmittel angegeben. Als Annäherung werden die Umweltbelastungen dadurch berechnet, dass die Ergebnisse für die Durchschnittsdatsätze der verschiedenen Verkehrsmittel mit der entsprechenden durchschnittlichen Auslastung multipliziert werden, um die Umweltbelastungen pro Fahrzeugkilometer zu erhalten. Die erhaltenen Ergebnisse werden durch die eingegebenen Werte für die Auslastung dividiert, um die Umweltbelastung bezogen auf die transportierten Tonnenkilometer mit spezifischer Auslastung zu erhalten.

Ein Spezialfall stellen die Lkw-Transporte dar, deren Umweltbelastungen aus dem Betrieb zusätzlich genauer analysiert werden konnten. Hierzu wurden die ecoinvent-Datsätze der Lkw-Fahrten ohne Ladung (Leerfahrten) verwendet. Die Formel zu den entsprechenden Berechnungen ist untenstehend dargestellt. Die Umweltbelastung aus dem Betrieb der Lkw's setzt sich aus zwei Komponenten zusammen. Erstens werden die Umweltbelastungen berechnet, welche mit dem Gewicht des Fahrzeugs verbunden sind. Hierzu werden die Umweltbelastungen der Datsätze leerer Lkw's durch die individuell einzugebende Auslastung des zu berechnenden Lkw's dividiert. Zweitens kommt die Umweltbelastung hinzu, welche mit dem Gewicht der Ladung verbunden ist. Diese Umweltbelastung pro Ton-

nenkilometer ist unabhängig von der Auslastung und errechnet sich aus der Umweltbelastung des Betriebs eines durchschnittlich ausgelasteten Lkw's minus die Umweltbelastung des leeren Lkw's dividiert durch die durchschnittliche Auslastung.

$$UB_{Lkw, \text{Betrieb}} = \frac{UB_{Lkw, \text{Betrieb, leer}}}{A_{Lkw}} + \frac{UB_{Lkw, \text{Betrieb, } \emptyset} - UB_{Lkw, \text{Betrieb, leer}}}{A_{Lkw, \emptyset}}$$

$UB_{Lkw, \text{Betrieb}}$ : Umweltbelastung aus dem Betrieb des Lkw's

$UB_{Lkw, \text{Betrieb, leer}}$ : Umweltbelastung aus dem Betrieb des leeren Lkw's

$UB_{Lkw, \text{Betrieb, } \emptyset}$ : Umweltbelastung aus dem Betrieb des durchschnittlichen Lkws's

$A_{Lkw}$ : Individuell einzugebende Auslastung des zu berechnenden Lkw's

$A_{Lkw, \emptyset}$ : Auslastung des durchschnittlichen Lkw's

Abb. 3.1 zeigt einen Printscreen der beiden Rechner<sup>1</sup>.

Reset
Übersicht Webtools
Seite drucken

ESU-services

fair consulting in sustainability

#### Personentransport-Rechner Schweiz

Berechnung mit:

[Personen]

Auslastung

Durchschnittliche Auslastung 392.0

Kapazität 1400.0

#### Umweltauswirkungen pro pkm

		Einheit:
Primärenergiefaktor total	0.63	MJ-eq/pkm
Primärenergiefaktor fossil	0.08	MJ-eq/pkm
Primärenergiefaktor nuklear	0.33	MJ-eq/pkm
Primärenergiefaktor erneuerbar	0.22	MJ-eq/pkm
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	0.007	kg CO <sub>2</sub> -eq/pkm
Kohlendioxid fossil	0.006	kg/pkm
Umweltbelastungspunkte 06	28	UBP/pkm

#### Gütertransport-Rechner Schweiz

Berechnung mit:

[Tonnen]

Auslastung

Durchschnittliche Auslastung 710.0

Kapazität 1000.0

#### Umweltauswirkungen pro tkm

		Einheit:
Primärenergiefaktor total	0.66	MJ-eq/tkm
Primärenergiefaktor fossil	0.61	MJ-eq/tkm
Primärenergiefaktor nuklear	0.04	MJ-eq/tkm
Primärenergiefaktor erneuerbar	0.01	MJ-eq/tkm
CO <sub>2</sub> -Äquivalente	0.046	CO <sub>2</sub> -eq/tkm
Kohlendioxid fossil	0.044	kg/tkm
Umweltbelastungspunkte 06	54	UBP/tkm

Der Transportrechner berechnet die Umweltbelastung pro Personenkilometer (pkm) respektive Tonnenkilometer (tkm) des von Ihnen ausgewählten Transportmittels in Abhängigkeit der von Ihnen eingegebenen Auslastung. Datenbasis bildet der ecoinvent-Datenbestand v2.2. Der Bericht zur Studie "Primärenergiefaktoren von Transportleistungen" enthält weitere Informationen zu den Berechnungsgrundlagen.

