
Primärenergiefaktoren von Transportsystemen

v.2.2+, Stand 2014

Autoren

René Itten, Franziska Wyss, Rolf Frischknecht

Kunden

Bundesamt für Umwelt BAFU, Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB

Uster, Februar 2015

Impressum

Titel	Primärenergiefaktoren von Transportsystemen
Autoren	René Itten, Franziska Wyss, Rolf Frischknecht treeze Ltd., fair life cycle thinking Kanzleistr. 4, CH-8610 Uster www.treeze.ch Phone +41 44 940 61 91, Fax +41 44 940 61 94 info@treeze.ch
Kunde	Bundesamt für Umwelt BAFU, Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB
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.
Version	500-PEF-Transportsysteme-v1.1.docx, 09.02.2015 10:43:00

Abkürzungsverzeichnis

a	annum (Jahr)
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt
BFS	Bundesamt für Statistik
CED	Kumulierter Energieaufwand (Cumulative Energy Demand)
CH	Schweiz
CO ₂	Kohlendioxid
dB(A)	Dezibel A-Bewertung
DE	Deutschland
fkm	Fahrzeugkilometer
GLO	Global average
GWP	Global warming potential
h	Stunde
hr	siehe h
ICE	Intercity-Express (deutscher Schnellzug)
KBOB	Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage; engl. municipal waste incineration
LCA	life cycle assessment
LCI	life cycle inventory analysis
LCIA	life cycle impact assessment
LiMn ₂ O ₄	Lithium-Mangan-Oxid
MJ	Megajoule
m ³	Kubikmeter
NM VOC	non-methane volatile organic compounds
PE	Polyethylene
PEF	Primärenergiefaktor
pkm	Personenkilometer
RER	Europa
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
tkm	Tonnenkilometer, Einheit für Transportleistung
UBP	Umweltbelastungspunkt

Inhalt

1	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
1.1	Übersicht	1
1.2	Bezugsgrösse	1
1.3	Systemgrenzen und Modellierungsgrundsätze	1
2	RESULTATTABELLEN	4
3	AKTUALISIERUNG DER HINTERGRUNDDATEN	9
4	SACHBILANZEN: TRANSPORTLEISTUNGEN	10
4.1	Personenverkehr	10
4.2	Güterverkehr	10
4.2.1	Übersicht	10
4.2.2	Strassengütertransport mit Euro VI Lastwagen	11
4.3	Lärmemissionen	13
4.4	Korrekturen Flugzeugtransport	14
4.5	Sachbilanzdaten Elektroautos	17
5	PARAMETRISIERTE RECHNER	20
5.1	Personentransport-Rechner	20
5.2	Gütertransport-Rechner	20
	LITERATUR	23
	ANHANG	25

1 Einleitung und Fragestellung

Für die Umsetzung der 2000W-Gesellschaft in der Schweiz, in Kantonen, Regionen, Gemeinden und Städten, für SIA Energieausweis für Gebäude und für die SIA Merkblätter Graue Energie von Gebäuden (SIA 2032), SIA-Effizienzpfad Energie (SIA 2040), Verkehr (SIA 2039) werden Faktoren zum Kumulierten Energieaufwand (Primärenergiefaktoren), zu den Treibhausgasemissionen und zu den Umweltbelastungspunkten 2013 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 4 bis 7 (Tab. 2.1 bis Tab. 2.4). Es handelt sich um eine Aktualisierung der 2008 erstmals publizierten Liste.

1.1 Übersicht

In den nachfolgenden Abschnitten dieses Kapitels wird auf die Bezugsgrössen, die Systemgrenzen und die Modellierungsgrundsätze eingegangen. In Kapitel 2 sind die Tabellen mit den Indikatorergebnissen dargestellt. In Kapitel 3 wird die Datenbasis und die Änderungen an den Hintergrunddaten beschrieben. Im Kapitel 4 sind die modellierten Transportsysteme dokumentiert und in Kapitel 5 werden die Auslastungs-Rechner für Personen- und Gütertransporte erklärt.

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 m³ (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 wurde 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

	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. 2.1 bis Tab. 2.4 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.
- Beim 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. 2.3 und Tab. 2.4 beziehen sich somit auf den Passagier- beziehungsweise Fracht-Anteil des Primärenergieaufwands beziehungsweise der Umweltbelastungen eines Flugzeugkilometers.
- Die Sachbilanzdaten von „Transport, Luftfracht, Europa“ und „Transport, Passagierflugzeug, Europa“ entsprechen den Daten des ecoinvent Datenbestands v2.01, da die jüngeren Datensätze fehlerhaft sind.

2 Resultattabellen

Die Ergebnisse werden einmal pro Tonnen- (Tab. 2.1) beziehungsweise Personenkilometer (Tab. 2.2) und einmal pro Fahrzeugkilometer (Tab. 2.3 und Tab. 2.4) dargestellt. Tab. 2.5 zeigt die Ergebnisse der Euro IV LKW Transportleistungen.

Tab. 2.1 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).

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 ₂ -Äquivalente [kg CO ₂ -eq]	Kohlendioxid, fossil [kg]	Umweltbelastungspunkte [UEP13]	Auslastung Durchschnitt [%] (siehe [Pres.])	
Güter-Transporte	Aushub maschinell	Total	m3	7.94	7.74	0.15	0.05	-	0.532	0.513	741	-
		Betrieb	m3	7.25	7.17	0.06	0.02	-	0.491	0.476	679	-
		Infrastruktur	m3	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0	-
	Fahrzeug	Total	m3	0.70	0.58	0.09	0.03	-	0.041	0.037	62	-
		Betrieb	tkm	0.51	0.50	0.00	0.00	-	0.035	0.034	46	710.0
		Infrastruktur	tkm	0.12	0.08	0.03	0.01	-	0.010	0.009	12	710.0
	Binnenfrachter	Total	tkm	0.64	0.60	0.04	0.01	-	0.046	0.044	60	710.0
		Betrieb	tkm	0.51	0.50	0.00	0.00	-	0.035	0.034	46	710.0
		Infrastruktur	tkm	0.12	0.08	0.03	0.01	-	0.010	0.009	12	710.0
	Fahrzeug	Total	tkm	0.02	0.02	0.00	0.00	-	0.001	0.001	2	710.0
		Betrieb	tkm	0.81	0.17	0.38	0.26	-	0.014	0.013	51	343.3
		Infrastruktur	tkm	0.61	0.04	0.32	0.25	-	0.003	0.003	33	343.3
	Güterzug	Total	tkm	0.12	0.06	0.05	0.01	-	0.005	0.005	11	343.3
		Betrieb	tkm	0.08	0.07	0.01	0.01	-	0.005	0.005	8	343.3
		Infrastruktur	tkm	0.08	0.07	0.01	0.01	-	0.005	0.005	8	343.3
	Helikopter	Total	h	1'420.32	1'403.12	12.47	4.74	-	96.793	95.137	85306	-
		Betrieb	h	1'412.61	1'398.12	11.14	3.36	-	96.335	94.778	84693	-
		Infrastruktur	h	-	-	-	-	-	0.000	0.000	0	-
	Fahrzeug	Total	h	7.71	5.00	1.33	1.38	-	0.458	0.359	613	-
		Betrieb	tkm	0.17	0.15	0.01	0.00	-	0.011	0.010	18	32500.0
		Infrastruktur	tkm	0.13	0.13	0.00	0.00	-	0.009	0.009	16	32500.0
	Hochseefrachter	Total	tkm	0.03	0.02	0.01	0.00	-	0.001	0.001	1	32500.0
		Betrieb	tkm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.000	0.000	0	32500.0
		Infrastruktur	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	35	71500.0	
	Betrieb	tkm	0.07	0.07	0.00	0.00	-	0.005	0.005	34	71500.0	
	Infrastruktur	tkm	0.02	0.01	0.01	0.00	-	0.001	0.001	1	71500.0	
Fahrzeug	Total	tkm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.000	0.000	0	71500.0	
	Betrieb	tkm	25.88	22.41	2.76	0.71	-	1.527	1.431	1763	0.3	
	Infrastruktur	tkm	18.07	17.83	0.19	0.05	-	1.257	1.187	1259	0.3	
Lieferwagen bis 3.5 t	Total	tkm	3.96	1.93	1.68	0.35	-	0.088	0.079	195	0.3	
	Betrieb	tkm	3.85	2.65	0.89	0.31	-	0.182	0.165	309	0.3	
	Infrastruktur	tkm	3.24	3.04	0.16	0.04	-	0.195	0.185	283	5.8	
LKW 20 bis 28 t	Total	tkm	2.32	2.29	0.02	0.01	-	0.162	0.155	222	5.8	
	Betrieb	tkm	0.63	0.50	0.11	0.02	-	0.020	0.017	38	5.8	
	Infrastruktur	tkm	0.29	0.24	0.04	0.01	-	0.014	0.012	22	5.8	
Fahrzeug	Total	tkm	4.61	4.27	0.27	0.07	-	0.280	0.266	433	2.9	
	Betrieb	tkm	3.40	3.36	0.03	0.01	-	0.237	0.228	356	2.9	
	Infrastruktur	tkm	0.79	0.57	0.18	0.04	-	0.023	0.020	46	2.9	
LKW 3.5 bis 20 t	Total	tkm	0.42	0.34	0.06	0.02	-	0.019	0.017	31	2.9	
	Betrieb	tkm	2.35	2.20	0.12	0.03	-	0.137	0.130	195	9.8	
	Infrastruktur	tkm	1.57	1.55	0.01	0.00	-	0.109	0.105	143	9.8	
Fahrzeug	Total	tkm	0.52	0.44	0.07	0.02	-	0.017	0.015	33	9.8	
	Betrieb	tkm	0.25	0.21	0.03	0.01	-	0.011	0.010	19	9.8	
	Infrastruktur	tkm	16.67	16.29	0.30	0.09	-	1.129	1.104	1165	24.3	
Luftfracht ¹	Total	tkm	15.89	15.72	0.13	0.04	-	1.089	1.067	1124	24.3	
	Betrieb	tkm	0.74	0.53	0.16	0.05	-	0.038	0.035	39	24.3	
	Infrastruktur	tkm	0.04	0.03	0.01	0.00	-	0.002	0.002	3	24.3	
Fahrzeug	Total	tkm	33.56	30.65	2.23	0.67	-	2.136	2.072	2192	1.0	
	Betrieb	tkm	24.24	23.99	0.19	0.06	-	1.661	1.627	1707	1.0	
	Infrastruktur	tkm	9.28	6.63	2.03	0.61	-	0.473	0.442	482	1.0	
Luftfracht, Europa ¹	Total	tkm	0.04	0.03	0.01	0.00	-	0.002	0.002	2	1.0	
	Betrieb	tkm	15.70	15.46	0.18	0.06	-	1.071	1.049	1106	25.0	
	Infrastruktur	tkm	15.41	15.25	0.12	0.04	-	1.056	1.035	1091	25.0	
Luftfracht, Interkontinental ¹	Total	tkm	0.26	0.18	0.06	0.02	-	0.013	0.012	13	25.0	
	Betrieb	tkm	0.03	0.02	0.01	0.00	-	0.002	0.002	2	25.0	
	Infrastruktur	tkm	0.03	0.02	0.01	0.00	-	0.002	0.002	2	25.0	

