



# Emissionsentwicklung des Flugverkehrs in Tirol Bericht 2020-01

Abteilung Geoinformation



## Inhalt

- 1 Emissionsentwicklung des Flugverkehrs
  - 2 Entwicklung der Emissionsbilanzierung
  - 3 Datentabellen zur Berechnung des Flugverkehrs in [emikat.at/tirol](https://emikat.at/tirol)
    - 3.1 Datentabelle Flugplätze
    - 3.2 Datentabelle Flugplatz R250-ZSPR-Anteile
    - 3.3 Datentabelle Flugverkehr-Aktivitäten
    - 3.4 Datentabelle Emissionsfaktoren
    - 3.5 Datentabelle Datengruppe Monatsdisaggregation
    - 3.6 Datentabelle Berechnungsmodelle
  - 4 Fortschreibungsjahr 2010 - erstmalige Erfassung der Start- und Landezyklen (LTO) des Flugverkehrs
    - 4.1 Fortschreibungsjahr 2010 - Vergleich mit den Flugbewegungen der Statistik Austria
    - 4.2 Fortschreibungsjahr 2010 - Flugzeugbauformen und Emissionsfaktoren
    - 4.3 Fortschreibungsjahr 2010 - Emissionsfrachten
      - 4.3.1 Fortschreibungsjahr 2010 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs am Flughafen Innsbruck
      - 4.3.2 Fortschreibungsjahr 2010 - Emissionsfrachten an den Sportflugplätzen Tirols
  - 5 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Erfassung der Start- und Landezyklen (LTO)
    - 5.1 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Flugbewegungen bzw. LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck
    - 5.2 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfaktoren
      - 5.2.1 Fortschreibungsjahr 2017 und 2018 - Emissionsfaktorenentwicklung für die Flotte der bauformenspezifischen Flugzeuge
      - 5.2.2 Fortschreibungsjahr 2017 und 2018 - Emissionsfaktorenentwicklung für die Flotte der „kleinen“ Flugzeuge
  - 6 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs in Tirol
    - 6.1 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs am Flughafen Innsbruck
    - 6.2 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen
    - 6.3 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs beim Flugplatz Lienz-Nikolsdorf
-

- 6.4 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs beim Flugsportverein Reutte-Höfen**
- 6.5 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs beim Flugplatz St. Johann in Tirol**

# EMISSIONSKATASTER

## Bericht 2020-01

### 1 Emissionsentwicklung des Flugverkehrs

Dieser Kurzbericht stellt die Emissionsentwicklungen verschiedener Luftschadstoffspezies aus dem Flugverkehr auf Basis des Emissionskatasters nach § 9 [Immissionsschutzgesetz - Luft](#) für das Bundesland Tirol dar. Dabei werden die Jahre 2010 (erstes Fortschreibungsjahr) und 2017 sowie 2018 (nach Implementierung des neuen Emissionskatastermanagementsystems emikat.at) betrachtet und miteinander verglichen. Für das Basisjahr 2005 liegen im Emissionskataster Tirol keine Informationen für den Flugverkehr vor.<sup>i</sup> Neben der Betrachtung der unterschiedlichen Methoden der Emissionsberechnung wird auf die Datengrundlagen eingegangen, welche sich in dem entsprechenden Gesamtzeitraum von 2010 bis 2018 teilweise deutlich verändert haben.

### 2 Entwicklung der Emissionsbilanzierung

Nach § 9 Immissionsschutzgesetz - Luft (IG - L) hat der Landeshauptmann, soweit dies zur Erstellung eines Programmes nach § 9a IG - L erforderlich ist, einen Emissionskataster zu führen, in dem alle in Betracht kommenden Emittentengruppen erfasst werden. Für das Bundesland Tirol wurde erstmals für das Basisjahr 2005 ein Emissionskataster erstellt, das erste Fortschreibungsjahr war das Jahr 2010. Im Jahr 2015 wurde in einem eigenen Projekt damit begonnen, die Daten (Erhebungsdaten, methodische Metadaten) für die Emissionsbilanzierung aus der hauseigenen programmierten MS Access-Datenbank in eine professionelle Oracle-Datenbank ([emikat.at](#)) überzuführen. Die für die Jahre 2005 und 2010 angewandte Methodik, jeweils innerhalb eines Bezugsjahres *alle* infrage kommenden Emittentengruppen des Emissionskatasters zu betrachten, wurde mit dem Systemwechsel auf emikat.at aufgrund des großen Aufwandes bei der Gesamtbearbeitung (Datenerhebungen und Aktualisierungen) umgestellt. Aktualisierungen des Emissionskatasters nach § 9 Immissionsschutzgesetz - Luft werden demzufolge künftig nach Emittentengruppen durchgeführt, wobei - in Abhängigkeit der Größenordnungen und des damit einhergehenden Zeitaufwandes - jährlich zumindest eine Gruppe betrachtet werden soll.

### 3 Datentabellen zur Berechnung des Flugverkehrs in emikat.at/tirol

#### 3.1 Datentabelle Flugplätze

In dieser Datentabelle sind alle aktuell im Bundesland Tirol befindlichen Flughäfen bzw. Flugplätze als Polygon abgebildet. Es sind dies die Tiroler Flughafenbetriebsges. mbH (Flughafen Innsbruck), der Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, der Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, der Flugsportverein Reutte-Höfen und der Flugplatz St. Johann in Tirol.

#### 3.2 Datentabelle Flugplatz R250-ZSPR-Anteile

Diese Datentabelle enthält jene Flächenanteile des 250-m-Rasters im Bundesland Tirol, in welche Anteile des jeweiligen Flughafen-/Flugplatzareals hineinragen und weist prozentuale Flächenanteile für dieselben aus.

#### 3.3 Datentabelle Flugverkehr-Aktivitäten

Mit dieser Datentabelle werden für jeden Flughafen bzw. Flugplatz spezifisch nach Flugzeugbauform bzw. Flottenart alle Flugbewegungen aus dem planmäßigen und nicht-planmäßigen Flugverkehr mittels LTO-Zyklen erfasst.

