

# Primärenergiefaktoren von Transportleistungen

Version 1.4, 27. Juli 2009

## Autoren

Rolf Frischknecht  
Matthias Stucki

ESU-services Ltd.  
Rolf Frischknecht  
Niels Jungbluth  
Sybille Büsser  
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 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)  
[stucki@esu-services.ch](mailto:stucki@esu-services.ch)

Impressum	
<b>Titel</b>	<b>Primärenergiefaktoren von Transportleistungen</b>
Autoren	Rolf Frischknecht Matthias Stucki 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	Amt für Hochbauten der Stadt Zürich Dr. Heinrich Gugerli
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>14</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 13 (Tab 4.1 bis Tab 4.4).

## 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 v2.01 die Basis der Auswertung (ecoinvent Centre 2007). Die Auswertung erfolgt mit der Software SimaPro 7.1 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: 1m<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 v2.01 Datensätze 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 von Maibach et al. (1999) (Strassenquerschnitt und Materialien) und aus der Schweizerischen Verkehrstatistik (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 stammen ein Grossteil der Emissionsfaktoren von Keller & de Haan (2004).

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

	Strassenverkehr	Bahn	Flugverkehr	Schifffahrt
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 der 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“ ist 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.

## 2 Sachbilanzen: Transportleistungen

### 2.1 Personenverkehr

Tab. 2.1 Übersicht der Personenverkehrsdatensätze aus dem ecoinvent Datenbestand v2.01;  
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, Europa	Transport, aircraft, passenger, Europe	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	Transport, aircraft, passenger	RER

Die Datensätze wurden unverändert aus dem ecoinvent Datenbestand v2.01 übernommen und ausgewertet. Der Datensatz „Passagierflugzeug“ wurde als Mix von 16 % Europa- und 84 % Interkontinental-Flügen berechnet. Diese Aufteilung basiert auf den Transportleistungen (pkm), welche von Reisenden bei Schweizer Flughäfen im Jahr 2000 in Anspruch genommen wurden (Spielmann et al. 2007).

## 2.2 Güterverkehr

Tab. 2.2 Übersicht der Güterverkehrsdatensätze aus dem ecoinvent Datenbestand v2.01;  
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
Luffracht, Europa	Transport, aircraft, freight, Europe	RER
Luffracht, Interkontinental	Transport, aircraft, freight, intercontinental	RER
Luffracht	Transport, aircraft, freight	RER

Die Datensätze wurden unverändert aus dem ecoinvent Datenbestand v2.01 übernommen und ausgewertet. Der Datensatz „Luffracht“ wurde als Mix von 3 % Europa- und 97 % Interkontinental-Flügen berechnet. Diese Aufteilung basiert auf den Transportleistungen (tkm), welche bei Schweizer Flughäfen im Jahr 2000 in Anspruch genommen wurden (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-Datensätze 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-Datensätze der Lkw-Fahrten ohne Ladung 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, welche mit dem Gewicht des Fahrzeugs verbunden sind, berechnet. Hierzu werden die Umweltbelastungen der Datensätze leerer Lkw's durch die individuell einzugebende Auslastung des zu berechnenden Lkw's dividiert. Zweitens kommt die Umweltbelastung, welche mit dem Gewicht der Ladung verbunden ist, hinzu. Diese Umweltbelastung pro Tonnenkilometer 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.

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

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

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

$UB_{Lkw, Betrieb, \emptyset}$ : 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 ein Printscreen der beiden Rechner.

[zurück zum Start](#)

**Personentransport-Rechner Schweiz**

Berechnung mit:

Auslastung  [Personen]  
 Durchschnittliche Auslastung 320.0  
 Kapazität 380.0

**Umweltauswirkungen pro pkm** Einheit:

Primärenergiefaktor total	1.64 [MJ-eq/pkm]
Primärenergiefaktor fossil	1.58 [MJ-eq/pkm]
Primärenergiefaktor nuklear	0.05 [MJ-eq/pkm]
Primärenergiefaktor erneuerbar	0.01 [MJ-eq/pkm]
Primärenergiefaktor Abwärme / Abwasser	0.00 [MJ-eq/pkm]
CO2-Äquivalente	0.108 [kg CO <sub>2</sub> -eq/pkm]
Kohlendioxid, fossil	0.106 [kg/pkm]
Umweltbelastungspunkte 06	78.4 [UBP/pkm]

