

Treibhausgasemissionen aus Dienstreisen der ETH Zürich 2019

Hintergrundbericht

Report

Author(s):

Althaus, Hans-Jörg; Graf, Cornelia

Publication date:

2020-07-24

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000429410>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

ETH Zürich, Mobilitätsplattform, Dr. Susann Görlinger

Treibhausgasemissionen aus Dienstreisen der ETH Zürich 2019

Hintergrundbericht

Finale Version
Bern, 24. Juli 2020

Dr. Hans-Jörg Althaus & Cornelia Graf, INFRAS

Impressum

Treibhausgasemissionen aus Dienstreisen der ETH Zürich 2019

Hintergrundbericht

Finale Version

Bern, 24. Juli 2020

ÖFFENTLICH_Bericht_THG_Dienstreisen_ETH_2019_v7.docx

Auftraggeber

ETH Zürich, Mobilitätsplattform, Dr. Susann Görlinger

Autorinnen und Autoren

Dr. Hans-Jörg Althaus & Cornelia Graf, INFRAS

INFRAS, Sennweg 2, 3012 Bern

Tel. +41 31 370 19 19

Inhalt

Zusammenfassung	5
1. Hintergrund der Studie	14
2. Methode und Datengrundlagen	15
2.1. Vordergrunddaten	16
2.1.1. Flugreisen	17
2.1.2. Autofahrten	18
2.1.3. Bahnreisen	20
2.1.4. Reisekosten der Departemente / Organisationseinheiten	21
2.2. Hintergrunddaten	23
2.2.1. Flugreisen	23
2.2.2. Autofahrten	23
2.2.3. Bahnreisen	23
3. Ergebnisse und Diskussion 2019	25
3.1. Flugemissionen pro Organisationseinheit	28
3.2. Autoemissionen pro Organisationseinheit	32
3.3. Zugemissionen pro Organisationseinheit	33
4. Auswirkung der neuen Methode bei Flugreisen	34
4.1. Vordergrunddaten	34
4.1.1. Anteile Business / First	35
4.1.2. Durchschnittliche Flugdistanzen / Häufigkeiten von Distanzklassen	36
4.1.3. Destinationen	37
4.1.4. Fluggesellschaften (z.B. keine / weniger Billiganbieter)	38
4.1.5. Preise abhängig von Buchungs-/Zahlungsmodalität	40
4.2. Hintergrunddaten	41
4.3. Ergebnisse	42
5. Jahresvergleich 2006 bis 2019	47
5.1. Jahresvergleich Gesamtemissionen	47
5.2. Jahresvergleiche Flugreisen	51

Literatur _____ 53

Zusammenfassung

Die vorliegende Zusammenfassung zeigt die wichtigsten Ergebnisse der Berechnungen der Treibhausgas (THG)-Emissionen der Dienstreisen an der ETH Zürich. Erfasst sind, wie in den vorherigen Jahren, die Dienstreisen der Angestellten sowie die Flugreisen von Studierenden und Gästen, sofern deren Reisekosten von der ETH Zürich übernommen werden. Nicht erfasst sind Arbeitswege sowie Reisen Mitarbeitender, deren Kosten nicht durch die ETH Zürich getragen werden. Zum ersten Mal werden in diesem Bericht auch die Flugreisen einbezogen, die Studierende der ETH Zürich im Rahmen ihrer Curricula unternehmen und die nicht oder nur teilweise von der ETH Zürich bezahlt werden.

Es werden Auto- und Zugfahrten sowie Flüge berücksichtigt. Die Berechnungsmethode für Auto- und Zugreisen entspricht derjenigen des Dienstreisenreports von 2018 (INFRAS 2019a). Die Verkehrs- bzw. Fahrleistungen¹ bei Auto- und Zugreisen werden mit den totalen Kosten und mit spezifisch für die ETH Zürich ermittelten Kostensätzen abgeschätzt. Für jede Transportart wird ein Emissionsfaktor (in g CO₂-eq / pkm bzw. g CO₂-eq / km) bestimmt, mit dem die jährliche Verkehrs- bzw. Fahrleistung multipliziert wird. Die Flugemissionen wurden nach einer neuen Methode erhoben und berechnet. Die Distanzen und Emissionen der Flugreisen² werden für jede einzelne Reise durch die atmosfair GmbH und INFRAS berechnet. Grundlage dafür ist die Erfassung der Flugnummern, Flugdatum und der Buchungsklasse durch die ETH Zürich. Zusammen ergeben sich so die jährlichen THG-Emissionen, die durch Dienstreisen verursacht werden. Die Ergebnisse werden mit der Anzahl Mitarbeitende³ (full-time equivalents FTEs) normiert. Weiter werden die Ergebnisse separat für die 16 Departemente, die Abteilungen (Bereiche Präsident, Rektorat, VPFC und VPPR) und die übrigen Organisationseinheiten berechnet. Als Verteilschlüssel für die Emission von Auto- und Zugreisen werden die Reisekosten pro Einheit verwendet. Bei Flugreisen sind die Emissionen der verursachenden Departemente bzw. Organisationseinheiten bekannt. Entsprechend ist eine Allokation über Kosten nicht nötig.

¹ Verkehrsleistung: die Anzahl an Personen, die bewegt werden, multipliziert mit der zurückgelegten Entfernung (in Personen*Kilometer, pkm); Fahrleistung ist die mit einem Fahrzeug zurückgelegte Entfernung (in km)

² das gilt auch für die Flugreisen in 2018. Die Emission der Flugreisen 2018 in diesem Bericht entsprechen nicht den Emissionen in 2018 in INFRAS 2019a. Ein Vergleich der Emission von 2019 mit den Resultaten nach der alten Methode für 2018 wäre irreführend.

³ Studierende sind nur dann gezählt, wenn sie einen Arbeitsvertrag mit der ETH haben.

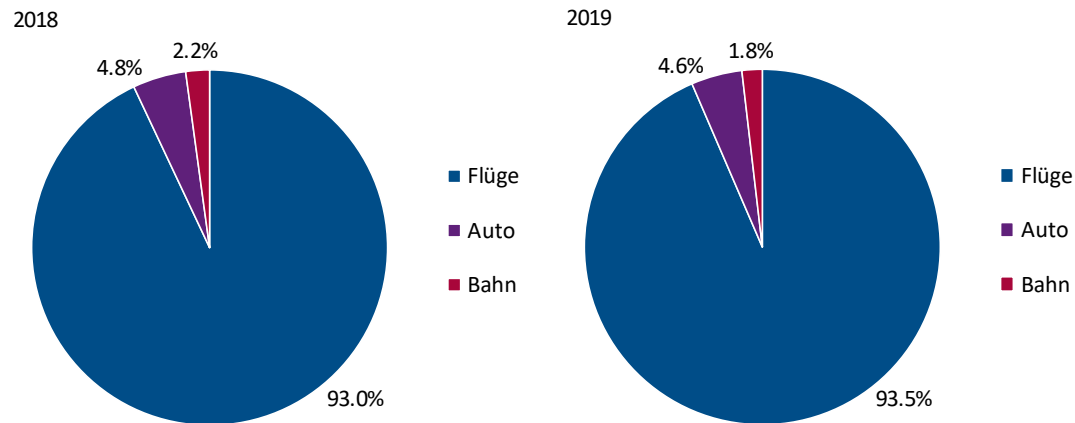
Ergebnisse

Im Folgenden sind die wichtigsten Ergebnisse der Emissionsberechnungen aufgeführt:

- Die Flugdistanz, die in 2018 analog zu 2019 erhoben wurde, ist 2019 um 12.8% gesunken. Die Flugemissionen sind ebenfalls gesunken, jedoch nur um 2.1%. In der vorhandenen Datenbasis wurden keine Faktoren gefunden, die erklären würden, warum die Emission so viel weniger sinkt als die zurückgelegte Strecke. Zum Beispiel sind die Anteile an Flügen in First- und Businessklasse in beiden Jahren vergleichbar. In 2019 gibt es zwar leicht höhere Anteile an kurzen und sehr kurzen Flügen, aber das kann nicht so einen grossen Unterschied bewirken. Ob bzw. wieviel das laufende Flugreisenprojekt und / oder der «Greta-Effekt» zur Reduktion der Flugtätigkeit beigetragen haben, lässt sich aus den vorliegenden Daten nicht ermitteln.
- Autoreisen haben von 2018 auf 2019 deutlich abgenommen. Ein relativ starker Anstieg bei Fahrten mit ETH Dienstfahrzeugen wurde durch einen noch stärkeren Rückgang bei Fahrten mit Miet- und Privatfahrzeugen überkompensiert.
- Bahnreisestrecken haben von 2018 auf 2019 um 4.5% abgenommen. Die Emissionen von Bahnreisen haben viel stärker abgenommen (16.8%). Der Grund dafür ist, dass in 2018 mehr Bahnreisen im Ausland sowie Reisen in anderen öffentlichen Verkehrsmitteln im In- und Ausland stattfanden, bei denen die Emission pro pkm höher ist als auf dem Schweizer Bahnnetz.
- Die totalen Reisestrecken für alle 3 Verkehrsträger sind von 2018 auf 2019 um 11.7% gesunken. Die gesamten THG-Emissionen haben um 2.6% abgenommen.
- Die Vollzeitäquivalente (FTE) haben von 2018 auf 2019 um 3.2% zugenommen. Entsprechend wird über alle Verkehrsträger eine Reduktion der spezifischen THG Emission pro FTE um 5.7% erreicht.

Abbildung 1 zeigt die Aufteilung der Emissionen in den Jahren 2018 und 2019. Tabelle 1 stellt die Strecken und Emissionen pro Verkehrsträger zusammen und zeigt die Veränderung zwischen 2018 und 2019 auf.

Abbildung 1: THG-Emissionen durch Dienstreisen der ETH Zürich im Jahresvergleich und pro Verkehrsträger (in t CO₂-eq) für die Jahre 2018 und 2019.



Gerundete Werte

Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle 1: THG-Emissionen und Gesamtstrecken (hin und zurück) der Dienstreisen der ETH Zürich sowie deren Veränderung gegenüber dem Vorjahr, Stand 2019.

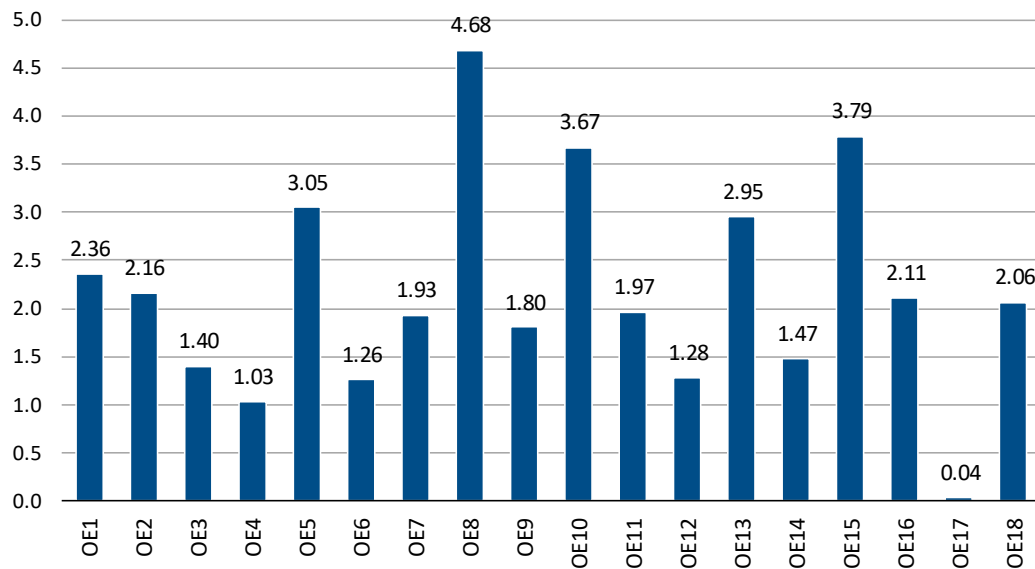
Stand 2019						
Verkehrsmittel	CO ₂ -Emissionen (in t CO ₂ -eq)			Strecken (in pkm)		
	2018	Δ	2019	2018	Δ	2019
Flugreisen	17'737	-2.1%	17'370	92'921'938	-12.8%	81'030'321
Autofahrten	924	-7.0%	860	2'927'952	-7.0%	2'724'067
Bahnreisen	411	-16.8%	342	12'305'976	-4.5%	11'755'761
Total	19'072	-2.6%	18'571	108'164'616	-11.7%	95'510'149
Verkehrsmittel	CO ₂ -Emissionen (in t CO ₂ -eq pro FTE)			Strecken (in pkm pro FTE)		
	2018	Δ	2019	2018	Δ	2019
Flugreisen	1.89	-5.2%	1.79	9'889	-15.6%	8'348
Autofahrten	0.10	-9.9%	0.09	312	-9.9%	281
Bahnreisen	0.04	-19.4%	0.04	1'309	-7.5%	1'211
Total	2.03	-5.7%	1.91	11'510	-14.5%	9'839

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Berechnung

Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die Flugemissionen pro FTE der Departemente bzw. Einheiten der ETH Zürich in den Jahren 2018 und 2019.

Abbildung 2: Treibhausgas-Emissionen durch Flugreisen der ETH Zürich in t CO₂-eq pro Vollzeitäquivalent (FTE), dargestellt für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten, Stand 2018.

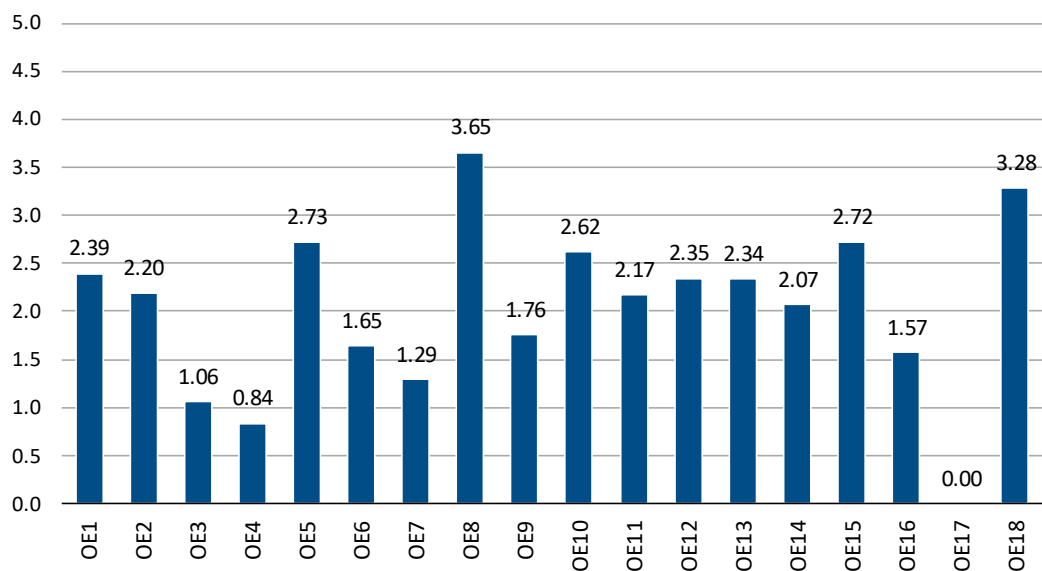
t CO₂-eq pro Einheit und FTE, nur Flüge in 2018



Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnung

Abbildung 3: Treibhausgas-Emissionen durch Flugreisen der ETH Zürich in t CO₂-eq pro Vollzeitäquivalent (FTE), dargestellt für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten, Stand 2019.