#### 3.4 Datentabelle Emissionsfaktoren

In der Datentabelle Emissionsfaktoren werden spezifisch nach Flugzeugbauform bzw. Flottenart alle Emissionsfaktoren gespeichert, welche zur Berechnung der Emissionsfrachten benötigt werden bzw. entwickelt wurden.

#### 3.5 Datentabelle Monatsdisaggregation

Diese Datentabelle enthält eine monatliche Aufteilung für die Flugtage lt. Quartalsstatistik (für den Flughafen Innsbruck) bzw. der Sichtflugtage (für den Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, den Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, den Flugsportverein Reutte-Höfen und den Flugplatz St. Johann in Tirol).

---

### 3.6 Datentabelle Berechnungsmodelle

Hier sind die Berechnungsmodelle für die Berechnung der Emissionsfrachten des Flugverkehrs in Tirol als SQL-Statements hinterlegt.

#### 4 Fortschreibungsjahr 2010 - erstmalige Erfassung der Start- und Landezyklen (LTO) des Flugverkehrs

Für das erste Fortschreibungsjahr (2010) des Emissionskatasters nach § 9 IG - L wurden die Start- und Landezyklen (Landing and Take Off Cycles, LTO) am Flughafen Innsbruck erstmalig erfasst. Dies geschah im Zuge einer im Jahr 2011 durchgeführten Emissionserhebung, welche u. a. den Offroad-Verkehr als Gegenstand beinhaltete. Dieser enthielt neben den Offroad-Aktivitäten an Land und auf dem Wasser auch den Flugverkehr (vgl. dazu Anhang 1, Beiblatt F Offroadverkehr.pdf). Die Start- und Landezyklen an Flughäfen und Flugplätzen unterscheiden sich von den Flugbewegungen insofern, als dass mit einer Flugbewegung der Start- oder der Landevorgang bezeichnet wird. Der LTO-Zyklus beinhaltet hingegen die Phasen Taxi In/Out, Landing/Take Off und Climb Out/Final Approach (vgl. dazu Abbildung 1 Typische Flugphasen).

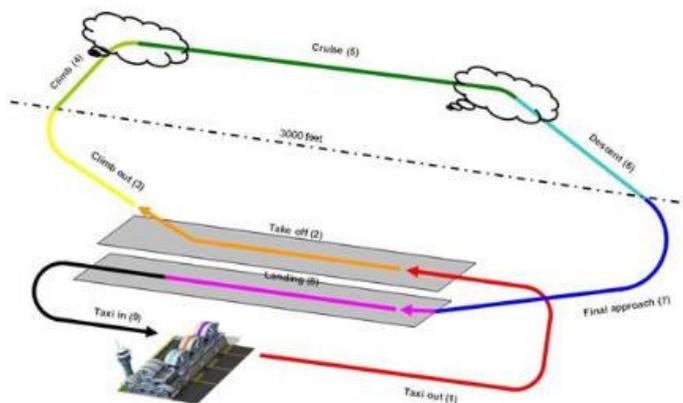


Abbildung 1: Typische Flugphasen

Die Grenze, für welche die innerhalb dieses Zyklus entstehenden Luftschadstofffrachten einem Flughafen oder Flugplatz als Flächen- oder Punktquelle zugeordnet werden, liegt bei 3.000 Fuß (914 Meter). Die oberhalb dieser Grenze entstehenden Emissionsfrachten aus dem Luftverkehr werden dem internationalen Flugverkehr zugeordnet und finden in die Bottom-up-Emissionsbetrachtung des Flughafens bzw. der Flugplätze Tirol keinen Eingang. Der Flughafen Innsbruck sowie die weiteren Flugplätze im Bundesland Tirol - Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Flugsportverein Reutte-Höfen

und der Flugplatz St. Johann in Tirol - sind im Emissionskataster Tirol als Flächenquelle (Polygone) abgebildet. Von diesen fünf Emissionsquellen wurden in der Emissionserhebung 2011 nur die LTO-Zyklen des Flughafens Innsbruck erfasst (vgl. dazu Tabelle 1: LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck 2010 (Strahl- und Turboproptriebwerke) lt. Emissionskatastererhebung 2011), da sich die übrigen Flugplätze nicht in der Stichprobe der damaligen Erhebung befanden. Im Zuge der Umstellung des Emissionskatasters Tirol auf emikat.at mit dem Jahr 2015 wurden jedoch, für eine erstmalige Betrachtung der neben dem Flughafen Innsbruck existierenden vier Flugplätze in Tirol, die Zahlen von Statistik Austria für eine Berechnung der Emissionsfrachten dieser Flugbetriebe herangezogen. Die mit dieser Vorgehensweise erfassten LTO-Zyklen sind in den nachfolgenden Tabellen 1 bis 8 dargestellt. Dabei wurde in der Erhebung zwischen Flugzeugen mit Strahl-(Jet) bzw. Turboproptriebwerken (Prop), Hubkolbenmotoren (Piston) sowie Helikoptern unterschieden. Die „kleineren“ Flugzeugbauformen, die hauptsächlich mittels Hubkolbenmotoren betrieben werden sind zumeist ein- oder zweimotorige Propellermaschinen oder Leichtflugzeugbauformen. Für die erste Berechnung wurden diese in emikat.at unter der Gruppierung „Hubkolben 1 bzw. 2 Prop ohne nähere Bezeichnung“ bzw. „Turboprop ohne nähere Bezeichnung“ aufgenommen, da keine weiterführenden, bauformenspezifischen Angaben zu den am Flughafen Innsbruck bzw. den 4 weiteren Flugplätzen verkehrenden, „kleineren“ Flugzeugbauformen verfügbar waren.

