



Bericht zu Ihrem Klima-Fussabdruck und seiner Kompensation

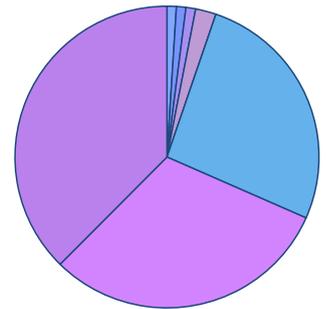
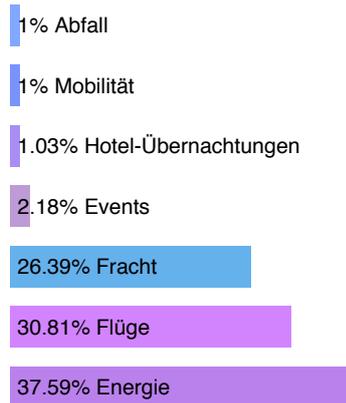
Kunde:

Jennifer Perkins

Geschäftsbedingungen:

Dies ist ein maschinell erstellter Bericht zu Ihrem CO₂-Fussabdruck und ist als solcher abhängig von einer akkuraten Dateneingabe auf Kundenseite. Falls Sie einen detaillierten Bericht über den CO₂-Fussabdruck all Ihrer Tätigkeiten, Unternehmungen oder Produkte wünschen, kontaktieren Sie bitte footprinting@southpolecarbon.com. South Pole hat alle nötigen Schritte unternommen, um bestmögliche Informationen zu liefern. Dennoch kann keine Gewährleistung oder Haftung übernommen werden bezüglich der Vollständigkeit, Richtigkeit, Eignung, Qualität oder Nutzbarkeit dieser Informationen für jedwede Bestimmung oder Verwendung. Jedwede derartige Zusicherungen oder Gewährleistungen werden ausdrücklich ausgeschlossen.

Angegebene Emissionen nach Kategorie:



Die Mehrzahl der Emissionen, 37.59% aller angegebenen Emissionen entsprechend, entstammen der Kategorie "Energie".

Abfall:



2.238 tCO₂e in dieser Kategorie

mit 2.238 tCO₂e Emissionen von:

1200 kg gemischter Abfall, 680 kg Papierverbrauch, 20 % Recyclingpapier, 50 % Papier nach Benutzung recycled.



Mobilität:



2.254 tCO₂e in dieser Kategorie

mit 2.237 tCO₂e Emissionen von:

3000 km gereist, 8 l/100km mittelgrosser Wagen, mit Benzin, 4 Personen oder Fahrzeuge.

mit 0.017 tCO₂e Emissionen von:

40 km gereist, mit dem Zug, 7 Personen oder Fahrzeuge.

Hotel-Übernachtungen:



2.311 tCO₂e in dieser Kategorie

mit 1.110 tCO₂e Emissionen von:

3 Tage, 4 Stern Hotel, 20 Personen.

mit 1.201 tCO₂e Emissionen von:

12 Tage, 3 Stern Hotel, 7 Personen.

Events:



4.905 tCO₂e in dieser Kategorie

mit 4.905 tCO₂e Emissionen von:

Emissionen aus der Verpflegung beinhaltet, 30 Teilnehmende, 3 Tage, Anreise per Auto, 200 zurückgelegte Strecke.

Fracht:



59.249 tCO₂e in dieser Kategorie

mit 0.578 tCO₂e Emissionen von:

1200 km Strecke, 3 Tonnen Fracht, 20 Treibstoffverbrauch der Lastwagen in l/100km, 20 Zulässiges Gesamtgewicht der Lastwagen, 75 Auslastung, durchschnittlich, in %.

mit 58.671 tCO₂e Emissionen von:

20000 km Strecke, 4 Tonnen Fracht, Flugfracht.



Flüge:



69.161 tCO₂e in dieser Kategorie

mit 5.292 tCO₂e Emissionen von:

2 Flüge von LHR - London nach JFK - New York Hin- und Rückflug Economy.

mit 48.893 tCO₂e Emissionen von:

4 Flüge von ZRH - Zurich nach DEL - New Delhi via DXB - Dubai Hin- und Rückflug First.

mit 1.213 tCO₂e Emissionen von:

1 Flüge von SXF - Berlin nach BKA - Moscow Hin- und Rückflug Economy.

mit 1.074 tCO₂e Emissionen von:

1 Flüge von TOJ - Madrid nach CIA - Rome einfach Economy.

mit 12.689 tCO₂e Emissionen von:

4 Flüge von MIA - Miami nach CDG - Paris einfach Economy.

Flugkarte (die Dicke der Linien entspricht der Anzahl Flüge):



Energie:



84.377 tCO₂e in dieser Kategorie

mit 37.178 tCO₂e Emissionen von:

8 Mitarbeitende, Europa, Büro, Die meisten Standorte sind klimatisiert, 2 Jahre.

mit 47.199 tCO₂e Emissionen von:

3 Mitarbeitende, USA / Kanada / Australien, Hauptsächlich Verkaufsflächen, 2 Jahre.

CO₂-Kompensation

Anders als bei Luftverschmutzung spielt es bei bei Treibhausgas-Emissionen keine Rolle, wo auf dem Planeten sie verursacht bzw. eingespart werden.

Diejenigen Treibhausgas-Emissionen, die sich auch mit klimafreundlichen Herangehensweisen nicht vermeiden lassen, können mit sogenannten "CO₂-Zertifikaten" ausgeglichen werden, um Klimaneutralität zu erreichen. Solche Kompensationsmassnahmen ermöglichen also dort einen



ausgeglichene Umgang mit dem Klimawandel, wo eine direkte Reduktion nicht möglich ist.

Kompensationsmassnahmen werden in der Einheit "Tonne CO₂-Äquivalente" (tCO₂e) berechnet und gehandelt und entsprechen Treibhausgas-Senkungen, die an einem anderen Ort erreicht wurden, beispielsweise durch Erneuerbare-Energien- oder Energie-Effizienz-Projekte.

Klima-Kompensationsmassnahmen bringen – neben der Verminderung von Treibhausgas-Emissionen in die Atmosphäre – auch eine Vielzahl an sozialem Nutzen am Projekt-Ort mit sich, wie beispielsweise Beschäftigungsmöglichkeiten und Bildungsprogramme für die lokale Bevölkerung. Zur Sicherstellung ihrer Qualität und Verlässlichkeit wurde eine Reihe an UNABHÄNGIGEN Standards, Verifizierungsprozessen und Emissionshandelsregistern geschaffen.

South Pole veranlasst eine regelmässige "Stilllegung" verkaufter CO₂-Zertifikate in ihrem jeweiligen Register. Das bedeutet, dass diese für immer aus dem Markt genommen werden und keine Wiederverwendung möglich ist.

Die angegebenen Emissionen wurden von der South Pole Carbon Asset Management AG im Namen des Kunden kompensiert folgenden Emissionsreduktionszertifikaten: CCBS bzw. CarbonFix-Zertifikate aus einem Wiederaufforstungs-Projekt in Uganda.

Zusätzliche Informationen zu diesem Projekt können im separaten Anhang gefunden werden, der mit diesem Report versendet wurde.