t CO₂-eq pro Einheit und FTE, nur Flüge in 2019



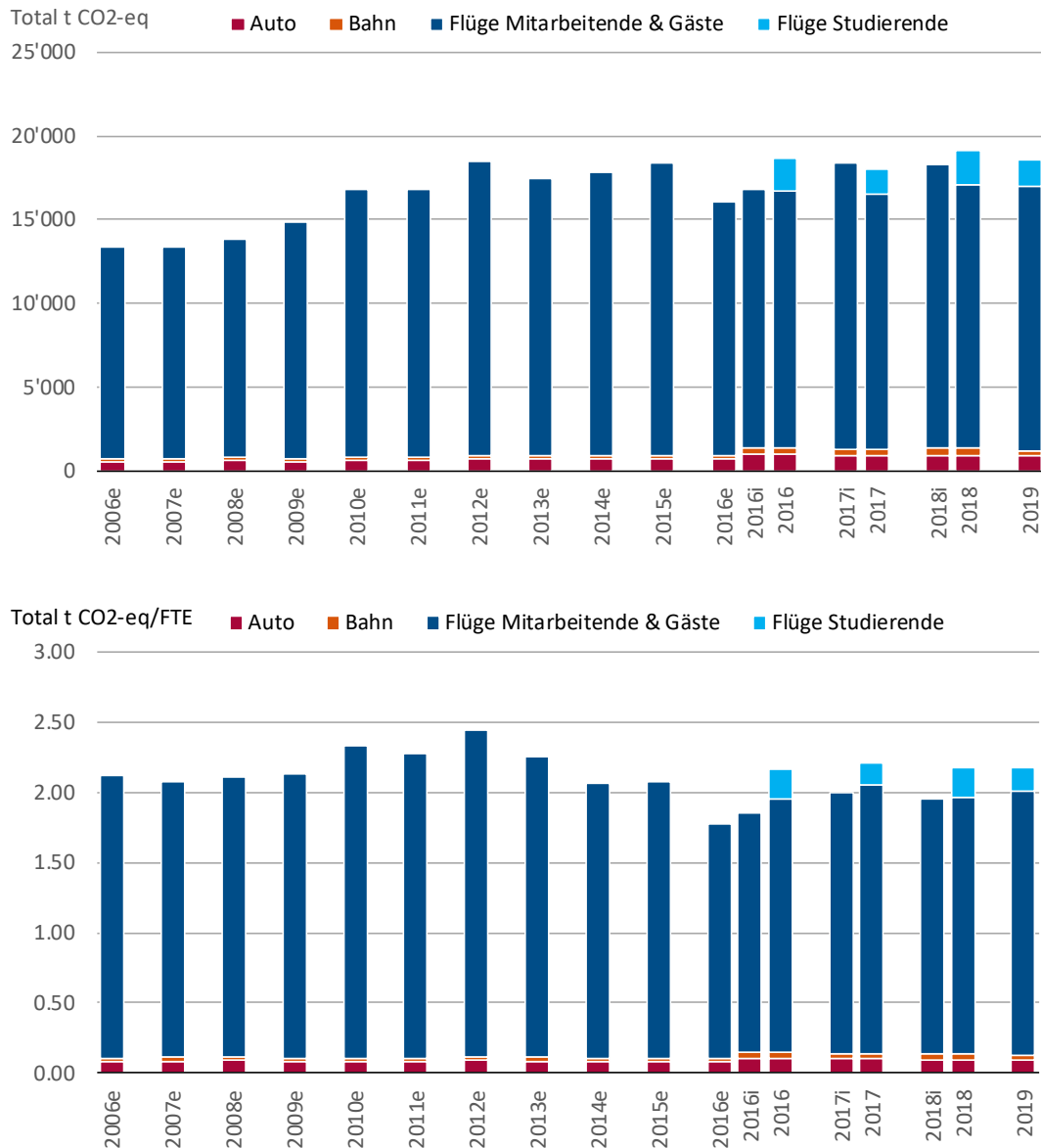
Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnung

Auffällig sind die beträchtlichen Reduktionen bei OE8, OE10, OE15 und die deutliche Erhöhung bei OE18. Die Reduktionen stehen alle im Zusammenhang mit deutlich weniger Flugemissionen von Studierenden. Auch bei OE 18 gibt es 2019 weniger Flüge von Studierenden. Der Grund für die Erhöhung bei OE18 kommt einerseits von einer um etwa 50% gestiegenen Flugdistanz und andererseits von einem um 4 Prozentpunkte höheren Anteil an Flügen in Business- und Erstklasse. Die gestiegene Flug-Distanz kann teilweise auf eine um 13% gestiegene Anzahl FTE zurückgeführt werden.

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der absoluten und spezifischen (pro FTE) THG-Emissionen der ETH Zürich von 2006 bis 2019. Tabelle 2 liefert die Zahlen dazu. Die Methodik der Datenerhebung war bis 2016 konstant. Bei der Erhebung der Treibhausgasemissionen für 2017 und 2018 (INFRAS 2019a) wurden einige Korrekturen an der zuvor benutzten Methode gemacht und rückwirkend auf 2016 angewendet. Zudem kam ab 2019 eine neue Methode für die Erhebung der Flugemissionen zur Anwendung, die rückwirkend auch für 2016 bis 2018 angewendet wurde. So gibt es insgesamt drei unterschiedliche Werte für 2016 und jeweils zwei für 2017 und 2018. Die Korrektur in INFRAS (2019a) gegenüber EarthEffect (2017a) und EarthEffect (2017b) führt zu einer höheren Emission der Auto- und Bahnreisen. Die neue Erfassungs- und Berechnungsmethode für Flugreisen führt für die einzelnen Jahre der Periode 2016-2019 zu unterschiedlichen Veränderungen. Die wichtigsten Unterschiede der neuen Methode sind:

- Erweiterte Systemgrenzen: Neu sind auch die Flüge im Rahmen des Curriculums von Studierenden enthalten.
- Gesamterhebung statt Hochrechnung aus Teilerhebung
- Berechnung der spezifischen Emission jedes einzelnen Fluges unter Berücksichtigung aller relevanten Parameter statt Anwendung eines generischen Emissionsfaktors pro pkm.

Abbildung 4: THG-Emissionen durch Dienstreisen der ETH Zürich im Jahresvergleich (oben in t CO₂-eq; unten: in t CO₂-eq pro FTE), Stand 2019. Werte 2016 bis 2018 wurden mit unterschiedlichen Methoden berechnet und werden darum mehrfach ausgewiesen.



20XXe: Zahlen von EarthEffect 2017a/b: Nur Mitarbeiter und Gäste, keine Studierende. Totale Flugdistanz skaliert von Flügen, die mit AirPlus bezahlt wurden (rund 20% der Flugkosten). Spezifische Emissionsfaktoren von 272 g CO₂-eq/pkm, der den Anteil Businessflüge sowie die Klimaeffekte von nicht-CO₂-Emissionen (RFI 2.4) berücksichtigt.

20XXi: INFRAS 2019a: Analog zu EarthEffect. Korrektur von methodischen Fehlern bei Auto- und Bahnreisen. Quelle: INFRAS 2019a

20XX: Zahlen nach neuester Methode: Auto- und Zugreisen analog INFRAS 2019a. Flugreisen basierend auf Gesamterhebung der Flüge von Mitarbeitenden, Gästen und Studierenden. Spezifische Berechnung der Distanz und Emission für jeden einzelnen Flug durch atmosfair GmbH. Methodenbeschreibung: INFRAS 2019b und atmosfair 2011.

Grafik INFRAS. Quelle: EarthEffect 2017b, INFRAS 2019a, eigene Berechnungen

Tabelle 2: Emissionen durch Dienstreisen der ETH Zürich im Jahresvergleich pro Verkehrsträger; Absolute Werte.

Jahr	Anz. FTE	Total t CO ₂ -eq					
		Flüge MA	Flüge Stud.	Flüge total	Auto	Bahn	Total
2006e	6'297	12'704	0	12'704	517	157	13'378
2007e	6'408	12'596	0	12'596	556	157	13'309
2008e	6'551	13'063	0	13'063	589	163	13'815
2009e	6'926	14'079	0	14'079	553	160	14'792
2010e	7'197	16'066	0	16'066	584	166	16'816
2011e	7'392	16'007	0	16'007	643	160	16'810
2012e	7'582	17'624	0	17'624	709	165	18'498
2013e	7'764	16'601	0	16'601	670	195	17'466
2014e	8'639	16'916	0	16'916	723	187	17'826
2015e	8'876	17'472	0	17'472	733	173	18'378
2016e	9'043	15'161	0	15'161	734	175	16'070
2016i	9'043	15'450	0	15'450	990	326	16'766
2016	9'185	15'427	1'906	17'333	990	326	18'648
2017i	9'398	17'115	0	17'115	919	350	18'385
2017	9'043	15'284	1'415	16'699	919	350	17'969
2018i	9'185	16'987	0	16'987	924	411	18'322
2018	9'398	15'722	2'014	17'737	924	411	19'072
2019	9'707	15'735	1'635	17'370	860	342	18'571

20XXe: Zahlen von EarthEffect 2017a/b: Nur Mitarbeiter und Gäste, keine Studierende. Totale Flugdistanz skaliert von Flügen, die mit AirPlus bezahlt wurden (rund 20% der ETH-weiten Flugkosten). Spezifische Emissionsfaktoren von 272 g CO₂-eq/pkm, der den Anteil Businessflüge sowie die Klimaeffekte von nicht-CO₂-Emissionen (RFI 2.4) berücksichtigt.

20XXi: INFRAS 2019a: Analog zu EarthEffect. Korrektur von methodischen Fehlern bei Auto- und Bahnreisen. Quelle: INFRAS 2019a

20XX: Zahlen nach neuester Methode: Auto- und Zugreisen analog INFRAS 2019a. Flugreisen basierend auf Gesamterhebung der Flüge von Mitarbeitenden, Gästen und Studierenden. Spezifische Berechnung der Distanz und Emission für jeden einzelnen Flug durch atmosfair GmbH. Methodenbeschreibung: INFRAS 2019b und atmosfair 2011.

Tabelle: INFRAS. Quelle: EarthEffect 2017b, INFRAS 2019a, eigene Berechnungen

Tabelle 3: Emissionen durch Dienstreisen der ETH Zürich im Jahresvergleich pro Verkehrsträger; Werte pro FTE.

Jahr	Anz. FTE	Total t CO ₂ -eq/FTE					
		Flüge MA	Flüge Stud.	Flüge total	Auto	Bahn	Total
2006e	6'297	2.02	0.00	2.02	0.08	0.02	2.12
2007e	6'408	1.97	0.00	1.97	0.09	0.02	2.08
2008e	6'551	1.99	0.00	1.99	0.09	0.02	2.11
2009e	6'926	2.03	0.00	2.03	0.08	0.02	2.14
2010e	7'197	2.23	0.00	2.23	0.08	0.02	2.34
2011e	7'392	2.17	0.00	2.17	0.09	0.02	2.27
2012e	7'582	2.32	0.00	2.32	0.09	0.02	2.44
2013e	7'764	2.14	0.00	2.14	0.09	0.03	2.25
2014e	8'639	1.96	0.00	1.96	0.08	0.02	2.06
2015e	8'876	1.97	0.00	1.97	0.08	0.02	2.07
2016e	9'043	1.68	0.00	1.68	0.08	0.02	1.78
2016i	9'043	1.71	0.00	1.71	0.11	0.04	1.85
2016	9'185	1.81	0.21	2.02	0.11	0.04	2.06
2017i	9'398	1.86	0.00	1.86	0.10	0.04	2.00
2017	9'043	1.92	0.15	2.07	0.10	0.04	1.96
2018i	9'185	1.81	0.00	1.81	0.10	0.04	1.95
2018	9'398	1.82	0.21	2.03	0.10	0.04	2.03
2019	9'707	1.89	0.17	2.06	0.09	0.04	1.91

20XXe: Zahlen von EarthEffect 2017a/b: Nur Mitarbeiter und Gäste, keine Studierende. Totale Flugdistanz skaliert von Flügen, die mit AirPlus bezahlt wurden (rund 20% der ETH-weiten Flugkosten). Spezifische Emissionsfaktoren von 272 g CO₂-eq/pkm, der den Anteil Businessflüge sowie die Klimaeffekte von nicht-CO₂-Emissionen (RFI 2.4) berücksichtigt.

20XXi: INFRAS 2019a: Analog zu EarthEffect. Korrektur von methodischen Fehlern bei Auto- und Bahnreisen. Quelle: INFRAS 2019a

20XX: Zahlen nach neuester Methode: Auto- und Zugreisen analog INFRAS 2019a. Flugreisen basierend auf Gesamterhebung der Flüge von Mitarbeitenden, Gästen und Studierenden. Spezifische Berechnung der Distanz und Emission für jeden einzelnen Flug durch atmosfair GmbH. Methodenbeschreibung: INFRAS 2019b und atmosfair 2011.

Tabelle: INFRAS. Quelle: EarthEffect 2017b, INFRAS 2019a, eigene Berechnungen

Der Vergleich der Flugemissionen aus INFRAS (2019a) mit den neu berechneten Werten für 2016 bis 2018 zeigt, dass eine wichtige Annahme, die in der alten Methode getroffen wurde, nicht zutrifft: die Flüge der ETH Zürich, die mit AirPlus bezahlt wurden, sind nicht wie angenommen repräsentativ für die gesamten Flüge der ETH Zürich. AirPlus Flüge sind offensichtlich teurer (pro pkm) als die durchschnittlichen Flüge. Somit ergeben sich, je nach Anteil der AirPlus Flüge in einem Jahr, unterschiedlich stark unterschätzte Flugdistanzen.

Es zeigte sich auch, dass der Emissionsfaktor, der in der alten Methode angewendet wurde, viel höher liegt als der durchschnittliche Emissionsfaktor aus der genauen Berechnung, die der neuen Methode zugrunde liegt. Das liegt teilweise daran, dass der Effekt von nicht-CO₂-Emissionen in der alten Methode höher geschätzt wurde als in der neuen Methode. Die neue Methode berücksichtigt aber auch die Effizienzsteigerungen, die von Fluggesellschaften in den letzten Jahren erreicht wurden.

1. Hintergrund der Studie

Die ETH Zürich (im Folgenden steht ETH immer für die ETH Zürich; sollte der ETH-Bereich oder die ETH Lausanne gemeint sein, wird dies explizit geschrieben) berechnet seit über 10 Jahren jährlich die Treibhausgas (THG)-Emissionen von Dienstreisen der ETH-Mitarbeitenden (Strasse, Schiene und Luft). Bis und mit 2016 wurden diese Berechnungen jeweils von der Firma EarthEffect durchgeführt. Ende 2018 wurde die INFRAS AG beauftragt, die THG-Emissionen für 2017 und 2018 nach derselben Methodik zu berechnen, die von EarthEffect entwickelt und zuletzt für das Jahr 2016 angewendet wurde (EarthEffect 2017a). Die Berechnungen und Ergebnisse sind in INFRAS (2019a) dokumentiert.

Im Rahmen des Projektes zur Reduktion der Emissionen von Flugreisen wurde 2019 für die Flugreisen eine neue Datenerhebungs- und Berechnungsmethode angewendet, die mit viel weniger Unsicherheiten behaftet ist als die alte Methode. Diese Methode wurde rückwirkend für die Jahre 2016 bis 2018 angewandt, um eine methodisch kompatible Vergleichsbasis für die Emissionen ab 2019 zu schaffen. INFRAS (2020) beschreibt diesen Vergleich im Detail.

Ein direkter Vergleich der Flugemissionen von 2019 nach der neuen Methode mit den Werten der alten Methode, die für 2018 in INFRAS 2019a publiziert sind, ist nicht sinnvoll. Eine allfällige reale Veränderung bei der Flugnachfrage und den Emissionen ist überlagert von Unterschieden, die sich aufgrund der methodischen Änderungen ergeben.

In diesem Bericht werden zuerst die Daten und Ergebnisse für 2019 beschrieben und mit den Daten und Ergebnissen für 2018 nach der neuen Berechnungsmethode verglichen. Danach wird die Auswirkung der methodischen Änderung bei den Flugreisen für 2016 bis 2018 dargestellt und diskutiert. Zum Schluss folgt ein Vergleich über die gesamte Zeitreihe, in dem auch die Ergebnisse nach den unterschiedlichen Methoden dargestellt sind.

Der vorliegende Bericht vergleicht also primär die Ergebnisse von 2019 mit Ergebnissen für 2018, die mit einer vergleichbaren Methode berechnet wurden. Die Ergebnisse für 2018 entsprechen deshalb aber nicht den Daten, die in INFRAS (2019a) und in diversen Publikationen vom letzten Jahr - zum Beispiel im Geschäftsbericht der ETH - verwendet wurden bzw. werden.

2. Methode und Datengrundlagen

Grundsätzlich werden für Zug- und Autoreisen die für dienstliche Zwecke gereisten Strecken – in Personen-, bzw. Fahrzeugkilometer (pkm bzw. km) – der ETH-Mitarbeitenden erhoben. Die Basis dafür sind Reisekosten sowie spezifische Kosten pro Strecke. Zudem werden für Strassen- und Schienentransporte spezifische Emissionsfaktoren (in g CO₂-eq / pkm bzw. g CO₂-eq / km) bestimmt, mit denen die jährlichen Verkehrs- bzw. Fahrleistungen⁴ multipliziert werden. So erhält man die jährlichen THG-Emissionen, die durch landbasierte Dienstreisen verursacht wurden.

Flugdistanzen wurden bis und mit 2018, analog zu den landbasierten Reisen, auf Basis der Kosten und von spezifischen Kosten pro pkm bestimmt. Die Emissionen von Flugreisen wurden dann aus den geflogenen pkm und einem durchschnittlichen Emissionsfaktor pro pkm berechnet.

Neu werden zur Bestimmung der Flugemissionen von jedem Flug die Flugnummer, das Flugdatum und die Buchungsklasse erhoben. Die Flugstrecken und die Emissionen der Flugreisen werden aus den erhobenen Daten durch die Firma atmosfair GmbH berechnet. Atmosfair berücksichtigt dabei Start- und Zielort, den für den spezifischen Flug eingesetzten Flugzeugtyp, die spezifische Auslastung der Maschine sowie das Flugprofil. Eine kurze Beschreibung des Vorgehens und der Berechnung ist in INFRAS (2019b) zu finden. Diese Methode wird für das Jahr 2019 sowie rückwirkend für die Jahre 2016 bis 2018 angewendet.

Bei Flügen werden neu, zusätzlich zu den Flügen der Mitarbeitenden, die Flüge Studierender im Rahmen der Curricula berücksichtigt. Auch das wurde rückwirkend für die Jahre 2016 bis 2018 angepasst. Auto- und Zugreisen von Studierenden werden hingegen vernachlässigt, da die Datenerhebung zu aufwändig wäre und die erwarteten Beiträge zum Gesamtergebnis vernachlässigbar sind.