¹ Angaben für die Luftfracht ohne den Passagiertransport im selben Flugzeug

² Angaben für den Passagiertransport ohne die Luftfracht im selben Flugzeug

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.2+, LC-Inventories und eigene Berechnungen
© treeze Ltd. 2013-2014

Tab. 2.2 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); rot: neue Datensätze

Kategorie	Bereich	Bezugsgröße	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	Primärenergiefaktor	CO ₂ -Äquivalente	Kohlendioxid, fossil	Umweltbelastungspunkte [GPP13]	Auslastung Durchschnitt [t] oder [pers.]
			total [MJ-eq]	fossil [MJ-eq]	nuklear [MJ-eq]	total erneuerbar [MJ-eq]	Abwärme / Abfall [MJ-eq]	[g CO ₂ -eq]	[kg]				
Personen-Transporte	Fernreisezug	Total	pkm	0.64	0.08	0.34	0.23	-	0.007	0.006	31	392.0	
		Betrieb	pkm	0.50	0.01	0.28	0.21	-	0.001	0.000	18	392.0	
		Infrastruktur	pkm	0.13	0.06	0.05	0.01	-	0.005	0.005	12	392.0	
		Fahrzeug	pkm	0.01	0.01	0.00	0.00	-	0.001	0.001	1	392.0	
	ICE	Total	pkm	1.04	0.71	0.27	0.07	-	0.062	0.058	63	309.0	
		Betrieb	pkm	0.92	0.61	0.25	0.06	-	0.054	0.050	47	309.0	
		Infrastruktur	pkm	0.09	0.08	0.01	0.00	-	0.007	0.007	14	309.0	
		Fahrzeug	pkm	0.03	0.02	0.00	0.00	-	0.001	0.001	2	309.0	
	Linienbus	Total	pkm	1.66	1.54	0.10	0.02	-	0.104	0.100	145	14.0	
		Betrieb	pkm	1.37	1.35	0.01	0.00	-	0.095	0.091	127	14.0	
		Infrastruktur	pkm	0.18	0.13	0.04	0.01	-	0.005	0.005	11	14.0	
		Fahrzeug	pkm	0.11	0.06	0.04	0.01	-	0.004	0.004	7	14.0	
	Passagierflugzeug ¹	Total	pkm	2.18	2.06	0.09	0.03	-	0.143	0.139	147	279.2	
		Betrieb	pkm	1.83	1.81	0.01	0.00	-	0.125	0.123	129	279.2	
		Infrastruktur	pkm	0.34	0.24	0.07	0.02	-	0.017	0.016	18	279.2	
		Fahrzeug	pkm	0.01	0.01	0.00	0.00	-	0.000	0.000	0	279.2	
	Passagierflugzeug, Europa ²	Total	pkm	3.36	3.07	0.22	0.07	-	0.214	0.207	219	65.0	
		Betrieb	pkm	2.42	2.40	0.02	0.01	-	0.166	0.163	171	65.0	
		Infrastruktur	pkm	0.93	0.66	0.20	0.06	-	0.047	0.044	48	65.0	
		Fahrzeug	pkm	0.01	0.01	0.00	0.00	-	0.001	0.000	1	65.0	
	Passagierflugzeug, Interkontinental ²	Total	pkm	1.60	1.57	0.02	0.01	-	0.109	0.106	112	320.0	
		Betrieb	pkm	1.54	1.53	0.01	0.00	-	0.106	0.103	109	320.0	
		Infrastruktur	pkm	0.05	0.04	0.01	0.00	-	0.003	0.003	3	320.0	
		Fahrzeug	pkm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.000	0.000	0	320.0	
Personenwagen	Total	pkm	3.32	2.86	0.37	0.09	-	0.197	0.185	214	1.6		
	Betrieb	pkm	2.38	2.34	0.03	0.01	-	0.166	0.157	156	1.6		
	Infrastruktur	pkm	0.50	0.17	0.27	0.06	-	0.009	0.008	22	1.6		
	Fahrzeug	pkm	0.44	0.34	0.07	0.03	-	0.022	0.020	36	1.6		
Personenwagen, Benzin	Total	pkm	3.38	2.91	0.37	0.09	-	0.200	0.188	218	1.6		
	Betrieb	pkm	2.44	2.40	0.03	0.01	-	0.169	0.160	160	1.6		
	Infrastruktur	pkm	0.50	0.17	0.27	0.06	-	0.009	0.008	22	1.6		
	Fahrzeug	pkm	0.44	0.34	0.07	0.03	-	0.022	0.020	36	1.6		
Personenwagen, Diesel	Total	pkm	3.04	2.59	0.36	0.09	-	0.177	0.168	194	1.6		
	Betrieb	pkm	2.09	2.07	0.02	0.01	-	0.146	0.140	136	1.6		
	Infrastruktur	pkm	0.50	0.17	0.27	0.06	-	0.009	0.008	22	1.6		
	Fahrzeug	pkm	0.44	0.34	0.07	0.03	-	0.022	0.020	36	1.6		
Personenwagen, Erdgas	Total	pkm	3.30	2.75	0.44	0.11	-	0.162	0.150	173	1.6		
	Betrieb	pkm	2.30	2.22	0.07	0.02	-	0.130	0.121	113	1.6		
	Infrastruktur	pkm	0.55	0.19	0.30	0.06	-	0.010	0.009	24	1.6		
	Fahrzeug	pkm	0.45	0.35	0.07	0.03	-	0.022	0.020	36	1.6		
Personenwagen, Biogas	Total	pkm	1.75	0.91	0.68	0.16	-	0.102	0.053	157	1.6		
	Betrieb	pkm	0.75	0.37	0.31	0.07	-	0.069	0.024	96	1.6		
	Infrastruktur	pkm	0.55	0.19	0.30	0.06	-	0.010	0.009	24	1.6		
	Fahrzeug	pkm	0.45	0.35	0.07	0.03	-	0.022	0.020	36	1.6		
Personenwagen, elektrisch	Total	pkm	2.73	0.97	1.43	0.32	-	0.066	0.059	170	1.6		
	Betrieb	pkm	1.39	0.21	0.98	0.20	-	0.017	0.016	38	1.6		
	Infrastruktur	pkm	0.61	0.21	0.33	0.07	-	0.011	0.010	27	1.6		
	Fahrzeug	pkm	0.72	0.55	0.12	0.05	-	0.038	0.033	84	1.6		
Scooter, Benzin	Total	pkm	1.56	1.50	0.04	0.02	-	0.123	0.099	270	1.1		
	Betrieb	pkm	1.32	1.30	0.02	0.00	-	0.110	0.087	252	1.1		
	Infrastruktur	pkm	0.03	0.02	0.00	0.00	-	0.001	0.001	2	1.1		
	Fahrzeug	pkm	0.22	0.18	0.02	0.01	-	0.012	0.011	16	1.1		
Regionalzug	Total	pkm	1.30	0.11	0.69	0.49	-	0.010	0.009	52	46.1		
	Betrieb	pkm	1.09	0.01	0.61	0.47	-	0.002	0.001	33	46.1		
	Infrastruktur	pkm	0.18	0.09	0.07	0.02	-	0.008	0.007	16	46.1		
	Fahrzeug	pkm	0.03	0.02	0.01	0.00	-	0.001	0.001	3	46.1		
Reisebus	Total	pkm	0.86	0.78	0.06	0.02	-	0.052	0.050	75	21.0		
	Betrieb	pkm	0.66	0.65	0.01	0.00	-	0.046	0.044	63	21.0		
	Infrastruktur	pkm	0.12	0.09	0.03	0.01	-	0.004	0.003	7	21.0		
	Fahrzeug	pkm	0.08	0.04	0.03	0.01	-	0.003	0.002	5	21.0		
Tram	Total	pkm	1.24	0.31	0.77	0.16	-	0.026	0.024	58	52.9		
	Betrieb	pkm	0.94	0.14	0.66	0.13	-	0.011	0.010	32	52.9		
	Infrastruktur	pkm	0.24	0.14	0.08	0.02	-	0.012	0.012	22	52.9		
	Fahrzeug	pkm	0.06	0.03	0.03	0.01	-	0.002	0.002	4	52.9		
Trolleybus	Total	pkm	1.51	0.38	0.94	0.19	-	0.024	0.021	59	26.0		
	Betrieb	pkm	1.22	0.18	0.87	0.17	-	0.015	0.013	41	26.0		
	Infrastruktur	pkm	0.21	0.15	0.04	0.01	-	0.006	0.005	12	26.0		
	Fahrzeug	pkm	0.08	0.04	0.03	0.01	-	0.003	0.002	5	26.0		

¹ Angaben für die Luftfracht ohne den Passagiertransport im selben Flugzeug

² Angaben für den Passagiertransport ohne die Luftfracht im selben Flugzeug

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.2+, LC-Inventories und eigene Berechnungen
© treeze Ltd. 2013-2014

Tab. 2.3 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).