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.2 und eigene Berechnungen  
 © ESU-services 2011

[Studie "Primärenergiefaktoren von Transportleistungen" herunterladen](#)

Abb. 3.1 Printscreen des Personentransport- und des Gütertransport-Rechners

In der Grundeinstellung ist keine Auslastung eingegeben und der Nutzer wird aufgefordert, diese einzugeben. Entspricht sie nicht der durchschnittlichen Auslastung, erscheint ein entsprechender Hinweis. Übersteigt die eingegebene Auslastung die Kapazität, wird eine Warnung ausgegeben.

<sup>1</sup> Freier Zugang unter [www.esu-services.ch/de/ourservices/tools/](http://www.esu-services.ch/de/ourservices/tools/).

## 4 Ergebnisse

Die in der KBOB-Liste enthaltenen Werte sind bezüglich Systemgrenzen identisch mit denjenigen in Tab 4.1 und Tab 4.2.

**Tab 4.1 Primärenergiefaktoren und Umweltauswirkungen von Güter-Transportleistungen pro Tonnenkilometer: Energieverbräuche und Umweltbelastungen verbunden mit dem Betrieb des Fahrzeugs, der Verkehrsinfrastruktur (Bau, Unterhalt und Rückbau) und dem Fahrzeug (Herstellung, Unterhalt und Entsorgung).**

Güter-Transporte	Kategorie	Bereich	Bezugsgröße	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Kohlendioxid, fossil	Umweltbelastungspunkte	Auslastung Durchschnitt
				total [MJ-eq]	fossil [MJ-eq]	nuklear [MJ-eq]	total erneuerbar [MJ-eq]	Abwärme / Abfall [MJ-eq]	[kg CO <sub>2</sub> -eq]	[kg]	[UEP'06]	[t] oder [pers.]	
Aushub maschinell	Total	m3	8,07	7,83	0,20	0,04	-	0,534	0,516	664	-		
		Betrieb	m3	7,35	7,23	0,10	0,02	-	0,492	0,478	609	-	
		Infrastrukt	m3	-	-	-	-	-	0,000	0,000	0	-	
		Fahrzeug	m3	0,72	0,59	0,10	0,02	-	0,042	0,038	55	-	
	Binnenfrachter	Total	tkm	0,66	0,61	0,04	0,01	-	0,046	0,044	54	710,0	
		Betrieb	tkm	0,51	0,51	0,01	0,00	-	0,035	0,034	41	710,0	
		Infrastrukt	tkm	0,12	0,08	0,03	0,01	-	0,010	0,009	11	710,0	
		Fahrzeug	tkm	0,02	0,02	0,00	0,00	-	0,001	0,001	2	710,0	
	Güterzug	Total	tkm	0,81	0,18	0,37	0,26	-	0,014	0,013	37	343,3	
		Betrieb	tkm	0,61	0,05	0,32	0,24	-	0,004	0,003	21	343,3	
		Infrastrukt	tkm	0,11	0,06	0,05	0,01	-	0,005	0,005	10	343,3	
		Fahrzeug	tkm	0,09	0,07	0,01	0,00	-	0,005	0,005	7	343,3	
	Helikopter	Total	h	1'440,13	1'416,33	19,42	4,37	-	96,980	95,524	55205	-	
		Betrieb	h	1'432,16	1'410,82	18,17	3,16	-	96,473	95,122	54628	-	
		Infrastrukt	h	-	-	-	-	-	0,000	0,000	0	-	
		Fahrzeug	h	7,97	5,51	1,25	1,21	-	0,507	0,402	577	-	