  

**Gütertransport-Rechner Schweiz**

Berechnung mit:

Auslastung  [tonnen]  
 Durchschnittliche Auslastung 5.8  
 Kapazität 12.3

**Umweltauswirkungen pro tkm** Einheit:

Primärenergiefaktor total	3.26 [MJ-eq/tkm]
Primärenergiefaktor fossil	3.05 [MJ-eq/tkm]
Primärenergiefaktor nuklear	0.17 [MJ-eq/tkm]
Primärenergiefaktor erneuerbar	0.04 [MJ-eq/tkm]
Primärenergiefaktor Abwärme / Abwasser	0.00 [MJ-eq/tkm]
CO2-Äquivalente	0.193 [kg CO <sub>2</sub> -eq/tkm]
Kohlendioxid, fossil	0.186 [kg/tkm]
Umweltbelastungspunkte 06	214.6 [UBP/tkm]

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.01 und eigene Berechnungen  
 © ESU-services GmbH, 2008

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

## 4 Ergebnisse

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

4. Ergebnisse

**Tab 4.1 Primärenergiefaktoren 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).**

Kategorie	Bereich	Bezugsgrösse	Primärenergiefaktor total [MJ-eq]	Primärenergiefaktor fossil [MJ-eq]	Primärenergiefaktor nuklear [MJ-eq]	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 [UBP06]	Auslastung Durchschnitt [t] oder [pers.]
Aushub maschinell	Total	m <sup>3</sup>	8.07	7.83	0.20	0.04	-	0.529	0.514	665	-
	Betrieb	m <sup>3</sup>	7.35	7.23	0.10	0.02	-	0.487	0.475	609	-
	Infrastruktur	m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0	-
	Fahrzeug	m <sup>3</sup>	0.72	0.60	0.10	0.02	-	0.041	0.039	56	-
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
	Infrastruktur	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	0.57	0.18	0.12	0.27	-	0.014	0.013	30	343.3
	Betrieb	tkm	0.39	0.05	0.08	0.26	-	0.004	0.004	14	343.3
	Infrastruktur	tkm	0.09	0.06	0.03	0.01	-	0.005	0.005	9	343.3
	Fahrzeug	tkm	0.09	0.07	0.01	0.00	-	0.005	0.005	7	343.3
Helikopter	Total	h	1'440.09	1'416.28	19.46	4.35	-	96.919	95.505	55241	-
	Betrieb	h	1'432.11	1'410.77	18.20	3.14	-	96.418	95.103	54664	-
	Infrastruktur	h	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0	-
	Fahrzeug	h	7.98	5.52	1.26	1.21	-	0.500	0.402	578	-
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
	Infrastruktur	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
	Infrastruktur	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	26.87	23.08	3.13	0.66	-	1.543	1.481	1755	0.3
	Betrieb	tkm	18.25	17.94	0.26	0.05	-	1.228	1.190	1221	0.3
	Infrastruktur	tkm	3.77	1.90	1.53	0.34	-	0.085	0.078	184	0.3
	Fahrzeug	tkm	4.85	3.24	1.33	0.28	-	0.229	0.213	349	0.3
LKW 20 bis 28 t	Total	tkm	3.26	3.05	0.17	0.04	-	0.193	0.186	215	5.8
	Betrieb	tkm	2.34	2.30	0.03	0.01	-	0.160	0.156	160	5.8
	Infrastruktur	tkm	0.62	0.50	0.10	0.02	-	0.019	0.018	34	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	4.64	4.30	0.27	0.06	-	0.277	0.267	315	2.9
	Betrieb	tkm	3.43	3.38	0.04	0.01	-	0.235	0.228	246	2.9
	Infrastruktur	tkm	0.78	0.57	0.17	0.04	-	0.022	0.020	42	2.9
	Fahrzeug	tkm	0.43	0.35	0.06	0.02	-	0.019	0.018	27	2.9
LKW über 28 t	Total	tkm	2.36	2.21	0.12	0.03	-	0.136	0.131	150	9.8
	Betrieb	tkm	1.58	1.56	0.02	0.00	-	0.108	0.105	104	9.8
	Infrastruktur	tkm	0.52	0.44	0.07	0.02	-	0.016	0.015	29	9.8
	Fahrzeug	tkm	0.26	0.22	0.03	0.01	-	0.011	0.010	17	9.8
Luftfracht <sup>1</sup>	Total	tkm	16.88	16.15	0.60	0.13	-	1.106	1.087	805	24.3
	Betrieb	tkm	15.89	15.65	0.20	0.03	-	1.074	1.056	763	24.3
	Infrastruktur	tkm	0.97	0.48	0.40	0.09	-	0.031	0.030	41	24.3
	Fahrzeug	tkm	0.02	0.01	0.00	0.00	-	0.001	0.001	1	24.3
Luftfracht, Europa <sup>1</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
	Infrastruktur	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	16.37	15.77	0.50	0.10	-	1.080	1.061	782	25.0
	Betrieb	tkm	15.62	15.39	0.20	0.03	-	1.055	1.038	750	25.0
	Infrastruktur	tkm	0.73	0.36	0.30	0.07	-	0.024	0.022	31	25.0
	Fahrzeug	tkm	0.02	0.01	0.00	0.00	-	0.001	0.001	1	25.0