Die Ergebnisse werden mit der Anzahl Mitarbeitenden⁵ (full-time equivalents, FTEs) normiert. Weiter werden die Ergebnisse separat für die 16 Departemente, die Abteilungen (Bereiche Präsident, Rektorat, VPFC und VPPR) und die übrigen Organisationseinheiten berechnet. Um die Emission der ganzen ETH auf ihre Einheiten zu verteilen werden bei den landbasierten Transporten sowie bei den nach der alten Methode (2006-2018) erhobenen Flugreisen die Reisekosten pro Einheit verwendet. Bei Flugreisen nach der neuen Methode (2016-2019) ist direkt aus der Erhebung erkennbar, welche Organisationseinheit für den Flug verantwortlich ist. Entsprechend ist eine Allokation über Reisekosten zur Berechnung der Flugemissionen nicht nötig.

⁴ Verkehrsleistung ist die Anzahl an Personen, die bewegt werden, multipliziert mit der zurückgelegten Entfernung (in Personen*Kilometer, pkm); Fahrleistung ist die mit einem Fahrzeug zurückgelegte Entfernung (in km)

⁵ Studierende sind nur dann gezählt, wenn sie einen Arbeitsvertrag mit der ETH haben.

Die Methode für landbasierte Reisen wurde komplett von INFRAS (2019a) übernommen. Tabelle 4 fasst die relevanten Änderungen bezüglich Flugreisen (neue vs. alte Methode) zusammen.

Tabelle 4: Methodische Änderungen bei Flugreisen gegenüber INFRAS (2019a)

	Änderung / Grund	Auswirkung
Systemgrenze	Bisher: Flüge Studierender sind nur soweit berücksichtigt, wie die ETH die Kosten dafür trägt. Neu: Flüge Studierender im Rahmen der Curricula werden zusätzlich berücksichtigt, auch wenn die Studierenden die Kosten selbst tragen.	Erhöht die Emission der Flugreisen
Datenerhebung	Bisher: die Distanz und die Buchungsklasse wurden von einem (wie sich nun herausgestellt hat nicht repräsentativen) Teil der Flugreisen erhoben und über die Kosten hochskaliert. Neu: Gesamterhebung aller relevanten Faktoren jeder einzelnen Flugetappe.	Grundlage zur Emissionsrechnung wird deutlich genauer. Flugdistanz ist neu höher.
Emissionsberechnung	Bisher: Flugdistanzklassenabhängige spezifische Emissionsfaktoren wurden aus generischem Faktor und generischen Anteilen der Emission in grosser Höhe geschätzt und mit Distanzen multipliziert. Neu: sehr spezifische Berechnung unter Berücksichtigung von Distanz, Flugzeugtyp, Auslastung der Airline auf spezifischer Strecke, Buchungsklasse, etc.	Sehr viel genauere Berechnung. Emission pro pkm für einen durchschnittlichen Flug neu tiefer.

Tabelle INFRAS.

Im Folgenden werden die Erhebung der ETH-spezifischen Daten (Vordergrunddaten) sowie die Wahl der Hintergrunddaten (z.B. Emissionsfaktoren) kurz beschrieben.

2.1. Vordergrunddaten

Als Grundlage für die jährliche Verkehrs- bzw. Fahrleistung werden einerseits direkt verfügbare Informationen zur Nutzung von Autos, Bahn und Flugzeugen verwendet. Da aber bei Auto- und Bahnreisen sowie bei den nach der alten Methode erhobenen Flugreisen nur für rund 10 bis 30% der Reisekosten die entsprechenden Distanzen bekannt sind, werden die gesamten Verkehrs- bzw. Fahrleistungen aufgrund der gesamten Reisekosten und den spezifischen Reisekosten pro pkm (bzw. pro km) abgeschätzt. Letztere werden aus dem Teil der Vordergrunddaten bestimmt, für die Verkehrs- bzw. Fahrleistung und Preise vorhanden sind. Nach der neuen Methode werden sämtliche Flugreisen einzeln erfasst.

2.1.1. Flugreisen

Bis 2018 wurde die totale Verkehrsleistung von Flügen von ETH-Mitarbeitenden auf Basis der mit AirPlus bezahlten Flüge ermittelt. Ab 2019 wurden die Flugnummern, das Flugdatum sowie die Flugklasse für jede einzelne Flug(teil)strecke automatisch erhoben. Für die Jahre 2016 bis 2018 wurde diese Information rückwirkend erhoben. Aus den Flugnummern lassen sich unter anderem der Flugzeugtyp und der Start- und Zielflughafen und somit die geflogene Strecke ermitteln.

Da hier die realen Veränderungen bei Flugreisen zwischen 2018 und 2019 interessieren, verwenden wir für 2018 die Daten, die nach derselben Methode erhoben sind wie die Daten für 2019 (neue Methode). Damit stimmen die Werte von 2018 nicht überein mit den Werten, die im Dienstreisenbericht von 2017 / 2018 (INFRAS 2019a) publiziert sind. In Kapitel 4 werden anhand der Zahlen von 2016 bis 2018 die Unterschiede der alten zur neuen Methode diskutiert.

Tabelle 5 beschreibt die Datengrundlage für die Berechnung der Verkehrsleistung. Flüge, die nicht ausgewertet werden konnten, hatten oft eine ungültige Flugnummer oder eine ungültige Kombination von Flugnummer und Flugdatum. Für die ungültigen Flüge wird zusätzlich zur durchschnittlichen Flugdistanz der auswertbaren Flüge ein Zuschlag von 20% angenommen. Der Anteil der nicht auswertbaren Flüge liegt für 2019 höher als für 2018, da 2019 erstmals die Daten zusammen mit den Spesen bzw. Rechnungen erfasst wurden. Hingegen wurden die Daten für 2018 nachträglich von wenigen Personen gesammelt und Fehler wenn möglich korrigiert.

Tabelle 5: Totale Verkehrsleistung von Flügen 2018 und 2019 (neue Methode)

	2018	2019	Einheit
Anzahl Flüge (Etappen) erfasst	31'665	27'536	#
Anzahl Flüge ausgewertet	30'871	25'313	#
Anteil nicht auswertbare Flüge	2.5%	8.1%	%
Totale Verkehrsleistung Flüge	92'921'938	81'030'321	pkm
Totale Verkehrsleistung Flüge pro FTE	9'889	8'348	pkm/FTE
Total Kosten Flüge ETH	9'540'723	8'597'356	CHF
Durchschnitt spez. Kosten Flüge	0.10	0.11	CHF/pkm

Tabelle INFRAS. Quelle: ETH / atmosfair / INFRAS

Im Vergleich sieht man von 2018 auf 2019 eine deutliche Reduktion der Anzahl Flüge, der Verkehrsleistung sowie der totalen Ausgaben für Flüge.

Tabelle 6 zeigt die Distanzverteilung der nach der neuen Methode erfassten Flüge. Der Vergleich von 2018 und 2019 zeigt ein sehr konstantes Bild mit etwas mehr sehr kurzen Flügen in 2019. Dieser Unterschied könnte die etwas höheren Kosten pro pkm in 2019 erklären.

Tabelle 6: Auswertung der Distanz sämtlicher Flüge in Distanzklassen 2016 bis 2019 (neue Methode)

Distanzklassen (km)	2018		2019	
	pkm	Anteil (%)	pkm	Anteil (%)
bis 499	1'266'197	1.4%	1'465'830	1.6%
500 bis 624	1'337'441	1.4%	1'456'243	1.6%
625 bis 749	2'247'185	2.4%	2'193'890	2.4%
750 bis 999	4'637'729	5.0%	4'527'279	5.0%
1000 bis 1749	6'478'166	7.0%	5'852'699	6.4%
ab 1750	76'955'220	82.8%	75'754'705	83.0%
Total	92'921'938	100.0%	91'250'646	100.0%

Die Auswertung bezieht sich auf die Distanz der Flugetappen (zu jeder Distanz gehört nur ein Start und eine Landung)

Tabelle INFRAS. Quelle: ETH / atmosfair / INFRAS

2.1.2. Autofahrten

Die ETH verfügt über einen eigenen Fuhrpark, dessen jährliche Fahrleistung bekannt ist. Ebenfalls bekannt sind die Fahrleistungen von Europcar-Mietwagen und Mobility Fahrzeugen, die über das Geschäftskonto der ETH gemietet werden. Für die Europcar-Fahrzeuge sind auch die Mietkosten bekannt. Die ETH vergütet zudem Geschäftsfahrten in Privatfahrzeugen der Mitarbeitenden. So sind die entsprechenden Fahrleistungen und Kosten ebenfalls bekannt. Die Daten für 2019 und, zum Vergleich, für 2018 sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7: Im Detail bekannte Fahrleistungen mit Autos für die Jahre 2018 und 2019.

Fahrzeug	2018		2019	
	Fahrleistung	Kosten	Fahrleistung	Kosten
	km	CHF	km	CHF
ETH-Dienstfahrzeug ¹	727'362		815'000	
Europcar, ohne Treibstoff ²	444'495	201'893	360'534	188'160
Europcar, inkl. Treibstoff ³	444'495	253'566	360'534	232'776
Mobility ¹	20'108		16'100	
Privatfahrzeug ⁴	294'051	176'431	276'555	165'933
Total	1'486'016		1'468'189	

Bei den Kosten ist zu berücksichtigen, dass die Treibstoffkosten bei der Kostenangabe von Europcar nicht enthalten sind. Die Kosten für private Fahrzeuge basieren auf der Pauschalentschädigung, die Mitarbeitende von der ETH erhalten. Treibstoffkosten sind entsprechend darin enthalten.

Tabelle INFRAS. Quelle: ¹J. Viriden, ETH / ²Europcar / ³Abschätzung über Fahrleistung, durchschnittlicher Treibstoffverbrauch pro km und durchschnittliche Treibstoffkosten pro l / ⁴H.P. Weder, ETH

Zu Dienstreisen in Taxis, Shuttle-Bussen oder Mietwagen von anderen Dienstleistern sind keine Fahrleistungen bekannt. Hingegen sind die Kosten für die entsprechenden Fahrten bekannt, können aber nur im Total mit den Kosten für die übrigen Fahrzeuge ausgewertet werden. Entsprechend werden diese Fahrleistungen abgeschätzt über die durchschnittlichen Kosten pro km und die totalen Kosten. Erstere werden aus den Daten von Europcar und den Privatfahrzeugen berechnet. ETH-Dienstfahrzeuge und Mobility-Fahrzeuge werden nicht berücksichtigt, da die entsprechenden Kosten nicht separat verfügbar sind. Zu den Kosten von Europcar werden die entsprechenden Treibstoffkosten abgeschätzt (durchschnittlicher Verbrauch 7.5 l / 100 km (Mobitool v2.02); durchschnittlicher Treibstoffpreis 1.65 CHF/l⁶). Somit ergeben sich für 2019 spezifische Kosten von 0.626 CHF/km (für 2018 und von 0.582 CHF/km).

⁶ für 2018: 1.55 CHF/l

Tabelle 8: Totale Fahrleistungen mit Auto in 2018 und 2019

Fahrzeug	2018		2019	
	Fahrleistung	Kosten	Fahrleistung	Kosten
	km	CHF	km	CHF
ETH-Dienstfahrzeug ¹	727'362		815'000	
Fahrzeugaufwand total (inkl. Privat, Mobility, Mietwagen, Taxi) ²		1'281'228		1'194'750
km skaliert mit Kosten für Privat, Mobility, Mietwagen, ... ³	2'200'590		1'909'067	
Total	2'927'952		2'724'067	

Tabelle INFRAS. Quelle: ¹J. Viriden, ETH / ²Finanzzahlen ETH (K. Bredel) / ³aus spezifischen Kosten pro km und Fahrzeugaufwand total

2.1.3. Bahnreisen

Der Bund und die ETH finanzieren den Mitarbeitenden der ETH mit einem Pensum über 50% generell Halbtax-Abonnemente oder bezahlen 15% an die Kosten eines Generalabonnements (GA). Zudem verfügt die ETH über ein Geschäftskonto bei der SBB, über das Tickets für Reisen innerhalb der Schweiz und für internationale Reisen bezahlt werden. Die SBB liefert der ETH jährlich eine detaillierte Aufstellung über die Kosten und Strecken der verkauften Tickets und Abos. Im selben Bericht werden auch die CO₂-eq Emissionen dieser Bahnreisen ausgewiesen.

Zu Bahn- bzw. ÖV-Reisen, die nicht über das SBB-Geschäftskonto gebucht werden (z.B. für ausländische Bahn-, U-Bahn-, Tram- oder Bustickets) sind keine Zahlen zu den Verkehrsleistungen vorhanden. Die Kosten für diese Reisen sind aber im selben Sachkonto verbucht, in dem auch die SBB-Kosten verbucht sind. Ebenfalls in diesem Sachkonto enthalten sind die Beiträge, die die ETH den GA-BesitzerInnen bezahlt, die das GA an über 30 Tagen auf langen Bahnstrecken dienstlich nutzen. 2019 wurden an der gesamten ETH 65 GA (rund 3%) mit einer totalen Zusatzvergünstigung von 145'155 CHF vergütet.

Zur Abschätzung der gesamten THG-Emissionen von Bahnreisen müssen Fahrten auf Schweizer SBB-Strecken und Fahrten auf internationalen Strecken (bzw. Fahrten mit Tram, Bus, ...) unterschieden werden, da die spezifischen THG-Emissionen pro pkm unterschiedlich sind. Tabelle 9 stellt sämtliche benötigten Inputdaten zusammen und erklärt die Berechnungen, die zur Bestimmung der Verkehrsleistungen nötig sind.

Tabelle 9: Abschätzung totale Verkehrsleistung ÖV in 2018 und 2019.

	2018	2019	Einheit	Quelle / Bemerkungen
Kosten Bahnreisen total	2'026'284	1'827'171	CHF/a	Reisekosten (K. Bredel)
Kosten Bahnreisen total, ohne GA/Halbtax Grundfinanzierung	2'026'284	1'827'171	CHF/a	Total Reisekosten ohne Grundfinanzierung GA und Halbtax
Anzahl GA an ETH	1'535	1'708	#/a	H.P. Weder
Grundkostenanteil GA ETH-Zentral und Bund	15.0%	15.0%	%	H.P. Weder
Strecke pro GA	25'000	25'000	pkm/a	Emissionsbericht SBB für ETH
Strecke GA, Anteil ETH-Zentral und Bund	5'756'250	6'405'000	pkm/a	Strecke pro GA * Kostenanteil ETH * Anzahl GA ETH
Kosten SBB Tickets, total ¹	273'755	312'009	CHF/a	Rabattnachweis SBB Businessstravel
Strecke SBB Tickets, total	884'880	913'700	km	Emissionsbericht SBB für ETH
Spezifische pkm-Kosten, Tickets	0.31	0.34	CHF/km	Kosten Tickets / Strecke Tickets
Strecke SBB Tickets, Intl.	321'000	414'500	km	Emissionsbericht SBB für ETH
Strecke SBB Tickets, Schweiz	563'880	499'200	km	Emissionsbericht SBB für ETH
Strecke SBB Total, Schweiz	6'320'130	6'904'200	pkm/a	Summe GA und Tickets Schweiz
Kosten ÖV übriges	1'752'529	1'515'162	CHF/a	Aus Differenz berechnet: Ausländische Bahnen, Tram, Bus, Zusatzermässigung GA
Strecke ÖV übriges	5'664'846	4'437'061	pkm/a	Berechnet aus Kosten und Kosten pro pkm; Annahme Kosten pro pkm sind gleich wie für SBB
Strecke ÖV übriges und SBB Intl., total	5'985'846	4'851'561	pkm/a	Summe Tickets Intl. und ÖV übriges
Strecke Bahnreisen total	12'305'976	11'755'761	pkm/a	

¹ Rabattbereinigt

Tabelle INFRAS. Diverse Quellen

2.1.4. Reisekosten der Departemente / Organisationseinheiten

Die verbuchten Reisekosten teilen sich gemäss Tabelle 10 auf die Organisationseinheiten der ETH auf. Diese Anteile werden für Auto- und Bahnreisen verwendet, um die gesamten THG-Emissionen auf die Einheiten aufzuteilen.

Tabelle 10: Anteile der Reisekosten an den drei Verkehrsträgern – dargestellt für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten für die Jahre 2018 und 2019.

Organisations- einheit	Flüge		Bahn		Auto	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
OE1	3.85%	3.83%	2.77%	3.46%	2.65%	2.34%
OE2	7.66%	7.81%	9.02%	9.36%	7.55%	6.34%
OE3	6.82%	6.79%	4.98%	4.80%	5.17%	6.01%
OE4	3.70%	3.52%	4.37%	3.64%	3.06%	2.43%
OE5	4.11%	4.05%	4.40%	5.26%	2.72%	2.07%
OE6	1.82%	2.77%	5.28%	4.32%	1.90%	2.25%
OE7	5.07%	5.82%	3.56%	4.01%	4.38%	6.76%
OE8	5.90%	7.02%	4.17%	4.64%	6.47%	7.88%
OE9	6.40%	6.05%	6.61%	7.54%	7.34%	7.06%
OE10	4.82%	5.20%	4.56%	6.54%	3.53%	3.11%
OE11	9.60%	9.35%	5.65%	6.09%	7.98%	7.70%
OE12	7.78%	7.74%	4.84%	5.38%	6.42%	5.41%
OE13	8.71%	8.08%	2.83%	4.15%	4.96%	5.33%
OE14	3.06%	3.24%	2.27%	3.05%	2.11%	1.99%
OE15	4.97%	4.91%	3.95%	6.05%	12.14%	10.81%
OE16	5.47%	5.28%	8.89%	11.44%	11.16%	11.46%
OE17	1.09%	0.96%	5.49%	6.35%	4.13%	5.11%
OE18	9.17%	7.59%	16.36%	3.92%	6.34%	5.94%

Tabelle INFRAS. Quelle: K. Bredel, ETH

2.2. Hintergrunddaten

Hintergrunddaten sind im Wesentlichen die Emissionsfaktoren für die verschiedenen Reisearten. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewähren, verwenden wir in dieser Studie für landbasierte Transporte jene Hintergrunddaten, die bereits in INFRAS (2019a) genutzt wurden. Bei Flugreisen wird, wie bereits erwähnt, eine neue, genauere Berechnungsmethode genutzt, die in INFRAS (2019b) kurz vorgestellt wird.