Zum 2°C Pfad bekenntend

Der Kunde bekennt sich zum 2°C Klimaerwärmungspfad, der im Copenhagen Accord als Zieldefiniert wurde, und hat die entstandenen Emissionen mit einem Faktor von 2.5 kompensiert, also 561.2375 tCO₂e. Eine detailliertere Beschreibung, was der 2°C Pfad ist, kann auf der nächsten Seite gefunden werden.

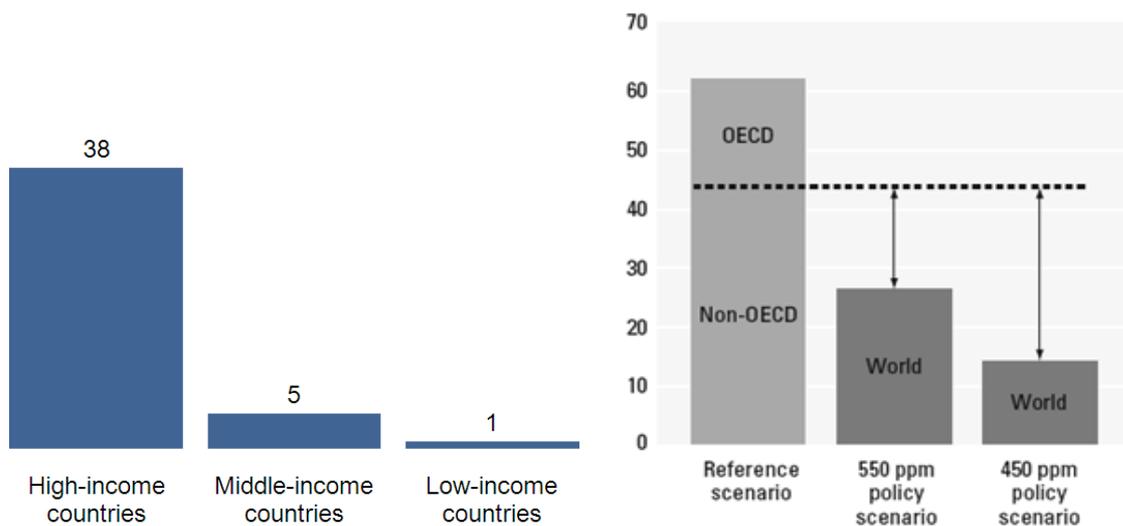


Der 2°C-Weg

Die internationale Gemeinschaft ringt im Kampf gegen den Klimawandel seit Jahren um verbindliche Emissionsbegrenzungs-Ziele. Die derzeitigen Absichtserklärungen im sogenannten "Copenhagen Accord" vom Herbst 2010 reichen jedoch nicht aus, um das angestrebte Ziel einer maximalen Klimaerwärmung von 2° Celsius zu erreichen, die als relativ sichere Grenze zu unkontrollierbaren Veränderungen unserer Lebensräume gilt. Selbst bei Umsetzung aller Kyoto Verpflichtungen stehen wir vor einer Wahrscheinlichkeit von über 50%, dass die Klimaerwärmung bis zum Ende dieses Jahrhunderts 3° Celsius übersteigen wird. Dies mit katastrophalen Folgen. Angesichts der Dringlichkeit der Situation erscheinen die internationalen Verhandlungen unverantwortlich zäh. Klimaneutralität ist somit keine ausreichende Option mehr.

Angesichts der bisherigen Emissionsbilanz der OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development – Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) und der Schwellenländer müssen nun die industrialisierten Nationen schnell handeln, um die Welt auf einen sicheren Klimakurs zu bringen. Mit der starken wirtschaftlichen Entwicklung in den Entwicklungs- und Schwellenländern jedoch erscheint ein Erreichen des 2°C-Ziels ferner denn je – selbst wenn die OECD ihre Emissionen auf null senken würde oder vollständig klimaneutral würde.

In dieser Situation bietet South Pole die Möglichkeit, Emissionsenkungs-Projekte in einer Weise zu unterstützen, die das Erreichen des 2°C-Ziels wieder möglich macht (falls auf alle Emissionen der industrialisierten Welt angewandt). Dazu berechneten wir die entsprechend benötigten Emissionsreduktionen der Schwellenländer zusätzlich zur Klimaneutralität der industrialisierten Welt. Diese auf Daten der IEA und der Weltbank basierenden Berechnungen ergaben das 2,5-fache unserer eigenen Emissionen.



Kumulative historische pro Kopf
Treibhausgasemissionen (indexiert)

Sogar wenn die OECD Emissionen auf null reduziert werden, kann das 450 ppm (äquivalent zu 2°) Ziel nicht erreicht werden

Quellen:

¹ Malte Meinshausen, Joeri Rogelj et al, "Copenhagen Accord pledges are paltry", Nature, 2010

² IPCC, Working Group II, "Impacts, Adaptation and Vulnerability"

³ IEA, Energy Technology Perspective 2008: Scenarios and Strategies to 2050, 2008

⁴ The World Bank, World Development Report, 2010



CO₂-Berechnungen: Quellen und Hintergrund-Informationen

Abfall:



Klimaschädliche Emissionen aus Abfall stammen mehrheitlich aus Methan-Entstehung in Deponien. Für Papierabfälle rechnen wir die Herstellung mit ein, da sie einen signifikanten und bezifferbaren Anteil an den Gesamtemissionen aufweist.

Gemischter Abfall

Das neuseeländische Umweltministerium liefert hervorragende Daten zu Emissionen aus Abfall. Wir gehen davon aus, dass sämtlicher Abfall in Deponien abgelagert wird und kein Deponiegas abgefangen wird, da dies die vorherrschende Praxis in der Abfallwirtschaft der meisten Länder ist²⁴. Falls Ihr Abfall in einer städtischen Müllverbrennungsanlage mit Kraft-Wärme-Kopplung verbrannt wird, generiert dies nahezu keinerlei Emissionen, sodass Sie auf eine Berechnung verzichten können²⁵.

Papier

Abhängig von der Papierart, dem Herstellungsland und der Berechnungsmethode variieren die Emissionswerte für die Produktion zwischen 0,5 und 2 tCO₂e pro Tonne Papier. Wir gehen von einem Mittelwert von 1tCO₂e/t Papier aus. Weitere Emissionen entstehen bei der Entsorgung. Hier schätzen wir 1tCO₂e pro Tonne Papier, Deponiegase einbezogen. In Europa landen 75% allen Papiers auf einer Deponie²⁶. Die Verwendung von Recycling-Papier reduziert die Herstellungs-Emissionen um durchschnittlich 76% und vermeidet sämtliche Deponiegase.

Zur Berechnung der Emissionen aus Papiernutzung wurden verschiedene weitere Quellen aus Industrie und Forschung beigezogen^{27,28,29,30}.