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

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.01 und eigene Berechnungen  
© ESU-services GmbH, 2008

**Tab 4.2 Primärenergiefaktoren 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).**

#### 4. Ergebnisse

Kategorie	Bereich	Bezugsgrösse	Primärenergiefaktor total [MJ-eq]	Primärenergiefaktor fossil [MJ-eq]	Primärenergiefaktor nuklear [MJ-eq]	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 [UBP06]	Auslastung Durchschnitt [t oder [pers.]]
Fernreisezug	Total	pkm	0.54	0.09	0.14	0.31	-	0.008	0.007	21	392.0
	Betrieb	pkm	0.40	0.02	0.09	0.29	-	0.002	0.001	8	392.0
	Infrastruktur	pkm	0.14	0.07	0.05	0.01	-	0.006	0.006	12	392.0
	Fahrzeug	pkm	0.01	0.01	0.00	0.00	-	0.000	0.000	1	392.0
ICE	Total	pkm	1.03	0.68	0.30	0.05	-	0.060	0.056	51	309.0
	Betrieb	pkm	0.92	0.60	0.28	0.04	-	0.053	0.049	38	309.0
	Infrastruktur	pkm	0.08	0.07	0.01	0.00	-	0.006	0.006	11	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	-	0.094	0.092	98	14.0
	Infrastruktur	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	1.91	1.78	0.11	0.02	-	0.122	0.120	91	279.2
	Betrieb	pkm	1.71	1.68	0.02	0.00	-	0.115	0.113	82	279.2
	Infrastruktur	pkm	0.20	0.10	0.08	0.02	-	0.007	0.006	8	279.2
	Fahrzeug	pkm	0.01	0.00	0.00	0.00	-	0.000	0.000	0	279.2
Passagierflugzeug, Europa <sup>2</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
	Infrastruktur	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, Interkontinental <sup>2</sup>	Total	pkm	1.64	1.58	0.05	0.01	-	0.108	0.106	78	320.0
	Betrieb	pkm	1.56	1.54	0.02	0.00	-	0.106	0.104	75	320.0
	Infrastruktur	pkm	0.07	0.04	0.03	0.01	-	0.002	0.002	3	320.0
	Fahrzeug	pkm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.000	0.000	0	320.0
Personenwagen	Total	pkm	3.33	2.88	0.37	0.08	-	0.19	0.19	198	1.6
	Betrieb	pkm	2.40	2.36	0.04	0.01	-	0.16	0.16	142	1.6
	Infrastruktur	pkm	0.47	0.17	0.25	0.05	-	0.01	0.01	21	1.6
	Fahrzeug	pkm	0.46	0.36	0.08	0.02	-	0.02	0.02	34	1.6
Personenwagen, Benzin	Total	pkm	3.39	2.94	0.37	0.08	-	0.197	0.189	207	1.6
	Betrieb	pkm	2.46	2.42	0.04	0.01	-	0.17	0.16	152	1.6
	Infrastruktur	pkm	0.47	0.17	0.25	0.05	-	0.01	0.01	21	1.6
	Fahrzeug	pkm	0.46	0.36	0.08	0.02	-	0.02	0.02	34	1.6
Personenwagen, Diesel	Total	pkm	3.04	2.60	0.36	0.08	-	0.177	0.169	150	1.6
	Betrieb	pkm	2.11	2.08	0.03	0.01	-	0.15	0.14	94	1.6
	Infrastruktur	pkm	0.47	0.17	0.25	0.05	-	0.01	0.01	21	1.6
	Fahrzeug	pkm	0.46	0.36	0.08	0.02	-	0.02	0.02	34	1.6
Regionalzug	Total	pkm	1.17	0.18	0.34	0.65	-	0.015	0.014	42	46.1
	Betrieb	pkm	0.84	0.04	0.19	0.61	-	0.004	0.003	16	46.1
	Infrastruktur	pkm	0.30	0.12	0.15	0.03	-	0.010	0.009	22	46.1
	Fahrzeug	pkm	0.03	0.02	0.01	0.01	-	0.001	0.001	4	46.1
Reisebus	Total	pkm	0.86	0.78	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
	Infrastruktur	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	0.002	4	21.0
Tram	Total	pkm	1.15	0.30	0.70	0.15	-	0.025	0.023	59	52.9
	Betrieb	pkm	0.86	0.12	0.60	0.13	-	0.011	0.010	34	52.9
	Infrastruktur	pkm	0.23	0.14	0.07	0.02	-	0.012	0.012	20	52.9
	Fahrzeug	pkm	0.06	0.03	0.02	0.01	-	0.002	0.002	4	52.9
Trolleybus	Total	pkm	1.40	0.36	0.85	0.19	-	0.023	0.021	59	26.0
	Betrieb	pkm	1.12	0.16	0.78	0.17	-	0.014	0.013	44	26.0
	Infrastruktur	pkm	0.20	0.15	0.04	0.01	-	0.006	0.005	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