	Hochseefrachter	Total	tkm	0,17	0,15	0,01	0,00	-	0,011	0,010	18	32500,0	
		Betrieb	tkm	0,13	0,13	0,00	0,00	-	0,009	0,009	16	32500,0	
		Infrastrukt	tkm	0,03	0,02	0,01	0,00	-	0,002	0,001	2	32500,0	
		Fahrzeug	tkm	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,000	0,000	0	32500,0	
	Hochseetanker	Total	tkm	0,09	0,08	0,01	0,00	-	0,006	0,005	9	71500,0	
		Betrieb	tkm	0,07	0,07	0,00	0,00	-	0,005	0,005	8	71500,0	
		Infrastrukt	tkm	0,02	0,01	0,01	0,00	-	0,001	0,001	1	71500,0	
		Fahrzeug	tkm	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,000	0,000	0	71500,0	
	Lieferwagen bis 3,5 t	Total	tkm	26,20	22,71	2,89	0,60	-	1,541	1,452	1714	0,3	
		Betrieb	tkm	18,25	17,95	0,26	0,05	-	1,256	1,191	1220	0,3	
		Infrastrukt	tkm	3,85	1,95	1,58	0,31	-	0,089	0,081	188	0,3	
		Fahrzeug	tkm	4,10	2,81	1,05	0,24	-	0,195	0,180	306	0,3	
LKW 20 bis 28 t	Total	tkm	3,27	3,06	0,17	0,04	-	0,195	0,186	215	5,8		
	Betrieb	tkm	2,34	2,30	0,03	0,01	-	0,161	0,156	161	5,8		
	Infrastrukt	tkm	0,63	0,51	0,10	0,02	-	0,020	0,018	35	5,8		
	Fahrzeug	tkm	0,30	0,25	0,04	0,01	-	0,014	0,012	20	5,8		
LKW 3.5 bis 20 t	Total	tkm	4,65	4,31	0,28	0,06	-	0,280	0,267	315	2,9		
	Betrieb	tkm	3,43	3,38	0,04	0,01	-	0,237	0,228	246	2,9		
	Infrastrukt	tkm	0,78	0,58	0,17	0,03	-	0,023	0,021	42	2,9		
	Fahrzeug	tkm	0,43	0,35	0,06	0,02	-	0,020	0,018	27	2,9		
LKW über 28 t	Total	tkm	2,36	2,21	0,12	0,03	-	0,137	0,131	150	9,8		
	Betrieb	tkm	1,58	1,56	0,02	0,00	-	0,109	0,105	104	9,8		
	Infrastrukt	tkm	0,52	0,44	0,07	0,01	-	0,017	0,015	29	9,8		
	Fahrzeug	tkm	0,26	0,22	0,03	0,01	-	0,011	0,010	16	9,8		
Luftfracht <sup>1</sup>	Total	tkm	16,39	16,02	0,31	0,06	-	1,101	1,080	786	24,3		
	Betrieb	tkm	16,11	15,87	0,20	0,04	-	1,090	1,070	773	24,3		
	Infrastrukt	tkm	0,24	0,12	0,10	0,02	-	0,008	0,007	10	24,3		
	Fahrzeug	tkm	0,04	0,03	0,01	0,00	-	0,003	0,002	3	24,3		
Luftfracht, Europa <sup>1,3</sup>	Total	tkm	33,38	28,58	3,91	0,88	-	1,945	1,901	1550	1,0		
	Betrieb	tkm	24,57	24,21	0,31	0,05	-	1,660	1,633	1180	1,0		
	Infrastrukt	tkm	8,76	4,34	3,59	0,83	-	0,283	0,266	367	1,0		
	Fahrzeug	tkm	0,04	0,03	0,01	0,00	-	0,002	0,002	2	1,0		
Luftfracht, Interkontinental <sup>1</sup>	Total	tkm	15,91	15,54	0,31	0,06	-	1,068	1,048	762	25,0		
	Betrieb	tkm	15,62	15,39	0,20	0,03	-	1,058	1,038	750	25,0		
	Infrastrukt	tkm	0,25	0,12	0,10	0,02	-	0,008	0,008	10	25,0		
	Fahrzeug	tkm	0,04	0,03	0,01	0,00	-	0,002	0,002	2	25,0		