²⁴ Um einen Eindruck von Deponiegas-Verwertung zu erhalten, können Sie sich ein Video zu einem chinesischen Methangas-Projekt unter dem folgenden Link ansehen: <http://www.southpolecarbon.com/videopopup259.htm>

²⁵ Neuseeländisches Umweltministerium, 2007, <http://www.mfe.govt.nz/publications/climate/guidance-greenhouse-gasreporting-sept09/html/page2.html>

²⁶ Van den Reek (1999), Reduction of CO₂ emissions by reduction of paper use for publication applications, University of Utrecht, <http://www.chem.uu.nl/nws/www/publica/Publicaties1999/99048.pdf>

²⁷ RWI, 1996, Band 2: Forschungsberichte der Verbaende, Verband Deutscher Papierfabriken, CO₂-Monitoring der deutschen Industrie ökologische und ökonomische Verifikation, Untersuchungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung; Essen, 134-150;

²⁸ The State of the Paper Industry: Monitoring the Indicators of Environmental Performance - A collaborative report by the Steering Committee of the Environmental Paper Network (2007) <http://www.environmentalpaper.com/documents/StateOfPaperIndSm.pdf>

²⁹ Vasara, P., Impact on global warming and carbon sequestration projects on the pulp industry, Seventh global conference on paper & the environment, 31 May – 1 June, 1999

³⁰ Bradley (1999) J., A life cycle assessment of graphic paper and print products, Seventh global conference on paper & the environment, 31 May – 1 June, 1999



CO₂-Berechnungen: Quellen und Hintergrund-Informationen

Mobilität:



Die Berechnungen in dieser Kategorie basieren auf durchschnittlichem Fahrverhalten und beziehen sich ausschliesslich auf Treibstoff-Emissionen. Emissionen aus Fahrzeugherstellung und Strassenbau werden nicht berücksichtigt.

Automobile

Alle Emissionsberechnungen beruhen auf DEFRA (2009). Alle Umrechnungsfaktoren für Treibstoffe, wie sie in den 2009 GHG Conversion Factors vorgestellt wurden, basieren auf den Standard-Emissionsfaktoren der UK GHG Inventory (GHGI) von 2007 (managed by AEA). Die Emissionsfaktoren basieren auf eben den im UK GHGI verwendeten und sind tatsächlich unabhängig von der Anwendung (es wird vollständige Verbrennung vorausgesetzt). Nichtsdestotrotz können CH₄- und N₂O-Emissionen eines Treibstoffs abhängig vom jeweiligen Gebrauch zu einem gewissen Grad variieren (beispielsweise können sich Emissionsfaktoren für Gas und Öl je nach Verbrennung im Schienenverkehr, in der Schifffahrt oder in nach Grösse und Typ verschiedenen stationären Verbrennungsanlagen unterscheiden). Die im 2009 GHG Conversion Factors vorgestellten Zahlen basieren auf nach Verwendung gewichteten Durchschnittswerten aller CH₄- und N₂O-Emissionsfaktoren. Die Standard-Emissionsfaktoren des GHGI wurden unter Verwendung von Informationen zu Brutto- und Netto-Brennwerten (Caloric Value - CV) in verschiedene Energie- und Volumeneinheiten umgerechnet¹⁰.

Zug

Die Emissionen britischer Züge nach DEFRA (2009) wurden als beste erhältliche Quelle für Schienenverkehrs-Emissionen verwendet. Die Emissionen entstehen hauptsächlich bei der Stromerzeugung, weshalb sie sich je nach Energiemix deutlich unterscheiden. Um genauere Schätzungen zu erhalten, kann man die Schienenverkehrs-Emissionen durch 0,50238 (britischer Stromfaktor) teilen und mit dem Stromfaktor des jeweiligen Landes multiplizieren¹¹. Manche Züge nutzen noch Dieselantrieb, was die Schätzungen leicht verzerrt¹².

Der nationale Schienenverkehrsfaktor bezieht sich auf die Durchschnittsemissionen pro Passagierkilometer für mit Diesel und mit Strom angetriebene Züge in den Jahren 2007 und 2008. Der Faktor stammt aus dem DfT Network Modelling Framework (NMF) Environmental Model und wurde folgendermassen berechnet:

- a) totaler jährlicher Strom- und Dieserverbrauch der Bahngesellschaft¹³
- b) totale jährliche Passagierkilometer¹⁴

Der Umrechnungsfaktor von kWh Strom zu CO₂ beruht auf dem Strommix von 2006 (derzeit aktuellster Wert). CH₄- und N₂O-Emissionsfaktoren wurden proportional zu den CO₂-Emissionsfaktoren von den korrespondierenden Emissionsfaktoren für Diesel und Stromerzeugung hergeleitet. Die Emissionsfaktoren wurden auf Basis der relativen Passagierkilometer-Anteile an Diesel- und Stromantrieb berechnet¹⁵.

¹⁰ Digest of UK Energy Statistics 2008 (BERR), verfügbar auf:
<http://www.berr.gov.uk/whatwedo/energy/statistics/publications/dukes/page45537.html>

¹¹ siehe DEFRA 2009 für eine Liste verschiedener nationaler Stromfaktoren

¹² siehe <http://www.defra.gov.uk/environment/business/reporting/conversion-factors.htm>

¹³ nach ATOC

¹⁴ gemäss DfT-Statistik

¹⁵ gemäss DfT-Statistik für 2006-2007



CO₂-Berechnungen: Quellen und Hintergrund-Informationen

Hotel:



Unsere Berechnungen der CO₂-Emissionen von Hotels basieren auf einer Schweizer Studie¹⁷, die die detailliertesten erhältlichen Daten bereitstellt. Ein Vergleich dieser Studie mit weiteren internationalen Daten¹⁸ ergab sehr ähnliche Ergebnisse.

Hotelwertung nach Sternen

Durchschnittlicher Energieverbrauch pro Gast

Durchschnittliche CO₂-Emissionen pro Gast

0-2 Sterne => 11.6kg CO₂ /Gast

3 Sterne => 14.3 kg CO₂ /Gast

4 Sterne => 18.5 kg CO₂ /Gast

5 Sterne => 33.1 kg CO₂ / Gast

(Die obigen Daten wurden aus dem durchschnittlichen Energieverbrauch von Hotels (nach Kategorie) und dem durchschnittlichen Energiemix berechnet. Unterschiede in den Energiequellen wurden nicht berücksichtigt, da die Studie hierzu keine Auskunft gibt. Die Energieversorgung für Hotels der Kategorie 0-3 Sterne konnte nur nach dem Umsatz berechnet werden, daher berechnen wir die Werte pro Gast mithilfe des Durchschnittspreises derartiger Hotels gemäss Stichproben von 25 Hotels jeder Kategorie innerhalb einer Region¹⁹.

Durchschnittlicher Energieverbrauchs-Mix von Hotels

Stromverbrauch pro Gast: 36.8% 38 kWh/Gast für 0-2 Sterne

Heizöl: 49.8% 47 kWh/Gast für 3 Sterne

Gas: 9.8% 61 kWh/Gast für 4 Sterne

Erneuerbare Energien: 3.6% 109 kWh/Gast für 5 Sterne

¹⁷ [http://www.hotelpower.ch/sites/default/files/Energieeffizienz_und_CO₂-Emissionen_in_Schweizer_Hotellerie_2003.pdf](http://www.hotelpower.ch/sites/default/files/Energieeffizienz_und_CO2-Emissionen_in_Schweizer_Hotellerie_2003.pdf)
(Hotelspezifische Daten der Schweizer Energieagentur)

¹⁸ DEFRA, Green house gas conversion factors, 2009,
<http://www.defra.gov.uk/environment/business/reporting/conversionfactors.htm>

¹⁹ Da die Energieintensität in Relation zum Umsatz angegeben wird (nicht zum Gast nach Kategorie), mussten wir den Durchschnittspreis von Hotels mit 0 -3 Sternen mittels Stichproben von je 25 Hotels einer jeden Kategorie innerhalb einer Region bestimmen.