Tabelle 1: LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck 2010 (Strahl- und Turboproptriebwerke) lt. Emissionskatastererhebung 2011

Flugzeugbauform	LTO-Zyklen/Jahr
Airbus A320	277
BAe146	4
Boeing B727	4
Boeing B737 400	28
Boeing B737	1.229
Boeing B757	212
Boeing B767 300 ER	2
Canadian Regional Jet	27
Fokker F-100	607
ATR	4
De Havilland DASH-8	2.853
SAAB 340	1
SAAB 2000	2
Turboprop ohne nähere Bezeichnung	5.728
Σ	10.978

Tabelle 2: LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck 2010 (Hubkolben)

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 2 Prop ohne nähere Bezeichnung	11.362

Tabelle 3: LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck 2010 (Hubschrauber)

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubschrauber	309

Tabelle 4: LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2014 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	3.105

Tabelle 5: LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2014 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Turboprop ohne nähere Bezeichnung	5

Tabelle 6: LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2014 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	1.866

Tabelle 7: LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2014 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Turboprop ohne nähere Bezeichnung	61

Tabelle 8: LTO-Zyklen beim Flugsportverein Reutte-Höfen 2014 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	377

Bei näherer Betrachtung dieser Tabellen gibt es einige Punkte, die einer zusätzlichen Erläuterung bedürfen: Am Flughafen Innsbruck ist die größte Gruppierung bei den Flugzeugen mit Strahl- oder Turboproptriebwerken die der „Turboprop ohne nähere Bezeichnung“. Dies hat seinen Grund in der Tatsache, dass nicht alle am Flughafen

verkehrenden Luftfahrzeuge nach exakter Bauform befragt werden konnten, da Art und Anzahl der unterschiedlichen Flugzeugbauformen der Abteilung Geoinformation des Landes Tirol zum Zeitpunkt der Erhebung 2011 nicht bekannt waren. Demzufolge wurden in der Befragung nur jene Flugzeugbauformen explizit abgefragt, für die zum gegebenen Zeitpunkt auch Emissionsfaktoren aus dem Emission Inventory Guidebook 2007 entnommen werden konnten (vgl. dazu Punkt 4.2). Um darüber hinaus auch die Anzahl der LTO-Zyklen von Flugzeugen zu erfassen, die *nicht* mit der genauen Bauform in der Befragung vorgegeben waren, wurde innerhalb der Gruppe der Flugzeuge mit Strahl- bzw. Turboproptriebwerken die Option „Turboprop ohne nähere Bezeichnung“ eingebaut. Die Emissionsfaktoren (vgl. dazu Punkt 4.2) für diese nicht näher unterscheidbare Gruppierung von Flugzeugen wurden über alle Luftschadstoffspezies hinweg mit 50 % der Emissionsfaktoren für einen Airbus A320 angenommen. Der Grund dafür lag in der Tatsache, dass die Flottenzusammensetzung in der Gruppe „Turboprop ohne nähere Bezeichnung“ zwar unbekannt war, der Großteil der in dieser Gruppe befindlichen Flugzeuge am Flughafen Innsbruck jedoch aus 2-strahligen Jets sowie 2-motorigen Turboprop-Maschinen bestand. Weiter floss in die Überlegung für die Festlegung der Emissionsfaktoren die Tatsache ein, dass innerhalb der genannten Gruppierung von Flugzeugen vermutlich sehr viele verschiedene „kleine“ Business-Jets“ enthalten waren, deren Emissionsausstoß definitiv weit unter dem eines Airbus A320 liegt.

Analog dazu wurde die Vorgangsweise für die Gruppierung der Flugzeuge mit Hubkolbenmotoren gewählt: Für einige wenige Bauformen (z. B. Cessna C152, C172, C182 etc.) standen im Emission Inventory Guidebook 2007 Emissionsfaktoren zur Verfügung. Die LTO-Zyklen dieser Bauformen wurden in der Erhebung konkret abgefragt. Nachdem jedoch keine eruierbaren Unterschiede zur Gruppierung „Hubkolben 2 Prop ohne nähere Bezeichnung“ bestand, wurden die Cessna-Bauformen unter der genannten Gruppe subsumiert.

Diese Festlegungen ermöglichten es, dass neben der Zuweisung von bauformenspezifischen Emissionsfaktoren für einen Teil der am Flughafen Innsbruck verkehrenden Flugzeuge auch für die Gruppierungen „Turboprop ohne nähere Bezeichnung“ und „Hubkolben 2 Prop ohne nähere Bezeichnung“ Emissionsfaktoren zugewiesen werden konnten, die den entsprechenden Flotten einen näherungsweise realistischen, durchschnittlichen Emissionsausstoß zuwiesen.

#### 4.1 Fortschreibungsjahr 2010 - Vergleich mit den Flugbewegungen der Statistik Austria

Um in der Darstellung von Flugbewegungen und der in der Folge berechneten Emissionsfrachten die Plausibilität zu garantieren, wurden die von der Abt. Geoinformation für das Fortschreibungsjahr 2010 erhobenen Flugbewegungen mit jenen der Statistik Austria abgeglichen. Für den Flughafen Innsbruck ergeben sich aus der Emissionskatastererhebung 2011 in Summe 45.298 Flugbewegungen bzw. 22.649 LTO-Zyklen (Summe der Tabellen 1-3), welche für die Berechnung herangezogen wurden. Statistik Austria wies für dasselbe Bezugsjahr 44.863 Flugbewegungen bzw. 22.432 LTO-Zyklen aus. Dies entspricht einer Abweichung von 0,96 % in den Flugbewegungsdaten, was eine sehr gute Übereinstimmung darstellt. Die Daten für die Sportflugplätze Tirols (Tabellen 4-8) wurden von der Statistik Austria herangezogen.