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.01 und eigene Berechnungen  
© ESU-services GmbH, 2008

#### 4. Ergebnisse

Kategorie	Bereich	Bezugsgrösse	Primärenergiefaktor total [MJ-eq]	Primärenergiefaktor fossil [MJ-eq]	Primärenergiefaktor nuklear [MJ-eq]	Primärenergiefaktor total erneuerbar [MJ-eq]	Primärenergiefaktor Abwärme / Abfall [MJ-eq]	CO2-Äquivalente [kg CO2-eq]	Kohlendioxid, fossil [kg]	Umweltbelastungspunkte [UBP06]	Auslastung Durchschnitt [t oder [pers.]]
Fernreisezug	Total	pkm	0.54	0.09	0.14	0.31	-	0.008	0.007	21	392.0
	Betrieb	pkm	0.40	0.02	0.09	0.29	-	0.002	0.001	8	392.0
	Infrastruktur	pkm	0.14	0.07	0.05	0.01	-	0.006	0.006	12	392.0
	Fahrzeug	pkm	0.01	0.01	0.00	0.00	-	0.000	0.000	1	392.0
ICE	Total	pkm	1.03	0.68	0.30	0.05	-	0.060	0.056	51	309.0
	Betrieb	pkm	0.92	0.60	0.28	0.04	-	0.053	0.049	38	309.0
	Infrastruktur	pkm	0.08	0.07	0.01	0.00	-	0.006	0.006	11	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	-	0.094	0.092	98	14.0
	Infrastruktur	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	1.91	1.78	0.11	0.02	-	0.122	0.120	91	279.2
	Betrieb	pkm	1.71	1.68	0.02	0.00	-	0.115	0.113	82	279.2
	Infrastruktur	pkm	0.20	0.10	0.08	0.02	-	0.007	0.006	8	279.2
	Fahrzeug	pkm	0.01	0.00	0.00	0.00	-	0.000	0.000	0	279.2
Passagierflugzeug, Europa <sup>2</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
	Infrastruktur	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, Interkontinental <sup>2</sup>	Total	pkm	1.64	1.58	0.05	0.01	-	0.108	0.106	78	320.0
	Betrieb	pkm	1.56	1.54	0.02	0.00	-	0.106	0.104	75	320.0
	Infrastruktur	pkm	0.07	0.04	0.03	0.01	-	0.002	0.002	3	320.0
	Fahrzeug	pkm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.000	0.000	0	320.0
Personenwagen	Total	pkm	3.33	2.88	0.37	0.08	-	0.19	0.19	198	1.6
	Betrieb	pkm	2.40	2.36	0.04	0.01	-	0.16	0.16	142	1.6
	Infrastruktur	pkm	0.47	0.17	0.25	0.05	-	0.01	0.01	21	1.6
	Fahrzeug	pkm	0.46	0.36	0.08	0.02	-	0.02	0.02	34	1.6
Personenwagen, Benzin	Total	pkm	3.39	2.94	0.37	0.08	-	0.197	0.189	207	1.6
	Betrieb	pkm	2.46	2.42	0.04	0.01	-	0.17	0.16	152	1.6
	Infrastruktur	pkm	0.47	0.17	0.25	0.05	-	0.01	0.01	21	1.6
	Fahrzeug	pkm	0.46	0.36	0.08	0.02	-	0.02	0.02	34	1.6
Personenwagen, Diesel	Total	pkm	3.04	2.60	0.36	0.08	-	0.177	0.169	150	1.6
	Betrieb	pkm	2.11	2.08	0.03	0.01	-	0.15	0.14	94	1.6
	Infrastruktur	pkm	0.47	0.17	0.25	0.05	-	0.01	0.01	21	1.6
	Fahrzeug	pkm	0.46	0.36	0.08	0.02	-	0.02	0.02	34	1.6
Regionalzug	Total	pkm	1.17	0.18	0.34	0.65	-	0.015	0.014	42	46.1
	Betrieb	pkm	0.84	0.04	0.19	0.61	-	0.004	0.003	16	46.1
	Infrastruktur	pkm	0.30	0.12	0.15	0.03	-	0.010	0.009	22	46.1
	Fahrzeug	pkm	0.03	0.02	0.01	0.01	-	0.001	0.001	4	46.1
Reisebus	Total	pkm	0.86	0.78	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
	Infrastruktur	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	0.002	4	21.0
Tram	Total	pkm	1.15	0.30	0.70	0.15	-	0.025	0.023	59	52.9
	Betrieb	pkm	0.86	0.12	0.60	0.13	-	0.011	0.010	34	52.9
	Infrastruktur	pkm	0.23	0.14	0.07	0.02	-	0.012	0.012	20	52.9
	Fahrzeug	pkm	0.06	0.03	0.02	0.01	-	0.002	0.002	4	52.9
Trolleybus	Total	pkm	1.40	0.36	0.85	0.19	-	0.023	0.021	59	26.0
	Betrieb	pkm	1.12	0.16	0.78	0.17	-	0.014	0.013	44	26.0
	Infrastruktur	pkm	0.20	0.15	0.04	0.01	-	0.006	0.005	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

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.01 und eigene Berechnungen  
© ESU-services GmbH, 2008