CO₂-Berechnungen: Quellen und Hintergrund-Informationen

Veranstaltungen:



Abgesehen von Mahlzeiten berechnen wir Veranstaltungen überwiegend nach den in den übrigen Kategorien (wie Mobilität) beschriebenen Methoden. Diese können unter der jeweiligen Kategorie bei „Wie wird es berechnet?“ auf der Webseite shop.southpolecarbon.com eingesehen werden

Die CO₂-Emissionen von Speisen variieren stark nach Art, Herkunft und Kühlungsbedarf. Brookes²⁰ schätzt die Transport-Emissionen einer regionalen Mahlzeit auf achtmal geringer als diejenigen einer aus Übersee importierten, welche sich auf etwa 5 kg CO₂ beläuft. Derzeit gibt es keinen anerkannten Standard für die Berechnung von CO₂-Emissionen von Mahlzeiten. Für einen Vergleich verschiedener CO₂-Fussabdrücke von Mahlzeiten empfehlen wir <http://www.eatlowcarbon.org/Carbon-Calculator.html>

Da der Fussabdruck hier sehr von Ihrer Speisenwahl abhängt, berechnen wir 5kg CO₂ pro Mahlzeit – zu niedrig für Fleischgerichte oder per Luftfracht transportierte tropische Früchte, und zu hoch für regionale Gemüsegerichte.



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 CO₂ / 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)¹⁶, 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 CO₂ 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 gCO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ aus, wenn er voll geladen ist und 18% weniger, wenn er leer ist als er bei halber Auslastung ausstösst.

¹⁶

“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 CO₂ 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 CO₂ Faktoren geringer sein als in unseren Berechnungen angenommen. Für die Version 2009 der GHG Umrechnungsfaktoren wurden auch Faktoren für CH₄ und N₂O für alle Fahrzeugklassen hinzugefügt. Diese Umrechnungsfaktoren sind auf diejenigen des britischen Datensatzes der GHG (GHG Inventory, managed by AEA) entnommen. Für CH₄ und N₂O Emissionen wird angenommen, dass sie abhängig von Fahrzeugklasse/ CO₂-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 Dieselmotoren transportiert. Dementsprechend machen CO₂ Emissionen von Dieselmotoren 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 CH₄ und N₂O Emissions-Koeffizienten wurden von den entsprechenden Emissionen für Diesel-betriebene Züge vom britischen GHG Inventory, proportional zu dem CO₂ 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)⁵¹ und einem Bericht von Entec (2002)⁵², entnommen. Diese beinhalten Treibstoffverbrauchsdaten für Maschinenleistung und Geschwindigkeit während Seefahrten mit unterschiedlichen Schiffen. Die Faktoren, die in Tabelle 47 gezeigt werden, beziehen sich auf gCO₂ 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 gCO₂/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 CO₂ 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. CH₄ und N₂O Emissions-Koeffizienten wurden von den entsprechenden Emissionen für die Schifffahrt aus dem britischen GHG Inventory von 2007 entnommen. Sie wurden als proportional zu CO₂ 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 CH₄ und N₂O für alle Kleinbustypen hinzugefügt. Die letzteren basieren auf den Emissions-Koeffizienten des britischen GHG Inventory (managed by AEA). Es wird angenommen, dass sich die N₂O-Emissionen proportional zu Fahrzeugklasse/ zu den CO₂ Emissionen entwickeln. Emissions-Koeffizienten pro tkm wurden ausgehend von der durchschnittlichen Auslastung von 40% kombiniert mit der durchschnittlichen Fracht-Kapazität der verschiedenen Kleinbusse berechnet.



CO₂-Berechnungen: Quellen und Hintergrund-Informationen

Flugverkehr:



Flugzeug-Emissionen sind bekanntermassen schwer zu berechnen. Wir haben unser bestes getan, eine realistische Einschätzung, basiert auf den besten auffindbaren Daten, die in diesem Fall von der britischen Regierung zur Verfügung gestellt wurden, zu geben.

Die folgende Formel wird zur Berechnung von Flugzeugemissionen verwendet.

Masse CO₂ = 2*Entfernung*(2.7*Entfernung^{-0.362}) *Sitzplatzklasse*Anzahl Passagiere

Sitzplatzklasse = 1 für Economy

Sitzplatzklasse = 2.9 für Business

Sitzplatzklasse = 4 für erste Klasse

Die kürzeste Verbindung auf der Kugeloberfläche (die Orthodrome, Englisch Great Circle Distance: GCD) wird benutzt. Die Formel ist von DEFRA (2009) Daten abgeleitet, welche bereits die Emissionen für den Start und indirekte Routen beinhalten. (<http://www.defra.gov.uk/environment/business/reporting/conversion-factors.htm>)

Der Faktor 2 berücksichtigt Treibhauseffekte, die durch andere Faktoren als CO₂ verursacht werden. (Kollmuss, 2009) (http://www.CO2offsetresearch.org/PDF/SEI_Air_Travel_Emissions_Paper2_June_09.pdf)

Tabelle 1: Regressionskoeffizienten (inklusive Faktor 2, zur Berücksichtigung von Treibhauseffekte neben CO₂)

Entfernung	Defra Wert (CO ₂ pro pkm)	Regressionskoeffizient (CO ₂ pro pkm)	CO ₂ pro Passagier (Sitzplatzklasse Economy)
100	-	0.5366	54 kg
463	0.3566	0.3081	143 kg
1108	0.18914	0.2246	249 kg
6482	0.12544	0.1185	768 kg
10000	-	0.1013	1013 kg

Die DEFRA Datenpunkte wurden nach der folgenden Methode ermittelt:

Die Annahmen, die im CO₂ - Gesetz von 2007 zur Berechnung der mittleren Emissions-Koeffizienten für Flüge benutzt worden sind, sowie die Umwandlungsfaktoren für Treibhausgase von 2007, wurden für die Version 2008 überarbeitet. Die Version 2009 reagiert somit auf Rückmeldungen zur vorherigen Version und bezieht Erkenntnisse aus Diskussionen mit DfT und Fluggesellschaften ein. Der gleiche methodische Ansatz wurde für die Umwandlungsfaktoren 2009 benutzt. Die neuen mittleren Koeffizienten (am Ende dieser Sektion vorgestellt) wurden mit der selben Methode wie zuvor, mithilfe des aus AEIG (2006) entnommenen Flugzeug-Typ spezifischen Treibstoffverbrauchs, berechnet.¹ Tabelle 1 zeigt eine Zusammenfassung der beispielhaft gewählten Flugzeugtypen und die wichtigsten Annahmen, welche die Emissions-Koeffizienten beeinflussen. Die grössten Änderungen der Berechnungsmethode, der Daten und Annahmen seit der Neuerung 2007 beinhalten:

a. Für Inlands-, Kurzstrecken- und Langstreckenflüge wurde eine wesentlich grössere Vielfalt an stellvertretenden Flugzeugtypen gewählt.