<sup>1</sup> Angaben für die Luftfracht ohne den Passagiertransport im selben Flugzeug

<sup>2</sup> Angaben für den Passagiertransport ohne die Luftfracht im selben Flugzeug

<sup>3</sup> Datensätze zu Transport, Luftfracht/Passagierflugzeug, Europa sind nicht aktualisiert auf Grund eines Fehlers im ecoinvent Datenbestand v2.2

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.2 und eigene Berechnungen  
© ESU-services GmbH, 2011

**Tab 4.2 Primärenergiefaktoren und Umweltauswirkungen von Personen-Transportleistungen pro Personenkilometer: Energieverbräuche und Umweltbelastungen verbunden mit dem Betrieb des Fahrzeugs, der Verkehrsinfrastruktur (Bau, Unterhalt und Rückbau) und dem Fahrzeug (Herstellung, Unterhalt und Entsorgung).**

Personen-Transporte	Kategorie	Bereich	Bezugsgröße	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Kohlendioxid, fossil	Umweltbelastungspunkte	Auslastung Durchschnitt
				total [MJ-eq]	fossil [MJ-eq]	nuklear [MJ-eq]	total erneuerbar [MJ-eq]	Abwärme / Abfall [MJ-eq]	[kg CO <sub>2</sub> -eq]	[kg]	[UEP/06]	[t] oder [pers.]	
Personen-Transporte	Fernreisezug	Total	pkm	0.63	0.08	0.33	0.22	-	0.007	0.006	28	392.0	
		Betrieb	pkm	0.49	0.01	0.28	0.21	-	0.001	0.001	16	392.0	
		Infrastrukt	pkm	0.12	0.06	0.05	0.01	-	0.005	0.005	11	392.0	
		Fahrzeug	pkm	0.02	0.01	0.00	0.00	-	0.001	0.001	1	392.0	
	ICE	Total	pkm	1.09	0.73	0.31	0.05	-	0.064	0.060	54	309.0	
		Betrieb	pkm	0.97	0.63	0.30	0.05	-	0.055	0.052	39	309.0	
		Infrastrukt	pkm	0.10	0.08	0.01	0.00	-	0.007	0.007	12	309.0	
		Fahrzeug	pkm	0.03	0.02	0.00	0.00	-	0.001	0.001	2	309.0	
	Linienbus	Total	pkm	1.67	1.55	0.10	0.02	-	0.104	0.100	115	14.0	
		Betrieb	pkm	1.38	1.36	0.02	0.00	-	0.095	0.092	98	14.0	
		Infrastrukt	pkm	0.18	0.13	0.04	0.01	-	0.005	0.005	10	14.0	
		Fahrzeug	pkm	0.11	0.06	0.04	0.01	-	0.004	0.004	7	14.0	
	Passagierflugzeug <sup>2</sup>	Total	pkm	1.88	1.83	0.04	0.01	-	0.126	0.123	90	279.2	
		Betrieb	pkm	1.83	1.80	0.02	0.00	-	0.124	0.122	88	279.2	
		Infrastrukt	pkm	0.05	0.02	0.02	0.00	-	0.001	0.001	2	279.2	
		Fahrzeug	pkm	0.01	0.01	0.00	0.00	-	0.000	0.000	0	279.2	
	Passagierflugzeug, Europa <sup>2,3</sup>	Total	pkm	3.34	2.86	0.39	0.09	-	0.195	0.190	155	65.0	
		Betrieb	pkm	2.46	2.42	0.03	0.01	-	0.166	0.163	118	65.0	
		Infrastrukt	pkm	0.88	0.43	0.36	0.08	-	0.028	0.027	37	65.0	
		Fahrzeug	pkm	0.01	0.01	0.00	0.00	-	0.001	0.001	1	65.0	
	Passagierflugzeug,	Total	pkm	1.62	1.57	0.04	0.01	-	0.108	0.106	77	320.0	
		Betrieb	pkm	1.56	1.54	0.02	0.00	-	0.106	0.104	75	320.0	
		Infrastrukt	pkm	0.05	0.03	0.02	0.00	-	0.002	0.002	2	320.0	
		Fahrzeug	pkm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.000	0.000	0	320.0	
	Personenwagen	Total	pkm	3.34	2.89	0.37	0.08	-	0.197	0.187	197	1.6	
		Betrieb	pkm	2.41	2.36	0.04	0.01	-	0.166	0.158	142	1.6	
		Infrastrukt	pkm	0.48	0.17	0.25	0.05	-	0.009	0.009	22	1.6	
		Fahrzeug	pkm	0.46	0.35	0.08	0.02	-	0.023	0.021	33	1.6	
Personenwagen, Benzin	Total	pkm	3.40	2.95	0.38	0.08	-	0.201	0.190	207	1.6		
	Betrieb	pkm	2.46	2.42	0.04	0.01	-	0.169	0.161	152	1.6		
	Infrastrukt	pkm	0.48	0.17	0.25	0.05	-	0.009	0.009	22	1.6		
	Fahrzeug	pkm	0.46	0.35	0.08	0.02	-	0.023	0.021	33	1.6		
Personenwagen, Diesel	Total	pkm	3.05	2.61	0.36	0.08	-	0.178	0.169	149	1.6		
	Betrieb	pkm	2.12	2.08	0.03	0.01	-	0.146	0.141	94	1.6		
	Infrastrukt	pkm	0.48	0.17	0.25	0.05	-	0.009	0.008	22	1.6		
	Fahrzeug	pkm	0.46	0.35	0.08	0.02	-	0.023	0.021	33	1.6		
Regionalzug	Total	pkm	1.28	0.13	0.68	0.48	-	0.011	0.010	52	46.1		
	Betrieb	pkm	1.08	0.02	0.60	0.46	-	0.002	0.002	34	46.1		
	Infrastrukt	pkm	0.17	0.09	0.07	0.01	-	0.008	0.007	15	46.1		
	Fahrzeug	pkm	0.03	0.02	0.01	0.00	-	0.001	0.001	3	46.1		
Reisebus	Total	pkm	0.86	0.79	0.06	0.01	-	0.052	0.050	57	21.0		
	Betrieb	pkm	0.66	0.65	0.01	0.00	-	0.046	0.044	46	21.0		
	Infrastrukt	pkm	0.12	0.09	0.02	0.01	-	0.004	0.003	7	21.0		
	Fahrzeug	pkm	0.08	0.04	0.03	0.01	-	0.003	0.003	5	21.0		
Tram	Total	pkm	1.19	0.32	0.72	0.14	-	0.026	0.025	60	52.9		
	Betrieb	pkm	0.89	0.14	0.62	0.12	-	0.012	0.011	36	52.9		
	Infrastrukt	pkm	0.24	0.14	0.08	0.02	-	0.013	0.012	20	52.9		
	Fahrzeug	pkm	0.06	0.03	0.03	0.01	-	0.002	0.002	4	52.9		
Trolleybus	Total	pkm	1.44	0.39	0.88	0.17	-	0.025	0.022	61	26.0		
	Betrieb	pkm	1.16	0.19	0.81	0.16	-	0.016	0.014	46	26.0		
	Infrastrukt	pkm	0.21	0.16	0.04	0.01	-	0.006	0.006	11	26.0		
	Fahrzeug	pkm	0.08	0.04	0.03	0.01	-	0.003	0.003	5	26.0		

