

Treibhausgas-Emissionen aus Dienstreisen der ETH Zürich

Methodenbeschreibung 2016

Impressum

Erstellt im Auftrag der Mobilitätsplattform der ETH Zürich (www.ethz.ch/mobilitaet).
Bei Fragen wenden Sie sich bitte an: mobilitaetsplattform@ethz.ch

Autor: Martin Räber, Eartheffect GmbH, 4600 Olten
Datum: 13. April 2017

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
.....	
Datengrundlage	1
.....	
Reisekosten	1
Systemgrenzen	1
Emissionsfaktoren	1
Kosten pro Personenkilometer	2
Mögliche Verbesserung der Datenbasis	3
Flugreisen	3
.....	
Airplus Statistik	3
Radiative Forcing Index	3
Emissionsfaktor	3
Businessflüge	4
Effizienzsteigerung	4
Autoreisen	5
.....	
Statistische Daten	5
Emissionsfaktor	5
Bundesfahrzeuge	5
Bahnreisen	5
.....	
SBB Statistik	5
Emissionsfaktor	5
Abonnements	6
Annahmen und Unsicherheiten	6
.....	
Airplus Statistik als Basis	6
Zwischenlandungen	7
Verhältnis Inland- und Auslandsreisen Bahn	7
Kontierungsverhalten	7
Quellen	7

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt, wie die Treibhausgas-Emissionen der ETH Zürich aus Dienstreisen erhoben werden.

Die Grundlagen für die Erhebung der Daten werden laufend überarbeitet und verbessert. So wurden die Emissionsfaktoren gegenüber den Vorjahren angepasst und die Emissionszahlen rückwirkend korrigiert. Dies führt dazu, dass die Zahlen in diesem Bericht unter Umständen nicht mit denjenigen in älteren Berichten übereinstimmen. Es sollten deshalb nur Zahlen aus dem aktuellen Bericht benutzt werden für die Kommunikation.

Datengrundlage

Bei Distanzangaben in diesem Dokument und im Emissionsreporting handelt es sich immer um Personenkilometer (pkm).

Reisekosten

Die Grundlage für die Erhebung der Treibhausgas-Emissionen bilden die Reisekosten der ETH Zürich. Diese sind in den drei Konten für Flugreisen, Bahnreisen und Fahrzeug-Aufwand erfasst. Für alle Verkehrsträger liegen jeweils für einen Teil der Reisen Angaben über Distanzen und Kosten vor. Daraus errechnen sich die Kosten pro gereistem Kilometer je Verkehrsträger. Bei den restlichen Reisen sind nur die Kosten bekannt, aus denen sich die CO₂-Emissionen wie folgt errechnen:

$$CO_2\text{-Emissionen [g CO}_2\text{eq]} = \text{Reisekosten [CHF]} \times \frac{\text{Emissionsfaktor } \left[\frac{\text{g CO}_2\text{eq}}{\text{pkm}} \right]}{\text{Kosten pro Personenkilometer } \left[\frac{\text{CHF}}{\text{pkm}} \right]}$$

Systemgrenzen

Erfasst in den Berichten sind alle Dienstreisen der Mitarbeitenden der ETH Zürich inklusive Doktoranden sowie die Flugreisen der Gäste der ETH Zürich, sofern die Reisekosten von der ETH Zürich übernommen wurden.

Reisen, die nicht von der ETH Zürich bezahlt wurden, sind nicht erfasst. Auch nicht erfasst sind Reisen von Studierenden im Rahmen ihres Studiums (Studienreisen) und die Pendlerbewegungen der ETH-Angehörigen.

Für die Bilanzierung werden die vor- und nachgelagerten Prozesse mitberücksichtigt. Diese beinhalten Herstellung und Unterhalt der Fahrzeuge, die Energiebereitstellung sowie Aufbau und Unterhalt der Infrastruktur.

Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 1 dargestellt und werden bei der Besprechung der Reisemittel weiter unten diskutiert.

Die Grundlagen für die Erhebung der Daten werden laufend überarbeitet und verbessert. Die

Emissionsfaktoren wurden gegenüber den Vorjahren angepasst und die Emissionszahlen rückwirkend korrigiert. Dies führt dazu, dass die Zahlen in diesem Bericht unter Umständen nicht mit denjenigen in älteren Berichten übereinstimmen. Es sollten deshalb nur Zahlen aus dem aktuellen Bericht benutzt werden für die Kommunikation.