#### 4.2 Fortschreibungsjahr 2010 - Flugzeugbauformen und Emissionsfaktoren

Bei der erstmaligen Erhebung der Daten des Flughafens Innsbruck im Jahr 2011 wurde versucht, die Anzahl der LTO-Zyklen aller dort verkehrenden Luftfahrzeuge möglichst vollständig und detailliert zu erheben. Dies erfolgte vor dem Hintergrund, dass den verschiedenen Bauformen im Nachhinein entsprechende Emissionsfaktoren zugeordnet werden mussten, um deren Emissionsausstoß zu berechnen. In diesem ersten Ansatz wurde deshalb in der Erhebung - mangels besseren Wissens über *alle* tatsächlich am Innsbrucker Flughafen verkehrenden Luftfahrzeugbauformen - eine Vorlage in Anlehnung an das Emission Inventory Guidebook 2007 erstellt, welche über ein ausfüllbares pdf-File die Möglichkeit bot, Flugzeugbauformen und deren jährliche LTO-Zyklen anzuführen (vgl. dazu Anhang 1, Beiblatt F Offroadverkehr.pdf). Die Orientierung am Emission Inventory Guidebook 2007 hatte ihren Grund in der Tatsache, dass diese Quelle für einige gängige Flugzeugbauformen sowie für Helikopter und Militärflugzeuge an europäischen und internationalen Flughäfen ein Set von Emissionsfaktoren<sup>ii</sup> (vgl. dazu Anhang 2a-d, Table 8.3 Examples of aircraft types and emission factors for LTO cycles as well as fuel consumption per aircraft type, kg/LTO, Table 8.7 Examples of emission factors for piston engined aircraft, g/kg fuel, 8.8 Examples of emission factors for helicopters and military flights, g/kg fuel and 8.9 Emission factors for Helicopters of Germany) zur Verfügung stellte, die zur Berechnung herangezogen werden konnten. Nachdem diese Datensätze jedoch nur eine eingeschränkte Auswahl von Emissionsfaktoren für spezifische Strahltriebwerke bereitstellten, sowie sehr allgemeine Faktoren zur Betrachtung von Propellermaschinen, Militärflügen und Helikoptern, konnte

einem Teil der verschiedenen, am Flughafen Innsbruck verkehrenden Flugzeugbauformen kein *spezifischer* Emissionsfaktor zugeordnet werden (vgl. dazu Tabelle 1: LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck 2010 (Strahl- und Turboproptriebwerke), Turboprop ohne nähere Bezeichnung; Tabelle 2: LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck 2010 (Hubkolben), Hubkolben 2 Prop ohne nähere Bezeichnung). Demzufolge wurden für diese unbekanntes Flottensammensetzungen Emissionsfaktoren herangezogen, die sich an einer vergleichbaren Flugzeugbauform orientierten oder welche sich nach einem durchschnittlichen, für die Flotte repräsentativen, Kraftstoffverbrauch richteten (vgl. dazu Tabellen 9 und 10).

Tabelle 9: Emissionsfaktoren für die Flotte „Turboprop ohne nähere Bezeichnung“<sup>1)</sup>

EF-Code in emikat.at/tirol	Luftschadstoffkomponente	Emissionsfaktor	Einheit
2PROP_allg	SO <sub>2</sub>	0,4	kg/LTO
2PROP_allg	CO	8,8	kg/LTO
2PROP_allg	NO <sub>x</sub>	5,4	kg/LTO
2PROP_allg	NM VOC	0,85	kg/LTO
2PROP_allg	TSP	0,045	kg/LTO
2PROP_allg	PM10	0,045	kg/LTO
2PROP_allg	CH <sub>4</sub>	0,1	kg/LTO
2PROP_allg	N <sub>2</sub> O	0,05	kg/LTO
2PROP_allg	PM <sub>2.5</sub>	0,045	kg/LTO
2PROP_allg	CO <sub>2ges</sub>	1,264	t/LTO

<sup>1)</sup>Für die Flotte „Turboprop ohne nähere Bezeichnung“ wurden die Emissionsfaktoren über alle Luftschadstoffspezies hinweg mit 50 % der Faktoren für einen Airbus A320 angenommen.

Tabelle 10: Emissionsfaktoren<sup>2)</sup> für die Flotte „Hubkolben 2 Prop ohne nähere Bezeichnung“

EF-Code in emikat.at/tirol	Luftschadstoffkomponente	Emissionsfaktor	Einheit
2PROP_allg	SO <sub>2</sub>	0,000529	kg/LTO
2PROP_allg	CO	1	kg/LTO
2PROP_allg	NO <sub>x</sub>	0,00395	kg/LTO
2PROP_allg	NM VOC	0,0238	kg/LTO
2PROP_allg	TSP	0	kg/LTO
2PROP_allg	PM10	0	kg/LTO
2PROP_allg	CH <sub>4</sub>	k. A.	kg/LTO
2PROP_allg	N <sub>2</sub> O	k. A.	kg/LTO
2PROP_allg	PM <sub>2.5</sub>	0	kg/LTO
2PROP_allg	CO <sub>2ges</sub>	0,031	t/LTO

<sup>2)</sup>Für die Flotte „Hubkolben 2 Prop ohne nähere Bezeichnung“ wurden die im EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook 2007 befindlichen, auf Kraftstoffverbräuche bezogenen Emissionsfaktoren (Group 8: Other mobile sources & machinery, SNAP 0805 Air traffic, Table 8.7: Examples of emission factors for piston engined aircraft (Germany), g/kg fuel) in kg/LTO umgerechnet.

#### 4.3 Fortschreibungsjahr 2010 - Emissionsfrachten

Die Ermittlung der Emissionsfrachten für das Fortschreibungsjahr 2010 des Emissionskatasters Tirol erfolgte für den Flughafen Innsbruck auf Basis der im Jahr 2011 durchgeführten Erhebung der LTO-Zyklen bzw. der Meldungen der Flugbewegungen gewerblicher und nicht gewerblicher Flugbewegungen an Statistik Austria. Für die vier Sportflugplätze Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Flugsportverein Reutte-Höfen und den Flugplatz St. Johann in Tirol erfolgte die Berechnung der Emissionsfrachten *nur* über die Meldungen der Flugbewegungen gewerblicher und nicht gewerblicher Flugbewegungen an Statistik Austria.