#### 4. Ergebnisse

**Tab 4.3 Primärenergiefaktoren 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).**

Kategorie	Bereich	Bezugsgröße	Primärenergiefaktor total	Primärenergiefaktor fossil	Primärenergiefaktor nuklear	Primärenergiefaktor total erneuerbar	Primärenergiefaktor Abwärme / Abfall	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	Kohlendioxid fossil	Umweltbelastungspunkte	Auslastung Durchschnitt	Treibstoffverbrauch [kg] resp. [kWh]
			[MJ-ek]	[MJ-ek]	[MJ-ek]	[MJ-ek]	[MJ-ek]	[kg CO <sub>2</sub> -ek]	[kg]	[UBP06]	[t oder [pers.]	
Aushub maschinell	Total	m3	8.07	7.83	0.20	0.04	-	0.529	0.514	665	-	0.13 kg Diesel
	Betrieb	m3	7.35	7.23	0.10	0.02	-	0.487	0.475	609	-	0.13 kg Diesel
	Infrastruktur	m3	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0	-	-
Binnenfrachter	Total	fkm	465.72	429.98	29.95	5.79	-	32.87	31.54	38271	710.0	6.67 kg Diesel
	Betrieb	fkm	364.73	359.14	4.75	0.83	-	25.15	24.15	29344	710.0	6.67 kg Diesel
	Infrastruktur	fkm	88.30	59.77	23.99	4.55	-	7.02	6.73	7569	710.0	-
Güterzug	Total	fkm	194.55	62.09	40.48	91.98	-	4.91	4.58	10424	343.3	25.28 kWh Elektr. + 0.23 kg Diesel
	Betrieb	fkm	132.73	17.85	26.78	88.11	-	1.40	1.28	4869	343.3	25.28 kWh Elektr. + 0.23 kg Diesel
	Infrastruktur	fkm	31.99	19.50	10.14	2.34	-	1.68	1.59	3219	343.3	-
Helikopter	Total	h	1'440.09	1'416.28	19.46	4.35	-	96.919	95.505	55241	-	26.40 kg Kerosin
	Betrieb	h	1'432.11	1'410.77	18.20	3.14	-	96.418	95.103	54664	-	26.40 kg Kerosin
	Infrastruktur	h	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0	-	-
Hochseefrachter	Total	fkm	5'515.23	4'969.80	467.22	78.21	-	348.14	338.94	587760	32500.0	81.25 kg Schweröl
	Betrieb	fkm	4'352.97	4'283.80	58.99	10.17	-	292.70	286.63	526002	32500.0	81.25 kg Schweröl
	Infrastruktur	fkm	1'070.19	605.74	398.68	65.77	-	49.78	47.10	51050	32500.0	-
Hochseetanker	Total	fkm	6'457.34	5'779.00	581.07	97.26	-	402.00	391.12	656596	71500.0	92.95 kg Schweröl