Während der Emissionsfaktor für Flugreisen gegenüber dem Vorjahr unverändert ist, wurde derjenige für Bahnreisen von 40.5 g auf 25.4 g CO₂eq/pkm korrigiert aufgrund einer neuen statistischen Auswertung der Reiseangaben der SBB. Der Emissionsfaktor für Autofahrten wurde von 210 g auf 197 g CO₂eq / pkm verändert durch die erstmalige Verwendung der Mobitool 2.0 Daten. Dies trägt der verbesserten Effizienz der Fahrzeuge Rechnung.

Emissionsfaktoren	Faktor (in g CO ₂ eq/pkm)	Quellen
Flugreisen	271.8	Mobitool 1.1 (Emissionsfaktoren für den Treibstoffverbrauch, die Energiebereitstellung, Fahrzeugunterhalt, Fahrzeugherstellung, Infrastruktur), EcoPassenger (RFI Faktoren abhängig von der Flugdistanz), vgl. Kapitel Flugreisen.
Bahnreisen	25.4	SBB
Autoreisen	197.0	Mobitool 2.0

Tabelle 1: Emissionsfaktoren der Dienstreisen der ETH Zürich, Stand 2016

Kosten pro Personenkilometer

Die Kosten pro Personenkilometer errechnen sich aus ETH-spezifischen Daten, die in Statistiken des Abrechnungssystems Airplus (Flugreisen), der SBB und Europcar (Mietwagen) zur Verfügung stehen. Die Kosten für Privatfahrzeuge basieren auf der Vergütung pro Kilometer, die die ETH Zürich gewährt.

Kosten pro Personenkilometer	Kosten (in CHF/pkm)	Quelle	Anteil der Kosten an Gesamtkosten im jeweiligen Report
Flugreisen	0.17	Report Airplus	26.0 %
Bahnreisen Schweiz	0.31	Umsatzreport SBB	10.0 %
Bahnreisen ins Ausland	0.29	Umsatzreport SBB	5.0 %
Autoreisen Mietwagen	0.31	ETH-Report Europcar	14.5 %
Autoreisen Privatfahrzeuge	0.6	ETH Vergütung	14.5 %

Tabelle 2: Kosten pro Personenkilometer der Dienstreisen der ETH Zürich, Stand 2016

Mögliche Verbesserung der Datenbasis

Mit der neuen elektronischen Spesenabrechnung werden Reisekosten und Reisedestination erfasst, jedoch nicht das Reisemittel. Würde bei der elektronischen Spesenabrechnung noch ein Feld für das Reisemittel ergänzt, könnten die Reisen der ETH-Mitarbeitenden statistisch besser erfasst werden.

Flugreisen

Airplus Statistik

Im Abrechnungssystem Airplus sind 26 % der Flugreisen erfasst. Es liegen Angaben vor über Abflug- und Zielort, Organisationseinheit, Reisedistanz (hin und zurück), Reisekosten und Buchungsklasse. Nicht erfasst sind Zwischenlandungen.

Radiative Forcing Index

Beim Luftverkehr gibt es neben den direkten CO₂-Emissionen noch weitere Klimawirkungen durch Stickoxide, Spurengase, Mikropartikel und Wolkenbildung. Diese werden mit einem Gewichtungsfaktor, dem Radiative Forcing Index RFI, berücksichtigt. Dessen Höhe wird wissenschaftlich diskutiert und die Bandbreite der Abschätzungen liegt zwischen einem Faktor 1 und 4 [vgl. Externe Effekte des Verkehrs 2010].

Der RFI kommt nur in Flughöhen ab 9 km zum Tragen. Da die Emissionsfaktoren von Mobitool 1.1 keine RFI berücksichtigen, werden diese zusätzlich in Anwendung gebracht¹. Dabei werden für die ETH Zürich je nach Flugdistanz unterschiedliche RFI verwendet, da der Anteil der Flughöhe über 9 km bei weiteren Flügen grösser ist [vgl. Knörr 2008].

Emissionsfaktor

In Abhängigkeit der Flugdistanz kommen unterschiedliche Emissionsfaktoren zur Geltung. Diese stammen aus Mobitool 1.1. Da in der Start- und Steigflugphase mehr Treibstoff verbraucht wird, ist der Emissionsfaktor für die direkten Emissionen aus dem Treibstoffverbrauch für Kurzstrecken mit 143.9 g CO₂eq/pkm höher als für Langstrecken mit 91 g (Economy-Flüge).