Die Ermittlung der Emissionsfrachten für das Fortschreibungsjahr 2010 erfolgte gemäß EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook 2007, Tabelle 4.1 Basis for the methodologies (Simple). Dabei wurde die Anzahl der flugzeugspezifischen LTO-Zyklen mit den für die Luftschadstoffe und Flugzeugbauformen spezifischen Emissionsfaktoren (vgl. dazu Anhang 2a-d) multipliziert (Formel 1):

$$E_{\text{Schadstoff}} = \sum_{\text{Flugzeugbauformen}} \text{LTO-Zyklen}_{\text{Flugzeugbauformen}} \times EF_{\text{Luftschadstoff, Flugzeugbauform}}$$

Formel 1: Flugzeugbauformen- und luftschadstoffspezifische Ermittlung der Emissionsfrachten

Die Darstellung der Emissionsfrachten des Flugverkehrs in diesem Bericht für das Basisjahr 2010 erfolgt aufgeschlüsselt in planmäßigen und nicht planmäßigen Flugverkehr, wobei bei der Unterteilung in diese beiden Gruppierungen wie nachfolgend beschrieben vorgegangen wurde.

##### 4.3.1 Fortschreibungsjahr 2010 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs am Flughafen Innsbruck

Bei der erstmaligen Erfassung der Start- und Landezyklen (vgl. dazu Punkt 4) wurden am Flughafen Innsbruck jene Flugzeugbauformen exakt nach Bauform erhoben, für die zum geg. Zeitpunkt ein passender Emissionsfaktor aus dem Emission Inventory Guidebook 2007 zur Verfügung stand (vgl. dazu Anhang 2a). All diese Flugzeuge wurden dem „gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt“ zugeordnet. Neben dieser Gruppe existierte eine Angabe mit der Bezeichnung „Turboprop ohne nähere Bezeichnung (5.728 LTO-Zyklen)“. Diese Anzahl von

Start- und Landezyklen wurde ebenfalls dem gewerblichen Motorflugbetrieb unterworfen, da zu erwarten war, dass diese Gruppierung tendenziell eher als Linien- und Charterverkehr einzustufen ist. Als letzte Gruppe am Flughafen Innsbruck wurde die Gruppe der „Hubkolben 2 Prop ohne nähere Bezeichnung“ aufgenommen, diese wurde dem „nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt“ zugeordnet, da diese Flüge mit großer Wahrscheinlichkeit Privat, Rund- und Reiseflügen und dgl. zuzuordnen sind. Mit dieser Aufgliederung ergeben sich die nachfolgend in Tabelle 11 dargestellten Emissionsfrachten.

Tabelle 11: Emissionsfrachten aus dem gewerblichen und nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2010

Luftschadstoffkomponente	gewerblicher Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt	nicht gewerblicher Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	3.222	2.359
Kohlenmonoxid CO [kg]	47.765	63.128
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	36.557	31.811
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	4.607	5.270
Total Suspended Particulates TSP <sup>1)</sup> [kg]	394,1	265
Particulate Matter 10 PM <sub>10</sub> <sup>1)</sup> [kg]	394,1	265
Methan CH <sub>4</sub> <sup>2)</sup> [kg]	555	k. A.
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O <sup>2)</sup> [kg]	381,8	k. A.
Particulate Matter 2,5 PM <sub>2.5</sub> [kg]	394,1	265
Kohlendioxid CO <sub>2</sub> ges [t]	10.294	7.787

<sup>1)</sup>Für die Luftschadstoffkomponenten TSP, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> ergeben sich dieselben Werte, da Stäube, die aus der Verbrennung von Flugzeugkraftstoffen in modernen Passagierflugzeugen stammen, einen aerodynamischen Durchmesser von unter 0,1 µm aufweisen. Infolgedessen sind die Massen der Luftschadstoffkomponenten TSP, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> als identisch einzustufen.

<sup>2)</sup>Für die Luftschadstoffkomponenten CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O waren für das Fortschreibungsjahr 2010 keine Emissionsfaktoren für den nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt verfügbar, weshalb in diesen Fällen keine Emissionsfrachten berechnet werden konnten.

##### 4.3.2 Fortschreibungsjahr 2010 - Emissionsfrachten an den Sportflugplätzen Tirols

Die Erfassung der Emissionsfrachten beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, sowie für den Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, den Flugsportverein Reutte-Höfen und den Flugplatz St. Johann in Tirol erfolgte für das Fortschreibungsjahr 2010 auf Basis der gemeldeten Flugbewegungen an Statistik Austria, da es für diese Sportflugplätze zum gegebenen Zeitpunkt keine Erhebungsdaten gab. Die sich aus den Flugbewegungen der einzelnen Standorte ergebenden Emissionsfrachten sind in den nachfolgenden Ta-

bellen 12 bis 15 dargestellt. Die Darstellung erfolgt jeweils als Summe des gewerblichen und nicht gewerblichen Motorflugbetriebes der allgemeinen Luftfahrt. Für den Flugplatz des Sportflugvereins Reutte-Höfen werden von Statistik Austria nur Flugbewegungen aus dem nicht gewerblichen Motorflugbetrieb ausgewiesen.

Tabelle 12: Emissionsfrachten aus dem gewerblichen und nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2010

Luftschadstoffkomponente	gewerblicher und nicht gewerblicher Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	7
Kohlenmonoxid CO [kg]	6.298
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	79
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	156
Total Suspended Particulates TSP <sup>1)</sup> [kg]	0,45
Particulate Matter 10 PM10 <sup>1)</sup> [kg]	0,45
Methan CH <sub>4</sub> <sup>2)</sup> [kg]	k. A.
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O <sup>2)</sup> [kg]	k. A.
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0,45
Kohlendioxid CO <sub>2</sub> ges [t]	205

Tabelle 13: Emissionsfrachten aus dem gewerblichen und nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2010