2.2.1. Flugreisen

Die Emissionsfaktoren für die Berechnung nach der neuen Methode sind abhängig von allen relevanten Eigenschaften des spezifischen Fluges, für den sie gelten. Ein Flug von A nach B kann je nach Datum, Fluggesellschaft und Tageszeit des Fluges unterschiedliche Emissionsfaktoren haben. Gründe für diese Unterschiede können unterschiedliche Flugzeugtypen sein, unterschiedliche Triebwerke bei gleichen Typen, unterschiedliche Bestuhlung der Flugzeuge oder unterschiedliche Auslastung. Eine Beschreibung der Berechnungen findet sich in INFRAS (2019b) sowie in der Dokumentation der atmosfair-Berechnungen (atmosfair 2011).

Die Emission von Flugreisen nach der neuen Methode beinhaltet die Emissionen aus dem Betrieb der Flugzeuge sowie die Emissionen, die bei der Treibstoffherstellung anfallen. Beim Betrieb werden die CO₂-Emissionen in grosser Höhe (>9000 M.ü.M.) mit einem Gewichtungsfaktor von 2 skaliert. Damit werden die Klimaeffekte von nicht-CO₂-Emissionen (v.a. durch Kondensstreifen und Wolkenbildung) berücksichtigt. Die Emissionen aus Herstellung und Entsorgung von Flugzeugen und Flughäfen werden vernachlässigt.

2.2.2. Autofahrten

INFRAS (2019a) verwendet den Emissionsfaktor für Autofahrten aus Mobitool 2.0 von 315.56 g CO₂-eq/km. Dem liegt ein Fahrzeug von rund 1.5 Tonnen mit 7.5 l / 100 km realem Verbrauch zugrunde. Dieser Emissionsfaktor beinhaltet die Emissionen aus der Herstellung, dem Betrieb und der Entsorgung von Fahrzeugen und der Strasseninfrastruktur.

2.2.3. Bahnreisen

Die SBB weist in ihrem Emissionsbericht für die ETH sowohl die Verkehrsleistung als auch die THG-Emission für verschiedene Tickets aus. Daraus lassen sich Emissionsfaktoren für Inlandbahnreisen (in der Schweiz) und für Auslandbahnreisen bestimmen. Die Daten stammen gemäss SBB von Mobitool. Damit beinhalten die Emissionen wie bei den Autofahrten die Emissionen aus der Herstellung, dem Betrieb und der Entsorgung von Fahrzeugen und der Schieneninfrastruktur.

Für die Verkehrsleistung im Inland (GA und Tickets Schweiz) wird der Emissionsfaktor für Inlandbahnreisen angewendet. Für die übrigen Bahnreisen, die Bahnen im Ausland, einen kleinen Teil der GA-Fahrten im Inland sowie Tram- Bus- oder U-Bahnfahrten im In- und Ausland beinhalten, wird der Emissionsfaktor für internationale Reisen angewendet. Das ist gerechtfertigt, da z.B. das städtische Tram- und Busnetz der VBZ einen ähnlichen Emissionsfaktor aufweist wie die internationalen Züge. Tabelle 11 zeigt die entsprechenden Daten und ihre Quellen.

Tabelle 11: Emissionsfaktoren Bahnen (und ÖV) in 2018 und 2019.

	2018	2019	EinheitQuelle / Bemerkungen	
Strecke SBB Tickets, total	884'880	913'700	km	Emissionsbericht SBB für ETH
THG SBB Tickets total	23'118	28'770	kg CO2-eq	Emissionsbericht SBB für ETH
THG/pkm SBB Tickets, total	0.0261	0.0315	kg CO2/pkm	THG / Strecke
Strecke SBB Tickets, intl.	321'000	414'500	km	Emissionsbericht SBB für ETH
THG SBB Tickets, intl.	20'406	26'350	kg CO2-eq	Emissionsbericht SBB für ETH
THG/pkm SBB Tickets, Intl.	0.0636	0.0636	kg CO2/pkm	THG / Strecke
Strecke SBB Tickets, Schweiz	563'880	499'200	km	Emissionsbericht SBB für ETH
THG SBB Tickets, Schweiz	2'712	2'420	kg CO2-eq	Emissionsbericht SBB für ETH
THG/pkm SBB Tickets, Schweiz	0.0048	0.0048	kg CO2/pkm	THG / Strecke

Tabelle INFRAS. Quelle: Emissionsbericht SBB für ETH

3. Ergebnisse und Diskussion 2019

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse für 2019 gezeigt und mit den Ergebnissen für das Jahr 2018 – Flüge nach der neuen Methode berechnet – verglichen. In Kapitel 4 werden anhand der Ergebnisse für die Jahre 2016 bis 2018 die alte und die neue Methode zur Erhebung und Berechnung von Flugreisen verglichen. In Kapitel 5 wird der Jahresvergleich von 2006 bis 2019 dargestellt und diskutiert. Dabei werden für die Jahre 2016 bis 2018, die mit unterschiedlichen Methoden berechnet wurden, jeweils alle Resultate gezeigt.

Die Gesamtemissionen für Flug, Auto und Bahn lagen 2019 rund 2.6% unter dem Wert von 2018. Die Flug-, Auto- und Bahnemissionen sind um 2.1%, 7% und um 17% gesunken. Tabelle 12 zeigt die Verkehrs- bzw. Transportleistungen. Abbildung 5 und Tabelle 13 zeigen die entsprechenden THG-Emissionen.

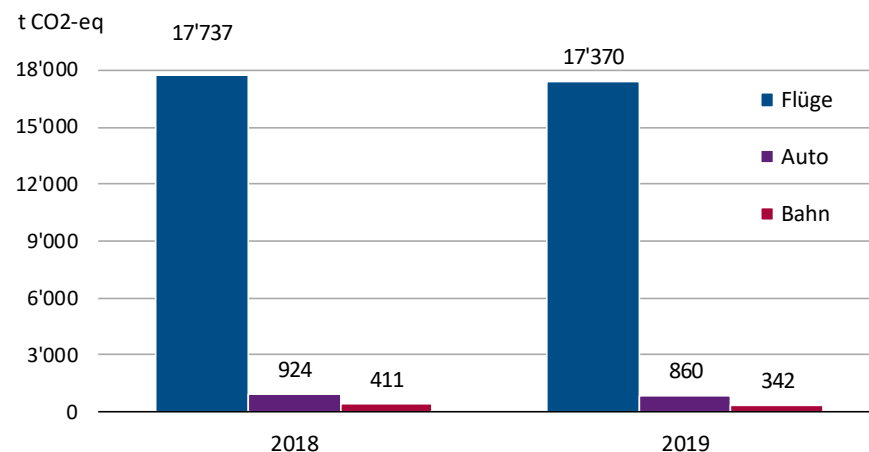
Tabelle 12: Totale Verkehrs- bzw. Fahrleistungen der Dienstreisen der ETH 2018 und 2019 (neue Methode für beide Jahre)

	Einheiten	2018	2019
Flüge	pkm	92'921'938	81'030'321
Auto	km	2'927'952	2'724'067
Bahn	pkm	12'305'976	11'755'761
Total	pkm ¹	108'164'616	95'510'1496
Total / FTE		11'510	9'839

¹ zur Berechnung des Totals wurde davon ausgegangen, dass Autos jeweils nur mit einer Person besetzt sind.

Tabelle INFRAS. Quellen: eigene Berechnung

Abbildung 5: Gesamtemission der ETH-Dienstreisen 2018 und 2019 (neue Methode für beide Jahre) – einzeln pro Verkehrsträger.



Grafik INFRAS. Quellen: eigene Berechnung

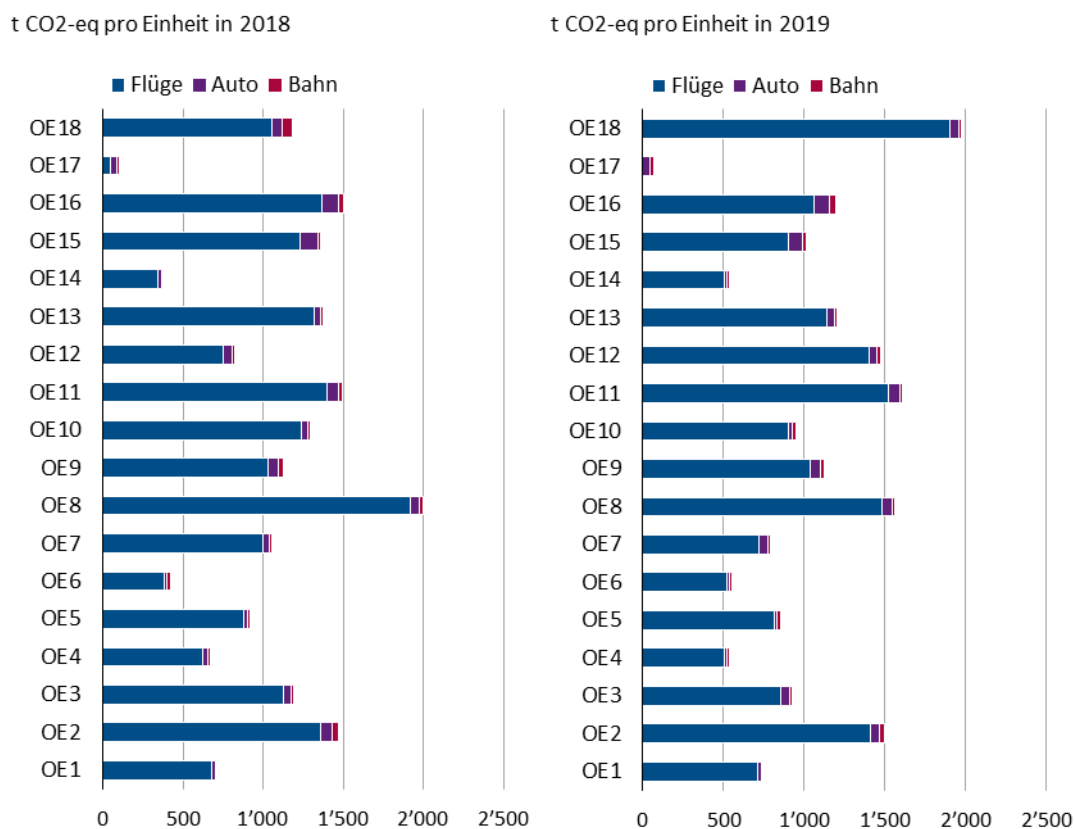
Tabelle 13: Totale THG-Emissionen der Dienstreisen der ETH 2018 und 2019 (neue Methode für beide Jahre) – dargestellt pro Verkehrsträger.

		2018	2019
Flüge	t CO2-eq	17'737	17'370
Auto	t CO2-eq	924	860
Bahn	t CO2-eq	411	342
Total	t CO2-eq	19'072	18'571
Total / FTE		2.029	1.913

Tabelle INFRAS. Quellen: eigene Berechnung

Im Gesamtbild nahmen die Emissionen der Mehrheit der Einheiten der ETH ab (Abbildung 6). Pro FTE (Abbildung 7) ist die Abnahme noch deutlicher.

Abbildung 6: THG-Emissionen durch Dienstreisen der ETH Zürich für 2018 (links) und 2019 (rechts; neue Methode in beiden Jahren), dargestellt für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten und separat pro Verkehrsträger.



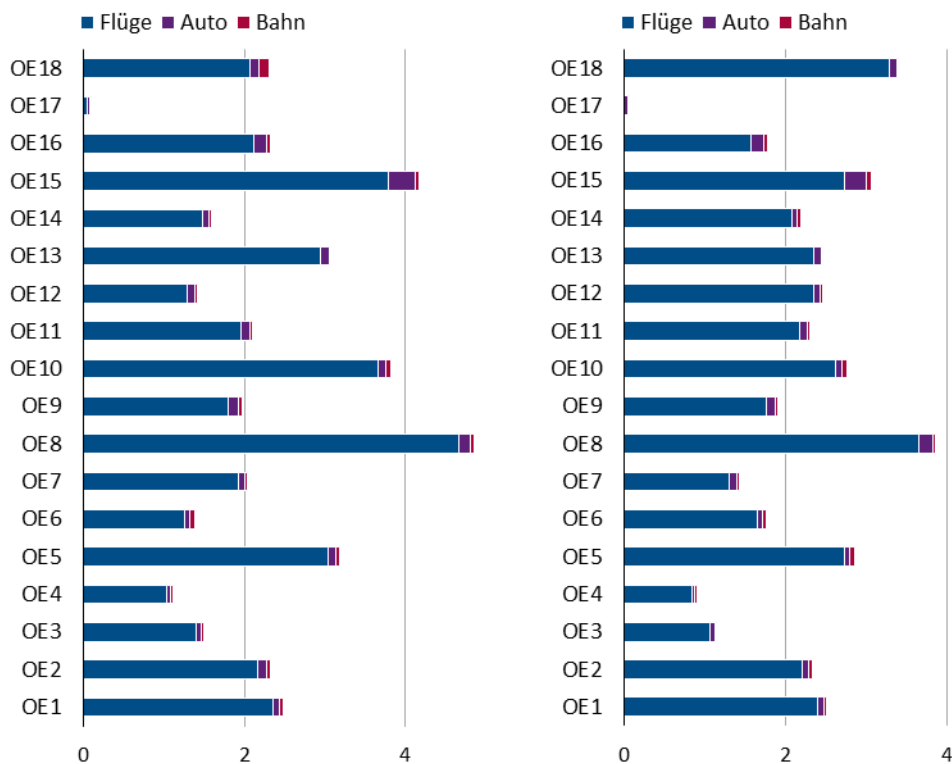
Grafik INFRAS. Quellen: INFRAS 2019a / eigene Berechnung

Deutliche absolute und spezifische (pro FTE) Zunahmen sind bei den Departementen OE6, OE11, OE12 und OE14 sowie bei OE18 zu sehen. Deutliche Reduktionen gibt es bei OE16, OE15, OE14, OE13, OE10, OE8, OE7, OE4 und OE3. Bei OE16, OE15, OE10, OE8, OE7 und OE3 liegen die prozentualen Reduktionen besonders hoch. Alle grossen Veränderungen stammen aus Veränderungen bei den Flugreisen.

Abbildung 7: THG-Emissionen durch Dienstreisen der ETH Zürich für 2018 (links) und 2019 (rechts, neue Methode für beide Jahre), dargestellt pro FTE für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten und separat pro Verkehrsträger.

t CO₂-eq pro Einheit und FTE in 2018

t CO₂-eq pro Einheit und FTE in 2019



Grafik INFRAS. Quellen: INFRAS 2019a / eigene Berechnung

3.1. Flugemissionen pro Organisationseinheit

Tabelle 14 bis Tabelle 16 und Abbildung 8 zeigen die Emissionen durch Flugreisen der ETH Zürich und einen Vergleich zum Vorjahr.

Tabelle 14: Emissionen durch Flugreisen in den Jahren 2018 und 2019 (neue Methode für beide Jahre), dargestellt für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten: Alle Reisenden.

	Emissionen 2018 (in t CO ₂ -eq)	Veränderung	Emissionen 2019 (in t CO ₂ -eq)	FTEs in 2019	Emissionen pro FTE in 2019 (in t CO ₂ e)
OE1	679	4.8%	711	297	2.39
OE2	1'361	3.5%	1'409	641	2.20
OE3	1'125	-24.1%	855	808	1.06
OE4	623	-19.2%	503	601	0.84
OE5	877	-7.1%	814	299	2.73
OE6	385	34.4%	517	314	1.65
OE7	999	-28.4%	715	554	1.29
OE8	1'917	-22.9%	1'479	405	3.65
OE9	1'028	0.7%	1'036	589	1.76
OE10	1'242	-27.6%	899	343	2.62
OE11	1'398	9.0%	1'524	701	2.17
OE12	747	88.0%	1'405	599	2.35
OE13	1'316	-13.3%	1'141	488	2.34
OE14	346	45.9%	505	244	2.07
OE15	1'227	-26.8%	898	331	2.72
OE16	1'364	-22.6%	1'056	672	1.57
OE17	47	-100.0%	0	1'240	0.00
OE18	1'057	80.2%	1'905	581	3.28
Total ETH	17'737	-2.1%	17'370	9'707	1.79

Grafik INFRAS. Quellen: INFRAS 2019a / eigene Berechnung

Von den Einheiten, die grosse Reduktionen zeigen, haben alle ausser OE7 und OE3 2019 deutlich weniger Flüge von Studierenden ausgewiesen als 2018.