Bei Langstreckenflügen gibt es einen Anteil von rund 10% Businessflügen. Der Emissionsfaktor wird gegenüber den Economy-Flügen um den Faktor 2.1 erhöht² und beträgt für die direkten Emissionen aus dem Treibstoffverbrauch 189 g CO₂eq/pkm. Im Durchschnitt resultiert ein Emissionsfaktor von 100.5 g CO₂eq/pkm bei Flugstrecken ab 1750 km³.

Die direkten Emissionen werden mit dem Radiative Forcing Index RFI multipliziert und die indirekten Emissionen (für Energiebereitstellung, Herstellung, Unterhalt und Entsorgung der Flugzeuge sowie die Infrastruktur) addiert. Die indirekten Emissionen betragen 23.9 g CO₂eq/pkm in Europa resp. 18 g bei Interkontinentalflügen (berücksichtigt den Business-Anteil).

Folgende Tabelle zeigt die Emissionsfaktoren und die RFI-Faktoren in Abhängigkeit der Flugstrecke.

¹ Mobitool 2.0 berücksichtigt nun zwar auch RFI-Faktoren, die jedoch tiefer sind als die hier verwendeten. Um die Vergleichbarkeit mit den Vorjahren zu gewährleisten, werden wie in den Vorjahren die Mobitool 1.1 Faktoren verwendet.

² Entspricht dem Verhältnis von Economy zu Business in Mobitool 2.0 (Mobitool 1.1 berücksichtigt keine Businessflüge)

³ Flugstrecken ab 1750 km werden als Interkontinentalflüge behandelt, alle anderen als Europaflüge.

Distanz	Direkte Emissionen (g CO ₂ eq/pkm)	RFI	Indirekte Emissionen (g CO ₂ eq/pkm)	Emissionsfaktor total (g CO ₂ eq/pkm)	Anteil Reisen ETH Zürich
bis 499 km	143.9	1.27	23.9	206.7	2.9 %
500 bis 624 km	143.9	1.47	23.9	235.4	2.2 %
625 bis 749 km	143.9	1.6	23.9	254.1	1.9 %
750 bis 999 km	143.9	1.87	23.9	293.0	3.3 %
1000 bis 1749	143.9	2.5	23.9	383.7	4.0 %
ab 1750 km (inkl. Businessflüge)	100.5	2.5	18	269.3	85.7 %
Gewichteter Mittelwert	106.7	2.4	18.8	271.8	100.0 %

Tabelle 3: Emissionsfaktoren der Flugreisen in Abhängigkeit der Flugstrecke und der resultierende mittlere Emissionsfaktor, Stand 2016

Businessflüge

90.5 % der in Airplus erfassten Flüge sind Economy Flüge, der Rest sind Business Flüge. Der Emissionsfaktor für Businessflüge ist rund doppelt so gross wie bei Economy Flügen⁴. Im verwendeten durchschnittlichen Emissionsfaktor für Flugreisen ist dies berücksichtigt.

Effizienzsteigerung

Der Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft (BDL) veröffentlicht Zahlen zur Steigerung der Effizienz im Flugverkehr. Waren es 2007 noch 4.08 Liter Treibstoff pro Passagier und 100 km, sind es 2014 nurmehr 3.64 Liter, also gut 10 % weniger [BDL]. Im Durchschnitt ist dies eine jährliche Effizienzsteigerung von rund 1.2 %.

Reflektiert wird dies im Emissionsfaktor von Mobitool nicht. Beim Update von Mobitool 1.1 (2010) auf Version 2.0 (2016) ist der Emissionsfaktor gar erhöht worden, da nun auch ein RFI eingerechnet wird (wie dies im Emissionsreporting für die ETH Zürich schon immer gemacht wurde).

Im Emissionsreporting der ETH Zürich findet eine Effizienzsteigerung bisher keinen Eingang, da die Grundlage nach wie vor der Faktor für den direkten Betrieb von Mobitool 1.1 bildet. Auf der Basis der Ausführungen oben könnte zukünftig eine jährliche Reduktion des Emissionsfaktors um 1.2 % ins Auge gefasst werden.

⁴ Vgl. Mobitool 2.0

Autoreisen

Statistische Daten

Die Autofahrten setzen sich aus Fahrten mit Bundesfahrzeugen, privaten Fahrzeugen der ETH-Angehörigen, Mietwagen sowie Taxifahrten und Carreisen zusammen.