Luftschadstoffkomponente	gewerblicher und nicht gewerblicher Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	51
Kohlenmonoxid CO [kg]	4.805
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	674
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	193
Total Suspended Particulates TSP <sup>1)</sup> [kg]	5,49
Particulate Matter 10 PM10 <sup>1)</sup> [kg]	5,49
Methan CH <sub>4</sub> <sup>2)</sup> [kg]	k. A.
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O <sup>2)</sup> [kg]	k. A.
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	5,49
Kohlendioxid CO <sub>2</sub> ges [t]	270

Tabelle 14: Emissionsfrachten aus dem nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt beim Sportflugverein Reutte-Höfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2010

Luftschadstoffkomponente	gewerblicher und nicht gewerblicher Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	0,40
Kohlenmonoxid CO [kg]	754
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	2,978
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	18
Total Suspended Particulates TSP <sup>1)</sup> [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 <sup>1)</sup> [kg]	0
Methan CH <sub>4</sub> <sup>2)</sup> [kg]	k. A.
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O <sup>2)</sup> [kg]	k. A.
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Kohlendioxid CO <sub>2</sub> ges [t]	23,37

Tabelle 15: Emissionsfrachten aus dem gewerblichen und nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt beim Flugplatz St. Johann in Tirol, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2010

Luftschadstoffkomponente	nicht planmäßiger Flugverkehr
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	88
Kohlenmonoxid CO [kg]	10.258
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	1.167
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	379
Total Suspended Particulates TSP <sup>1)</sup> [kg]	9,45
Particulate Matter 10 PM10 <sup>1)</sup> [kg]	9,45
Methan CH <sub>4</sub> <sup>2)</sup> [kg]	k. A.
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O <sup>2)</sup> [kg]	k. A.
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	9,45
Kohlendioxid CO <sub>2</sub> ges [t]	526

## 5 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Erfassung der Start- und Landezyklen (LTO)

Die erstmalige Erfassung der Start- und Landezyklen am Flughafen Innsbruck erfolgte über eine Erhebung, im Zuge welcher ein vorgegebenes Set von Flugzeugbauformen abgefragt wurde (Erhebungsjahr 2011). Die über diese vordefinierten Flugzeugtypen hinausgehenden Bauformen wurden als nicht näher über die Bauform definierte Summen den Gruppen „Hubkolben 1 bzw. 2 Prop ohne nähere Bezeichnung“ bzw. „Turboprop ohne nähere Bezeichnung“ zugeteilt (vgl. dazu Punkt 4). Für die Erfassung der Start- und Landezyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, dem Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, dem Flugsportverein Reutte-Höfen und dem Flugplatz St. Johann in Tirol konnten für die Jahre 2017 und 2018 keine Flugbewegungen über Erhebungen bei den entsprechenden Flugplatzbetreibern eruiert werden, weshalb die aus

diesen Jahren stammenden Flugbewegungsdaten von Statistik Austria entnommen wurden. Die Flugbewegungen dazu sind in den nachfolgenden Tabellen 16 bis 29 aufgelistet.

Tabelle 16: LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	4.045

Tabelle 17: LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Turboprop ohne nähere Bezeichnung	0

Tabelle 18: LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	2.100

Tabelle 19: LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Turboprop ohne nähere Bezeichnung	32

Tabelle 20: LTO-Zyklen beim Flugsportverein Reutte-Höfen 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	424

Tabelle 21: LTO-Zyklen beim Flugplatz St. Johann in Tirol 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	4.055

Tabelle 22: LTO-Zyklen beim Flugplatz St. Johann in Tirol 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Turboprop ohne nähere Bezeichnung	48

Tabelle 23: LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	3.711

Tabelle 24: LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Turboprop ohne nähere Bezeichnung	1

Tabelle 25: LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	1.810

Tabelle 26: LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Turboprop ohne nähere Bezeichnung	0

Tabelle 27: LTO-Zyklen beim Flugsportverein Reutte-Höfen 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	496

Tabelle 28: LTO-Zyklen beim Flugplatz St. Johann in Tirol 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung	4.225

Tabelle 29: LTO-Zyklen beim Flugplatz St. Johann in Tirol 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

Flottenbezeichnung in emikat.at/tirol	LTO-Zyklen/Jahr
Turboprop ohne nähere Bezeichnung	60

Die Bezeichnungen „Hubkolben 1 Prop ohne nähere Zuordnung“ bzw. „Turboprop ohne nähere Bezeichnung“ ergeben sich aus nicht verfügbaren, detaillierten Flottenbezeichnungen, wobei diese in der Folge auf entsprechende Emissionsfaktoren referenzieren (vgl. dazu Punkt 5.2 f). Für den Flughafen Innsbruck standen für die Betrachtungsjahre 2017 und 2018 wesentlich umfangreichere Datengrundlagen und weitaus detailliertere Betrachtungen von Start- und Landezyklen zur Verfügung, wodurch eine sehr viel spezifischere Ermittlung von flugzeugbauformenspezifischen Emissionsfrachten ermöglicht wurde.

### 5.1 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Flugbewegungen bzw. LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck

Im Gegensatz zu den für das Fortschreibungsjahr 2010 via Erhebung beim Flughafen Innsbruck hinterfragten Flugbewegungen bzw. LTO-Zyklen der verkehrenden Luftfahrzeuge konnten für die Jahre 2017 und 2018 hausintern über die Abteilung ESA<sup>iii</sup> (Emissionen, Sicherheitstechnik, Anlagen) des Landes Tirol für den gesamten Linien- und Charterverkehr Aufstellungen der entsprechenden Flugbewegungen lukriert werden. Diese ursprünglich vom Flughafen Innsbruck übermittelten Informationen stellten in monatlichen Excel-Files Flugbewegungen des Flughafens Innsbruck dar, wobei hier zu jedem Start bzw. jeder Landung und für jeden Tag eines Kalenderjahres ein exakter Zeitstempel vorhanden war. Der Zugang zu dieser Datenquelle ergab sich aus der Tatsache, dass von der Landesabteilung ESA laufend Lärmmessungen am Flughafen Innsbruck durchgeführt werden, welche als Basis eine genaue Aufstellung aller planmäßig startenden und landenden Luftfahrzeuge benötigen. Die genannte Aufstellung der Flugbewegungen beinhaltete in Summe für die betrachteten Jahre rund 260 verschiedene Bauformen und Typen von Luftfahrzeugen, darunter auch Helikopter. Die Anzahl der Flugbewegungen in dieser Listung belief sich für das Jahr 2017 auf 23.810 Flugbewegungen bzw. 11.905 LTO-Zyklen, für das Jahr 2018 auf exakt 22.706 Flugbewegungen bzw. 11.353 LTO-Zyklen. Zusätzlich dazu wurde der Abteilung Geoinformation vom Flughafen Innsbruck eine Aufstellung übermittelt, welche als Summe von Bedarfsverkehr und allgemeiner Luftfahrt eine Anzahl von 34.117 Flugbewegungen bzw. 17.059