¹ EMEP/CORINAIR Atmospheric Emissions Inventory Guidebook (2006), zu lesen auf der EEA Internetseite unter: <http://reports.eea.europa.eu/EMEP-CORINAIR4/en/B851vs2.4.pdf>



b. Die durchschnittlichen Sitzplatzkapazität, Auslastung und der durchschnittliche Anteil an Passagierkilometern von unterschiedlichen Flugzeugtypen wurden mit Statistiken der britischen CAA (Civil Aviation Authority - Zivile Fluggesellschaft) berechnet.

c. Die Auslastung von Kurzstreckenflügen hat sich von 65% 2008 auf 81% 2009 erhöht. Der neue Wert ist der Durchschnitt aller internationalen europäischen Flüge, berechnet nach der Statistik der CAA für den entsprechenden Flugzeugtypen. Dieser Wert ist vergleichbar mit dem Durchschnittswert 79.7% für alle internationalen Flüge der Statistik des DfT 2006.

d. Die Auslastung von Langstreckenflügen ist von 79.7% 2008 auf 78% 2009 gesunken. Der neue Wert ist der Durchschnitt aller internationalen nicht-europäischen Flüge, berechnet nach der Statistik der CAA für den entsprechenden Flugzeugtypen.

e. Die Ladung von Passierflugzeugen wurde auch berücksichtigt (Die Herangehensweise ist in der folgenden Sektion erklärt). Wird die Ladung berücksichtigt, ändern sich Koeffizienten für Langstreckenflüge erheblich.

f. Die CORINAIR Methode unterschätzt den Treibgasausstoss gegenüber tatsächlichem Treibstoffverbrauch. Dies wird mit einem Aufschlag von 10% berichtigt.

Tabelle 2: Annahmen für die Berechnung des mittleren CO₂ Ausstosses von Passagierflügen für die Version 2009

	Durchschnittliche Anzahl Sitzplätze	Durchschnittliche Auslastung	Anteil Passagier km
Inlandsflüge			
Boeing 737-400	141	63%	20%
Boeing 737-700	151	73%	11%
Airbus A319/A320	159	69%	48%
BAE Jetstream 41	31	50%	4%
BAE 146	105	54%	5%
Dash 8 Q400	74	60%	13%
Total	136	65%	100%
Kurzstreckenflüge			
Boeing 737-400	142	74%	12%
Boeing 737-800	189	83%	15%
Airbus A319/A320	159	80%	47%
Boeing 757	228	85%	27%
Total	180	81%	100%
Langstreckenflüge			
Boeing 747-400	345	78%	46%
Boeing 767	244	80%	15%
Boeing 777	236	75%	19%
Airbus A330	330	82%	7%
Airbus A340	293	75%	14%
Total	301	78%	100%

Luftfracht:

Berechnungen zur Luftfracht beruhen auf den gleichen Annahmen und Datensätzen wie Passagiertransporte. Die DEFRA-Daten von 2009 wurden extrapoliert mit einer Potenzfunktion. Zusammen mit dem Faktor für Effekte in der Atmosphäre, die nicht durch CO₂ verursacht werden, führen sie zu der folgenden Gleichung:

$$\text{Masse CO}_2 = 2 \cdot \text{Entfernung} \cdot (31.606 \cdot \text{Entfernung}^{-0.45}) \cdot \text{Tonnen Fracht}$$

Fracht, inklusive Post, werden durch zwei Arten von Flugzeugen transportiert. Spezielle Frachtflugzeuge, die ausschliesslich Güter transportieren, und Passagierflugzeuge, die sowohl Passagiere und deren Gepäck, als auch Fracht transportieren. Die Daten der CAA zeigen, dass die meisten mit Passagierflugzeugen transportierten Waren auf Langstrecken-Linienflügen transportiert werden. Die so transportierte Menge Güter ist sogar fast fünf mal grösser als die Menge Güter, die mit Frachtflugzeugen über Langstrecken geflogen wird. Die offensichtliche Wichtigkeit von Gütertransport auf Passagierflügen verkompliziert die Berechnung der Emissions-Koeffizienten. Die Version 2007 der Emissions-Koeffizienten für Passagierflüge war unter der Annahme berechnet worden, dass sämtliches ausgestossenes CO₂ den Passagieren angerechnet wird. Da allerdings der Gütertransport für Passagierflüge so wichtig ist, gab es gute Gründe die CO₂-Emissionen zwischen den Passagieren und den Gütern aufzuteilen. Daher wurde für die Version 2008 eine Gewichtungsmethode entwickelt. Die Daten der CAA geben pro Airline eine Aufteilung der Warenmenge pro km zwischen Passagieren (inklusive Gepäck) und Frachttransport an. Diese Daten sind der Ausgangspunkt für die Gewichtungsmethode. Es gibt drei Möglichkeiten, den Ausstoss aufzuteilen. Die resultierenden Emissions-Koeffizienten werden in Tabelle 2 gezeigt.

a. Keine Berücksichtigung des Gütertransports: Der gesamte CO₂ Ausstoss wird den Passagieren angerechnet;



b. Frachtberücksichtigung Variante 1: Die CAA Daten zur Aufteilung der Tonnenkilometer werden direkt zur Aufteilung des CO₂ Ausstosses zwischen Passagieren und Fracht genutzt. Allerdings sind die so berechneten Emissions-Koeffizienten für die Fracht signifikant höher als diejenigen, die für den ausschliesslichen Gütertransport Frachtflugzeugen ähnlichen Typs wie die Passagierflugzeuge errechnet werden.

c. Frachtberücksichtigung Variante 2: Die CAA Daten zur Aufteilung der Tonnenkilometer werden angepasst, so dass die daraus folgenden Werte stärker übereinstimmen mit ausschliesslichen Frachttransporten. Dadurch wird das zusätzliche Gewicht von Ausrüstung berücksichtigt, die für Passagierflüge notwendig ist, wie z.B. Sitze, Küche etc.