<sup>1</sup> Angaben für die Luftfracht ohne den Passagiertransport im selben Flugzeug

<sup>2</sup> Angaben für den Passagiertransport ohne die Luftfracht im selben Flugzeug

<sup>3</sup> Datensätze zu Transport, Luftfracht/Passagierflugzeug, Europa sind nicht aktualisiert auf Grund eines Fehlers im ecoinvent Datenbestand v2.2

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.2 und eigene Berechnungen  
© ESU-services GmbH, 2011

4. Ergebnisse

Tab 4.3 Primärenergiefaktoren und Umweltauswirkungen von Güter-Transportleistungen pro Fahrzeugkilometer: Energieverbräuche und Umweltbelastungen verbunden mit dem Betrieb des Fahrzeugs, der Verkehrsinfrastruktur (Bau, Unterhalt und Rückbau) und dem Fahrzeug (Herstellung, Unterhalt und Entsorgung).

Güter-Transporte	Kategorie	Bereich	Bezugsgröße	Primärenergiefaktor			Primärenergiefaktor total erneuerbar [MJ-eq]	Primärenergiefaktor Abwärme / Abfall [MJ-eq]	CO <sub>2</sub> -Äquivalente [kg CO <sub>2</sub> -eq]	Kohlendioxid, fossil [kg]	Umweltbelastungspunkte [BUP/0e]	Auslastung Durchschnitt [% oder [pers.]	Treibstoffverbrauch [kg] resp. [kWh]
				total [MJ-eq]	fossil [MJ-eq]	nuklear [MJ-eq]							
	Aushub maschinell	Total	m³	8.07	7.83	0.20	0.04	-	0.534	0.516	664	-	0.13 kg Diesel
		Betrieb	m³	7.35	7.23	0.10	0.02	-	0.492	0.478	609	-	0.13 kg Diesel
		Infrastrukt	m³	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0	-	-
	Binnenfrachter	Fahrzeug	m³	0.72	0.59	0.10	0.02	-	0.042	0.038	55	-	-
		Total	fkm	465.77	429.97	30.00	5.80	-	32.956	31.543	38211	710.0	6.67 kg Diesel
		Betrieb	fkm	364.74	359.16	4.74	0.84	-	25.193	24.158	29334	710.0	6.67 kg Diesel
	Güterzug	Infrastrukt	fkm	88.40	59.79	24.07	4.54	-	7.051	6.729	7527	710.0	-
		Fahrzeug	fkm	12.63	11.02	1.19	0.42	-	0.712	0.656	1350	710.0	-
		Total	fkm	277.48	60.84	128.69	87.95	-	4.872	4.493	12844	343.3	25.28 kWh Elektr. + 0.23 kg Diesel
	Helikopter	Betrieb	fkm	208.40	16.22	109.19	82.99	-	1.275	1.141	7131	343.3	25.28 kWh Elektr. + 0.23 kg Diesel
		Infrastrukt	fkm	39.40	20.01	16.08	3.31	-	1.733	1.621	3435	343.3	-
		Fahrzeug	fkm	29.67	24.60	3.41	1.65	-	1.863	1.731	2278	343.3	-
	Hochseefrachter	Total	h	1'440.13	1'416.33	19.42	4.37	-	96.980	95.524	55205	-	26.40 kg Kerosin
		Betrieb	h	1'432.16	1'410.82	18.17	3.16	-	96.473	95.122	54628	-	26.40 kg Kerosin
		Infrastrukt	h	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0	-	-
	Hochseetanker	Fahrzeug	h	7.97	5.51	1.25	1.21	-	0.507	0.402	577	-	-
		Total	fkm	5'514.55	4'969.40	466.69	78.45	-	349.389	339.019	587151	32500.0	81.25 kg Schweröl
		Betrieb	fkm	4'353.11	4'283.97	58.91	10.22	-	293.798	286.737	525904	32500.0	81.25 kg Schweröl
	Hochseetanker	Infrastrukt	fkm	1'069.75	605.49	398.50	65.77	-	49.819	47.092	50602	32500.0	-
		Fahrzeug	fkm	91.69	79.95	9.29	2.46	-	5.772	5.190	10645	32500.0	-
		Total	fkm	6'456.34	5'778.37	580.35	97.61	-	402.902	391.191	655830	71500.0	92.95 kg Schweröl
	Lieferwagen bis 3,5 t	Betrieb	fkm	4'979.96	4'900.86	67.39	11.70	-	331.817	324.395	576622	71500.0	92.95 kg Schweröl
		Infrastrukt	fkm	1'339.80	758.33	499.10	82.37	-	62.395	58.980	63376	71500.0	-