Den deutlichsten Anstieg zeigt, obwohl der Anteil von Flügen in Business- und in der ersten Klasse etwa halbiert wurde, OE12. Grund ist eine knapp 70% höhere Flugdistanz.

Auch bei OE18 ist die Emission stark gestiegen, obwohl es auch hier weniger Flüge von Studierenden gibt. Der Grund für die Erhöhung liegt einerseits in einer um etwa 50% gestiegenen

Flugdistanz und andererseits in einem um 4 Prozentpunkte höheren Anteil an Flügen in Business- und Erstklasse. Die gestiegene Flugdistanz kann teilweise auf eine um 13% gestiegene Anzahl FTE zurückgeführt werden.

Tabelle 15: Emissionen durch Flugreisen in den Jahren 2018 und 2019 (neue Methode für beide Jahre), dargestellt für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten: nur Mitarbeitende.

	Emissionen 2018 (in t CO ₂ -eq)	Veränderung	Emissionen 2019 (in t CO ₂ -eq)	FTEs in 2019	Emissionen pro FTE in 2019 (in t CO ₂ e)
OE1	678	-2.8%	659	297	2.22
OE2	1'361	0.2%	1'363	641	2.13
OE3	1'123	-27.5%	815	808	1.01
OE4	623	-25.4%	465	601	0.77
OE5	877	-13.7%	757	299	2.53
OE6	355	38.4%	491	314	1.56
OE7	986	-37.0%	621	554	1.12
OE8	948	22.5%	1'162	405	2.87
OE9	1'024	-10.3%	918	589	1.56
OE10	1'001	-25.2%	749	343	2.19
OE11	1'398	-6.7%	1'304	701	1.86
OE12	736	78.6%	1'314	599	2.20
OE13	1'316	-23.1%	1'012	488	2.07
OE14	346	40.7%	486	244	1.99
OE15	1'085	-22.4%	842	331	2.55
OE16	1'132	-21.0%	895	672	1.33
OE17	47	-100.0%	0	1'240	0.00
OE18	687	173.8%	1'882	581	3.24
Total ETH	15'722	0.1%	15'735	9'707	1.62

Grafik INFRAS. Quellen: INFRAS 2019a / eigene Berechnung

Tabelle 16: Emissionen durch Flugreisen in den Jahren 2018 und 2019 (neue Methode für beide Jahre), dargestellt für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten: Nur Studierende.

	Emissionen 2018 (in t CO ₂ -eq)	Veränderung	Emissionen 2019 (in t CO ₂ -eq)	FTEs in 2019	Emissionen pro FTE in 2019 (in t CO ₂ e)
OE1	1	4993%	52	659	0.08
OE2	0	-	45	1'363	0.03
OE3	2	2007%	40	815	0.05
OE4	0	-	38	465	0.08
OE5	0	-	58	757	0.08
OE6	30	-12%	26	491	0.05
OE7	13	637%	94	621	0.15
OE8	969	-67%	317	1'162	0.27
OE9	4	2685%	117	918	0.13
OE10	240	-38%	149	749	0.20
OE11	0	-	219	1'304	0.17
OE12	12	686%	90	1'314	0.07
OE13	0	-	129	1'012	0.13
OE14	0	3796%	19	486	0.04
OE15	142	-60%	56	842	0.07
OE16	232	-30%	161	895	0.18
OE17	0	-	0	0	-
OE18	370	-94%	22	1'882	0.01
Total ETH	2'014	-19%	1'635	15'735	0.10

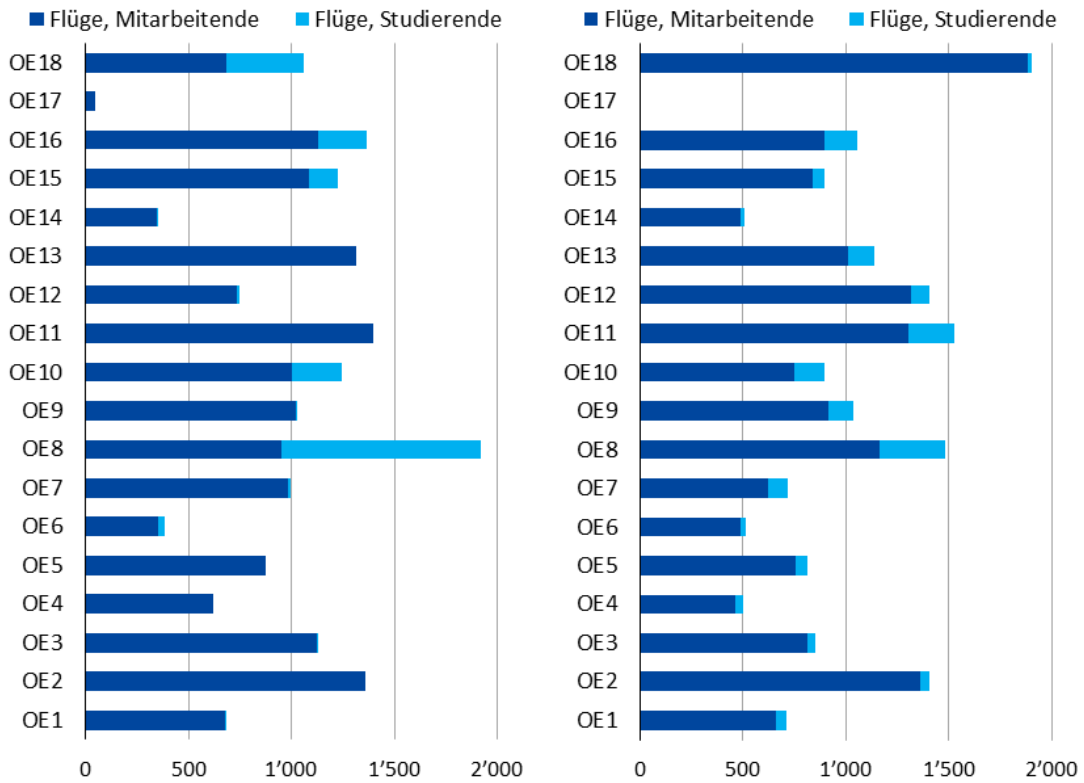
Beachte, dass die Werte pro FTE sich auf die Anzahl Mitarbeitenden in der Einheit beziehen und dass Studierenden, die nicht an der ETH angestellt sind, nicht in den FTE enthalten sind.

Grafik INFRAS. Quellen: INFRAS 2019a / eigene Berechnung

Abbildung 8: THG-Emissionen der Flugreisen für 2018 (links) und 2019 (rechts, neue Methode für beide Jahre), dargestellt für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten

t CO₂-eq pro Organisationseinheit nur Flüge in 2018

t CO₂-eq pro Organisationseinheit nur Flüge in 2019



Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnungen.

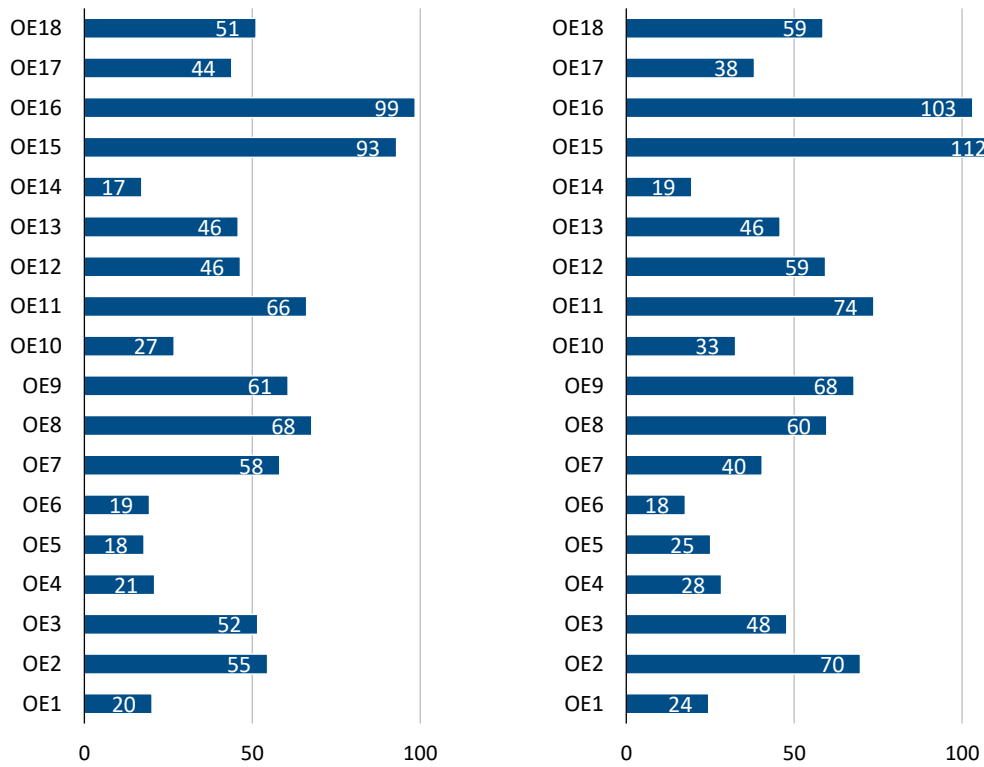
3.2. Autoemissionen pro Organisationseinheit

Abbildung 9 zeigt die Emissionen durch Autoreisen der ETH Zürich und einen Vergleich zum Vorjahr.

Abbildung 9: THG-Emissionen der Autoreisen für 2018 (links) und 2019 (rechts), dargestellt für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten

t CO₂-e pro Organisationseinheit nur Auto in 2019

t CO₂-e pro Organisationseinheit nur Auto in 2018

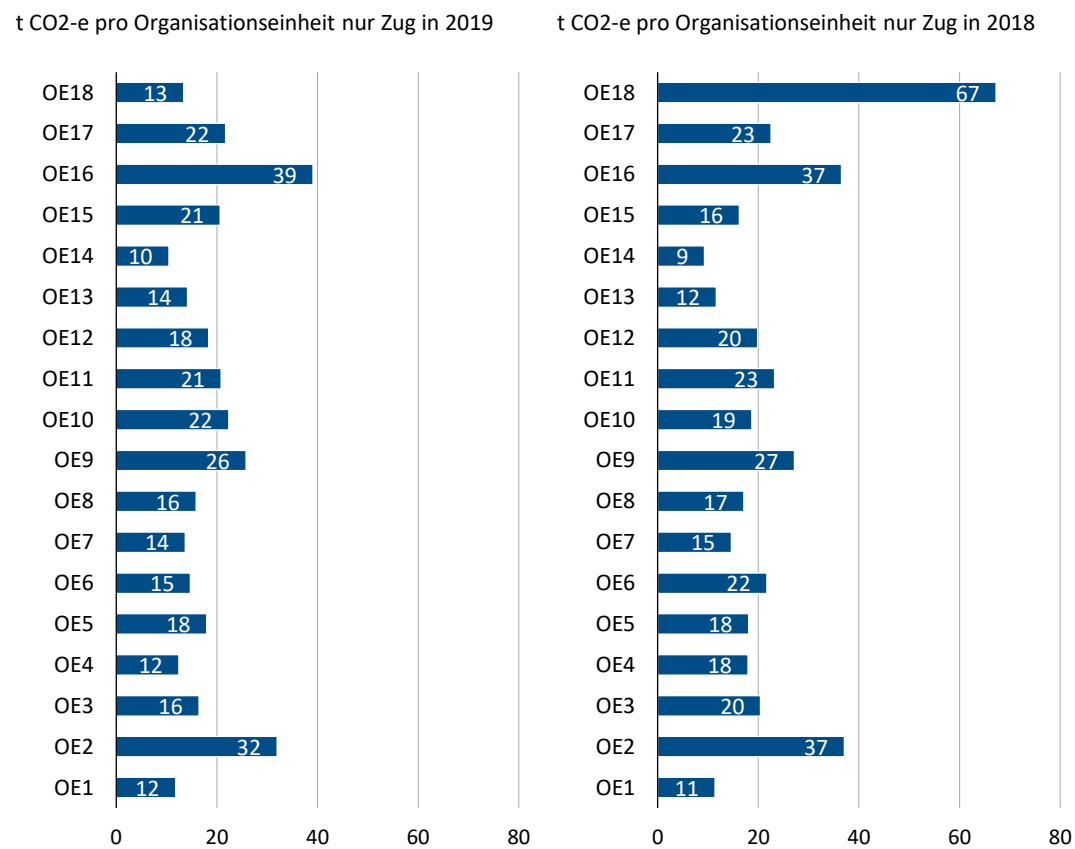


Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnungen.

3.3. Zugemissionen pro Organisationseinheit

Abbildung 10 zeigt die Emissionen durch Zugreisen der ETH Zürich und einen Vergleich zum Vorjahr.

Abbildung 10: THG-Emissionen der Zugreisen für 2018 (links) und 2019 (rechts), dargestellt für die Departemente, Abteilungen und die übrigen Einheiten



Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnungen.

4. Auswirkung der neuen Methode bei Flugreisen

In diesem Kapitel werden die Verkehrsleistungen und Emissionen der neuen Erhebungs- und Berechnungsmethode für die Jahre 2016 bis 2018 mit den entsprechenden Daten der früher für die Dienstreiseberichte verwendeten Methode (INFRAS 2019a) verglichen.

4.1. Vordergrunddaten

In der alten Methode wurde die totale Verkehrsleistung von Flügen von ETH-Mitarbeitenden auf Basis der mit AirPlus bezahlten Flüge ermittelt. Von diesen Flügen sind unter anderem die Flugdistanz und der Ticketpreis bekannt. Unter der Annahme, dass die mit AirPlus bezahlten Flüge bezüglich Distanzen und Preisen für sämtliche Flüge von ETH-Mitarbeitenden repräsentativ sind, wurde die totale Flugverkehrsleistung von ETH-Mitarbeitenden über den Anteil der totalen AirPlus-Ticketkosten an den gesamten Flugreisekosten der ETH und über die spezifischen Kosten der AirPlus-Flüge pro pkm abgeschätzt. Die Grundlagen für 2016 bis 2018 sind in Tabelle 17 zusammengestellt.

Nach der neuen Methode werden die Flugnummern, das Flugdatum sowie die Flugklasse für jede einzelne Flug(teil)strecke automatisch erhoben. Für die Jahre 2016 bis 2018 wurde diese Information rückwirkend erhoben. Aus den Flugnummern lassen sich der Start- und Ziel-flughafen und somit die geflogene Strecke ermitteln. Tabelle 18 beschreibt die Datengrundlage für die Berechnung der Verkehrsleistung nach der neuen Methode. Flüge, die nicht ausgewertet werden konnten, hatten oft eine ungültige Flugnummer oder eine ungültige Kombination von Flugnummer und Flugdatum. Für die ungültigen Flüge wird zusätzlich zur durchschnittlichen Flugdistanz der auswertbaren Flüge ein Zuschlag von 20% angenommen.

Im Vergleich zur alten Methode (Tabelle 17) liegen die Verkehrsleistungen mit der neuen Methode um 40% bis 60% höher. Der Grund dafür sind die Unterschiede bei den spezifischen Kosten der AirPlus-Flüge im Vergleich zum Durchschnitt aller ETH Flüge. AirPlus-Flüge sind pro pkm rund 50% teurer als die durchschnittlichen Flüge der ETH (berechnet über die gesamten Flugkosten der ETH und die gesamte Flugstrecke). Denkbare Gründe dafür sind:

1. Andere Anteile an Flügen in den Klassen Business und First
2. Andere durchschnittliche Flugdistanzen / Häufigkeiten von Distanzklassen
3. Andere Destinationen
4. Andere Fluggesellschaften (z.B. keine / weniger Billiganbieter)
5. Andere Preise abhängig von Buchungs-/Zahlungsmodalität

Im Folgenden werden diese Punkte kurz untersucht, um zu klären, welche der Gründe relevant sein könnten.

Tabelle 17: Abschätzung totale Verkehrsleistung von Flügen 2016 bis 2018 (alte Methode)

	2016	2017	2018	Einheit
Anzahl Flüge AirPlus (Tickets) ¹	2391	2196	1893	#
Totale Verkehrsleistung Flüge Airplus ¹	14'623'799	13'871'771	11'950'510	pkm
Total Kosten Flüge Airplus ¹	2'509'006	2'172'360	1'853'696	CHF
Anteil Flüge AirPlus (an Kosten)	26.18%	22.42%	19.43%	%
Total Verkehrsleistung Flüge ETH (Basis Kosten)	55'863'705	61'859'902	61'507'648	pkm
Total Verkehrsleistung Flüge pro FTE	6'178	6'735	6'545	pkm/FTE
Total Kosten Flüge ETH ²	9'584'539	9'687'445	9'540'723	CHF
Durchschnitt spez. Kosten Flüge AirPlus	0.17157	0.15660	0.15511	CHF/pkm

Tabelle INFRAS. Quelle: ¹AirPlus Report Flüge im Jahr X gekauft (Tickets) (H.P. Weder) / ²Auswertung Finanzdaten (K. Bredel)

Tabelle 18: Totale Verkehrsleistung von Flügen 2016 bis 2019 (neue Methode)

	2016	2017	2018	2019	Einheit
Anzahl Flüge (Etappen) erfasst	31'374	30'250	31'665	27'536	#
Anzahl Flüge ausgewertet	30'760	29'506	30'871	25'313	#
Anteil nicht auswertbare Flüge	2.0%	2.5%	2.5%	8.1%	%
Totale Verkehrsleistung Flüge	91'250'646	88'054'948	92'921'938	81'030'321	pkm
Total Verkehrsleistung Flüge pro FTE	10'092	9'588	9'889	8'348	pkm/FTE
Total Kosten Flüge ETH	9'584'539	9'687'445	9'540'723	8'597'356	CHF
Durchschnitt spez. Kosten Flüge	0.11	0.11	0.10	0.11	CHF/pkm

Tabelle INFRAS. Quelle: ETH / atmosfair / INFRAS

4.1.1. Anteile Business / First

Ein Anteil von 10-12% der via AirPlus gebuchten Flüge sind nicht in der Economy Klasse. Bezogen auf die geflogenen km sind die Anteile in Business und First aber deutlich höher, da diese Klassen vor allem auf langen Flügen gebucht werden. Tabelle 19 vergleicht die Anteile an den geflogenen pkm in AirPlus mit denen der Gesamterhebung. Daraus wird deutlich, dass der Anteil der Flugdistanzen in der Businessklasse an den AirPlus Flügen über doppelt so hoch ist wie an allen Flügen der ETH. Dies erklärt sicher einen Teil der festgestellten Preisdifferenz.