Für die Bundesfahrzeuge, die über die ETH Zürich abgerechneten Fahrten mit Privatwagen sowie für die bei Europcar gebuchten Mietwagen sind sowohl die zurückgelegten Strecken als auch die Kosten bekannt. Die Fahrten mit Privatwagen und Europcar umfassen rund 30 % der Kosten und dienen als Grundlage für die Schätzung der Distanz der restlichen Autofahrten, von denen nur die Kosten bekannt sind.

Taxifahrten und Carreisen können nicht gesondert berücksichtigt werden, da diese nicht in separaten Sachkonten erfasst werden. Sie gehen damit nicht in die Treibhausgasbilanz der Dienstreisen der ETH Zürich ein.

Emissionsfaktor

Die Emissionsfaktoren für alle Autoreisen werden ab 2016 vereinheitlicht. Es wird nun ein Faktor von 197 g CO₂ pro Personenkilometer gemäss Mobitool 2.0 für sämtliche Autoreisen verwendet. Vorher war dieser 210 g CO₂ pro Personenkilometer für Fahrten in Privatwagen und 153 g bei Mietwagen von Europcar entsprechend den Angaben von Europcar⁵.

Bundesfahrzeuge

Verbesserte statistische Angaben über die Nutzung der Bundesfahrzeuge mit Kilometerangaben haben die Genauigkeit der Berechnung der Treibhausgasemissionen verbessert. Diese Verbesserung konnte rückwirkend für die Jahre 2014 und 2015 eingeführt werden, weshalb sich die Emissionszahlen von den Berichten in den Vorjahren unterscheiden.

Bahnreisen

SBB Statistik

Die Basis für die Kalkulation der Treibhausgas-Emissionen aus Bahnreisen sind statistische Daten der SBB und die im Sachkonto Bahnreisen gebuchten Reisekosten. Von 12 % der Bahnreisen (bezogen auf die Gesamtkosten im Sachkonto Bahnreisen, ohne GA) sind die Reisedestinationen bekannt, da sie online bei der SBB gebucht wurden. Für die restlichen Bahnreisen liegen nur Kostenangaben vor.

Emissionsfaktor

Der Emissionsfaktor für die Bahnreisen wurde seit dem letzten Report aufgrund einer neuen statistischen Auswertung der SBB angepasst und beträgt durchschnittlich 25.4 g CO₂eq pro Personenkilometer. In der Schweiz beträgt der Emissionsfaktor 4.9 g, in Europa 64 g CO₂eq/pkm.

Rückwirkend wurden die Emissionen für alle Jahre korrigiert.

⁵ Die Angaben von Europcar berücksichtigen nur die direkten Emissionen, jedoch nicht diejenigen für Herstellung, Unterhalt und Entsorgung von Fahrzeugen und Infrastruktur.

Abonnements

Die ETH Zürich bezahlt ihren Angestellten einen Anteil an den Kosten eines Generalabonnements der SBB. Die SBB rechnen mit durchschnittlich 25'000 gefahrenen Kilometern pro GA. Berücksichtigt sind diese Kilometer im Verhältnis zum Kostenanteil der ETH Zürich in der Treibhausgas-Statistik (15 % der Kosten werden durch die ETH Zürich getragen), entsprechend den Systemgrenzen dieses Reports.

Annahmen und Unsicherheiten

Airplus Statistik als Basis

26 % der Flugreisen wurden im Jahr 2016 über Airplus abgerechnet, einem System zur Bezahlung und Abrechnung von Reiseleistungen wie Flug- und Bahnreisen. Dies entspricht knapp 2400 Flügen. Von diesen Flügen sind die Flugdistanzen und die Kosten bekannt und es können die Kosten pro Personenkilometer (pkm) für alle Flugreisen darauf basierend geschätzt werden.

Wie gut ist diese Schätzung? Gemäss [Mossig 2012] resultiert unter der Annahme einer Normalverteilung (der zu schätzenden Grösse, hier Kosten pro Distanz) bei einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 99 % ein maximaler Fehler von rund 2.5 % (Grundgesamtheit 10'000, Stichprobe 2'500). Statistisch betrachtet ist die Schätzung also sehr gut. Jedoch variieren die Anteile der in Airplus erfassten Flüge zwischen 3 und 58 % je nach Organisationseinheit, wobei drei Organisationseinheiten unter 10 % der Flüge über Airplus abrechnen. Diese drei Einheiten fliegen zudem wenig und verursachen nur 3.7 % der Flugkosten.