		Fahrzeug	fkm	136.59	119.17	13.87	3.55	-	8.690	7.817	15832	71500.0	-
LKW 20 bis 28 t	Total	fkm	7.86	6.81	0.87	0.18	-	0.462	0.436	514	0.3	0.055 kg Diesel + 0.033 kg Benzin	
	Betrieb	fkm	5.48	5.38	0.08	0.01	-	0.377	0.357	366	0.3	0.055 kg Diesel + 0.033 kg Benzin	
	Infrastrukt	fkm	1.15	0.59	0.48	0.09	-	0.027	0.024	56	0.3	-	
LKW 3.5 bis 20 t	Fahrzeug	fkm	1.23	0.84	0.31	0.07	-	0.059	0.054	92	0.3	-	
	Total	fkm	18.95	17.73	0.99	0.22	-	1.129	1.079	1245	5.8	0.25 kg Diesel	
	Betrieb	fkm	13.57	13.36	0.18	0.03	-	0.936	0.903	931	5.8	0.25 kg Diesel	
LKW über 28 t	Infrastrukt	fkm	3.65	2.93	0.59	0.12	-	0.113	0.103	201	5.8	-	
	Fahrzeug	fkm	1.73	1.44	0.22	0.07	-	0.080	0.072	113	5.8	-	
	Total	fkm	13.47	12.49	0.81	0.17	-	0.811	0.775	914	2.9	0.18 kg Diesel	
Luftfracht <sup>1</sup>	Betrieb	fkm	9.96	9.80	0.13	0.02	-	0.688	0.662	715	2.9	0.18 kg Diesel	
	Infrastrukt	fkm	2.27	1.67	0.50	0.10	-	0.066	0.060	122	2.9	-	
	Fahrzeug	fkm	1.24	1.02	0.18	0.05	-	0.057	0.052	78	2.9	-	
Luftfracht, Europa <sup>1,3</sup>	Total	fkm	23.15	21.69	1.19	0.27	-	1.345	1.283	1468	9.8	0.28 kg Diesel	
	Betrieb	fkm	15.52	15.28	0.20	0.04	-	1.069	1.033	1023	9.8	0.28 kg Diesel	
	Infrastrukt	fkm	5.12	4.29	0.69	0.14	-	0.164	0.148	285	9.8	-	
Luftfracht, Interkontinental <sup>1</sup>	Fahrzeug	fkm	2.51	2.12	0.30	0.09	-	0.112	0.101	160	9.8	-	
	Total	fkm	397.99	388.91	7.62	1.45	-	26.725	26.224	19078	24.3	7.11 kg Kerosin	
	Betrieb	fkm	391.04	385.21	4.96	0.86	-	26.471	25.988	18770	24.3	7.07 kg Kerosin	
Luftfracht, Europa <sup>1,3</sup>	Infrastrukt	fkm	5.86	2.92	2.43	0.51	-	0.190	0.179	245	24.3	-	
	Fahrzeug	fkm	1.09	0.78	0.23	0.08	-	0.064	0.057	63	24.3	-	
	Total	fkm	33.38	28.58	3.91	0.88	-	1.95	1.90	1950	1.0	0.45 kg Kerosin	
Luftfracht, Interkontinental <sup>1</sup>	Betrieb	fkm	24.57	24.21	0.31	0.05	-	1.66	1.63	1180	1.0	0.45 kg Kerosin	
	Infrastrukt	fkm	8.76	4.34	3.59	0.83	-	0.28	0.27	367	1.0	-	
	Fahrzeug	fkm	0.04	0.03	0.01	0.00	-	0.00	0.00	2	1.0	-	
Luftfracht, Interkontinental <sup>1</sup>	Total	fkm	397.67	388.50	7.71	1.46	-	26.694	26.195	19058	25.0	7.20 kg Kerosin	
	Betrieb	fkm	390.59	384.77	4.96	0.86	-	26.441	25.959	18749	25.0	7.20 kg Kerosin	
	Infrastrukt	fkm	6.20	3.09	2.57	0.54	-	0.201	0.189	259	25.0	-	
Luftfracht, Interkontinental <sup>1</sup>	Fahrzeug	fkm	0.88	0.63	0.18	0.07	-	0.052	0.046	50	25.0	-	

<sup>1</sup> Angaben für die Luftfracht ohne den Passagiertransport im selben Flugzeug

<sup>2</sup> Angaben für den Passagiertransport ohne die Luftfracht im selben Flugzeug

<sup>3</sup> Datensätze zu Transport, Luftfracht/Passagierflugzeug, Europa sind nicht aktualisiert auf Grund eines Fehlers im ecoinvent Datenbestand v2.2

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.2 und eigene Berechnungen  
© ESU-services GmbH, 2011

**Tab 4.4 Primärenergiefaktoren und Umweltauswirkungen von Personen-Transportleistungen pro Fahrzeugkilometer: Energieverbräuche und Umweltbelastungen verbunden mit dem Betrieb des Fahrzeugs, der Verkehrsinfrastruktur (Bau, Unterhalt und Rückbau) und dem Fahrzeug (Herstellung, Unterhalt und Entsorgung).**