LTO-Zyklen listete und für das Jahr 2018 39.574 Flugbewegungen bzw. 19.787 LTO-Zyklen (vgl. dazu Anhang 3) auswies. Da diese beiden Quellangaben neben der Diskrepanz in den absoluten Zahlen auch aufgrund verschiedenster Bezeichnungen von Flügen in der Mitteilung des Flughafens Innsbruck (wie z. B. Reiseflüge, Rundflüge, Privatflüge, Schulungs-, Übungs- und Einweisungsflüge und dgl.) ohne zusätzliche Erläuterungen nicht miteinander vergleichbar waren, wurde die Anzahl der offiziell gültigen Flugbewegungen bei Statistik Austria, Bereich Verkehr, Zivilluftfahrt<sup>iv</sup> hinterfragt. Diese Recherche ergab für das Jahr 2017 eine Summe von 45.698 Flugbewegungen bzw. 22.849 LTO-Zyklen, für das Jahr 2018 eine Summe von 51.190 Flugbewegungen bzw. 25.595 LTO-Zyklen. Eine weitere Recherche bei der Leitung des Flughafens Innsbruck ergab, dass nach einer Schätzung im Bereich der Kolben- und Turbopropmotoren die Masse der Flugzeuge - in etwa 80 % - der Gruppe der Motorsegler zuzuteilen sind, ca. 15 % der Kategorie 2-Propeller- und ca. 5 % der Kategorie 1-Propellermotoren. In Abhängigkeit der eindeutigen Zuordenbarkeit militärischen Typs von Flugzeugbauformen wurden aus der von der Landesabteilung ESA übermittelten Aufstellung in Summe 86 Flugbewegungen (43 LTO-Zyklen) als militärisch eingestuft.

Mit den von der Abteilung ESA des Landes Tirol für die Jahre 2017 und 2018 übermittelten Aufstellungen lagen nach Bauformen und Flugzeugtypen unterteilte, sehr genaue Listungen stattfindender Linien- und Charterflüge vor („planmäßiger Flugverkehr“, 2017: 23.810 Flugbewegungen, 2018: 22.706 Flugbewegungen). Die Differenz zu den an Statistik Austria gemeldeten Flugbewegungen (2017: 21.888 Flugbewegungen, 2018: 28.484 Flugbewegungen) wurde näherungsweise zu den prozentualen Abschätzungen der Flughafenleitung des Flughafens Innsbruck gewichtet und als „nicht planmäßiger Flugverkehr“ eingestuft. Hierbei wurde als kleine Abweichung zusätzlich noch ein Anteil von 5 % für nicht planmäßig verkehrende, 2-strahlige Jets eingefügt, wodurch sich der Anteil der Kategorie der 2-Propeller-Motoren um 5 % verringerte.

Durch diese Betrachtung ergaben sich als Grundlage für die Emissionsberechnung zwei unterschiedliche Flottenzusammensetzungen: Die erste Datenquelle, welche aus der Listung der für die Lärmmessungen benötigten, monatlichen Files stammte (2017: 23.810 Flugbewegungen, 2018: 22.706 Flugbewegungen), entsprach hinsichtlich der jeweiligen Flugzeugbauform in jeder einzelnen Flugbewegung exakt der Realität, d. h., es konnte in der Folge für jeden LTO-Zyklus der spezifische Emissionsausstoß für das passende Luftfahrzeug berechnet werden.

Die zweite Datenquelle (2017: 21.888 Flugbewegungen, 2018: 28.484 Flugbewegungen) näherte sich mangels besseren Wissens mit einem durchschnittlichen Flottenmix aus den genannten Flugzeugbauformen der Realität an. Hierbei ist zusätzlich zu erwähnen, dass der Hauptanteil der „großen Flugzeuge“ - hauptsächlich 2- bzw. 4-strahlige Jets und Maschinen mit Turboprop-Motoren - nahezu vollständig in der ersten Datenquelle zu finden war, während sich die zweite Datenquelle hauptsächlich aus „kleinen Flugzeugen“, also aus Motorseglern, Ultraleichtflugzeugen bzw. Maschinen mit Hubkolbenmotoren zusammensetzte.

## 5.2 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfaktoren

Hinsichtlich Emissionsfaktoren für die Luftfahrt hat sich die Datenlage im Vergleich zum Fortschreibungsjahr 2010 sehr stark verbessert. Zusätzlich zu den direkt im Emission Inventory Guidebook 2007 ausgewiesenen Emissionsfaktoren stand bereits in der ersten Nachfolgeversion dieses Werks aus dem Jahr 2013 ein Anhang zur Verfügung, welcher für mehr als 200 Flugzeugbauformen spezifische Emissionsfaktoren auswies. Zur Berechnung der Emissionsfrachten für das Fortschreibungsjahr 2018 wurde jedoch das Emission Inventory Guidebook 2016 herangezogen, welches über den genannten Dateianhang mit bauformenspezifischen Emissionsfaktoren verfügte ([1.A.3.a Aviation - Annex 5 - LTO emissions calculator 2016.xlsm](#)).