Tabelle 19: Anteile der Personenkilometer in Flugklassen, alte und neue Methode

Klasse	2016	2017	2018
Alte Methode (Anteile in AirPlus)			
Economy	71.6%	74.6%	74.8%
Premium Economy	1.2%	0.2%	2.3%
Business	26.3%	24.2%	22.4%
First	0.8%	1.0%	0.4%
Neue Methode (Anteile an Gesamterhebung)			
Economy	90.3%	89.3%	88.8%
Business	9.4%	10.3%	11.1%
First	0.4%	0.4%	0.1%

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Erhebung

4.1.2. Durchschnittliche Flugdistanzen / Häufigkeiten von Distanzklassen

Preise pro km variieren stark je nach Destination. Der Tages Anzeiger hat Flugpreise von 2016 analysiert⁷ und für Flüge ab Zürich je nach Destination durchschnittliche Preise (in Economy) von 0.03 CHF/km (nach Singapore) bis zu 0.42 CHF/km (nach Frankfurt) berechnet. Generell sind Fernreisen pro Kilometer deutlich günstiger als Reisen in Europa. Die günstigsten Europaflüge sind pro Kilometer etwa so teuer wie die teuersten interkontinentalen Flüge.

Tabelle 20 zeigt die Distanzverteilung der nach der alten Methode erfassten Flüge und Tabelle 21 diejenige der nach der neuen Methode erhobenen Flüge. Der Vergleich über die Jahre zeigt ein sehr konstantes Bild. Der Vergleich zeigt für die neue Methode einen deutlich höheren Anteil an kurzen Flügen. Somit werden eher längere Flüge über AirPlus abgerechnet, was die spezifischen Kosten der AirPlus Flüge eher reduzieren sollte. Entsprechend kann die festgestellte Preisdifferenz nicht von Unterschieden in den Flugdistanzen stammen.

⁷ <https://www.tagesanzeiger.ch/wirtschaft/unternehmen-und-konjunktur/diese-fluege-sind-pro-kilometer-am-billigsten/story/20817828>

Tabelle 20: Auswertung der Distanz der AirPlus-Flüge in Distanzklassen 2016 bis 2018 (alte Methode)

Distanzklassen (km)	2016		2017		2018	
	pkm	Anteil (%)	pkm	Anteil (%)	pkm	Anteil (%)
bis 499	58'339	0.4%	36'646	0.3%	30'365	0.3%
500 bis 624	61'746	0.4%	55'307	0.4%	39'686	0.3%
625 bis 749	48'087	0.3%	32'697	0.2%	40'470	0.3%
750 bis 999	256'320	1.8%	264'345	1.9%	208'886	1.7%
1000 bis 1749	939'158	6.4%	886'313	6.4%	713'684	6.0%
ab 1750	13'260'150	90.7%	12'596'462	90.8%	10'917'418	91.4%
Total	14'623'799	100.0%	13'871'771	100.0%	11'950'510	100.0%

Die Auswertung bezieht sich meist auf die Distanz der Flugetappen. Teilweise werden aber auch Hin- und Rückflugdistanzen und / oder die Distanzen von einzelnen Teilstrecken zusammengefasst. Würde jede Teilstrecke separat betrachtet, würden etwas mehr kürzere Flüge ausgewiesen.

Tabelle INFRAS. Quelle: AirPlus Report Flüge im Jahr X gekauft (Tickets) (H.P. Weder)

Tabelle 21: Auswertung der Distanz sämtlicher Flüge in Distanzklassen 2016 bis 2019 (neue Methode)

Distanzklassen (km)	2016		2017		2018		2019	
	pkm	Anteil (%)	pkm	Anteil (%)	pkm	Anteil (%)	pkm	Anteil (%)
bis 499	1'465'830	1.6%	1'311'658	1.5%	1'266'197	1.4%	1'465'830	1.6%
500 bis 624	1'456'243	1.6%	1'381'711	1.6%	1'337'441	1.4%	1'456'243	1.6%
625 bis 749	2'193'890	2.4%	2'203'469	2.5%	2'247'185	2.4%	2'193'890	2.4%
750 bis 999	4'527'279	5.0%	4'459'814	5.1%	4'637'729	5.0%	4'527'279	5.0%
1000 bis 1749	5'852'699	6.4%	6'071'940	6.9%	6'478'166	7.0%	5'852'699	6.4%
ab 1750	75'754'705	83%	72'626'356	82%	76'955'220	83%	75'754'705	83%
Total	91'250'646	100%	88'054'948	100%	92'921'938	100%	91'250'646	100%

Die Auswertung bezieht sich auf die Distanz der Flugetappen (zu jeder Distanz gehört nur ein Start und eine Landung)

Tabelle INFRAS. Quelle: ETH /atmosfair / INFRAS

4.1.3. Destinationen

In der bereits erwähnten Auswertung vom Tages Anzeiger⁷ sind durchschnittliche Flugpreise pro km für insgesamt 41 Destinationen ab Zürich publiziert. Aus den Flugdaten der ETH wurde nun bestimmt, welcher Anteil an den gesamten Flugdistanzen pro Jahr auf den entsprechenden Destinationen geflogen wurde. Bei den AirPlus Flügen entfallen in jedem Jahr rund 32% der Flugdistanzen auf Flüge zu diesen Destinationen. Der Anteil liegt bei der Gesamterhebung noch bei 20% – 22%. Die mit diesen Anteilen und den Kosten pro Kilometer aus der Tages Anzeiger Erhebung berechneten durchschnittlichen Kosten pro Kilometer liegt für alle Jahre und für

beide Stichproben zwischen 0.062 und 0.066 CHF/km. Im Jahr 2016 liegt der Wert der Gesamterhebung um 1% über dem Wert der AirPlus-Stichprobe, 2017 um 2% tiefer, 2018 besteht praktisch kein Unterschied (0.2% tiefer).

Allerdings fällt auf, dass der Anteil an «teuren» langen Flügen bei der AirPlus Stichprobe fast doppelt so hoch ist wie an den gesamten Reisen. Die wichtigsten dieser Destinationen sind Los Angeles und San Francisco. Weil die spezifischen Preise für diese Destinationen aber sehr nahe beim Mittelwert der Stichprobe liegen, lässt sich aus diesen Auswertungen aber kein eindeutiger Einfluss der Destinationen auf die Preisunterschiede zwischen AirPlus- und Gesamterhebung feststellen.

Tabelle 22: Anteil teure und günstige, kurze und lange Flüge

Spalte 1	Anteil an Gesamtdistanz AirPlus Flüge			Anteil an Gesamtdistanz alle Flüge		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
teuer Europa	1.0%	1.2%	1.1%	0.7%	0.7%	0.6%
günstig Europa	1.0%	1.4%	2.0%	1.4%	1.7%	2.0%
teuer Interkont.	20.9%	18.0%	16.2%	11.0%	10.1%	9.6%
günstig Interkont.	9.7%	12.0%	12.8%	7.1%	9.2%	8.9%
Total	32.7%	32.5%	32.1%	20.1%	21.7%	21.1%
Kosten (CHF/km) ¹	0.066	0.065	0.062	0.066	0.063	0.062

1: gewichteter Durchschnitt, auf 100% hochgerechnet.

Tabelle INFRAS. Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf ETH / Tages Anzeiger

4.1.4. Fluggesellschaften (z.B. keine / weniger Billiganbieter)

In Tabelle 23 sind die Fluggesellschaften zusammengestellt, die in mindestens einem der drei Jahre mehr als 1% der mit AirPlus bezahlten Reisstrecken erbracht haben. Zusammen kommen diese 11 Fluggesellschaften auf 90% – 95% der gesamten Flugstrecke aller AirPlus Flüge. Tabelle 24 zeigt die entsprechenden Gesellschaften aus der Gesamterhebung.

Der auffälligste Unterschied ist, dass zwischen 65% und 75% der AirPlus-Flüge mit Swiss erfolgten, aber nur rund 40% der gesamten Flüge. Die nächst wichtigsten Airlines sind sowohl bei der Stichprobe als auch in der Gesamterhebung United Airlines und Lufthansa und sie tragen in beiden Fällen ungefähr gleich viel zur totalen Flugdistanz bei.

Es wurde keine systematische Untersuchung gefunden, die «teure» von «günstigen» Fluggesellschaften unterscheidet. Die vier für AirPlus relevantesten Airlines gelten aber als qualitativ sehr gut und dürften darum eher im oberen Preissegment angesiedelt sein.

Wenn diese Annahme korrekt ist, läge mit der deutlichen Dominanz der Swiss bei den AirPlus-Flügen der Schluss nahe, dass diese aufgrund der Wahl der Airlines eher teurer sind als der Durchschnitt.

Tabelle 23: Fluggesellschaften mit mehr als 1% der Flugdistanz in einem der Jahre 2016 bis 2018 gemäss AirPlus

Operating Airline	2016	2017	2018
Swiss	73.7%	69.7%	64.7%
United Airlines	5.3%	4.2%	4.9%
Lufthansa	7.4%	7.6%	4.9%
Singapore Airlines	0.9%	2.5%	3.9%
Ethiopian Airlines	0.0%	0.0%	3.7%
Edelweiss Air	1.3%	1.8%	3.4%
Air France	0.8%	1.7%	1.6%
KLM	2.1%	3.0%	1.6%
Air Canada	1.7%	1.2%	1.5%
Iberia	0.6%	0.4%	1.4%
Delta Air Lines	0.5%	1.2%	1.2%
Total	94.5%	93.4%	92.7%

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Auswertung AirPlus Report

Tabelle 24: Fluggesellschaften mit mehr als 1% der Flugdistanz in einem der Jahre 2016 bis 2018 gemäss Gesamtauswertung

Operating Airline	2016	2017	2018
Swiss	39.4%	40.7%	38.1%
United Airlines	7.9%	7.3%	6.7%
Lufthansa	6.5%	6.8%	5.6%
UNBEKANNT	4.4%	5.6%	8.7%
Emirates	3.0%	1.7%	3.2%
Delta Air Lines	2.8%	2.8%	3.4%
KLM	2.7%	2.7%	2.1%
British Airways	2.7%	2.2%	2.1%
Singapore Airlines	2.5%	3.0%	2.6%
Turkish Airlines	2.4%	0.9%	0.0%
Air France	2.4%	2.1%	1.9%
American Airlines	2.2%	1.4%	1.8%
Air Canada	1.4%	2.2%	2.2%
SAS Scandinavian Airlines	1.4%	1.2%	1.1%
Air Berlin	1.3%	1.0%	0.0%
Easyjet	0.0%	0.9%	1.3%
Qatar Airways	0.8%	0.0%	1.1%
Iberia	0.9%	0.0%	1.1%
Cathay Pacific Airways	0.9%	1.0%	1.0%
Etihad Airways	0.8%	1.4%	0.0%
Total	86.3%	84.8%	84.0%

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Auswertung AirPlus Report

4.1.5. Preise abhängig von Buchungs-/Zahlungsmodalität

Bei Buchung über Plattformen wie ebookers.com ist eine Bezahlung mit AirPlus meist nicht möglich. Das heisst, dass AirPlus-Buchungen wohl meist direkt über die Webseiten der Airlines erfolgen. Die gebuchten Flüge können dadurch teurer sein, weil allfällige günstigere Alternativen gar nicht erkannt werden.

4.2. Hintergrunddaten

Für die Jahre bis 2018 wurde jeweils ein generischer Emissionsfaktor bestimmt, der die Verteilung der Flugdistanzen und den Anteil an Flügen in der Businessklasse berücksichtigt. Die Emissionen in grosser Höhe wurden mit einem distanzabhängigen Faktor auf die gesamte direkte Emission der Flugzeuge von 1.27 bis 2.5 (im distanzgewichteten Durchschnitt 2.4) berücksichtigt.

Die Emissionsfaktoren für die Berechnung nach der neuen Methode sind abhängig von allen relevanten Eigenschaften des spezifischen Fluges, für den sie gelten. Ein Flug von A nach B kann je nach Datum, Fluggesellschaft und Tageszeit des Fluges unterschiedliche Emissionsfaktoren haben. Gründe für diese Unterschiede können unterschiedliche Flugzeugtypen sein, unterschiedliche Triebwerke bei gleichen Typen, unterschiedliche Bestuhlung der Flugzeuge oder unterschiedliche Auslastung. Eine Beschreibung der Berechnungen findet sich in INFRAS (2019b) sowie in der Dokumentation der atmosfair-Berechnungen (atmosfair 2011).

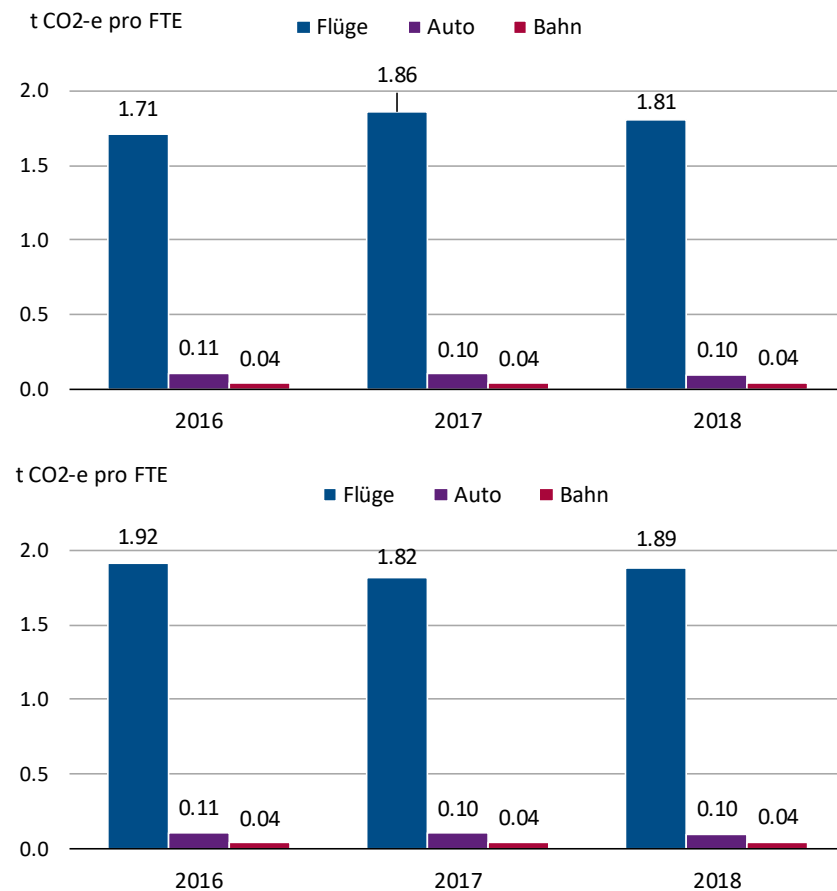
Die Emission von Flugreisen nach der neuen Methode beinhaltet die Emissionen aus dem Betrieb der Flugzeuge sowie die Emissionen, die bei der Treibstoffherstellung anfallen. Beim Betrieb werden die CO₂-Emissionen in grosser Höhe (>9000 M.ü.M.) mit einem Gewichtungsfaktor von 2 skaliert. Damit werden die Klimaeffekte von nicht-CO₂-Emissionen (v.a. durch Kondensstreifen und Wolkenbildung) berücksichtigt. Die Emissionen aus Herstellung und Entsorgung von Flugzeugen und Flughäfen werden vernachlässigt.

Die durchschnittliche Emission pro pkm liegt bei der alten Methode im Bereich von 0.27-0.28 kg CO₂-eq/pkm (abhängig vom Jahr). Mit der neuen Methode resultieren durchschnittliche Emissionsfaktoren zwischen 0.19-0.21 kg CO₂-eq/pkm (abhängig vom Jahr), was rund 70% des alten Emissionsfaktors entspricht. Ein grosser Teil dieser Reduktion kommt von dem tieferen Faktor zur Berücksichtigung der nicht-CO₂-Effekte. Der Rest hängt damit zusammen, dass die alte Methode mit generischen Emissionsfaktoren von Mobitool arbeitet während die neue Methode Flugzeug- und Airlinespezifische Werte verwendet.