Kategorie	Bereich	Bezugsgröße	Primärenergiefaktoren [MJ-eq]					CO ₂ -Äquivalente [kg CO ₂ -eq]	Kohlendioxid, fossil [kg]	Umweltbelastungspunkte [UBP13]	Auslastung Durchschnitt [t oder [pers.]	Treibstoffverbrauch [kg] resp. [kWh]		
			Primärenergiefaktor total	Primärenergiefaktor fossil	Primärenergiefaktor nuklear	Primärenergiefaktor total erneuerbar	Primärenergiefaktor Abwärme / Abfall							
Güter-Transporte	Aushub maschinell	Total	m ³	7.94	7.74	0.15	0.05	-	0.53	0.51	741.19	-	0.13 kg Diesel	
		Betrieb	m ³	7.25	7.17	0.06	0.02	-	0.49	0.48	679.06	-	0.13 kg Diesel	
		Infrastruktur	m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Fahrzeug	m ³	0.70	0.58	0.09	0.03	-	0.04	0.04	62.13	-	-	
	Binnenfrachter	Total	fkm	457.46	424.52	25.45	7.48	-	32.67	31.22	42316.64	710.0	6.67 kg Diesel	
		Betrieb	fkm	359.75	355.92	2.94	0.89	-	25.09	24.07	32572.62	710.0	6.67 kg Diesel	
		Infrastruktur	fkm	85.31	57.74	21.47	6.10	-	6.88	6.51	8334.98	710.0	-	
		Fahrzeug	fkm	12.39	10.86	1.04	0.49	-	0.71	0.64	1409.04	710.0	-	
	Güterzug	Total	fkm	279.33	58.32	130.89	90.12	-	4.73	4.32	17610.03	343.3	5.28 kWh Elektr. + 0.23 kg Diesel	
		Betrieb	fkm	210.08	14.63	110.95	84.50	-	1.18	1.04	11218.04	343.3	5.28 kWh Elektr. + 0.23 kg Diesel	
		Infrastruktur	fkm	40.33	19.71	16.92	3.70	-	1.72	1.59	3759.15	343.3	-	
		Fahrzeug	fkm	28.93	23.98	3.02	1.92	-	1.83	1.68	2632.84	343.3	-	
Helikopter	Total	h	1'420.32	1'403.12	12.47	4.74	-	96.79	95.14	85305.96	-	26.40 kg Kerosin		
	Betrieb	h	1'412.61	1'398.12	11.14	3.36	-	96.33	94.78	84692.93	-	26.40 kg Kerosin		
	Infrastruktur	h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Fahrzeug	h	7.71	5.00	1.33	1.38	-	0.46	0.36	613.03	-	-		
Hochseefrachter	Total	fkm	5390.76	4892.87	389.06	108.83	-	345.00	333.60	577479.63	32500.0	81.25 kg Schweröl		
	Betrieb	fkm	4293.30	4245.12	37.10	11.08	-	293.15	285.65	518986.36	32500.0	81.25 kg Schweröl		
	Infrastruktur	fkm	1007.52	569.04	343.84	94.64	-	46.10	42.85	46520.53	32500.0	-		
	Fahrzeug	fkm	89.93	78.70	8.12	3.10	-	5.75	5.10	11972.75	32500.0	-		
Hochseetanker	Total	fkm	6'307.36	5'686.43	485.19	135.74	-	397.46	384.49	2'496'760.48	71500.0	92.95 kg Schweröl		
	Betrieb	fkm	4911.54	4'856.42	42.44	12.67	-	331.06	323.15	2'420'592.39	71500.0	92.95 kg Schweröl		
	Infrastruktur	fkm	1'261.86	712.69	430.63	118.54	-	57.73	53.66	58'264.21	71500.0	-		
	Fahrzeug	fkm	133.95	117.31	12.11	4.53	-	8.66	7.67	17'903.90	71500.0	-		
Lieferwagen bis 3.5 t	Total	fkm	7.76	6.72	0.83	0.21	-	0.46	0.43	528.93	0.3	0.055 kg Diesel + 0.033 kg Benzin		
	Betrieb	fkm	5.42	5.35	0.06	0.02	-	0.38	0.36	377.73	0.3	0.055 kg Diesel + 0.033 kg Benzin		
	Infrastruktur	fkm	1.19	0.58	0.50	0.10	-	0.03	0.02	58.51	0.3	-		
	Fahrzeug	fkm	1.15	0.80	0.27	0.09	-	0.05	0.05	92.68	0.3	-		
LKW 20 bis 28 t	Total	fkm	18.81	17.61	0.96	0.25	-	1.13	1.07	1642.14	5.8	0.25 kg Diesel		
	Betrieb	fkm	13.44	13.28	0.13	0.04	-	0.94	0.90	1289.54	5.8	0.25 kg Diesel		
	Infrastruktur	fkm	3.67	2.92	0.62	0.14	-	0.11	0.10	222.79	5.8	-		
	Fahrzeug	fkm	1.70	1.41	0.21	0.08	-	0.08	0.07	129.81	5.8	-		
LKW 3.5 bis 20 t	Total	fkm	13.38	12.39	0.79	0.20	-	0.81	0.77	1255.44	2.9	0.18 kg Diesel		
	Betrieb	fkm	9.86	9.74	0.09	0.03	-	0.69	0.66	1032.04	2.9	0.18 kg Diesel		
	Infrastruktur	fkm	2.30	1.66	0.53	0.11	-	0.07	0.06	133.29	2.9	-		
	Fahrzeug	fkm	1.22	1.00	0.17	0.06	-	0.06	0.05	90.11	2.9	-		
LKW über 28 t	Total	fkm	22.99	21.54	1.14	0.31	-	1.34	1.28	1909.17	9.8	0.28 kg Diesel		
	Betrieb	fkm	15.38	15.19	0.15	0.04	-	1.07	1.03	1406.17	9.8	0.28 kg Diesel		
	Infrastruktur	fkm	5.13	4.26	0.71	0.16	-	0.16	0.15	318.67	9.8	-		
	Fahrzeug	fkm	2.48	2.09	0.28	0.11	-	0.11	0.10	184.33	9.8	-		
Luftfracht ¹	Total	fkm	404.83	395.42	7.20	2.21	-	27.41	26.81	28289.30	24.3	7.11 kg Kerosin		
	Betrieb	fkm	385.74	381.78	3.04	0.92	-	26.43	25.90	27287.39	24.3	7.07 kg Kerosin		
	Infrastruktur	fkm	18.05	12.91	3.95	1.19	-	0.92	0.86	937.53	24.3	-		
	Fahrzeug	fkm	1.05	0.73	0.21	0.10	-	0.06	0.05	64.37	24.3	-		
Luftfracht, Europa ¹	Total	fkm	33.56	30.65	2.23	0.67	-	2.14	2.07	2'191.60	1.0	0.45 kg Kerosin		
	Betrieb	fkm	24.24	23.99	0.19	0.06	-	1.66	1.63	1707.33	1.0	0.45 kg Kerosin		
	Infrastruktur	fkm	9.28	6.63	2.03	0.61	-	0.47	0.44	481.86	1.0	-		
	Fahrzeug	fkm	0.04	0.03	0.01	0.00	-	0.00	0.00	2.42	1.0	-		
Luftfracht, Interkontinental ¹	Total	fkm	392.54	386.51	4.61	1.42	-	26.77	26.22	27'650.09	25.0	7.20 kg Kerosin		
	Betrieb	fkm	385.26	381.31	3.04	0.92	-	26.40	25.86	27'263.93	25.0	7.20 kg Kerosin		
	Infrastruktur	fkm	6.43	4.60	1.41	0.42	-	0.33	0.31	334.22	25.0	-		
	Fahrzeug	fkm	0.85	0.60	0.17	0.08	-	0.05	0.04	51.95	25.0	-		

¹ Angaben für die Luftfracht ohne den Passagiertransport im selben Flugzeug

² Angaben für den Passagiertransport ohne die Luftfracht im selben Flugzeug

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.2+, LC-Inventories und eigene Berechnungen
© treeze Ltd. 2013-2014

Tab. 2.4 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); rot: neue Datensätze