Personen-Transporte	Kategorie	Bereich	Bezugsgröße	Primärenergiefaktoren [MJ-eq]					CO <sub>2</sub> -Äquivalente [kg CO <sub>2</sub> -eq]	Kohlendioxid, fossil [kg]	Umweltbelastungspunkte [BUP'06]	Auslastung Durchschnitt [% oder [pers.]	Treibstoffverbrauch [kg] resp. [kWh]
				Primärenergiefaktor total	Primärenergiefaktor fossil	Primärenergiefaktor nuklear	Primärenergiefaktor total erneuerbar	Primärenergiefaktor Abwärme / Abfall					
Fernreisezeug	Betrieb	fkm	248.09	32.21	128.93	86.95	-	2.787	2.507	10851	392.0	33.00 kWh Elektrizität	
		fkm	193.93	3.53	108.12	82.27	-	0.384	0.287	6205	392.0	33.00 kWh Elektrizität	
		fkm	48.27	24.52	19.70	4.05	-	2.123	1.986	4208	392.0		
ICE	Betrieb	fkm	5.89	4.16	1.11	0.63	-	0.280	0.235	439	392.0		
		fkm	336.24	224.82	95.97	15.45	-	19.677	18.405	16544	309.0	25.05 kWh Elektrizität	
		fkm	298.41	193.16	91.28	13.97	-	17.048	15.974	12069	309.0	25.05 kWh Elektrizität	
Linienbus	Betrieb	fkm	29.82	25.38	3.45	0.98	-	2.194	2.047	3757	309.0		
		fkm	8.01	6.28	1.23	0.50	-	0.436	0.384	719	309.0		
		fkm	23.42	21.73	1.39	0.31	-	1.461	1.405	1608	14.0	0.35 kg Diesel	
Passagierflugzeug <sup>2</sup>	Betrieb	fkm	19.33	19.03	0.25	0.05	-	1.328	1.285	1378	14.0	0.35 kg Diesel	
		fkm	2.51	1.89	0.52	0.10	-	0.074	0.068	135	14.0		
		fkm	1.59	0.81	0.62	0.16	-	0.059	0.052	94	14.0		
Passagierflugzeug, Europa <sup>2,3</sup>	Betrieb	fkm	1.59	0.81	0.62	0.16	-	0.059	0.052	94	14.0		
		fkm	525.90	511.30	12.21	2.40	-	35.134	34.465	25188	279.2	8.78 kg Kerosin	
		fkm	510.94	503.33	6.48	1.13	-	34.588	33.957	24525	279.2	8.65 kg Kerosin	
Passagierflugzeug, Europa <sup>2,3</sup>	Betrieb	fkm	12.61	6.29	5.23	1.09	-	0.409	0.385	527	279.2		
		fkm	2.36	1.68	0.49	0.18	-	0.137	0.123	136	279.2		
		fkm	217.33	186.03	25.52	5.77	-	12.67	12.38	10092	65.0	2.94 kg Kerosin	
Passagierflugzeug,	Betrieb	fkm	159.73	157.35	2.03	0.35	-	10.79	10.61	7671	65.0	2.94 kg Kerosin	
		fkm	56.96	28.22	23.36	5.38	-	1.84	1.73	2384	65.0		
		fkm	0.65	0.46	0.14	0.04	-	0.04	0.03	37	65.0		
Personenwagen	Betrieb	fkm	517.73	501.62	13.48	2.63	-	34.451	33.795	24759	320.0	9.22 kg Kerosin	
		fkm	499.95	492.51	6.34	1.10	-	33.845	33.227	23998	320.0	9.22 kg Kerosin	
		fkm	16.67	8.31	6.91	1.44	-	0.541	0.509	697	320.0		
Personenwagen, Benzin	Betrieb	fkm	1.12	0.80	0.23	0.08	-	0.065	0.059	64	320.0		
		fkm	5.35	4.62	0.60	0.13	-	0.316	0.299	315	1.6	0.057 kg Benzin + 0.011 kg Diesel	
		fkm	3.85	3.78	0.06	0.01	-	0.265	0.252	228	1.6	0.057 kg Benzin + 0.011 kg Diesel	
Personenwagen, Diesel	Betrieb	fkm	0.77	0.28	0.41	0.08	-	0.015	0.014	35	1.6		
		fkm	0.73	0.57	0.13	0.04	-	0.036	0.033	53	1.6		
		fkm	5.44	4.71	0.60	0.13	-	0.322	0.304	331	1.6	0.068 kg Benzin	
Regionalzug	Betrieb	fkm	3.94	3.87	0.06	0.01	-	0.271	0.257	243	1.6	0.068 kg Benzin	
		fkm	0.77	0.28	0.41	0.08	-	0.015	0.014	35	1.6		
		fkm	0.73	0.57	0.13	0.04	-	0.036	0.033	53	1.6		
Reisebus	Betrieb	fkm	4.88	4.18	0.58	0.12	-	0.285	0.271	239	1.6	0.061 kg Diesel	
		fkm	3.38	3.33	0.04	0.01	-	0.233	0.225	151	1.6	0.061 kg Diesel	
		fkm	0.77	0.28	0.41	0.08	-	0.015	0.013	35	1.6		
Tram	Betrieb	fkm	0.73	0.57	0.13	0.04	-	0.036	0.033	53	1.6		
		fkm	59.18	5.77	31.34	22.07	-	0.504	0.449	2385	46.1	8.11 kWh Elektrizität	
		fkm	49.97	0.91	27.86	21.20	-	0.099	0.074	1544	46.1	8.11 kWh Elektrizität	
Trolleybus	Betrieb	fkm	7.94	4.03	3.24	0.67	-	0.349	0.327	692	46.1		
		fkm	1.27	0.82	0.24	0.21	-	0.056	0.049	148	46.1		
		fkm	18.12	16.50	1.32	0.30	-	1.096	1.052	1205	21.0	0.25 kg Diesel	
Tram	Betrieb	fkm	13.95	13.73	0.18	0.03	-	0.960	0.929	971	21.0	0.25 kg Diesel	
		fkm	2.58	1.95	0.52	0.11	-	0.077	0.070	139	21.0		
		fkm	1.59	0.81	0.62	0.16	-	0.060	0.053	95	21.0		
Trolleybus	Betrieb	fkm	62.77	16.91	38.30	7.56	-	1.401	1.315	3179	52.9	4.75 kWh Elektrizität	
		fkm	46.97	7.66	32.91	6.40	-	0.623	0.577	1879	52.9	4.75 kWh Elektrizität	
		fkm	12.57	7.64	4.05	0.88	-	0.664	0.631	1071	52.9		
Trolleybus	Betrieb	fkm	3.24	1.61	1.34	0.28	-	0.115	0.108	229	52.9		
		fkm	37.51	10.02	22.97	4.53	-	0.653	0.583	1595	26.0	3.04 kWh Elektrizität	
		fkm	30.09	4.91	21.09	4.10	-	0.417	0.369	1184	26.0	3.04 kWh Elektrizität	
Trolleybus	Betrieb	fkm	5.34	4.05	1.07	0.22	-	0.159	0.145	288	26.0		
		fkm	2.08	1.06	0.81	0.21	-	0.077	0.069	123	26.0		