	Betrieb	fkm	4'979.80	4'900.67	67.48	11.64	-	331.14	324.28	576735	71500.0	92.95 kg Schweröl
	Infrastruktur	fkm	1'340.35	758.66	499.32	82.37	-	62.34	58.99	63937	71500.0	-
Lieferwagen bis 3,5 t	Total	fkm	8.06	6.92	0.94	0.20	-	0.46	0.44	526	0.3	0.055 kg Diesel + 0.033 kg Benzin
	Betrieb	fkm	5.47	5.38	0.08	0.01	-	0.37	0.36	366	0.3	0.055 kg Diesel + 0.033 kg Benzin
	Infrastruktur	fkm	1.13	0.57	0.46	0.10	-	0.03	0.02	55	0.3	-
LKW 20 bis 28 t	Total	fkm	18.92	17.72	0.98	0.23	-	1.12	1.08	1244	5.8	0.25 kg Diesel
	Betrieb	fkm	13.57	13.36	0.18	0.03	-	0.93	0.90	931	5.8	0.25 kg Diesel
	Infrastruktur	fkm	3.62	2.92	0.58	0.13	-	0.11	0.10	200	5.8	-
LKW 3.5 bis 20 t	Total	fkm	13.45	12.47	0.80	0.18	-	0.80	0.77	913	2.9	0.18 kg Diesel
	Betrieb	fkm	9.95	9.80	0.13	0.02	-	0.68	0.66	714	2.9	0.18 kg Diesel
	Infrastruktur	fkm	2.25	1.65	0.49	0.11	-	0.06	0.06	121	2.9	-
LKW über 28 t	Total	fkm	23.13	21.68	1.17	0.28	-	1.33	1.28	1468	9.8	0.28 kg Diesel
	Betrieb	fkm	15.52	15.28	0.20	0.04	-	1.06	1.03	1022	9.8	0.28 kg Diesel
	Infrastruktur	fkm	5.09	4.27	0.67	0.15	-	0.16	0.15	284	9.8	-
Luftfracht <sup>1</sup>	Total	fkm	409.95	392.15	14.69	3.11	-	26.86	26.38	19550	24.3	7.11 kg Kerosin
	Betrieb	fkm	385.85	380.10	4.90	0.85	-	26.07	25.64	18531	24.3	7.07 kg Kerosin
	Infrastruktur	fkm	23.62	11.70	9.68	2.23	-	0.76	0.72	990	24.3	-
Luftfracht, Europa <sup>1</sup>	Total	fkm	33.38	28.58	3.91	0.88	-	1.95	1.90	1550	1.0	0.45 kg Kerosin
	Betrieb	fkm	24.57	24.21	0.31	0.05	-	1.66	1.63	1180	1.0	0.45 kg Kerosin
	Infrastruktur	fkm	8.76	4.34	3.59	0.83	-	0.28	0.27	367	1.0	-
Luftfracht, Interkontinental <sup>1</sup>	Total	fkm	409.36	394.17	12.56	2.62	-	27.00	26.54	19553	25.0	7.20 kg Kerosin
	Betrieb	fkm	390.58	384.75	4.96	0.86	-	26.39	25.95	18758	25.0	7.20 kg Kerosin
	Infrastruktur	fkm	18.29	9.06	7.50	1.73	-	0.59	0.56	767	25.0	-
			0.49	0.35	0.10	0.04	-	0.03	0.03	28	25.0	-