4.3. Ergebnisse

Abbildung 11 zeigt die Ergebnisse für die Jahre 2016 bis 2018 nach der alten und der neuen Erhebungs- und Berechnungsmethode für die gesamte ETH im Vergleich. Von der Methodenänderung sind nur die Emissionen der Flugreisen betroffen. Auffällig ist, dass die alte Methode für die Jahre 2016 und 2018 eine tiefere Emission pro FTE ergibt, für 2017 aber eine höhere. Das hängt mit der Verkehrsleistung zusammen, die in der alten Methode für 2017 am höchsten, nach der neuen Methode hingegen am tiefsten liegt (cf. Tabelle 17 und Tabelle 18). Grund dafür kann eine unterschiedliche Verzerrung der AirPlus-Stichprobe sein, für die aber kein Hinweis gefunden wurde. Auch kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei der nachträglichen Gesamterhebung für 2017 Flüge vergessen wurden. Darauf deutet die trotz höheren Kosten vergleichsweise geringe Anzahl an Flügen in 2017 hin.

Abbildung 11: Emission der ETH für 2016 bis 2018 nach der alten (oben) und der neuen (unten) Methode



Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnungen

Tabelle 25 zeigt die Veränderung der Emission durch den Methodenwechsel relativ zur Emission gemäss der alten Methode im jeweiligen Jahr. Für die Jahre 2017 und 2018 wurden in INFRAS (2019a) auch die Anteile der Kosten der AirPlus-Flüge an den Kosten aller Flüge berechnet. Die entsprechenden Daten sind ebenfalls in Tabelle 25 zusammengestellt. Ein Zusammenhang der kostenmässigen Anteile der AirPlus Flüge zur Veränderung der Emission durch den Methodenwechsel ist nicht zu erkennen.

Auch ist die Richtung der Veränderung in vielen Departementen über die Jahre nicht konstant. So zeigt z. B. OE7 nach der neuen Methode in 2016 rund 20% höhere, in 2018 aber 14% tiefere Emissionen.

Tabelle 25: Veränderung der THG Emission durch den Methodenwechsel und Anteile der AirPlus Flüge

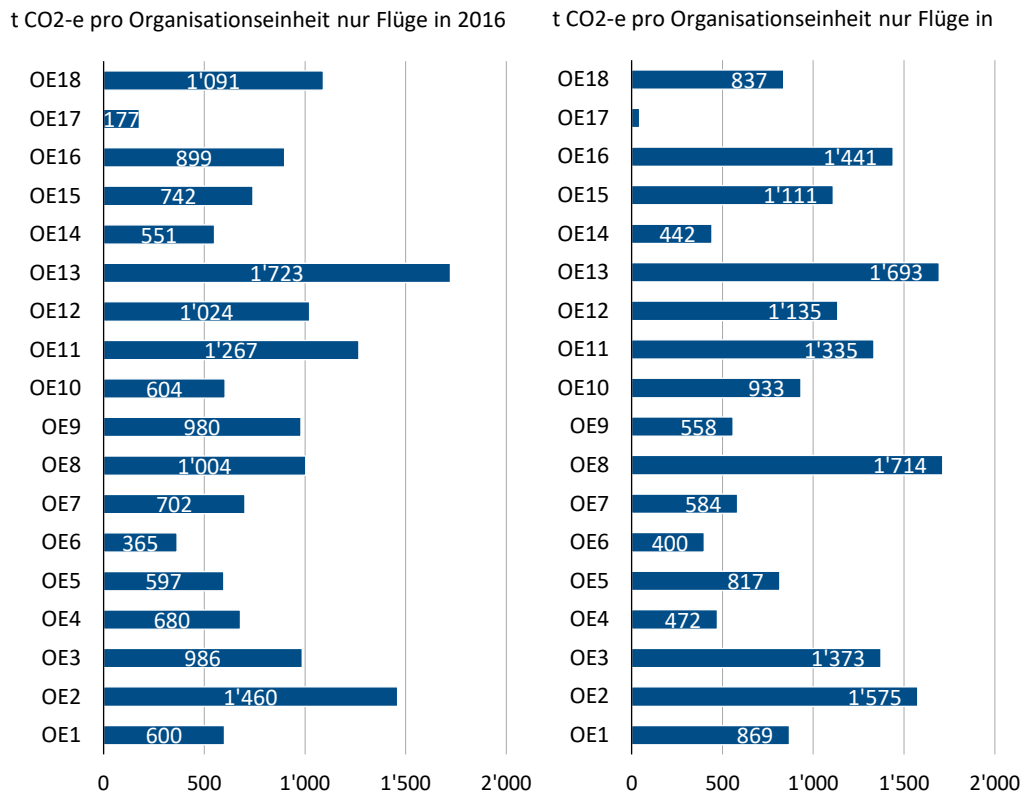
Einheit	2016	2017		2018	
		Emission	AirPlus	Emission	AirPlus
OE1	69%	62%	18%	96%	14%
OE2	93%	100%	17%	96%	13%
OE3	72%	80%	20%	103%	28%
OE4	144%	128%	10%	101%	13%
OE5	73%	98%	33%	80%	23%
OE6	91%	147%	0%	80%	0%
OE7	120%	106%	5%	86%	7%
OE8	59%	78%	33%	52%	36%
OE9	176%	138%	18%	106%	21%
OE10	65%	81%	19%	66%	10%
OE11	95%	99%	12%	117%	14%
OE12	90%	114%	16%	177%	14%
OE13	102%	102%	56%	112%	39%
OE14	125%	119%	25%	150%	20%
OE15	67%	85%	15%	69%	9%
OE16	62%	110%	14%	68%	9%
OE17	406%	522%	0%	395%	0%
OE18	130%	156%	34%	147%	32%
Total	89%	102%	22%	96%	19%

Emission nach der neuen Methode in % der Emission nach der alten Methode

Tabelle INFRAS. Quelle: eigene Berechnungen

Die folgenden Grafiken (Abbildung 12 bis Abbildung 14) vergleichen die Ergebnisse der alten und der neuen Methode pro Organisationseinheit und Jahr.

Abbildung 12: Emission der Einheiten für 2016 nach der alten (links) und der neuen (rechts) Methode

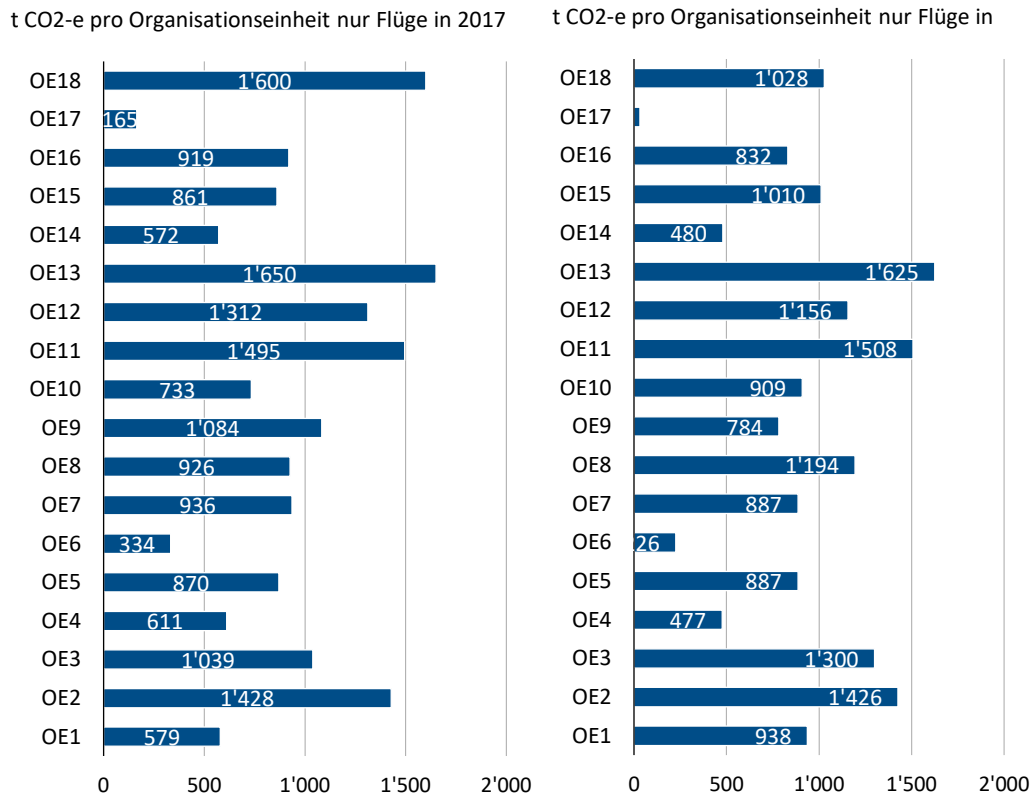


Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnungen

Insgesamt ergibt die neue Methode für 2016 11% weniger Emissionen als die alte. Für die Departemente OE14, OE13, OE9, OE7 und OE4 sowie für OE17 und OE18 sinken die Emissionen mit dem Wechsel zur neuen Methode ebenfalls. Dies sind auch die Einheiten, die nach der alten Methode deutlich höhere Anteile an der Gesamtemission der ETH aufweisen als nach der neuen Methode. Da die Emissionen in der alten Methode gemäss Kosten auf die Einheiten allokiert wurden, bedeutet das, dass diese Einheiten 2016 besonders teure Flüge (pro Emission) gebucht haben. Für die übrigen Einheiten steigen die Emissionen mit der neuen Methode.

Bei Abteilungen, für die die Flüge von Studierenden relevant sind (v.a. OE8, OE15 und OE16) werden mit dem Methodenwechsel auch deutlich höhere Emissionen ausgewiesen, was zu einem guten Teil auf die Flüge der Studierenden zurückzuführen sein dürfte. Auch in OE18 sind relativ viele Flüge von Studierenden enthalten. Trotzdem steigen in den darin zusammengefassten Einheiten die Emissionen mit dem Methodenwechsel nicht.

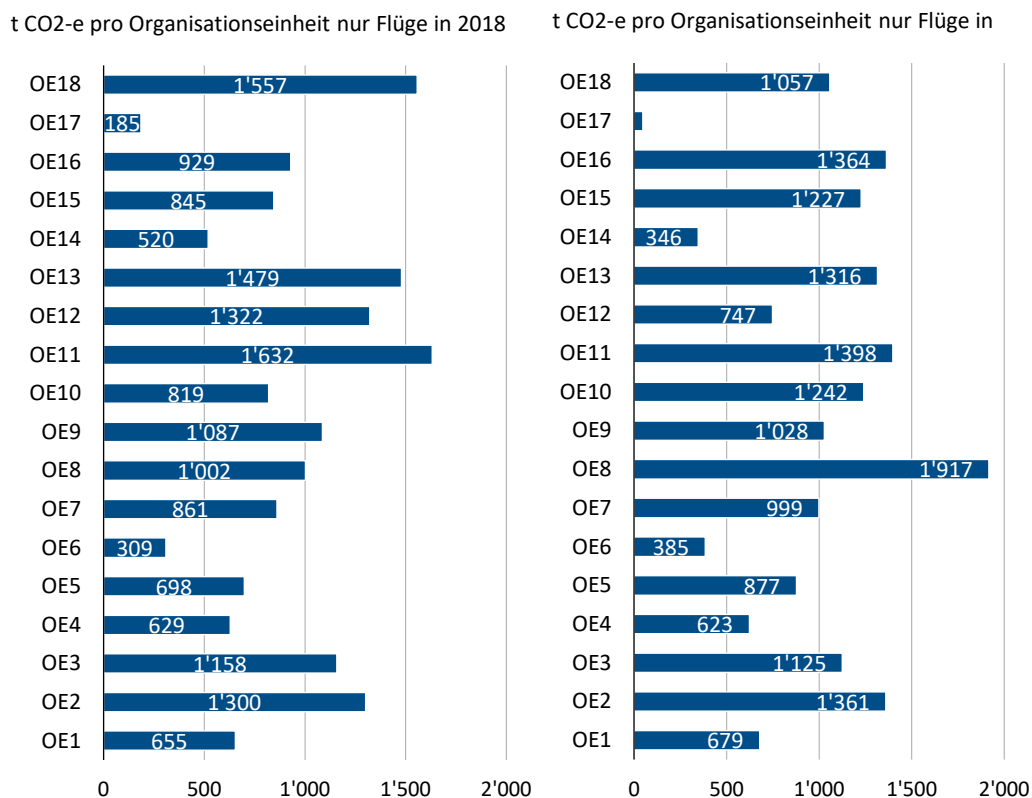
Abbildung 13: Emission der Einheiten für 2017 nach der alten (links) und der neuen (rechts) Methode



Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnungen

2017 kommt die neue Methode insgesamt auf 2% höhere Emissionen als die alte. Im Gegensatz zu 2016 sinken in 2017 die Emissionen des OE16 bei der Berechnung mit der neuen Methode. Grund dafür dürften die relativ tiefen Emissionen von Flügen von Studierenden in diesem Departement in 2017 sein. Andererseits sind in diesem Jahr ausnehmend viele Flüge von Studierenden in OE18 zusammengefasst. Trotzdem liegen die Emissionen bei OE18 nach der alten Methode um 56% höher als bei der neuen Methode.

Abbildung 14: Emission der Einheiten für 2018 nach der alten (links) und der neuen (rechts) Methode



Grafik INFRAS. Quelle: eigene Berechnungen

2018 liegt das Ergebnis der neuen Methode 4% unter dem der alten Methode. OE16, OE15, OE10 und OE8 liegen wegen der Studierenden wieder viel höher mit der neuen Methode, die auch Flüge im Rahmen der Curricula berücksichtigt. Auch in 2018 zeigt die neue Methode aber deutlich tiefere Emissionen in OE18 als die alte, obwohl auch in dieser Kategorie recht viele Studierende enthalten sind.

Insgesamt kann auf Basis der Daten dieser drei Jahre keine generelle Aussage gemacht werden, wie der methodische Wechsel die Emissionen beeinflusst. Auf Stufe der gesamten ETH scheint er eher zu einer höheren Emission zu führen, was aber 2017 nicht der Fall ist. Auf Stufe der Departemente bzw. Organisationseinheiten zeigt sich kein konsistentes Bild, für das die vorhandenen Daten eine Erklärung liefern würden.

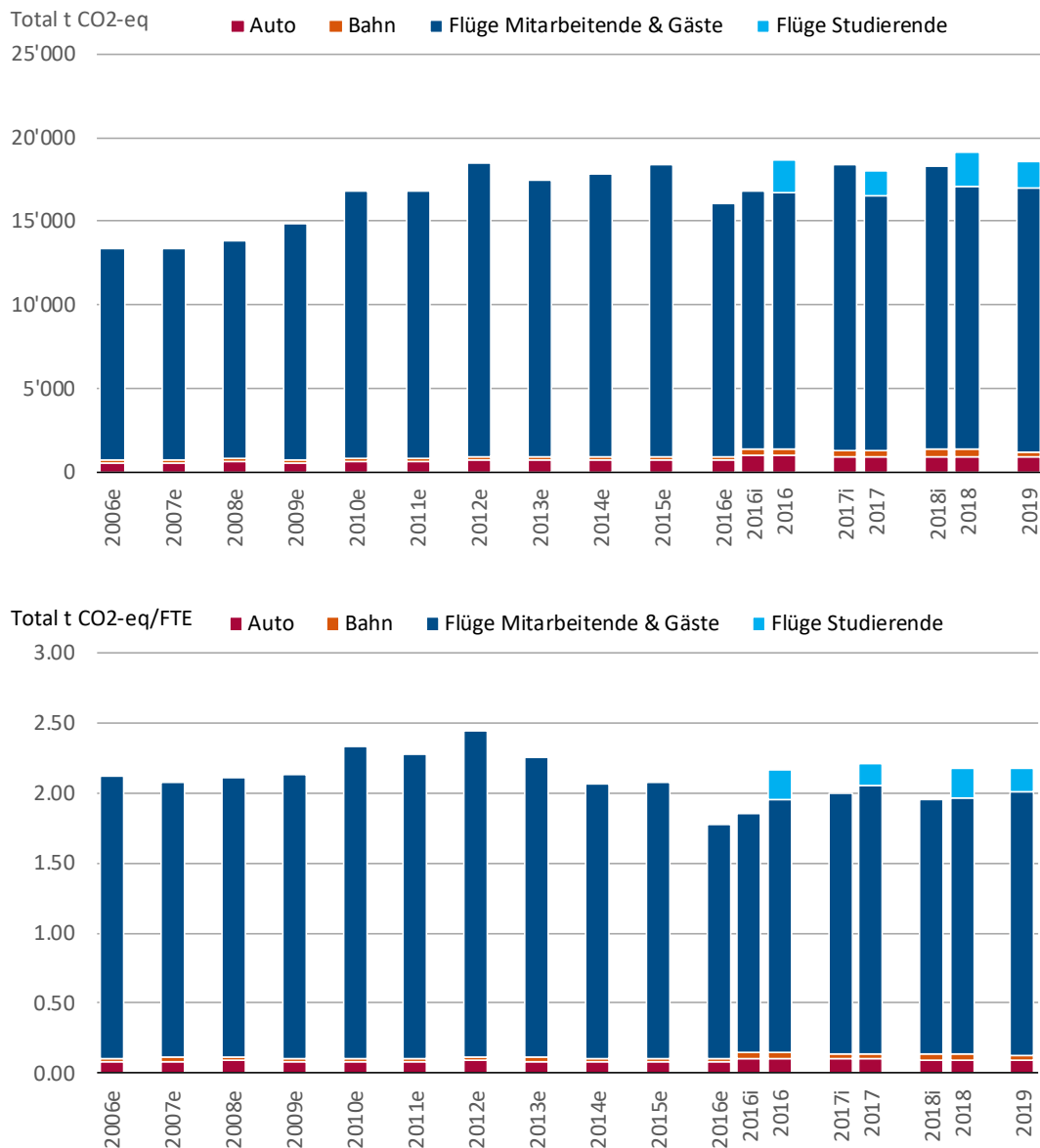
5. Jahresvergleich 2006 bis 2019

5.1. Jahresvergleich Gesamtemissionen

Abbildung 15 zeigt die Entwicklung der absoluten und spezifischen THG-Emissionen (pro FTE) der ETH von 2006 bis 2019. Tabelle 26 und Tabelle 27 liefern die Zahlen dazu. Es gibt insgesamt drei unterschiedliche Werte für 2016 und jeweils zwei für 2017 und 2018. Das kommt daher, dass bei der Erhebung der Treibhausgasemissionen für 2017 und 2018 (INFRAS 2019a) einige Korrekturen an der zuvor benutzten Methode gemacht wurden und dass ab 2019 eine neue Methode für die Erhebung der Flugemissionen zur Anwendung kommt. Die Korrektur in INFRAS (2019a) gegenüber EarthEffect (2017a) und EarthEffect (2017b) führt zu einer höheren Emission der Auto- und Bahnreisen, die 2016 sichtbar wird. Die neue Erfassungs- und Berechnungsmethode für Flugreisen wurde für 2019 im Monitoring und ex-post für die Jahre 2016 bis 2018 angewendet. Wichtigste Unterschiede sind:

- Erweiterte Systemgrenzen: Neu sind auch die Flüge im Rahmen des Curriculums von Studierenden enthalten. Bisher waren nur die Flüge von Studierenden enthalten, die durch die ETH bezahlt wurden.
- Gesamterhebung statt Hochrechnung aus Teilerhebung.
- Berechnung der spezifischen Emission jedes einzelnen Fluges unter Berücksichtigung aller relevanten Parameter statt Anwendung von generischem Emissionsfaktor pro pkm.