Personen-Transporte	Kategorie	Bereich	Baugröße	Primärenergiefaktor total [MJ-eq]	Primärenergiefaktor fossil [MJ-eq]	Primärenergiefaktor nuklear [MJ-eq]	Primärenergiefaktor total erneuerbar [MJ-eq]	Primärenergiefaktor Abwärme / Abfall [MJ-eq]	CO ₂ -Äquivalente [kg CO ₂ -eq]	Kohlendioxid, fossil [kg]	Umweltbelastungspunkte [BAPF3]	Auslastung Durchschnitt [l] oder [pers.]	Treibstoffverbrauch [kg] / resp. [kWh]
Personen-Transporte	Fernreisezug	Total	fkm	250.94	30.15	131.79	89.00	-	2.66	2.36	12'122.78	392.0	33.00 kWh Elektrizität
		Betrieb	fkm	195.71	2.03	109.91	83.77	-	0.29	0.19	7'135.38	392.0	33.00 kWh Elektrizität
		Infrastruktur	fkm	49.40	24.15	20.72	4.53	-	2.11	1.95	4'604.81	392.0	
	ICE	Fahrzeug	fkm	5.83	3.97	1.16	0.70	-	0.26	0.22	382.60	392.0	
		Total	fkm	321.57	218.60	82.87	20.11	-	19.25	17.86	19'587.54	309.0	25.05 kWh Elektrizität
		Betrieb	fkm	284.49	187.56	78.57	18.36	-	16.65	15.48	14'622.66	309.0	25.05 kWh Elektrizität
	Linienbus	Infrastruktur	fkm	29.31	24.96	3.18	1.17	-	2.18	2.02	4'342.90	309.0	
		Fahrzeug	fkm	7.77	6.07	1.12	0.58	-	0.43	0.37	621.98	309.0	
		Total	fkm	23.25	21.56	1.35	0.34	-	1.46	1.40	2'028.79	14.0	0.35 kg Diesel
	Passagierflugzeug ²	Betrieb	fkm	19.14	18.91	0.18	0.05	-	1.33	1.28	1'784.05	14.0	0.35 kg Diesel
		Infrastruktur	fkm	2.53	1.87	0.54	0.12	-	0.07	0.07	148.63	14.0	
		Fahrzeug	fkm	1.58	0.78	0.63	0.18	-	0.06	0.05	96.11	14.0	
Passagierflugzeug ²	Total	fkm	608.19	575.20	25.28	7.71	-	39.98	38.95	41'156.21	279.2	8.78 kg Kerosin	
	Betrieb	fkm	510.87	505.63	4.03	1.21	-	35.00	34.30	36'079.58	279.2	8.65 kg Kerosin	
	Infrastruktur	fkm	95.05	67.98	20.79	6.28	-	4.84	4.53	4'937.46	279.2		
Passagierflugzeug, Europa ³	Fahrzeug	fkm	2.27	1.59	0.46	0.22	-	0.13	0.12	139.17	279.2		
	Total	fkm	218.47	199.50	14.56	4.41	-	13.90	13.49	14'267.35	65.0	2.94 kg Kerosin	
	Betrieb	fkm	157.55	155.94	1.24	0.37	-	10.80	10.58	11'097.62	65.0	2.94 kg Kerosin	
Passagierflugzeug, Interkontinental ²	Infrastruktur	fkm	60.29	43.12	13.19	3.98	-	3.07	2.88	3'132.07	65.0		
	Fahrzeug	fkm	0.62	0.44	0.13	0.05	-	0.04	0.03	37.65	65.0		
	Total	fkm	511.50	501.20	7.88	2.42	-	34.73	33.99	35'861.85	320.0	9.22 kg Kerosin	
Personenwagen	Betrieb	fkm	493.13	488.07	3.89	1.17	-	33.79	33.11	34'897.83	320.0	9.22 kg Kerosin	
	Infrastruktur	fkm	17.29	12.37	3.78	1.14	-	0.88	0.82	898.17	320.0		
	Fahrzeug	fkm	1.07	0.76	0.21	0.10	-	0.06	0.06	65.86	320.0		
Personenwagen	Total	fkm	5.32	4.58	0.59	0.15	-	0.31	0.30	342.82	1.6	0.057 kg Benzin + 0.011 kg Diesel	
	Betrieb	fkm	3.81	3.75	0.04	0.01	-	0.26	0.25	250.32	1.6	0.057 kg Benzin + 0.011 kg Diesel	
	Infrastruktur	fkm	0.80	0.28	0.43	0.09	-	0.01	0.01	35.09	1.6		
Personenwagen, Benzin	Fahrzeug	fkm	0.71	0.55	0.12	0.04	-	0.04	0.03	57.41	1.6		
	Total	fkm	5.41	4.66	0.60	0.15	-	0.32	0.30	349.26	1.6	0.068 kg Benzin	
	Betrieb	fkm	3.90	3.84	0.05	0.01	-	0.27	0.26	256.76	1.6	0.068 kg Benzin	
Personenwagen, Diesel	Infrastruktur	fkm	0.80	0.28	0.43	0.09	-	0.01	0.01	35.09	1.6		
	Fahrzeug	fkm	0.71	0.55	0.12	0.04	-	0.04	0.03	57.41	1.6		
	Total	fkm	4.86	4.14	0.58	0.14	-	0.28	0.27	310.50	1.6	0.061 kg Diesel	
Personenwagen, Diesel	Betrieb	fkm	3.35	3.31	0.03	0.01	-	0.23	0.22	218.00	1.6	0.061 kg Diesel	
	Infrastruktur	fkm	0.80	0.28	0.43	0.09	-	0.01	0.01	35.09	1.6		
	Fahrzeug	fkm	0.71	0.55	0.12	0.04	-	0.04	0.03	57.41	1.6		
Personenwagen, Erdgas	Total	fkm	5.28	4.40	0.71	0.17	-	0.26	0.24	277.18	1.6	0.064 kg Erdgas	
	Betrieb	fkm	3.69	3.54	0.12	0.03	-	0.21	0.19	180.71	1.6	0.064 kg Erdgas	
	Infrastruktur	fkm	0.88	0.30	0.48	0.10	-	0.02	0.01	38.75	1.6		
Personenwagen, Biogas	Fahrzeug	fkm	0.71	0.55	0.12	0.04	-	0.04	0.03	57.73	1.6		
	Total	fkm	2.80	1.45	1.09	0.26	-	0.16	0.08	250.60	1.6	0.067 kg Biogas	
	Betrieb	fkm	1.20	0.59	0.49	0.11	-	0.11	0.04	154.13	1.6	0.067 kg Biogas	
Personenwagen, Biogas	Infrastruktur	fkm	0.88	0.30	0.48	0.10	-	0.02	0.01	38.75	1.6		
	Fahrzeug	fkm	0.71	0.55	0.12	0.04	-	0.04	0.03	57.73	1.6		
	Total	fkm	4.36	1.56	2.30	0.51	-	0.11	0.09	271.84	1.6	0.2 kWh Elektrizität	
Personenwagen, elektrisch	Betrieb	fkm	2.22	0.34	1.57	0.32	-	0.03	0.02	93.41	1.6	0.2 kWh Elektrizität	
	Infrastruktur	fkm	0.98	0.34	0.53	0.11	-	0.02	0.02	43.26	1.6		
	Fahrzeug	fkm	1.15	0.88	0.19	0.08	-	0.06	0.05	135.17	1.6		
Scooter, Benzin	Total	fkm	1.72	1.65	0.05	0.02	-	0.13	0.11	296.48	1.1	0.025 kg Benzin	
	Betrieb	fkm	1.45	1.43	0.02	0.00	-	0.12	0.10	277.50	1.1	0.025 kg Benzin	
	Infrastruktur	fkm	0.03	0.03	0.00	0.00	-	0.00	0.00	1.82	1.1		
Regionalzug	Fahrzeug	fkm	0.24	0.20	0.03	0.02	-	0.01	0.01	17.16	1.1		
	Total	fkm	59.82	5.30	31.97	22.55	-	0.47	0.42	2'397.15	46.1	8.11 kWh Elektrizität	
	Betrieb	fkm	50.43	0.52	28.32	21.59	-	0.07	0.05	1'502.27	46.1	8.11 kWh Elektrizität	
Reisebus	Infrastruktur	fkm	8.13	3.97	3.41	0.75	-	0.35	0.32	757.48	46.1		
	Fahrzeug	fkm	1.26	0.80	0.24	0.22	-	0.05	0.05	137.40	46.1		
	Total	fkm	18.00	16.36	1.31	0.33	-	1.09	1.04	1'580.23	21.0	0.25 kg Diesel	
Tram	Betrieb	fkm	13.82	13.65	0.13	0.04	-	0.96	0.93	1'330.64	21.0	0.25 kg Diesel	
	Infrastruktur	fkm	2.60	1.94	0.55	0.12	-	0.08	0.07	153.11	21.0		
	Fahrzeug	fkm	1.58	0.78	0.63	0.18	-	0.06	0.05	96.48	21.0		
Trolleybus	Total	fkm	65.70	16.54	40.78	8.37	-	1.37	1.27	3'067.50	52.9	4.75 kg Elektrizität	
	Betrieb	fkm	49.64	7.43	35.13	7.08	-	0.60	0.55	1'690.54	52.9	4.75 kg Elektrizität	
	Infrastruktur	fkm	12.77	7.54	4.25	0.97	-	0.66	0.62	1'143.19	52.9		
Trolleybus	Fahrzeug	fkm	3.29	1.57	1.40	0.32	-	0.11	0.10	233.77	52.9		
	Total	fkm	39.26	9.79	24.45	5.01	-	0.63	0.56	1'521.95	26.0	3.04 kWh Elektrizität	
	Betrieb	fkm	31.81	4.76	22.51	4.54	-	0.40	0.35	1'078.87	26.0	3.04 kWh Elektrizität	
Trolleybus	Infrastruktur	fkm	5.38	4.02	1.12	0.24	-	0.16	0.14	317.39	26.0		
	Fahrzeug	fkm	2.06	1.01	0.82	0.23	-	0.07	0.06	125.69	26.0		

¹ Angaben für die Luftfracht ohne den Passagiertransport im selben Flugzeug

² Angaben für den Passagiertransport ohne die Luftfracht im selben Flugzeug

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.2+, LC-Inventories und eigene Berechnungen
© treeze Ltd. 2013-2014

Tab. 2.5 Primärenergiefaktoren und Umweltauswirkungen von Güter-Transportleistungen mit Euro VI Lastwagen 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 ₂ -Äquivalente	Kohlendioxid, fossil	Gesamtumweltbelastung [UBP'06]
				r _{total} [MJ-eq]	r _{fossil} [MJ-eq]	r _{nuklear} [MJ-eq]	r _{total erneuerbar} [MJ-eq]	r _{Abwärme/Abfall} [MJ-eq]	[[kg CO ₂ -eq]	[kg]		
LKW 3.5 bis 7.5 t Euro VI	Total	tkm	7.97	7.08	0.72	0.18	-	0.463	0.436	701		
		Betrieb	tkm	5.21	5.15	0.04	0.01	-	0.367	0.350	528	
		Infrastruktur	tkm	1.51	0.91	0.50	0.10	-	0.038	0.034	81	
	LKW 7.5 bis 16 t Euro VI	Fahrzeug	tkm	1.25	1.02	0.17	0.06	-	0.057	0.052	92	
			Total	tkm	3.67	3.38	0.24	0.06	0.219	0.209	280	
			Betrieb	tkm	2.64	2.61	0.02	0.01	-	0.184	0.177	215
	LKW 16 bis 32 t Euro VI	Infrastruktur	tkm	0.66	0.46	0.16	0.03	-	0.019	0.017	38	
			Fahrzeug	tkm	0.37	0.30	0.05	0.02	-	0.017	0.015	28
			Total	tkm	2.75	2.56	0.15	0.04	-	0.164	0.157	204
	LKW > 32 t Euro VI	Betrieb	tkm	1.96	1.94	0.02	0.00	-	0.136	0.132	151	
			Infrastruktur	tkm	0.50	0.38	0.10	0.02	-	0.015	0.013	30
			Fahrzeug	tkm	0.30	0.25	0.04	0.01	-	0.014	0.012	23
LKW > 32 t Euro VI	Total	tkm	1.82	1.70	0.09	0.03	-	0.105	0.100	129		
		Betrieb	tkm	1.19	1.18	0.01	0.00	-	0.082	0.080	87	
		Infrastruktur	tkm	0.42	0.34	0.06	0.01	-	0.013	0.012	26	
LKW > 32 t Euro VI	Fahrzeug	tkm	0.21	0.18	0.02	0.01	-	0.009	0.008	16		

3 Aktualisierung der Hintergrunddaten

Datenbasis für die Auswertungen bildet der ecoinvent Datenbestand v2.2+. Dieser setzt sich aus dem ecoinvent Datenbestand v2.2 (ecoinvent Centre 2010) und Anpassungen nach LC-inventories (2014) zusammen.

