



## CO2-Berechnungen: Quellen und Hintergrund-Informationen

### Fracht:



Frachtemissionen hängen entscheidend vom Transportmedium ab. Flugemissionen sind dabei am schwierigsten zu berechnen.

#### Luft

Siehe oben im Kapitel "Flugverkehr".

#### Lastkraftwagen

Input:

Effizienz = X (in l/100km) \* 263.91 (ergibt g CO<sub>2</sub> / km), u = unbekannt  
 Effizienz Typ (ankreuzen): Y (e = leer, a = durchschnittlich, f = voll)  
 Fahrzeugtyp: Z (rs = 3.5-7.5 Tonnen bis zweiachsig, rm = 7.5-17 Tonnen, drei- oder mehrachsig, rl = >17 t, drei- oder mehrachsig, as = <33 t mehrachsig, al= >33 t mehrachsig, u=unbekannt)  
 Auslastungsfaktor: A (A liegt zwischen 0-1, für unbekannt A=0.56)

Die Berechnungen beruhen auf Daten der DEFRA 2009. Wenn keine Werte für den Fahrzeugtyp, die Effizienz und die Auslastung angegeben werden, werden britische Werte benutzt. Um Unterschiede zwischen voll beladenen und leeren Lastkraftwagen darzustellen, gehen wir von linearen Verhältnissen aus und benutzen die Mittelwerte der DEFRA 2009.

Tabellen 6 und 7 (angepasst von DEFRA 2009):

Unterschied zwischen leerem und vollem LKW extrapoliert von der Treibgaseffizienz bei halber Ladung in % der Effizienz bei halber Ladung

3.5t – 7.5t, Zweiachser	7.5t - 17t Dreiachser	>17t Mehrachser	<33t Mehrachser	>33t Mehrachser	unbekannt
0.08	0.125	0.18	0.2	0.25	0.19

Typische maximale Transportkapazität

3.5t – 7.5t, Zweiachser	7.5t - 17t Dreiachser	>17t Mehrachser	<33t Mehrachser	>33t Mehrachser	unbekannt
2.025 t	6.243 t	9.545 t	15 t	19.1 t	12.9 t

Die Faktoren basieren auf der Strassen Frachtstatistik vom Departement für Transport (DfT, 2008)<sup>16</sup>, und sind einer Studie über die durchschnittlich pro Kraftstoffvolumen zurückgelegten Entfernungen (Miles per Gallon - MPG) für verschiedene Grössen von LKWs und Sattelschleppern in der Fahrzeugflotte von 2007 entnommen. Die Daten wurden kombiniert mit Testdaten vom europäischen ARTEMIS Projekt, das aufzeigt, wie Treibstoffeffizienz und als Folge daraus CO<sub>2</sub> Ausstoss mit der Fahrzeugauslastung variieren.

Die Angaben zu MPG in Tabelle 5.1 vom DfT 2008 wurden für die 2009er Version der GHG Umrechnungsfaktoren mit den Standard-Umrechnungsfaktoren für Diesel zu gCO<sub>2</sub> pro km umgewandelt. Tabelle 1.15 des DfT (2008) zeigt, dass die prozentuale Auslastung der britischen LKW Flotte grösstenteils zwischen 40 und 60% liegt. Daten des ARTEMIS Projekts zeigen, dass der Einfluss der Ladung proportional grösser wird für schwerere LKW-Klassen. Anders ausgedrückt ist der Unterschied zwischen dem Treibstoffverbrauch bei voller Ladung und ohne Ladung ist grösser für grosse LKW über 33t als für kleine LKW unter 7.5t. Eine Analyse der ARTEMIS Daten ergibt die in Tabelle 38 Resultate. Sie zeigen die Entwicklung der CO<sub>2</sub> Emissionen zwischen einem leeren (0% Auslastung) und einem voll (100% Auslastung) geladenem LKW, wobei die Auslastung in Gewichtsprozenten angegeben wird. Die Tabelle zeigt, dass der Effekt symmetrisch und unabhängig von der europäischen LKW Emissions-Klassifizierung und dem Fahrzeugtyp ist. Ein voll beladener LKW über 17 Tonnen stösst pro Kilometer beispielsweise 18% mehr CO<sub>2</sub> aus, wenn er voll geladen ist und 18% weniger, wenn er leer ist als er bei halber Auslastung ausstösst.

<sup>16</sup>

“Transport Statistics Bulletin: Road Freight Statistics 2007”, June 2008, SB (08) 21. Verfügbar auf:

<http://www.dft.gov.uk/pgr/statistics/datatablespublications/freight/goodsbyroad/roadfreightstatistics2007>