Abbildung 15: THG-Emissionen durch Dienstreisen der ETH Zürich im Jahresvergleich (oben in t CO₂-eq; unten: in t CO₂ pro FTE), Stand 2019. Werte 2016 bis 2018 wurden mit unterschiedlichen Methoden berechnet und werden darum mehrfach ausgewiesen.



20XXe: Zahlen von EarthEffect 2017a/b: Nur Mitarbeiter und Gäste, keine Studierende. Totale Flugdistanz skaliert von Flügen, die mit AirPlus bezahlt wurden (rund 20% der Flugkosten). Spezifische Emissionsfaktoren von 272 g CO₂-eq/pkm, der den Anteil Businessflüge sowie die Klimaeffekte von nicht-CO₂-Emissionen (RFI 2.4) berücksichtigt.

20XXi: INFRAS 2019a: Analog zu EarthEffect. Korrektur von methodischen Fehlern bei Auto- und Bahnreisen. Quelle: INFRAS 2019a

20XX: Zahlen nach neuester Methode: Auto- und Zugreisen analog INFRAS 2019a. Flugreisen basierend auf Gesamterhebung der Flüge von Mitarbeitenden, Gästen und Studierenden. Spezifische Berechnung der Distanz und Emission für jeden einzelnen Flug durch atmosfair GmbH. Methodenbeschreibung: INFRAS 2019b und atmosfair 2011.

Grafik INFRAS. Quelle: EarthEffect 2017b, INFRAS 2019a, eigene Berechnungen

Tabelle 26: Emissionen durch Dienstreisen der ETH Zürich im Jahresvergleich pro Verkehrsträger; Absolute Werte.

Jahr	Anz. FTE	Total t CO ₂ -eq					
		Flüge MA	Flüge Stud.	Flüge total	Auto	Bahn	Total
2006e	6'297	12'704	0	12'704	517	157	13'378
2007e	6'408	12'596	0	12'596	556	157	13'309
2008e	6'551	13'063	0	13'063	589	163	13'815
2009e	6'926	14'079	0	14'079	553	160	14'792
2010e	7'197	16'066	0	16'066	584	166	16'816
2011e	7'392	16'007	0	16'007	643	160	16'810
2012e	7'582	17'624	0	17'624	709	165	18'498
2013e	7'764	16'601	0	16'601	670	195	17'466
2014e	8'639	16'916	0	16'916	723	187	17'826
2015e	8'876	17'472	0	17'472	733	173	18'378
2016e	9'043	15'161	0	15'161	734	175	16'070
2016i	9'043	15'450	0	15'450	990	326	16'766
2016	9'185	15'427	1'906	17'333	990	326	18'648
2017i	9'398	17'115	0	17'115	919	350	18'385
2017	9'043	15'284	1'415	16'699	919	350	17'969
2018i	9'185	16'987	0	16'987	924	411	18'322
2018	9'398	15'722	2'014	17'737	924	411	19'072
2019	9'707	15'735	1'635	17'370	860	342	18'571

20XXe: Zahlen von EarthEffect 2017a/b: Nur Mitarbeiter und Gäste, keine Studierende. Totale Flugdistanz skaliert von Flügen, die mit AirPlus bezahlt wurden (rund 20% der ETH-weiten Flugkosten). Spezifische Emissionsfaktoren von 272 g CO₂-eq/pkm, der den Anteil Businessflüge sowie die Klimaeffekte von nicht-CO₂-Emissionen (RFI 2.4) berücksichtigt.

20XXi: INFRAS 2019a: Analog zu EarthEffect. Korrektur von methodischen Fehlern bei Auto- und Bahnreisen. Quelle: INFRAS 2019a

20XX: Zahlen nach neuester Methode: Auto- und Zugreisen analog INFRAS 2019a. Flugreisen basierend auf Gesamterhebung der Flüge von Mitarbeitenden, Gästen und Studierenden. Spezifische Berechnung der Distanz und Emission für jeden einzelnen Flug durch atmosfair GmbH. Methodenbeschreibung: INFRAS 2019b und atmosfair 2011.

Tabelle: INFRAS. Quelle: EarthEffect 2017b, INFRAS 2019a, eigene Berechnungen

Tabelle 27: Emissionen durch Dienstreisen der ETH Zürich im Jahresvergleich pro Verkehrsträger; Werte pro FTE.

Jahr	Anz. FTE	Total t CO ₂ -eq/FTE					
		Flüge MA	Flüge Stud.	Flüge total	Auto	Bahn	Total
2006e	6'297	2.02	0.00	2.02	0.08	0.02	2.12
2007e	6'408	1.97	0.00	1.97	0.09	0.02	2.08
2008e	6'551	1.99	0.00	1.99	0.09	0.02	2.11
2009e	6'926	2.03	0.00	2.03	0.08	0.02	2.14
2010e	7'197	2.23	0.00	2.23	0.08	0.02	2.34
2011e	7'392	2.17	0.00	2.17	0.09	0.02	2.27
2012e	7'582	2.32	0.00	2.32	0.09	0.02	2.44
2013e	7'764	2.14	0.00	2.14	0.09	0.03	2.25
2014e	8'639	1.96	0.00	1.96	0.08	0.02	2.06
2015e	8'876	1.97	0.00	1.97	0.08	0.02	2.07
2016e	9'043	1.68	0.00	1.68	0.08	0.02	1.78
2016i	9'043	1.71	0.00	1.71	0.11	0.04	1.85
2016	9'185	1.81	0.21	2.02	0.11	0.04	2.06
2017i	9'398	1.86	0.00	1.86	0.10	0.04	2.00
2017	9'043	1.92	0.15	2.07	0.10	0.04	1.96
2018i	9'185	1.81	0.00	1.81	0.10	0.04	1.95
2018	9'398	1.82	0.21	2.03	0.10	0.04	2.03
2019	9'707	1.89	0.17	2.06	0.09	0.04	1.91

20XXe: Zahlen von EarthEffect 2017a/b: Nur Mitarbeiter und Gäste, keine Studierende. Totale Flugdistanz skaliert von Flügen, die mit AirPlus bezahlt wurden (rund 20% der ETH-weiten Flugkosten). Spezifische Emissionsfaktoren von 272 g CO₂-eq/pkm, der den Anteil Businessflüge sowie die Klimaeffekte von nicht-CO₂-Emissionen (RFI 2.4) berücksichtigt.

20XXi: INFRAS 2019a: Analog zu EarthEffect. Korrektur von methodischen Fehlern bei Auto- und Bahnreisen. Quelle: INFRAS 2019a

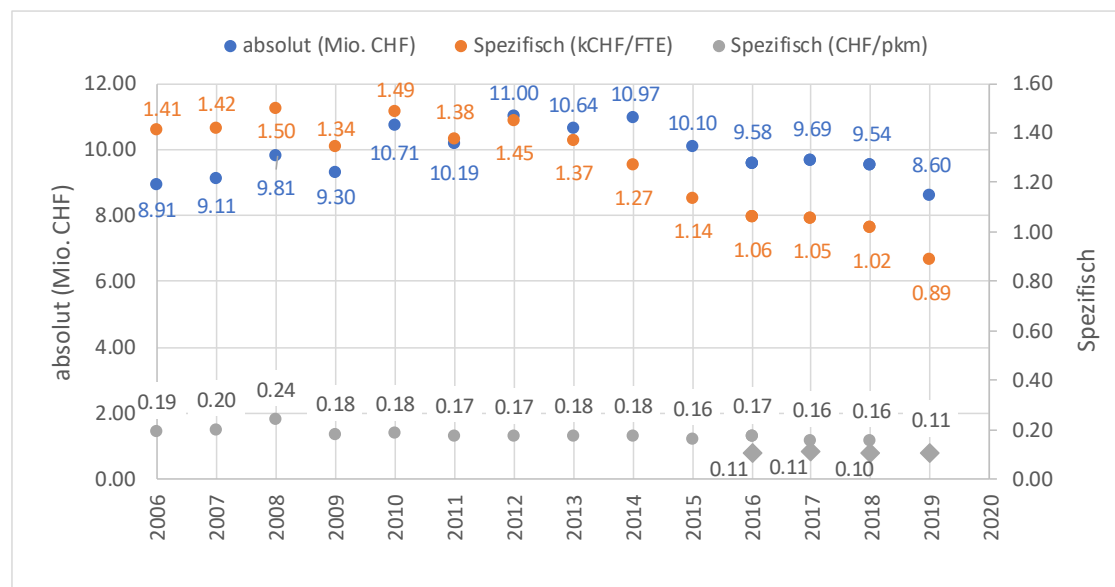
20XX: Zahlen nach neuester Methode: Auto- und Zugreisen analog INFRAS 2019a. Flugreisen basierend auf Gesamterhebung der Flüge von Mitarbeitenden, Gästen und Studierenden. Spezifische Berechnung der Distanz und Emission für jeden einzelnen Flug durch atmosfair GmbH. Methodenbeschreibung: INFRAS 2019b und atmosfair 2011.

Tabelle: INFRAS. Quelle: EarthEffect 2017b, INFRAS 2019a, eigene Berechnungen

5.2. Jahresvergleiche Flugreisen

Der Jahresvergleich in Abbildung 16 zeigt die Entwicklung der Ausgaben der ETH für Flugreisen absolut und pro FTE, sowie die Entwicklung der Flugkosten pro pkm. Zu letzteren ist zu sagen, dass die Daten bis 2015 ausschliesslich auf Basis der AirPlus-Flüge der ETH berechnet wurden. Die Zahlen von 2016 bis 2018 wurden einerseits auf Basis der AirPlus-Flüge der ETH und andererseits auf Basis der totalen Ausgaben der ETH für Flugreisen sowie der Flugdistanzen, die aus der Gesamterhebung resultieren, berechnet. Das Bild zeigt deutlich, dass die AirPlus Flüge in den Jahren 2016 bis 2018 pro pkm rund 50% teurer waren als die durchschnittlichen Flüge der ETH in dem jeweiligen Jahr.

Abbildung 16: Kosten der Flugreisen absolut und spezifisch von 2006 bis 2019.



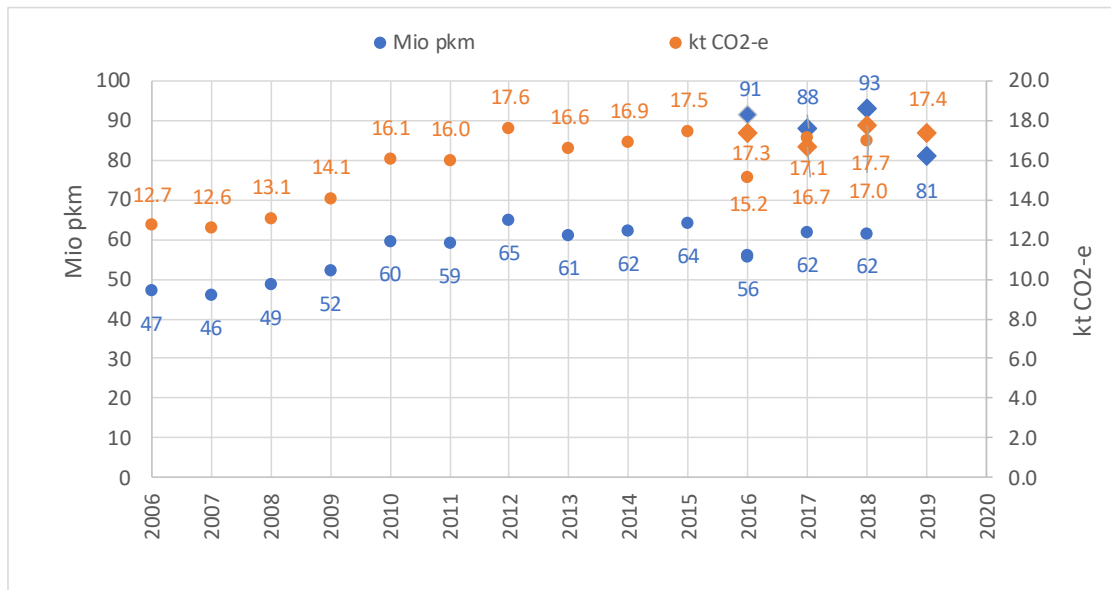
Die doppelten Werte für die Kosten pro pkm in den Jahren 2016 bis 2018 ergeben sich aus den unterschiedlichen Datenerhebungen. Die höheren Werte stammen aus der Auswertung der AirPlus Flüge. Die tieferen Werte (Rauten) stammen aus den totalen absoluten Kosten sowie den totalen absoluten pkm aus der Gesamterhebung.

Grafik INFRAS. Quellen: Quelle: EarthEffect 2017b, INFRAS 2019a, ETH, eigene Berechnungen

Die Überschätzung der Kosten pro pkm aus der Auswertung der AirPlus-Flüge führte in den Jahren 2006 bis 2018 zu einer Unterschätzung der geflogenen pkm. Abbildung 17 zeigt die Zeitreihe dieser Daten sowie, ab 2018, die direkt erhobenen Flugstrecken aus der Gesamterhebung. Abbildung 17 zeigt ebenfalls die THG-Emissionen nach der alten (bis 2018) und nach der neuen (ab 2016) Methode. Die Differenz dieser Ergebnisse zwischen den Methoden ist nicht so gross wie für die Flugstrecken. Das kommt daher, dass die alte Berechnungsmethode einerseits

die Distanz unterschätzt hat, andererseits aber für die Emission pro pkm einen zu hohen Wert angesetzt hat.

Abbildung 17: Zurückgelegte Flugstrecken mit den entsprechenden THG Emissionen.



Die doppelten Werte für in den Jahren 2016 bis 2018 ergeben sich aus den unterschiedlichen Datenerhebungen. Die runden Punkte stammen aus der Auswertung der AirPlus Flüge. Die Rauten stammen aus den Rechnungen auf Basis der Gesamterhebung.

Grafik INFRAS. Quelle: EarthEffect 2017b, INFRAS 2019a, eigene Berechnungen

Literatur

EarthEffect 2017a: Martin Räber (2017) Treibhausgasemissionen aus Dienstreisen der ETH Zürich. Methodenbeschreibung 2016. EarthEffect, Olten.

EarthEffect 2017b: Martin Räber (2017) Treibhausgasemissionen aus Dienstreisen der ETH Zürich. Auswertung 2016. EarthEffect, Olten.

INFRAS 2019a: Hans-Jörg Althaus & Cornelia Graf (2019) Treibhausgasemissionen aus Dienstreisen der ETH Zürich 2017 und 2018. Infrac, Bern.

INFRAS 2019b: Hans-Jörg Althaus & Brian Cox (2019) Procedure and methods for the assessment of greenhouse gas emissions of flights at ETH Zurich. INFRAS, Bern.

INFRAS 2020 (forthcoming): Hans-Jörg Althaus & Brian Cox (2020) Greenhouse gas emission calculation results for ETH Zurich flights between 2016 and 2018: Influence of methodological changes. INFRAS, Bern

atmosfair 2011: atmosfair (2011) atmosfair Airline Index; Dokumentation der Berechnungsmethode. atmosfair, Berlin.