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

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.01 und eigene Berechnungen  
© ESU-services GmbH, 2008

## 4. Ergebnisse

**Tab 4.4 Primärenergiefaktoren 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).**

Kategorie	Bereich	Bezugsgröße	Primärenergiefaktoren [MJ-seq]					Primärenergiefaktor Abwärme / Abfall [MJ-seq]	CO <sub>2</sub> -Äquivalente [kg CO <sub>2</sub> -eq]	Kohlendioxid, fossil [kg]	Umweltbelastungspunkte [UBP06]	Auslastung Durchschnitt [t oder [pers.]	Treibstoffverbrauch [kg] resp. [kWh]
			Primärenergiefaktor total	Primärenergiefaktor fossil	Primärenergiefaktor nuklear	Primärenergiefaktor total erneuerbar	Primärenergiefaktor total						
Fernreisezug	Total	fkm	212.68	36.58	56.09	120.01	-	3.21	2.93	8286	392.0	33.00 kWh Elektrizität	
	Betrieb	fkm	156.57	6.85	34.74	114.98	-	0.68	0.56	3291	392.0	33.00 kWh Elektrizität	
	Infrastruktur	fkm	53.08	27.60	20.78	4.70	-	2.38	2.25	4768	392.0		
	Fahrzeug	fkm	3.02	2.14	0.56	0.33	-	0.14	0.12	227	392.0		
ICE	Total	fkm	317.72	211.30	91.70	14.72	-	18.56	17.40	15738	309.0	25.05 kWh Elektrizität	
	Betrieb	fkm	285.18	184.60	87.24	13.35	-	16.27	15.26	11596	309.0	25.05 kWh Elektrizität	
	Infrastruktur	fkm	24.52	20.42	3.23	0.88	-	1.86	1.75	3418	309.0		
	Fahrzeug	fkm	8.01	6.29	1.24	0.49	-	0.43	0.38	723	309.0		
Linienbus	Total	fkm	23.38	21.70	1.36	0.32	-	1.45	1.40	1607	14.0	0.35 kg Diesel	
	Betrieb	fkm	19.32	19.02	0.25	0.05	-	1.32	1.28	1379	14.0	0.35 kg Diesel	
	Infrastruktur	fkm	2.49	1.87	0.50	0.11	-	0.07	0.07	134	14.0		
	Fahrzeug	fkm	1.58	0.80	0.61	0.17	-	0.06	0.05	94	14.0		
Passagierflugzeug <sup>2</sup>	Total	fkm	534.03	498.10	29.46	6.48	-	34.08	33.43	25315	279.2	8.78 kg Kerosin	
	Betrieb	fkm	476.18	469.08	6.05	1.05	-	32.17	31.64	22869	279.2	8.65 kg Kerosin	
	Infrastruktur	fkm	56.30	27.90	23.09	5.32	-	1.82	1.71	2357	279.2		
	Fahrzeug	fkm	1.55	1.12	0.32	0.11	-	0.09	0.08	89	279.2		
Passagierflugzeug, Europa <sup>2</sup>	Total	fkm	217.33	186.03	25.52	5.77	-	12.67	12.38	10092	65.0	2.94 kg Kerosin	
	Betrieb	fkm	159.73	157.35	2.03	0.35	-	10.79	10.61	7671	65.0	2.94 kg Kerosin	
	Infrastruktur	fkm	56.96	28.22	23.36	5.38	-	1.84	1.73	2384	65.0		
	Fahrzeug	fkm	0.65	0.46	0.14	0.04	-	0.04	0.03	37	65.0		
Passagierflugzeug, Interkontinental <sup>2</sup>	Total	fkm	524.86	505.17	16.26	3.42	-	34.62	34.01	25077	320.0	9.22 kg Kerosin	
	Betrieb	fkm	499.94	492.49	6.35	1.10	-	33.77	33.22	24010	320.0	9.22 kg Kerosin	
	Infrastruktur	fkm	23.41	11.60	9.60	2.21	-	0.76	0.71	980	320.0		