Vorsicht ist geboten bei der Betrachtung von einzelnen Departementen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die tatsächlichen Kilometerkosten vom Durchschnitt abweichen. Je kleiner eine Einheit, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit einer Abweichung.

Es ist nicht bekannt, ob ein systematischer Fehler vorliegt, der daher rührt, dass Airplus in Abhängigkeit der Flugdistanz benutzt oder nicht benutzt wird. Es wird angenommen, dass es keinen Unterschied gibt und die Verteilung der Flugdistanzen in Airplus und in der Gesamtmenge gleich ist.

Gibt es einen systematischen Fehler, der daraus resultiert, dass die Kosten der über Airplus bezahlten Flugreisen abweichen von den anderen Flügen?

Flugpreise setzen sich zusammen aus dem eigentlichen Ticketpreis und aus einer Gebühr für die Abwicklung des Verkaufs. Der eigentliche Ticketpreis ist immer ungefähr gleich, unabhängig von der Verkaufsstelle. Über Airplus abgerechnete Flüge werden direkt bei den Airlines, über Swiss Direct Sales oder die Bundesreisezentrale gebucht. Businessflüge und Flüge nach Brüssel sind günstiger bei Buchung über Swiss Direct Sales oder die Bundesreisezentrale, da hier Sondertarife verfügbar sind. Anbieter wie z. B. ebookers gewähren jedoch Rabatte bei der Kombination von Flug und Hotel. Weiter wird davon ausgegangen, dass die Gebühren bei einer telefonischen Buchung etwas höher sind als bei einer Online-Buchung. Bei den Airlines und der Bundesreisezentrale können Flüge auch telefonisch gebucht werden.

Aufgrund obiger Überlegungen wird angenommen, dass die Preise der über Swiss Direct Sales oder der Bundesreisezentrale gebuchten Economy Class Flüge gegenüber der Buchung über andere Kanäle im Durchschnitt ungefähr gleich sind. Für eine genauere Analyse müsste eine systematische Auswertung der Kosten erfolgen.

Zwischenlandungen

Da im Airplusreport Angaben über Zwischenlandungen fehlen, kann keine Aussage zum Einfluss von Zwischenlandungen auf die Emissionen gemacht werden.

Verhältnis Inland- und Auslandsreisen Bahn

Die aus der SBB-Statistik bekannten Reisen sind bezogen auf die zurückgelegte Strecke zu 65% Inlandsreisen und zu 35% Auslandsreisen. Diese Verteilung dient als Basis für die Berechnung des durchschnittlichen Emissionsfaktors für die ETH Zürich. Da aber nur 15% der Bahnreisekosten in der SBB-Statistik enthalten sind, sind grössere Abweichungen bei der Berechnung der Emissionen nicht auszuschliessen.

Kontierungsverhalten

Es wird davon ausgegangen, dass die ETH-Angehörigen ihre Reisespesen korrekt auf das entsprechende Reiskonto buchen. Es gibt Stimmen, die diese Vermutung stützen, Gewissheit kann aber nur eine Auswertung von Buchungen geben.⁶

Quellen

Atmosfair, Der Emissionsrechner: <https://www.atmosfair.de/emissionsrechner/was-berechnet-der-emissionsrechner/>

BDL Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft, <http://www.bdl.aero/de/themen-positionen/umwelt/>

Ecoplan / Infrac, Externe Effekte des Verkehrs 2010, Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten Bundesamt für Raumentwicklung, Bern, Zürich und Altdorf, 2014

IPCC 1999: Aviation and the Global Atmosphere: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/aviation/>

W. Knörr, EcoPassenger, Environmental Methodology and Data, Final Report, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg, 2008.

Mobitool: <http://www.mobitool.ch/>

I.Mossig, Stichproben, Stichprobenauswahl- verfahren und Berechnung des minimal erforderlichen Stichprobenumfangs, Universität Bremen Institut für Geographie, Bremen 2012.

SBB, Emissionsbericht 2016 sowie Absatz- und Umsatzzahlen der ETH Zürich.

⁶ Jahresabgrenzungen verursachen keine Verzerrungen; sie gleichen sich über Jahresanfang und Jahresende aus.