Die Anpassungen nach LC-inventories (2014) beinhalten Aktualisierungen der Daten der Energiebereitstellung. Tab. 3.1 zeigt eine Übersicht der aktualisierten Sachbilanzdaten mit einer kurzen Beschreibung des Umfangs der Aktualisierung. Für weitergehende Informationen verweisen wir auf die entsprechenden Berichte.

Die Sachbilanzdaten der Aktualisierungen der Erdgasversorgungskette (Schori et al. 2012), der Fotovoltaik (Jungbluth et al. 2012), der Wasserkraft (Flury & Frischknecht 2012) und der Stromproduktion, -übertragung und -verteilung (Itten et al. 2014) sind über die Website www.lc-inventories.ch frei verfügbar.

Tab. 3.1 Übersicht über die im Vergleich zum ecoinvent Datenbestand v2.2 aktualisierten Sachbilanzdaten

Aktualisierte Hintergrunddaten	Umfang der Aktualisierung	Quelle
Erdgas	Versorgungsmix Flüssiggas Versorgungskette ab Produktion Russland Regionales Verteilnetz GuD-Kombikraftwerk WKK Anlagen	Bauer et al. 2012; Schori et al. 2012
Fotovoltaik	Polysiliziumherstellung Sägespalt und Waferdicke Cadmium-Tellurid Technologie Moduleffizienz Entsorgung	Jungbluth et al. 2012
Kernkraft	Uranförderung und -aufbereitung Brennstoffkette Betrieb der Kernkraftwerke Geologische Tiefenlagerung	Bauer et al. 2012
Wasserkraft	Laufwasserkraft Speicherwasserkraft Kleinwasserkraft Pumpspeicherung	Flury & Frischknecht 2012
Stromproduktion, -übertragung und -verteilung	Stromproduktion (Europa und übrige Welt) Europäischer Strommix (Verbund ENTSO) Stromverluste und -verteilung Stromnetzinfrastuktur	Itten et al. 2014
Korrekturen von Fehlern	Diverse	LC-inventories 2014
KVA	insbesondere Dioxinmissionen	Doka 2014

Die Auswertung erfolgt mit der Software SimaPro 7.3.3 (PRé Consultants 2012).

4 Sachbilanzen: Transportleistungen

4.1 Personenverkehr

Tab. 4.1 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, 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
Personenwagen, Erdgas,	Transport, passenger car, natural gas	CH
Personenwagen, Biogas	Transport, passenger car, methane, 96 vol-%, from biogas	CH
Personenwagen, elektrisch	für dieses Projekt erstellter Datensatz basierend auf: „transport, passenger car, electric, LiMn ₂ O ₄ “ siehe Abschnitt 4.5	CH
Scooter, Benzin	Transport, scooter	CH
Regionalzug	Transport, regional train, SBB mix	CH
Reisebus	Transport, coach	CH
Tram	Transport, tram	CH
Trolleybus	Transport, trolleybus	CH

4.2 Güterverkehr

4.2.1 Übersicht

Die folgende Tab. 4.2 zeigt eine Übersicht über die Güterverkehrsdatensätze, welche in ecoinvent Datenbestand v2.2+ vorhanden sind. Im Unterkapitel 4.2.2 wird der Gütertransport mit dem LKW Euro VI beschrieben.

Tab. 4.2 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 3.5 bis 20 t	Transport, lorry 3.5-20t, fleet average	CH
LKW 20 bis 28 t	Transport, lorry 20-28t, fleet average	CH
LKW über 28 t	Transport, lorry >28t, fleet average	CH
Luftfracht	Transport, aircraft, freight	RER
Luftfracht, Europa	Transport, aircraft, freight, europe	RER
Luftfracht, Interkontinental	Transport, aircraft, freight, intercontinental	RER

4.2.2 Strassengütertransport mit Euro VI Lastwagen

Die Datensätze der LKW Transporte (LKW 3.5-7.5 t, LKW 7.5-16 t, LKW 16-32 t und LKW >32 t) basieren auf den Datensätzen Euro V gemäss dem ecoinvent Datenbestand v2.2. Die Emissionen wurden gemäss den neuen Euro VI Grenzwerten angepasst.

Tab. 4.3 Übersicht der aktualisierten Euro6 Strassengüterverkehrsdatensätze; RER: Europa

Transportleistung	Name des Datensatzes	Lokalität
Betrieb, LKW 3.5 – 7.5 t	Operation, lorry 3.5 – 7.5 t, Euro6	RER
Betrieb, LKW 7.5 – 16 t	Operation, lorry 7.5 – 16 t, Euro6	RER
Betrieb, LKW 16 – 32 t	Operation, lorry 16 – 32 t, Euro6	RER
Betrieb, LKW > 32 t	Operation, lorry > 32 t, Euro6	RER

Die Emissionswerte der Euro VI LKWs basieren auf TREMOVE¹ und den neuen Emissionsgrenzwerten für dieselbetriebene Euro VI Lastfahrzeuge (siehe Tab. 4.4). Neu

¹ www.tremove.org, Zugriff am 17.12.2013

wurden die Grenzwerte für Kohlenwasserstoffe (HC), Stickoxide (NO_x) und Feinstaub (PM) angepasst. Der Grenzwert für Kohlenmonoxid wurde nicht verändert. Neu tritt zudem ein neuer Grenzwert für Ammoniak (NH₃) in Kraft. Dieser beträgt 10 ppm.

Tab. 4.4 Emissionsgrenzwerte der Euro VI Norm

Norm	Emissionsgrenzwerte für LKW > 3,5 t und Busse > 3,5 t										
	Euro I	Euro II	Euro II	Euro III	Euro III	Euro IV	Euro IV	Euro V	Euro V	Euro VI	Euro VI
Typprüfung	01.01.1992	01.10.1996	01.10.1998	01.10.2000	01.10.2000	01.10.2005	01.10.2005	01.10.2008	01.10.2008	01.01.2013	01.01.2013
Testzyklus	ESC R-49	ESC R-49	ESC R-49	ESC/ELR	ETC	ESC/ELR	ETC	ESC/ELR	ETC	WHSC/ELR	WHTC
CO [mg/kWh]	4500	4000	4000	2100	5450	1500	4000	1500	4000	1500	4000
HC [mg/kWh]	1100	1100	1100	660	1600	460	1100	460	1100	130	500
NO _x [mg/kWh]	8000	7000	7000	5000	5000	3500	3500	2000	2000	400	400
PM [mg/kWh]	612/3605	250	150	100	160	20	30	20	30	10	10
PN [1/kWh]										8x10 ¹¹	6x10 ¹¹
Trübung [m ⁻¹]				0,8		0,5		0,5			

Praxistests der neuen Euro VI LKWs² haben gezeigt, dass der Dieserverbrauch für die neuen Euro VI Lastwagen nicht ansteigt, sondern gleich hoch ist, wie derjenige der Euro V Lastwagen.

Die Emissionen pro kg Dieseltreibstoff der Euro V Lastwagen, gemäss Tremove-Datenbank, wurden ins Verhältnis zu den Emissionsgrenzwerten (ebenfalls pro kg Dieseltreibstoff) für Euro V LKWs gesetzt. Dieses Verhältnis wurde anschliessend auf den Euro VI Grenzwerten angewendet, um die Emissionen im Realbetrieb von Euro VI LKWs zu berechnen.

Da die Grenzwerte für Kohlenmonoxid sich nicht geändert haben, wurden die CO-Emissionen unverändert belassen. Es wurde angenommen, dass der Anteil der NMVOC-Emissionen an den gesamten Kohlenwasserstoffemissionen vom Euro V LKW zum Euro VI LKW konstant bleibt (8 % beim LKW > 32 t, 42 % beim LKW 16-32 t, 55% beim LKW 7-5-16 t und 65 % beim LKW 3.5-7.5 t). Der Emissionsanteil der übrigen Einzelsubstanzen an den gesamten Kohlenwasserstoffemissionen wurde ebenfalls beibehalten.

Die Feinstaubemissionen umfassen ausschliesslich PM_{2.5}. Die Partikelfractionen PM_{2.5-10} und PM₁₀ entstammen dem Abrieb der Pneus und werden daher nicht durch die Dieserverbrennung beziehungsweise das Emissionsverhalten des Motors beeinflusst.

Die Ammoniakemissionen der Euro V LKWs liegen unterhalb des neuen Euro VI Grenzwerts für Ammoniak. Daher wurden die NH₃-Emissionen der Euro V LKWs unverändert belassen.

² www.trucker.de, Zugriff am 17.12.2013,
www.verkehrsrundschau.de/green-truck-1078735.html, Zugriff am 17.12.13,
www.truck.man.eu/global/de/faszination-und-technik/technologie-und-kompetenz/euro-6/faq/FAQ.html, Zugriff am 17.12.2013
www.dachser-interaction.ch/news/EURO6.html, Zugriff am 17.12.2013

4.3 Lärmemissionen

Im Zuge der Aktualisierung wurden die Lärmemissionen der Fahr- und Flugzeuge zu den Betriebsdatensätzen hinzugefügt. Hierzu wurden bei allen Betriebsdatensätzen von Verkehrs- und Transportmitteln nach der Anleitung in Frischknecht & Büsser (2013a) Elementarflüsse für die Lärmemissionen hinzugefügt. Die Lärmemissionen beziehen sich jeweils auf die dieselbe Transportleistung wie die Betriebsdatensätze (Personen-, Tonnenkilometern beziehungsweise Fahrzeugkilometer). Tab. 4.5 zeigt beispielhaft die Sachbilanzdaten des Betriebsdatensatzes für einen durchschnittlichen Personenwagen inklusive der Lärmemissionen.