Tabelle 3: CO₂ Emissions-Koeffizienten für verschiedene Ausstossgewichtungsmethoden bei Passagierflügen mit Gütertransport basiert auf GHG Umrechnungsfaktoren von 2009

Gewichtungs- methode	Keine		Direkte Zuteilung		Angepasste Zuteilung	
	Passagier tkm % vom Total	gCO ₂ /pkm	Passagier tkm % vom Total	gCO ₂ /pkm	Passagier tkm % vom Total	gCO ₂ /pkm
Inlandsflüge	100.0%	171.6	99.7%	171.0	99.7%	171.0
Kurzstrecken- flüge	100.0%	98.8	99.5%	98.3	99.5%	98.3
Langstrecken- flüge	100.0%	127.0	71.7%	91.0	88.4%	112.2

Option 2 berücksichtigt zusätzliches Gewicht, dass durch Passagier-spezifische Ausrüstung wie Sitze und Küche im Vergleich mit reinen Gütertransporten anfällt. Dieses Gewicht wird den Passagieren zugeordnet. Die Boeing 747 übernimmt die grosse Mehrheit der Langstrecken-Transporte - und ist für 90% aller Tonnenkilometer für reine Frachttransporte verantwortlich. Vergleicht man die Güterkapazitäten des Flugzeugmodells für Fracht (125 Tonnen) mit derjenigen für Passagier-Modelle (20 Tonnen) (Angaben der Webseite von BA Cargo), so kann man davon ausgehen, dass der Unterschied die Passagier-Kapazität darstellt. Diese 105 Tonnen beinhalten das Gewicht der Passagiere und ihres Gepäcks (ca. 100 kg pro Passagier laut IATA), sowie das zusätzliche Gewicht von Sitzen, der Küche und weiteren Anpassungen des Flugzeugs an Passagier-Flüge. Bei einer durchschnittlichen Sitzplatzkapazität von 350 Passagieren, bedeutet dies ein durchschnittliches zusätzliches Gewicht von etwas über 300 kg. Das entspricht ungefähr dem dreifachen Gewicht eines Passagiers und seines Gepäcks. In Option 2 der Gewichtungsmethode wird daher der Faktor 3 benutzt, um die CAA Daten für Passagier-Tonnenkilometer anzupassen, wodurch die Passagiertonnen einen höheren prozentualen Anteil der gesamten Tonnenkilometer einnehmen. Anscheinend wird nicht zwischen Gütertransporten in Passagier-Flugzeugen und solchen in speziellen Frachtflugzeugen unterschieden, abgesehen von Grösse und Gewicht. Die entsprechende Berechnung der Emissions-Koeffizienten (später beschrieben) führt zu ähnlichen Faktoren für Fracht, welche mit speziellen Gütertransporten geflogen wird, und solcher, welche in Passagierflügen transportiert wird. Dies ist auch der Fall für mit Option 2 berechneten Langstreckenflügen. Option 1 hingegen führt zu erheblich höheren Koeffizienten für Güter, die mit Passagierflügen transportiert werden, verglichen mit den Koeffizienten für Güter, die in Passagier-Flugzeugen transportiert werden und mit der gleichen Option berechnet wurden. Daher erscheint es sinnvoller, Option 2 zu verwenden, welche Güter gleichmässig behandelt.

Für Version 2008/ 2009 der GHG Methode wurde Methode 2 gewählt, um Emissionen zwischen Passagieren und Gütern aufzuteilen.

Anhebungen zur Anpassung der theoretischen Emissionen an den beobachteten Verbrauch

Wie oben erklärt, basieren die berechneten Koeffizienten auf dem Verbrauch eines typischen Flugzeugmodells auf repräsentativen Strecken, die im EMEP/CORINAIR Emissions Inventory Guidebook (EIG 2007) gelistet sind. Diese Daten werden mit denen der Civil Aviation Authority (CAA) über die mittlere Sitzplatzkapazität, Auslastung, sowie über jährliche Passagier- und Flugzeugkilometer für 2006 (neueste ganzjährige Daten) abgeglichen. Dennoch gibt es Hinweise, dass eine Anhebung der Koeffizienten um 10 - 12% für Start-, Flug- und Landeeffekte, wie sie mit dem CORINAIR Ansatz ermittelt wurden, sinnvoll ist. Mit dieser Anhebung werden die berechneten Emissionen an die für Grossbritannien geschätzten und im UN Framework on Climate Change (UNFCCC) berichteten Emissionen angeglichen. Die Schätzungen beinhalten britische Inlandsflüge und aus Grossbritannien abfliegende internationale Flüge. Die im UNFCCC berichteten Emissionen basieren auf Treibstoffverbrauch und hängen vom Treibstoff in abfliegenden Flügen ab. Die Anhebung um 10% ist daher ein Folge des Vergleichs zwischen nationalen Treibstoff Verbräuchen einerseits und detaillierten Bottom-up-Berechnungen in DfT Modellen, kombiniert mit der ähnlichen DfT Modellierungs-Methode und des auf Treibstoffverbrauch basierenden CORINAIR Ansatzes andererseits. Die DfT Modelle und der NAEI Ansatz benutzen beide detaillierte Daten des CAA über den britischen Flugzeug- und Strassen-Verkehr.

Aus oben genannten Gründen ist in den 2008er GHG Umrechnungsfaktoren die Anhebung um 10% in den Emissions-Koeffizienten enthalten. Alle hier gezeigten Tabellen enthalten diesen Aufschlag, der von vorläufigen wissenschaftlichen Erkenntnissen abgeleitet wurde. Es gab seither keine neuen Erkenntnisse, weshalb auch im 2009er GHG der gleiche Aufschlag verwendet wird.

Umrechnungsfaktoren



Treibhausgasemissionen für Orthodrome² (GDCs) sollten um 9% erhöht werden, um suboptimale Streckenwahl und Staus an Flughäfen während erhöhtem Flugaufkommen zu berücksichtigen. Diese Annahme ist im CORINAIR Aufschlag um 10% NICHT enthalten und muss bei Flügen über weite Strecken (GDC) zusätzlich in die Emissionsberechnungen einbezogen werden. Eine robustere Methode ist in Arbeit und wird in zukünftigen Versionen der Emissionsfaktoren eingebettet.

Tabelle 4 zeigt die überarbeiteten mittleren Emissions-Koeffizienten. Die Koeffizienten enthalten die Anhebung um 10%, welche die Faktoren aus der CORINAIR Methode berichtigt, NICHT aber die Anhebung um 9%, um Abweichungen von der kürzesten Flugverbindung (GCD) zu korrigieren. Diese Orthodromen-Anhebung muss zusätzlich erfolgen (und wird später beschrieben).

Tabelle 4: Überarbeitete mittlere CO₂ Emissions-Koeffizienten für Passagierflüge, Version 2009

Mode	Koeffizienten Version 2007		Koeffizienten Version 2008		Koeffizienten Version 2009	
	Auslastung %	gCO ₂ /pkm	Auslastung %	gCO ₂ /pkm	Auslastung %	gCO ₂ /pkm
Inlandsflüge	65.0%	158.0	66.3%	175.3	65.2%	171.0
Kurzstreckenflüge	65.0%	130.4	81.2%	98.3	80.9%	98.3
Langstreckenflüge	79.7%	105.6	78.1%	110.6	77.8%	112.2

Koeffizienten für die Sitzklassen

Die Effizienz des Transports pro Passagier wird nicht nur von der technischen Leistung der Flugzeugflotte beeinflusst, sondern auch von der Auslastung pro Flug. Die unterschiedlichen Fluggesellschaften bieten verschiedene Sitzplatzanordnungen an, welche die Gesamtzahl der vorhandenen Sitze im Vergleich mit ähnlichen Flugzeugtypen verändern. Sitzplätze hoher Preisklassen wie Erste oder Business Klasse nehmen erheblich mehr Raum im Flugzeug ein als Economy Sitzplätze. Sie verringern daher die Gesamtzahl möglicher Passagiere, wodurch sich die Durchschnittsemissionen pro Passagier erhöhen.