	Fahrzeug	fkm	1.51	1.09	0.31	0.11	-	0.09	0.08	87	320.0		
Personenwagen	Total	fkm	5.33	4.61	0.59	0.13	-	0.310	0.298	316	1.6	0.057 kg Benzin + 0.011 kg Diesel	
	Betrieb	fkm	3.85	3.78	0.06	0.01	-	0.26	0.25	228	1.6	0.057 kg Benzin + 0.011 kg Diesel	
	Infrastruktur	fkm	0.75	0.27	0.39	0.09	-	0.014	0.013	34	1.6		
	Fahrzeug	fkm	0.74	0.57	0.13	0.03	-	0.036	0.033	54	1.6		
Personenwagen, Benzin	Total	fkm	5.42	4.70	0.59	0.13	-	0.315	0.303	332	1.6	0.068 kg Benzin	
	Betrieb	fkm	3.94	3.87	0.06	0.01	-	0.266	0.257	243	1.6	0.068 kg Benzin	
	Infrastruktur	fkm	0.75	0.27	0.39	0.09	-	0.014	0.013	34	1.6		
	Fahrzeug	fkm	0.74	0.57	0.13	0.03	-	0.036	0.033	54	1.6		
Personenwagen, Diesel	Total	fkm	4.87	4.17	0.57	0.13	-	0.283	0.271	239	1.6	0.061 kg Diesel	
	Betrieb	fkm	3.38	3.33	0.04	0.01	-	0.233	0.225	151	1.6	0.061 kg Diesel	
	Infrastruktur	fkm	0.75	0.27	0.39	0.09	-	0.014	0.013	34	1.6		
	Fahrzeug	fkm	0.74	0.57	0.13	0.03	-	0.036	0.033	54	1.6		
Regionalzug	Total	fkm	53.85	8.07	15.73	30.05	-	0.70	0.63	1923	46.1	8.11 kWh Elektrizität	
	Betrieb	fkm	38.50	1.68	8.54	28.27	-	0.17	0.14	716	46.1	8.11 kWh Elektrizität	
	Infrastruktur	fkm	13.80	5.38	6.90	1.53	-	0.46	0.44	1023	46.1		
	Fahrzeug	fkm	1.56	1.01	0.29	0.25	-	0.07	0.06	184	46.1		
Reisebus	Total	fkm	18.08	16.47	1.30	0.31	-	1.09	1.05	1204	21.0	0.25 kg Diesel	
	Betrieb	fkm	13.95	13.73	0.18	0.03	-	0.96	0.93	971	21.0	0.25 kg Diesel	
	Infrastruktur	fkm	2.55	1.93	0.51	0.11	-	0.08	0.07	138	21.0		
	Fahrzeug	fkm	1.58	0.80	0.61	0.17	-	0.06	0.05	94	21.0		
Tram	Total	fkm	60.87	15.67	37.09	8.12	-	1.32	1.24	3102	52.9	4.75 kg Elektrizität	
	Betrieb	fkm	45.28	6.54	31.82	6.92	-	0.56	0.51	1800	52.9	4.75 kg Elektrizität	
	Infrastruktur	fkm	12.41	7.55	3.96	0.90	-	0.65	0.62	1076	52.9		
	Fahrzeug	fkm	3.18	1.58	1.30	0.30	-	0.11	0.11	227	52.9		
Trolleybus	Total	fkm	36.37	9.26	22.23	4.88	-	0.61	0.54	1542	26.0	3.04 kWh Elektrizität	
	Betrieb	fkm	29.02	4.19	20.39	4.43	-	0.38	0.33	1133	26.0	3.04 kWh Elektrizität	
	Infrastruktur	fkm	5.29	4.02	1.04	0.23	-	0.16	0.14	287	26.0		
	Fahrzeug	fkm	2.06	1.05	0.79	0.22	-	0.08	0.07	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

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.01 und eigene Berechnungen  
© ESU-services GmbH, 2008



---

## 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 2007 ecoinvent Centre (2007) ecoinvent data v2.01, 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*, 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., Dones R., 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).