Die Lärmemissionen von Elektroautos sind deutlich tiefer als diejenigen von Autos mit Verbrennungsemissionen. Für diese wurden die Lärmemissionen angepasst (siehe Unterkapitel 4.5).

Der Datensatz, der den Betrieb des Hubschraubers beschreibt, bezieht sich auf eine Nutzung von einer Stunde und nicht auf einen Tonnenkilometer. Deshalb wurde dem Betriebsdatensatz für Hubschrauber eine Lärmemission von 700 Tonnenkilometern Flugzeugtransportleistung hinzugefügt. Dies entspricht der Lärmemission für den Betrieb eines Flugzeugs für eine Stunde Flug (mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 700 km/h).

Die durchschnittlichen Lärmemissionen von Motorrädern im Jahr 2001 sind 75 dB(A) bei Geschwindigkeiten zwischen 40 und 60 km/h (L_{max} gemäss RWTÜV Fahrzeug GmbH (2005), Bild 86, p.84). Dies entspricht einer Differenz von +3 dB(A) verglichen mit einem durchschnittlichen Personenwagen mit einer Lärmemission von 72 dB(A). Die Lärmemissionen des Scooter Datensatzes werden daher mit einem Faktor von 2.00 korrigiert (siehe Frischknecht & Büsser Knöpfel 2013b, Tab. 113, p.204).

„Transport, aircraft, passenger“ und „Transport, aircraft, freight“ wurde neu berechnet auf der Basis des korrigierten Datensatzes für Flugtransport innerhalb Europas (ecoinvent v2.01) und dem aktualisierten Datensatz für interkontinentalen Flugtransport (ecoinvent v2.2).

Tab. 4.6 zeigt die Werte für die Infrastruktur der Datensätze „Transport, aircraft, passenger“, „Transport, aircraft, passenger, Europe“, „Transport, aircraft, passenger, intercontinental“, und Tab. 4.7 zeigt diejenigen der Datensätze „Transport, aircraft, freight“, „Transport, aircraft, freight, Europe“ und „Transport, aircraft, freight, intercontinental“, welche in dieser Studie verwendet werden. Der Durchschnittsdatensatz „Transport, aircraft, passenger“ setzt sich zusammen aus 32.7 % des Datensatzes „Transport, aircraft, passenger, Europe“ und 67.3 % des Datensatzes „Transport, aircraft, passenger, intercontinental“. Der Durchschnittsdatensatz „Transport, aircraft, freight“ setzt sich zusammen aus 5.4 % des Datensatzes „Transport, aircraft, freight, Europe“ und 94.6 % des Datensatzes „Transport, aircraft, freight, intercontinental“.

Tab. 4.6 Infrastrukturbezug in der Datensätze „Transport, aircraft, passenger“, „Transport, aircraft, passenger, Europe“ und „Transport, aircraft, passenger, intercontinental“

	Transport, aircraft, passenger	Transport, aircraft, passenger Europe	Transport, aircraft, passenger intercontin ental
Airport	1.09E-12	2.97E-12	1.73E-13
Operation, maintenance, airport RER	1.09E-10	2.97E-10	1.73E-11
Disposal, airport RER	1.09E-12	2.97E-12	1.73E-13

Tab. 4.7 Infrastrukturbezug in der Datensätze „Transport, aircraft, freight“, „Transport, aircraft, freight, Europe“ und „Transport, aircraft, freight, intercontinental“

	Transport, aircraft freight	Transport, aircraft, freight Europe	Transport, aircraft, freight intercontin ental
Airport	2.38E-12	2.97E-11	8.24E-13
Operation, maintenance, airport RER	2.38E-10	2.97E-09	8.24E-11
Disposal, airport RER	2.38E-12	2.97E-11	8.24E-13

Zusätzlich gab es in ecoinvent v2.2 Fehler bei der Berechnung der CO₂-Emissionen in den Durchschnittsdatensätzen „Operation, aircraft, freight“ und „Operation, aircraft, passenger“. Die CO₂-Emissionen der Durchschnittsdatensätze wurden entsprechend der

obengenannten Anteile von „Transport, aircraft, passenger, Europe“ und „Transport, aircraft, passenger, intercontinental“ sowie „Transport, aircraft, freight, Europe“ und „Transport, aircraft, freight, intercontinental“ an den Durchschnittsdatensätzen „Transport, aircraft, passenger“ und „Transport, aircraft, freight“ neu berechnet.

Tab. 4.8 Sachbilanzdaten der Datensätze für den Betrieb von Flugzeugen für den Transport von Passagieren und Fracht