Momentan gibt es keine allgemein anerkannten Daten oder Methoden, um geeignete Skalierungsfaktoren für durchschnittliche Flüge zu ermitteln. Für die Version 2008 wurden allerdings Daten über die Sitzplatzanordnungen von 16 ausgewählten Fluggesellschaften³, sowie über die durchschnittlichen Sitzplatzanordnungen von Boeing und Airbus Internetseiten ausgewertet. 24 verschiedene Flugzeugvarianten, einschliesslich derjenigen der Boeing 737, 747, 757, 767 und 777 Familien und die der Airbus A319/320, A330 und A340 Familien. Diese repräsentieren eine Mischung der hauptsächlich für Kurz-, Mittel- und Langstreckenflüge verwendeten Flugzeuge. Die verschiedenen Sitzklassen wurden aufgrund des Platzes, den sie im Vergleich mit Economy-Sitzen einnehmen, bewertet. Diese Studie bildet die Grundlage für die Sitzklassen-basierten Emissions-Koeffizienten, die in Tabelle 4 gezeigt werden.

Die Informationen über die Sitzplatzanordnung einschliesslich der Anzahl Sitzplätze, der Abstände zwischen den Sitzen, der Sitzbreite und Sitzplatzplänen wurden entweder direkt den Internetseiten der Fluggesellschaften entnommen, oder von spezialisierten Internetseiten, die solche Informationen für die meisten grossen Fluggesellschaften bereits zusammengestellt hatten (z.B. SeatGuru⁴, UK-AIR.NET⁵, FlightComparison⁶ und SeatMaestro⁷).

Auf Langstreckenflügen kann der für hohe Preiskategorien benötigte Platz zwischen Fluggesellschaften und Flugzeugtypen stark variieren. Die Unterschiede sind am grössten zwischen Sitzplätzen der ersten Klasse, die zwischen 3 und 6 mal den Platz vom Economy Sitzplatz einnehmen⁸. Tabelle 4 zeigt die Sitzplatz-Klassen basierten Emissions-Koeffizienten und die Annahmen, die zu ihrer Berechnung gemacht wurden. Ausserdem werden auch die typischen Anteile der Sitzplatz-Klassen an Lang- und Kurzstreckenflügen gezeigt. Die Skalierung verringert die Emissions-Koeffizienten der Economy Sitzplätze und erhöht diejenigen der Business und der ersten Klasse im Vergleich mit dem Durchschnitt.

² Orthodrome sind die kürzesten Verbindungen zwischen zwei Punkten auf einer Kugeloberfläche. Englisch: Great Circle Distances: GCDs)

³ Die Auswahl der Fluggesellschaften erfolgte aufgrund der in den CAA-Statistiken angegebenen Gesamtzahl Passagierkilometer, ergänzt mit nationalen Linien einiger der laut der britischen internationalen Passagier Befragung meistbesuchten Länder. Die Auswahl beinhaltet: BA, Virgin Atlantic, Continental Airlines, Air France, Cathay Pacific, Gulf Air, Singapore Airlines, Emirates, Lufthansa, Iberia, Thai Airways, Air New Zealand, Air India, American Airlines, Air Canada, und United Airlines.

⁴ See: <http://www.seatguru.com/>

⁵ See: <http://www.uk-air.net/seatplan.htm>

⁶ See: <http://www.flightcomparison.co.uk/flightcomparison/home/legroom.aspx>

⁷ See: <http://www.seatmaestro.com/airlines.html>

⁸ Auf Langzeitflügen werden in der ersten Klasse werden häufig Schlafsitze oder Betten benutzt.



Tabelle 5: Sitzplatz-Klassen basierte CO₂ Emissions-Koeffizienten für Passagier-Flüge 2009

	Grösse	Auslastung	gCO ₂ /pkm	Anzahl Economy Sitzplätze	% der Durchschnittlichen gCO ₂ /pkm	% der Gesamtzahl Sitzplätze
Inlandsflüge	Durchschnitt	65.2%	171.0	1.00	100%	100%
Kurzstreckenflüge	Durchschnitt	80.9%	98.3	1.05	100%	100%
	Economy Klasse	80.9%	93.6	1.00	95%	90%
	Erste Klasse/Business class	80.9%	140.5	1.50	143%	10%
Langstreckenflüge	Durchschnitt	77.8%	112.2	1.37	100%	100%
	Economy Klasse	77.8%	81.9	1.00	73%	80%
	Economy+ Klasse	77.8%	131.1	1.60	117%	5%
	Business Klasse	77.8%	237.5	2.90	212%	10%
	Erste Klasse	77.8%	327.6	4.00	292%	5%

Wir haben die Werte der Business und ersten Klasse auf Langzeitflügen benutzt, um Werte für andere Entfernungen abzuschätzen. Somit kann auch auf anderen Distanzen zwischen Business- und erster Klasse unterschieden werden.

Fracht, inklusive Post, werden durch 2 Arten von Flugzeugen transportiert. Spezielle Frachtflugzeuge, die ausschliesslich Güter transportieren, und Passagierflugzeuge, die sowohl Passagiere und deren Gepäck, als auch Fracht transportieren. Die Civil Aviation Authority (CAA, 2008) stellt Daten über Gütertransporte, sortiert nach der Art des Fluges, bereit. Diese Daten der CAA zeigen, dass die meisten mit Passagierflugzeugen transportierten Waren auf Langstrecken-Linienflügen transportiert werden. Die Menge Güter, die auf Langstrecken-Linienflügen transportiert wird, umfasst beinahe 70% allen Transports auf Langstreckenflügen. Die Art und Weise, wie diese Gütertransporte auf Langstrecken-Passagierflügen berechnet wird, beeinflusst die mittleren Emissionskoeffizienten aller Gütertransporte erheblich.

Detailliertere Informationen über Emissionen von Gütertransport finden Sie im entsprechenden Abschnitt der DEFRA (2009) unter <http://www.defra.gov.uk/environment/business/reporting/pdf/091013-guidelines-ghg-conversion-factors-method-paper.pdf>.

Andere Faktoren, welche die Berechnung der Treibhausgasemissionen beeinflussen:

Orthodrome Flugdistanzen: Die kürzesten Flugverbindungen (Great Circle Distances (GCDs))

Idealerweise gäbe es standardisierte Verfahren, um Flugemissionen, abhängig von der Fluglänge und einschliesslich aller Aufschläge für geflogene Umwege und Wartezeiten, zu berechnen. Tatsächlich werden zur Zeit allerdings verschiedene Methoden verwendet. Der Act on CO₂ Rechner und die UK Greenhouse Gas Inventory benutzen einen Aufschlag von 9% auf orthodrome Flugdistanzen⁹ (GCDs), um Umwege, Verzögerungen etc. einzubeziehen. Dieser Koeffizient wurde bereits für frühere Treibhausgas Umrechnungsfaktoren benutzt. Er ist dem IPCC Bericht Aviation and the global Atmosphere 8.2.2.3 entnommen, in welchem ein Aufschlag von 9 bis 10% Empfohlen wird, um indirekte Flugrouten (also alle von der Orthodromen abweichenden Flugbahnen) und Verzögerungen/ Kreisbahnen in die Berechnung einzubeziehen.