Es mag überraschen, dass der CO<sub>2</sub> Faktor für ein LKW über 17 Tonnen grösser ist als für einen Sattelschlepper über 33 Tonnen. Diese Faktoren spiegeln jedoch lediglich die Verbrauchsdaten pro zurückgelegter Strecke aus der DfT Studie wider, welche durchgehend schlechtere durchschnittliche Treibstoffeffizienz für grössere LKW zeigten, als für Sattelschlepper sobald der Ausladung in Gewichtsprozent berücksichtigt wird. Vielleicht zeigt dies einen Unterschied in den Nutzungsformen der verschiedenen Fahrzeugtypen. Während grosse LKW mehr Zeit auf langsamer Fahrt, in verkehrsreicheren städtischen Gegenden verbringen und dabei bei geringerer Treibstoffeffizienz arbeiten, fahren Sattelschlepper eher mit höheren Geschwindigkeiten in flüssigem Verkehr auf Autobahnen, wodurch die Treibstoffeffizienz näher ans Optimum gelangt. Unter dem Fahrzyklus, denen grosse Sattelschlepper eher ausgesetzt sind, könnten die CO<sub>2</sub> Faktoren geringer sein als in unseren Berechnungen angenommen. Für die Version 2009 der GHG Umrechnungsfaktoren wurden auch Faktoren für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O für alle Fahrzeugklassen hinzugefügt. Diese Umrechnungsfaktoren sind auf diejenigen des britischen Datensatzes der GHG (GHG Inventory, managed by AEA) entnommen. Für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O Emissionen wird angenommen, dass sie abhängig von Fahrzeugklasse/ CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN sind.

### *Zug*

Man kann erwarten, dass der Faktor mit der Zugroute, der Geschwindigkeit und dem Zuggewicht schwankt. Güterzüge werden von elektrischen und Diesel betriebenen Lokomotiven angetrieben, aber die grosse Mehrheit der Fracht wird mit Dieselszügen transportiert. Dementsprechend machen CO<sub>2</sub> Emissionen von Dieselszügen 90% des Totals aus. Verkehrs-, Routen- und Fracht-spezifische Faktoren sind bisher nicht erhältlich, wären aber ein angemesseneres Instrument zum Vergleich der verschiedenen Frachtmöglichkeiten (z.B. für Feststoff-, kombinierte oder andere Arten von Fracht). Die CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O Emissions-Koeffizienten wurden von den entsprechenden Emissionen für Diesel-betriebene Züge vom britischen GHG Inventory, proportional zu dem CO<sub>2</sub> Emissionen abgeleitet. Die Emissions-Koeffizienten wurden von den relativen Passagierkilometer Anteilen an Diesel-betriebenen und elektrischen Zügen berechnet. Die Daten sind vom DfT für die Jahre 2006-7 entnommen, da keine passenderen Daten für Tonnenkilometer für Fracht vorhanden ist.

### *Schiff*

Faktoren für repräsentative Schiffe wurden aus Informationen des EMEP-CORINAIR Handbuchs (2003)<sup>51</sup> und einem Bericht von Entec (2002)<sup>52</sup>, entnommen. Diese beinhalten Treibstoffverbrauchsdaten für Maschinenleistung und Geschwindigkeit während Seefahrten mit unterschiedlichen Schiffen. Die Faktoren, die in Tabelle 47 gezeigt werden, beziehen sich auf gCO<sub>2</sub> pro Nutzladung-Tonnenkilometer. Die Nutzladung ist das Gewicht, bei dessen zusätzlicher Ladung auf das Eigengewicht des Schiffes und seiner Ausrüstung der Schiffsrumpf auf die Wasserlinie heruntergedrückt wird. Das beinhaltet, dass die Faktoren auf voll beladene Fahrzeuge ausgerichtet sind. Da die Schiffsmotoren das Eigengewicht des Schiffes bewegen, was einen beträchtlichen Anteil des Gesamtgewichts des Schiffes und der Fracht ausmacht, verringert sich der Treibstoffverbrauch nicht proportional zur Verringerung des Gewichts von der Nutzladung. Wenn die Fracht beispielsweise auf die Hälfte der Nutzladung verringert wird, verringert sich der Treibstoffverbrauch noch nicht um die Hälfte. Daher sind die Faktoren, die in gCO<sub>2</sub>/Tonnenkilometer Fracht ausgedrückt werden, höher als die in Tabelle 47 gezeigten, die für teilgeladene Schiffe gelten (d.h. für kleinere Ladungen als die Nutzladung). Daten über die typische Auslastung unterschiedlicher Schiffe sind öffentlich zugänglich. Die CO<sub>2</sub> Faktoren werden überprüft und aktualisiert, sobald Auslastungszahlen vorhanden sind. So können repräsentativere Faktoren für Schiffsverkehr von britischen Häfen zur Verfügung gestellt werden. In der Zwischenzeit sollten die Daten aus Tabelle 47 als untere Grenzen betrachtet werden. CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O Emissions-Koeffizienten wurden von den entsprechenden Emissionen für die Schifffahrt aus dem britischen GHG Inventory von 2007 entnommen. Sie wurden als proportional zu CO<sub>2</sub> Emissionen betrachtet.

### *Kleinbus / Leichttransporter < 3.5 Tonnen*

Eine durchschnittliche Auslastung von 40% wurde auf der Grundlage von DfT Statistiken aus einer Studie über Firmenwagen für jeden Fahrzeugtypen angenommen. Für die GHG Umrechnungsfaktoren von 2009 wurden auch Faktoren für CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O für alle Kleinbustypen hinzugefügt. Die letzteren basieren auf den Emissions-Koeffizienten des britischen GHG Inventory (managed by AEA). Es wird angenommen, dass sich die N<sub>2</sub>O-Emissionen proportional zu Fahrzeugklasse/ zu den CO<sub>2</sub> Emissionen entwickeln. Emissions-Koeffizienten pro tkm wurden ausgehend von der durchschnittlichen Auslastung von 40% kombiniert mit der durchschnittlichen Fracht-Kapazität der verschiedenen Kleinbusse berechnet.