Explanations	Name	Location	Infrastructure-Process	Unit	operation, aircraft, freight, Europe	operation, aircraft, freight, intercontinental	operation, aircraft, freight	operation, aircraft, passenger, Europe	operation, aircraft, passenger, intercontinental	operation, aircraft, passenger	uncertainty type	Standard deviation 95%	GeneralComment
					RER	RER	RER	RER	RER	RER			
	Location				0			0	0	0			
	InfrastructureProcess				0			0	0	0			
	Unit				0			0	0	0			
Outputs	operation, aircraft, freight, Europe	RER	0	tkm	1.00E+0								
	operation, aircraft, freight, intercontinental	RER	0	tkm		1.00E+0							
	operation, aircraft, freight	RER	0	tkm			1.00E+0						
	operation, aircraft, passenger, Europe	RER	0	personkm				1.00E+0					
	operation, aircraft, passenger, intercontinental	RER	0	personkm					1.00E+0				
	operation, aircraft, passenger	RER	0	personkm						1.00E+0			
Technosphere	kerosene, at regional storage	RER	0	kg	4.53E-1	2.88E-1	2.97E-1	4.53E-2	2.88E-2	3.42E-2	1	1.17	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	Benzene	kg			3.71E-6	2.58E-7	4.44E-7	3.71E-7	2.58E-8	1.39E-7	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
	Benzene	kg			1.60E-6	1.65E-6	1.64E-6	1.60E-7	1.65E-7	1.63E-7	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
air, unspecified	Benzene	kg			3.73E-6	3.84E-6	3.84E-6	3.73E-7	3.84E-7	3.81E-7	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
air, low population density	Butadiene	kg			3.51E-6	2.44E-7	4.21E-7	3.51E-7	2.44E-8	1.31E-7	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
	Butadiene	kg			1.52E-6	1.56E-6	1.56E-6	1.52E-7	1.56E-7	1.55E-7	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
air, unspecified	Butadiene	kg			3.54E-6	3.64E-6	3.63E-6	3.54E-7	3.64E-7	3.61E-7	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
air, low population density	Cadmium	kg			1.86E-9	1.29E-10	2.23E-10	1.86E-10	1.29E-11	6.95E-11	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
	Cadmium	kg			8.02E-10	8.25E-10	8.24E-10	8.02E-11	8.25E-11	8.18E-11	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, unspecified	Cadmium	kg			1.87E-9	1.93E-9	1.92E-9	1.87E-10	1.93E-10	1.91E-10	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, low population density	Carbon dioxide, fossil	kg			5.85E-1	4.07E-2	7.01E-2	5.85E-2	4.07E-3	2.19E-2	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
air, lower stratosphere + upper troposphere	Carbon dioxide, fossil	kg			2.53E-1	2.60E-1	2.60E-1	2.53E-2	2.60E-2	2.58E-2	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
air, unspecified	Carbon dioxide, fossil	kg			5.89E-1	6.07E-1	6.06E-1	5.89E-2	6.07E-2	6.01E-2	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	Carbon monoxide, fossil	kg			6.87E-4	4.78E-5	8.24E-5	6.87E-5	4.78E-6	2.57E-6	1	5.03	(2,3,2,2,1,nA)
	Carbon monoxide, fossil	kg			2.97E-4	3.05E-4	3.05E-4	2.97E-5	3.05E-5	3.02E-5	1	5.03	(2,3,2,2,1,nA)
air, unspecified	Carbon monoxide, fossil	kg			6.92E-4	7.12E-4	7.11E-4	6.92E-5	7.12E-5	7.06E-5	1	5.03	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	Chromium	kg			9.29E-9	6.47E-10	1.11E-9	9.29E-10	6.47E-11	3.47E-10	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
	Chromium	kg			4.01E-9	4.13E-9	4.12E-9	4.01E-10	4.13E-10	4.09E-10	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, unspecified	Chromium	kg			9.35E-9	9.63E-9	9.61E-9	9.35E-10	9.63E-10	9.54E-10	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, low population density	Copper	kg			3.16E-7	2.20E-8	3.79E-8	3.16E-8	2.20E-9	1.18E-8	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
	Copper	kg			1.36E-7	1.40E-7	1.40E-7	1.36E-8	1.40E-8	1.39E-8	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, unspecified	Copper	kg			3.18E-7	3.27E-7	3.27E-7	3.18E-8	3.27E-8	3.24E-8	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, low population density	Dinitrogen monoxide	kg			5.57E-6	3.88E-7	6.68E-7	5.57E-7	3.88E-8	2.08E-7	1	1.54	(2,3,2,2,1,nA)
	Dinitrogen monoxide	kg			2.41E-6	2.48E-6	2.47E-6	2.41E-7	2.48E-7	2.45E-7	1	1.54	(2,3,2,2,1,nA)
air, unspecified	Dinitrogen monoxide	kg			5.61E-6	5.78E-6	5.77E-6	5.61E-7	5.78E-7	5.72E-7	1	1.53	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	Ethylene oxide	kg			3.39E-5	2.36E-6	4.07E-6	3.39E-6	2.36E-7	1.27E-6	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
	Ethylene oxide	kg			1.46E-5	1.51E-5	1.51E-5	1.46E-6	1.51E-6	1.49E-6	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
air, unspecified	Ethylene oxide	kg			3.42E-5	3.52E-5	3.51E-5	3.42E-6	3.52E-6	3.49E-6	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
air, low population density	Formaldehyde	kg			2.93E-5	2.04E-6	3.51E-6	2.93E-6	2.04E-7	1.09E-6	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
	Formaldehyde	kg			1.26E-5	1.30E-5	1.30E-5	1.26E-6	1.30E-6	1.29E-6	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
air, unspecified	Formaldehyde	kg			2.95E-5	3.03E-5	3.03E-5	2.95E-6	3.03E-6	3.00E-6	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
air, low population density	Heat, waste	MJ			8.47E+0	5.90E-1	1.02E+0	8.47E-1	5.90E-2	3.17E-1	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
	Heat, waste	MJ			3.66E+0	3.76E+0	3.76E+0	3.66E-1	3.76E-1	3.73E-1	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
air, unspecified	Heat, waste	MJ			8.53E+0	8.79E+0	8.77E+0	8.53E-1	8.79E-1	8.70E-1	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	Hydrogen chloride	kg			1.60E-7	1.11E-8	1.91E-8	1.60E-8	1.11E-9	5.97E-9	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
	Hydrogen chloride	kg			6.89E-8	7.10E-8	7.09E-8	6.89E-9	7.10E-9	7.03E-9	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
air, unspecified	Hydrogen chloride	kg			1.61E-7	1.66E-7	1.65E-7	1.61E-8	1.66E-8	1.64E-8	1	2.28	(3,5,5,3,3,nA)
air, low population density	Lead	kg			3.72E-9	2.59E-10	4.45E-10	3.72E-10	2.59E-11	1.39E-10	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
	Lead	kg			1.60E-9	1.65E-9	1.65E-9	1.60E-10	1.65E-10	1.63E-10	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, unspecified	Lead	kg			3.74E-9	3.85E-9	3.85E-9	3.74E-10	3.85E-10	3.82E-10	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, low population density	Mercury	kg			1.30E-11	9.05E-13	1.59E-12	1.30E-12	9.05E-14	4.86E-13	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
	Mercury	kg			5.61E-12	5.78E-12	5.77E-12	5.61E-13	5.78E-13	5.72E-13	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, unspecified	Mercury	kg			1.31E-11	1.35E-11	1.35E-11	1.31E-12	1.35E-12	1.34E-12	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, low population density	Methane, fossil	kg			9.29E-6	6.47E-7	1.11E-6	9.29E-7	6.47E-8	3.47E-7	1	1.53	(2,3,2,2,1,nA)
	Methane, fossil	kg			4.01E-6	4.13E-6	4.12E-6	4.01E-7	4.13E-7	4.09E-7	1	1.53	(2,3,2,2,1,nA)
air, unspecified	Methane, fossil	kg			9.35E-6	9.63E-6	9.61E-6	9.35E-7	9.63E-7	9.54E-7	1	1.53	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	Nickel	kg			1.30E-9	9.05E-10	1.59E-9	1.30E-9	9.05E-11	4.86E-10	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
	Nickel	kg			5.61E-9	5.78E-9	5.77E-9	5.61E-10	5.78E-10	5.72E-10	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, unspecified	Nickel	kg			1.31E-8	1.35E-8	1.35E-8	1.31E-9	1.35E-9	1.34E-9	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, low population density	Nitrogen oxides	kg			2.60E-3	1.81E-4	3.12E-4	2.60E-4	1.81E-5	9.72E-5	1	1.53	(2,3,2,2,1,nA)
	Nitrogen oxides	kg			1.12E-3	1.16E-3	1.15E-3	1.12E-4	1.16E-4	1.14E-4	1	1.53	(2,3,2,2,1,nA)
air, unspecified	Nitrogen oxides	kg			2.62E-3	2.70E-3	2.69E-3	2.62E-4	2.70E-4	2.67E-4	1	1.53	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	kg			1.25E-4	8.68E-6	1.49E-5	1.25E-5	8.68E-7	4.68E-6	1	1.53	(2,3,2,2,1,nA)
	NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	kg			5.38E-5	5.54E-5	5.53E-5	5.38E-6	5.54E-6	5.49E-6	1	1.53	(2,3,2,2,1,nA)
air, unspecified	NM VOC, non-methane volatile organic compounds, unspecified origin	kg			1.26E-4	1.29E-4	1.29E-4	1.26E-5	1.29E-5	1.28E-5	1	1.53	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	Particulates, < 2.5 um	kg			7.06E-6	4.91E-7	8.46E-7	7.06E-7	4.91E-8	2.64E-7	1	2.02	(2,3,2,2,1,nA)
	Particulates, < 2.5 um	kg			3.05E-6	3.14E-6	3.13E-6	3.05E-7	3.14E-7	3.11E-7	1	2.02	(2,3,2,2,1,nA)
air, unspecified	Particulates, < 2.5 um	kg			7.11E-6	7.32E-6	7.31E-6	7.11E-7	7.32E-7	7.29E-7	1	2.02	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	Selenium	kg			1.98E-9	1.29E-10	2.23E-10	1.98E-10	1.29E-11	6.95E-11	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
	Selenium	kg			8.02E-10	8.25E-10	8.24E-10	8.02E-11	8.25E-11	8.18E-11	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, unspecified	Selenium	kg			1.87E-9	1.93E-9	1.92E-9	1.87E-10	1.93E-10	1.91E-10	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, low population density	Sulfur dioxide	kg			1.86E-4	1.29E-5	2.23E-5	1.86E-5	1.29E-6	6.95E-6	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
	Sulfur dioxide	kg			8.02E-5	8.25E-5	8.24E-5	8.02E-6	8.25E-6	8.18E-6	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
air, unspecified	Sulfur dioxide	kg			1.87E-4	1.93E-4	1.92E-4	1.87E-5	1.93E-5	1.91E-5	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	Water	kg			2.30E-1	1.60E-2	2.76E-2	2.30E-2	1.60E-3	8.61E-3	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
	Water	kg			9.94E-2	1.02E-1	1.02E-1	9.94E-3	1.02E-2	1.01E-2	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
air, unspecified	Water	kg			2.32E-1	2.39E-1	2.38E-1	2.32E-2	2.39E-2	2.37E-2	1	1.15	(2,3,2,2,1,nA)
air, low population density	Zinc	kg			1.86E-7	1.29E-8	2.23E-8	1.86E-8	1.29E-9	6.95E-9	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
	Zinc	kg			8.02E-8	8.25E-8	8.24E-8	8.02E-9	8.25E-9	8.18E-9	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)
air, unspecified	Zinc	kg			1.87E-7	1.93E-7	1.92E-7	1.87E-8	1.93E-8	1.91E-8	1	5.34	(4,5,3,1,3,nA)

4.5 Sachbilanzdaten Elektroautos

Die Datensätze für das Elektroauto basieren auf den ecoinvent Datensätzen „operation, passenger car, electric, LiMn2O4/CH“ und „transport, passenger car, electric, LiMn2O4/CH“. Im Unterschied zum originalen ecoinvent Datensatz bezieht der Betrieb des Elektroautos den durchschnittlichen Schweizer Verbrauchermix anstelle des Lieferantenmix des BFE.

Die Lärmemissionen eines durchschnittlichen Elektroautos betragen 69 dB(A) (VCS 2013) und sind somit 3 dB(A) tiefer als die Lärmemissionen eines konventionellen Autos (72 dB(A)). Entsprechend Frischknecht & Büsser (2013b) ist für diesen Unterschied ein Korrekturfaktor von 0.5 auf die Lärmemissionen anzuwenden.

Die Sachbilanzdaten für den Betrieb des Elektroautos und den Personentransport mittels Elektroauto sind in Tab. 4.9 und Tab. 4.10 dargestellt.

Tab. 4.10 Sachbilanzdaten zum Personentransport mit Elektroautos

Explanations	Name	Location	Infrastructure-Process	Unit	transport, passenger car, electric, LiMn2O4 (proj. 500)	uncertaintyType	StandardDeviation 95%	GeneralComment
	Location				CH			
	InfrastructureProcess				0			
	Unit				pkm			
Outputs	transport, passenger car, electric, LiMn2O4 (proj. 500)	CH	0	pkm	1			
Technosphere	operation, passenger car, electric, LiMn2O4 (proj. 500)	CH	0	km	6.25E-1	1	2.02	(2,1,2,1,1,4); calculated according to passenger car in ecoinvent report Nr.14
	passenger car, electric, LiMn2O4, at plant	RER	1	unit	4.17E-6	1	1.30	(4,5,na,na,na,na); calculated according to passenger car in ecoinvent report Nr.14
	maintenance, electric vehicle, LiMn2O4	RER	1	unit	4.17E-6	1	3.09	(4,5,na,na,na,na); calculated according to passenger car in ecoinvent report Nr.14
	road	CH	1	ma	4.87E-4	1	3.06	(2,4,1,1,1,5); calculated according to passenger car in ecoinvent report Nr.14
	operation, maintenance, road	CH	1	ma	8.85E-4	1	3.06	(2,4,1,1,1,5); calculated according to passenger car in ecoinvent report Nr.14
	disposal, electric vehicle, LiMn2O4	RER	1	unit	4.17E-6	1	3.06	(2,4,1,1,1,5); calculated according to passenger car in ecoinvent report Nr.14
	disposal, road	RER	1	ma	4.87E-4	1	3.06	(2,4,1,1,1,5); calculated according to passenger car in ecoinvent report Nr.14

5 Parametrisierte Rechner

5.1 Personentransport-Rechner

Der Personentransportrechner greift auf die in Unterkapitel 4.1 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. 5.1 Treibstoffverbrauch von Personenwagen in Abhängigkeit des Gewichts

Fahrzeugtyp	Durchschnittlicher Treibstoffverbrauch pro 100 km	Änderung Treibstoffbedarf pro (100 km * 100 kg) gemäss Helms & 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 %

5.2 Gütertransport-Rechner

Der Gütertransport-Rechner basiert auf den Datensätzen, die in Unterkapitel 4.2 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

Durchschnittsdatensätze 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 dieecoinvent-Datensätze 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 Datensätze 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 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.