Es ist empfohlen, einen Faktor von 9% zu orthodromen Distanzen hinzuzufügen, um Konsistenz zu wahren mit den existierenden Herangehensweisen der Defra/DfT und um indirekte Flugrouten, Verspätungen, Stau und Warteschleifen mit zu berücksichtigen.

⁹ Orthodrome sind die kürzesten Verbindungen zwischen zwei Punkten auf einer Kugeloberfläche. Englisch: Great Circle Distances: GCDs)



Strahlungsantrieb (Radiative Forcing)

Die Emissions-Koeffizienten, die im Anhang 6 und 7 des GHG Conversion Factors 2009 angegeben sind, stehen nur für die direkten Flugemissionen der Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Stickstoffmonoxid. Zur Zeit besteht Unsicherheit über andere Effekte der Luftfahrt (einschliesslich Wasserdampf, Kondensstreifen und NO_x) auf das Klima. Es gibt Hinweise darauf, dass diese Faktoren neben den Treibhausgasen den Treibhauseffekt antreiben. Derzeit ist kein passender mathematischer Zusammenhang zwischen Emissionen und den Auswirkungen der Luftfahrt auf das Klima bekannt. Dies ist aber ein lebhaftes Forschungsthema. Es ist nichtsdestotrotz klar, dass die Luftfahrt weitere und grössere Effekte auf das Klima hat als die CO₂ Emissionen allein. Die Anwendung eines "Multiplikators", der die Faktoren neben den Treibhausgasen einbezieht, ist ein möglicher Weg, den totalen Einfluss der Luftfahrt auf das Klima beispielhaft zu zeigen. Ein Multiplikator ist kein einfaches Instrument. Er verlinkt beispielsweise direkt die Produktion von CO₂ mit anderen Emissionen und Effekten. Tatsächlich sind diese aber nicht direkt voneinander abhängig. Genauso wenig stellt ein Multiplikator die relativen Beiträge der verschiedenen Emissionen über die Zeit oder den möglichen Ausgleich zwischen heizenden und kühlenden Effekten dar. Andererseits ist der Einbezug von weiteren Faktoren neben CO₂ in einigen Fällen wichtig und es gibt derzeit keinen besseren Weg, dies zu tun. Ein Koeffizient von 1.9 wird als mittlere Schätzung aufgrund der besten erhältlichen wissenschaftlichen Erkenntnisse angenommen. Dieser Multiplikator müsste auf die hier erklärten Emissions-Koeffizienten angewendet werden.

Bitte nehmen Sie zur Kenntniss, dass wir den Multiplikator wegen neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse auf 2 berichtigt haben (Kollmuss (2009) http://www.CO2_offsetresearch.org/PDF/SEI_Air_Travel_Emissions_Paper2_June_09.pdf)



CO₂-Berechnungen: Quellen und Hintergrund-Informationen

Energie:



Die Emissionsdaten für Büros basieren weitgehend auf einer Untersuchung grosser britischer Unternehmen. Diese unterscheidet vier Arten an Büros nach Grösse und Strombedarf.

Der Energiebedarf der meisten Büros in den Industrieländern ähnelt sich. Wir verlassen uns auf britische Berechnungen, da diese die derzeit präzisesten erhältlichen Daten bereitstellen. Zur Ableitung der Büro-Emissionen in anderen Ländern verwenden wir die entsprechenden Emissionsfaktoren der nationalen Stromnetze. Vorhandene Daten aus den USA und Japan²¹ lassen auf ähnliche Stromverbrauchsmuster in Büros der gesamten industrialisierten Welt schliessen. Wir setzen voraus, dass Büros nach westlichem Standard auch in Schwellen- und Entwicklungsländern ähnlich sind und gestalten unsere Berechnungen dementsprechend.

Wir verwendeten Werte der DEFRA (2009) für Afrika, den Nahen Osten und Lateinamerika. Da DEFRA (2009) keine Durchschnittswerte für Asiens Stromemissionen bereitstellt, verwenden wir den Durchschnitt von China, Indien und Indonesien, wobei wir Japan und Südkorea separat behandeln, da beide Länder stark abweichende CO₂-Intensitäten aufweisen.

Der Energieverbrauch britischer Büros teilt sich üblicherweise auf in 80% Strom und 20% Gas. Diese Annahme verwenden wir für alle Berechnungen. Nicht berücksichtigt wurden Wetterbedingungen oder Isolierungs-Standards, wir hoffen hierzu jedoch auf zukünftig bessere Daten. Falls Ihre Büros sich in Schwellen- oder Entwicklungsländern und auf deutlich niedrigerem Standard befinden, müssen Sie deren Energiebedarf individuell herausfinden, da keine Richtwerte erhältlich sind.

Klimaanlagen und Kühlungen tragen sehr stark zum Energieverbrauch in Büros bei. Unsere entsprechenden Berechnungen beruhen auf Goodall²² und Hitchin²³.

Die Daten nach Goodall wurden in einer Vielzahl britischer Büros erhoben. Somit dürfen wir annehmen, dass ihre Ergebnisse bezüglich dem Einsatz von Klimaanlagen den britischen Durchschnitt wiedergeben (was einer Abdeckung von etwa 20% der Bürofläche entspricht).

²¹ z.B. US Regierung, "Buildings energy consumption survey, consumption and expenditure, table C3A in the US" und "Estimation of life cycle energy consumption and CO₂ emission of office buildings in Japan", Michiya Suzuki & Tatsuo Oka, 1998

²² "Carbon emissions and the service sector", Christian Goodall, 2007, <http://www.lowcarbonlife.net/downloads/Emissions%20data%20from%20companies.pdf>

²³ "Local Cooling: Global Warming? UK Carbon Emissions from Air-Conditioning in the Next Two Decades", E R Hitchin, C Eng BSc, MCIBSEMIGasE und C H Pout, BSc D Phil Building Research Establishment, Watford, UK <http://www.cibse.org/pdfs/Carbon%20emissions%20air%20con.pdf>



Tabelle 10: Durchschnittswerte für Büro-Emissionen in tCO₂ pro Angestelltem pro Jahr.

Art des Büros	Klima-anlage	EU	Australien	Afrika	Latein-Amerika	Mittlerer Osten	China, Indien, Indonesien	Japan & Südkorea
Nur Büro	mit	2.32	4.99	3.91	1.58	4.26	5.13	2.64
	ohne	1.62	3.27	2.61	1.15	2.82	3.36	1.81
Büro und Verkaufsfläche	mit	2.81	5.98	4.7	1.92	5.11	6.15	3.18
	ohne	2.1	4.27	3.39	1.49	3.67	4.38	2.35
Mehrheitlich Verkaufsflächen,	mit	4.56	9.58	7.56	3.15	8.21	9.85	5.15
	ohne	3.85	7.87	6.25	2.72	6.77	8.08	4.32
Medien und Unterhaltung	mit	4.74	9.97	7.86	3.28	8.54	10.24	5.36
	ohne	4.04	8.25	6.55	2.85	7.1	8.48	4.53

Für die Direkteingabe Ihres Energieverbrauchs verwenden wir die Standard-Daten von DEFRA (2009). Die Berechnung der Stromemissionen beruht auf dem EU-Durchschnitts-Mix.