<sup>1</sup> Angaben für die Luftfracht ohne den Passagiertransport im selben Flugzeug

<sup>2</sup> Angaben für den Passagiertransport ohne die Luftfracht im selben Flugzeug

<sup>3</sup> Datensätze zu Transport, Luftfracht/Passagierflugzeug, Europa sind nicht aktualisiert auf Grund eines Fehlers im ecoinvent Datenbestand v2.2

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.2 und eigene Berechnungen  
© ESU-services GmbH, 2011

## 5 Literatur

- BAZL 2002 BAZL (2002) Schweizerische Zivilluftfahrt. Bundesamt für Zivilluftfahrt und Bundesamt für Statistik, Neuchatel.
- BFS 2006 BFS (2006) Leistungen der Sachtransportfahrzeuge. Aktualisierte Zeitreihen bis 2005. 11: Verkehr und Nachrichtenwesen. Bundesamt für Statistik, Bern.
- Bundesamt für Statistik 2000 Bundesamt für Statistik (2000) Schweizerische Verkehrsstatistik, Neuchâtel, Switzerland.
- ecoinvent Centre 2010 ecoinvent Centre (2010) ecoinvent data v2.2, ecoinvent reports No. 1-25. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Duebendorf, Switzerland, retrieved from: [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).
- Heusser 1992 Heusser T. (1992) Ökologiebilanz des Güterverkehrs, Schifffahrt. Semesterarbeit. ETH, Zürich.
- Hinrich & Lambrecht 2007 Hinrich H. and Lambrecht U. (2007) The Potential Contribution of Light-Weighting to Reduce Transport Energy Consumption. In: Int J LCA, 1(Special Issue 12), pp. 58-64.
- Keller 2002 Keller M. (2002) Kilometric performance and emission factors for different vehicle weight classes. INFRAS, Bern.
- Keller & de Haan 2004 Keller M. and de Haan P. (2004) INFRAS: Handbook Emission factors for Road Transport. Ver. 2.1. INFRAS, Bern.
- Maibach et al. 1999 Maibach M., Peter D. and Seiler B. (1999) Ökoinventar Transporte - Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Transportsystemen und den Einbezug von Transportsystemen in Ökobilanzen. 2nd Edition. INFRAS, Zürich.
- SBB 2001 SBB (2001) Zahlen 2000. Kommunikation Schweizerische Bundesbahnen, Bern.
- Spielmann et al. 2007 Spielmann M., Roberto Dones, Bauer C. and Tuchschnid M. (2007) Life Cycle Inventories of Transport Services. ecoinvent report No. 14, v2.0. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from: [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).