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

$UB_{Lkw, \text{Betrieb}}$: 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. 5.1 zeigt einen Printscreen der beiden Rechner⁴.

⁴ Freier Zugang unter www.treeze.ch/calculators/

Personentransport-Rechner

Berechnung mit:

[Personen]

Auslastung

Durchschnittliche Auslastung 392.0

Kapazität 1400.0

Bitte geben sie eine Auslastung an!

Gütertransport-Rechner

Berechnung mit:

[Tonnen]

Auslastung

Durchschnittliche Auslastung 710.0

Kapazität 1000.0

Bitte geben Sie eine Auslastung an!

Umweltauswirkungen pro Personenkilometer

Primärenergiefaktor total	#DIV/0!	MJ-eq/pkm
Primärenergiefaktor fossil	#DIV/0!	MJ-eq/pkm
Primärenergiefaktor nuklear	#DIV/0!	MJ-eq/pkm
Primärenergiefaktor erneuerbar	#DIV/0!	MJ-eq/pkm
CO2-Äquivalente	#DIV/0!	kg CO2-eq/pkm
Kohlendioxid fossil	#DIV/0!	kg/pkm
Umweltbelastungspunkte 2013	#DIV/0!	UBP/pkm

Umweltauswirkungen pro Tonnenkilometer

Primärenergiefaktor total	#DIV/0!	MJ-eq/tkm
Primärenergiefaktor fossil	#DIV/0!	MJ-eq/tkm
Primärenergiefaktor nuklear	#DIV/0!	MJ-eq/tkm
Primärenergiefaktor erneuerbar	#DIV/0!	MJ-eq/tkm
CO2-Äquivalente	#DIV/0!	CO2-eq/tkm
Kohlendioxid fossil	#DIV/0!	kg/tkm
Umweltbelastungspunkte 2013	#DIV/0!	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. Die Ökobilanzen basieren auf dem ecoinvent Datenbestand v2.2+ (ecoinvent v2.2 inklusive aktualisierten Daten zu Wasserkraft, Kernenergie, Strommix & Stromnetz sowie Erdgas und Korrekturen nach LC-inventories). Weitere Informationen zu den Hintergrunddaten und der Berechnung der Umweltbelastung finden sie im Bericht zur Studie "Primärenergiefaktoren von Energiesystemen" und unter www.lc-inventories.ch.

[Studie "Primärenergiefaktoren von Transportsystemen" herunterladen](#)
www.lc-inventories.ch

Datenquelle: ecoinvent Datenbestand v2.2+ und eigene Berechnungen
 © treeze 2014

[zurück zur treeze Website](#)

Abb. 5.1 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.

Literatur

- Bauer et al. 2012 Bauer C., Frischknecht R., Eckle P., Flury K., Neal T., Papp K., Schori S., Simons A., Stucki M. and Treyer K. (2012) Umweltauswirkungen der Stromerzeugung in der Schweiz. ESU-services Ltd & Paul Scherrer Institute im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE, Uster & Villigen.
- BAZL 2002 BAZL (2002) Schweizerische Zivilluftfahrt. Bundesamt für Zivilluftfahrt und Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- 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.
- Doka 2014 Doka G. (2014) Updates to Life Cycle Inventories of Waste Treatment Services - part II: waste incineration. Doka Life Cycle Assessments, Zürich, 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.
- Flury & Frischknecht 2012 Flury K. and Frischknecht R. (2012) Life Cycle Inventories of Hydroelectric Power Production. ESU-services Ltd., Uster, retrieved from: www.lc-inventories.ch.
- Frischknecht & Büsler Knöpfel 2013a Frischknecht R. and Büsler Knöpfel S. (2013a) Swiss Eco-Factors 2013 according to the Ecological Scarcity Method. Methodological fundamentals and their application in Switzerland. Environmental studies no. 1330. Federal Office for the Environment, Bern, retrieved from: <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01750/index.html?lang=en>.
- Frischknecht & Büsler Knöpfel 2013b Frischknecht R. and Büsler Knöpfel S. (2013b) Ökofaktoren Schweiz 2013 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit. Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz. Umwelt-Wissen Nr. 1330. Bundesamt für Umwelt, Bern, retrieved from: <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01750/index.html?lang=de>.
- Helms & Lambrecht 2007 Helms H. and Lambrecht U. (2007) The Potential Contribution of Light-Weighting to Reduce Transport Energy Consumption. In: *J LCA*, 1(Special Issue 12), pp. 58-64.
- Heusser 1992 Heusser T. (1992) Ökologiebilanz des Güterverkehrs, Schifffahrt. Semesterarbeit. ETH, Zürich.
- Itten et al. 2014 Itten R., Frischknecht R. and Stucki M. (2014) Life Cycle Inventories of Electricity Mixes and Grid, Version 1.3. treeze Ltd., Uster, Switzerland, retrieved from: www.treeze.ch.

- Jungbluth et al. 2012 Jungbluth N., Stucki M., Flury K., Frischknecht R. and Buesser S. (2012) Life Cycle Inventories of Photovoltaics. ESU-services Ltd., Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch.
- 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.
- LC-inventories 2014 LC-inventories (2014) Corrections, updates and extensions of ecoinvent data v2.2. treeze Ltd., retrieved from: www.lc-inventories.ch.
- 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.
- PRé Consultants 2012 PRé Consultants (2012) SimaPro 7.3.3, Amersfoort, NL, retrieved from: www.esu-services.ch/simapro/.
- RWTÜV Fahrzeug GmbH 2005 RWTÜV Fahrzeug GmbH (2005) Ermittlung der Geräuschemission von Kfz im Straßenverkehr. im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA), Würselen, Deutschland, retrieved from: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/2952.pdf>.
- SBB 2001 SBB (2001) Zahlen 2000. Kommunikation Schweizerische Bundesbahnen, Bern.
- Schori et al. 2012 Schori S., Bauer C. and Frischknecht R. (2012) Life Cycle Inventory of Natural Gas Supply. Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from: www.ecoinvent.org.
- VCS 2013 VCS (2013) Auto Umweltliste 2013, März 2013. Verkehrs-Club der Schweiz (VCS), Bern.

Anhang

Tab. A.1 Prozessliste aller verwendeten Datensätze für Transporte inklusive KBOB Nummer, Bezeichnung und Name in SimaPro

KBOB Nummer	Bezeichnung	Name SimaPro
63.005	Passagierflugzeug, Europa	1 personkm Transport, aircraft, passenger, Europe/RER U (of project Ecoinvent unit processes)
63.006	Passagierflugzeug, Interkontinental	1 personkm Transport, aircraft, passenger, intercontinental/RER U (of project Ecoinvent unit processes)
63.004	Passagierflugzeug	1 personkm Transport, aircraft, passenger/RER U (of project Ecoinvent unit processes)
63.011	Reisebus	1 personkm Transport, coach/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
63.002	ICE	1 personkm Transport, high speed train/DE U (of project Ecoinvent unit processes)
63.001	Fernreisezug	1 personkm Transport, long-distance train, SBB mix/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
63.007	Personenwagen	1 personkm Transport, passenger car (proj. 500)/CH U (of project 500 Update KBOB Liste)
63.009	Personenwagen, Diesel	1 personkm Transport, passenger car, diesel, fleet average/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
63.016	Personenwagen, elektrisch	1 personkm transport, passenger car, electric, LiMn2O4 (proj. 500)/CH U (of project 500 Update KBOB Liste)
63.014	Personenwagen, Biogas	1 personkm Transport, passenger car, methane, 96 vol-%, from biogas/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
63.015	Personenwagen, Erdgas	1 personkm Transport, passenger car, natural gas/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
63.008	Personenwagen, Benzin	1 personkm Transport, passenger car, petrol, fleet average/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
63.010	Regionalzug	1 personkm Transport, regional train, SBB mix/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
63.003	Linienbus	1 personkm Transport, regular bus/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
63.017	Scooter, Benzin	1 personkm Transport, scooter/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
63.012	Tram	1 personkm Transport, tram/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
63.013	Trolleybus	1 personkm Transport, trolleybus/CH U (of project Ecoinvent unit processes)
62.004	Helikopter	1 hr Transport, helicopter (proj. 500)/GLO U (of project 500 Update KBOB Liste)
62.001	Aushub maschinell	1 m3 Excavation, hydraulic digger (proj. 500)/RER U (of project 500 Update KBOB Liste)
62.011	Luftfracht	1 tkm Transport, aircraft, freight (proj. 500)/RER U (of project 500 Update KBOB Liste)
62.012	Luftfracht, Europa	1 tkm Transport, aircraft, freight, Europe/RER U (of project Ecoinvent unit processes)
62.013	Luftfracht, Interkontinental	1 tkm Transport, aircraft, freight, intercontinental/RER U (of project Ecoinvent unit processes)
62.002	Binnenfrachter	1 tkm Transport, barge (proj. 500)/RER U (of project 500 Update KBOB Liste)
62.003	Güterzug	1 tkm Transport, freight, rail (proj.500)/CH U (of project 500 Update KBOB Liste)
62.010	LKW über 28 t	1 tkm Transport, lorry >28t, fleet average (proj. 500)/CH U (of project 500 Update KBOB Liste)
62.008	LKW 20 bis 28 t	1 tkm Transport, lorry 20-28t, fleet average (proj. 500)/CH U (of project 500 Update KBOB Liste)
62.009	LKW 3.5 bis 20 t	1 tkm Transport, lorry 3.5-20t, fleet average (proj. 500)/CH U (of project 500 Update KBOB Liste)
62.005	Hochseefrachter	1 tkm Transport, transoceanic freight ship (proj. 500)/OCE U (of project 500 Update KBOB Liste)
62.006	Hochseetanker	1 tkm Transport, transoceanic tanker (proj. 500)/OCE U (of project 500 Update KBOB Liste)
62.007	Lieferwagen bis 3.5 t	1 tkm Transport, van <3.5t (proj. 500)/CH U (of project 500 Update KBOB Liste)