Anhand dieser Quelle für Emissionsfaktoren konnte bereits ein Teil der am Flughafen Innsbruck verkehrenden Flugzeuge sehr spezifisch emissionsseitig betrachtet werden. Jedoch lag zwischen dem 1.A.3.a Aviation - Annex 5 - LTO emissions calculator und den im Realbetrieb am Innsbrucker Flughafen verkehrenden Flugzeugen keine absolute Übereinstimmung vor; einerseits existierten in der genannten Quelle für einige am Flughafen Innsbruck verkehrende Flugzeugbauformen keine Emissionsfaktoren, andererseits wurden darin Emissionsfaktoren für Flugzeugbauformen ausgewiesen, welche den Flughafen Innsbruck niemals anfliegen (z. B. ein Airbus A380 aufgrund von Gewicht und Größe). Dieser Umstand machte die Entwicklung zusätzlicher Emissionsfaktoren notwendig.

### 5.2.1 Fortschreibungsjahr 2017 und 2018 - Emissionsfaktorenentwicklung für die Flotte der bauformenspezifischen Flugzeuge

Die Entwicklung zusätzlicher Emissionsfaktoren für den Flugverkehr erfolgte in enger Zusammenarbeit und mit wissenschaftlicher Unterstützung der Emissionsforschung Austria GmbH<sup>9</sup>. Die Hauptgründe für die Entwicklung zusätzlicher Emissionsfaktoren lagen u. a. in der Tatsache

begründet, dass für bestimmte Flugzeugbauformen überhaupt keine Emissionsfaktoren existierten und es darüber hinaus - auch bei z. T. bereits existenten Emissionsfaktorensets für andere Luftschadstoffe - an Emissionsfaktoren für einzelne Luftschadstoffkomponenten (wie z. B. Schwermetalle) mangelte.

Als Basis für die Entwicklung von Emissionsfaktoren für bestimmte Flugzeugbauformen, für welche derartige Daten bisher nicht existierten, wurde der Mittelwert des maximalen Start- bzw. Landegewichtes bauähnlicher Flugzeuge herangezogen. Demzufolge wurden - wo Emissionsfaktoren für Flugzeugbauformen fehlten - über eine Maschine, deren Bauform (z. B. 2-strahliger Jet, Turbopropmotor, Hubkolbenmotor mit einem/zwei Propeller(n) etc.) und Mittelwert des maximalen Start- und Landegewichtes näherungsweise mit den Daten für das gesuchte Modell übereinstimmten, neue Emissionsfaktoren für die gesuchte Flugzeugbauform ermittelt. Hierzu wurde für jedes Flugzeug, für welches bis dato keine Emissionsfaktoren vorhanden waren, ein sog. Rückschlussflugzeugtyp (RFT) ermittelt. Dies erfolgte über umfangreiche Internetrecherchen, v. a. in Flugzeugdatenbanken und z. T. über Expertenauskünfte.

Für jene Luftschadstoffkomponenten, für die - auch bei anderen Flugzeugbauformen - bisher keinerlei Emissionsfaktoren existierten (haupts. für Schwermetalle, Benzo(a)pyren, PCDD/F etc.), wurden Mittelwerte aus den Konzentrationen der betreffenden Substanzen in repräsentativen Kraftstoffen (z. B. Gas Oil) gebildet. Diese Kraftstoffeinsätze beziehen sich auf verschiedene NFR-Sektoren<sup>vi</sup> im Emission Inventory Guidebook 2016, in welchen verbrennungsbasierte Prozesse stattfinden. In der nachfolgenden Tabelle 30 ist ein vollständiges Set von Emissionsfaktoren am Beispiel eines Airbus A320 gelistet. In das Set von Emissionsfaktoren ist auch der jeweilige Kraftstoffverbrauch (Fuel burn [kg]) für den LTO-Zyklus inkludiert, wodurch es ermöglicht wird, Aussagen über die Kraftstoffeinsatzmengen innerhalb dieses Zyklus zu treffen.

Tabelle 30: Vollständiges Emissionsfaktorensatz aus dem Emissionskataster des Landes Tirol inkl. Kraftstoffverbrauch je LTO-Zyklus am Beispiel eines Airbus A320

Flugzeugbauform	Komponente	Emissionsfaktor
A320	Fuel burn [kg]	816,17
A320	Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	0,69
A320	Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	11,28
A320	Kohlenmonoxid CO [kg]	8,25
A320	Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	2,57093
A320	Kohlendioxid aus nicht erneuerbaren Quellen CO <sub>2</sub> eE [t]	2,57093
A320	Kohlendioxid aus erneuerbaren Quellen CO <sub>2</sub> eE [t]	0
A320	Kohlendioxidäquivalente CO <sub>2</sub> eq [t]	2,6043
A320	Fluorwasserstoff HF [kg]	0
A320	Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
A320	Kohlenwasserstoffe HC [kg]	1,64
A320	Nicht-Methan kohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	1,5908
A320	Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	0,0262482
A320	Total Suspended Particulates TSP [kg]	0,0661
A320	Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0,0661
A320	Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0,0661
A320	Particulate Matter 0,1 PM0.1 [kg]	0,0661
A320	Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,005966203
A320	Methan CH <sub>4</sub> [kg]	0,0492
A320	Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	0,107742602
A320	Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0,000038604841
A320	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,007019062
A320	Quecksilber Hg [g]	0,014389077
A320	Kadmium Cd [g]	0,011932405
A320	Blei Pb [g]	0,037201029
A320	Kupfer Cu [g]	0,037551982
A320	Zink Zn [g]	0,038604841
A320	Arsen As [g]	0,021759092
A320	Chrom Cr [g]	0,027374342
A320	Selen Se [g]	0,003509531
A320	Nickel Ni [g]	0,016143843

(nicht planmäßiger Flugverkehr) wurden mit einer etwas differenzierten Vorgehensweise ermittelt. Das Emission Inventory Guidebook 2016 stellt für kleinere Flugzeugbauformen mit Hubkolbenmotoren wie z. B. Cessna C152, C172, C182, Robin oder unterschiedliche Piper-Bauformen nur wenige Emissionsfaktoren zur Verfügung. Weiter werden sehr allgemeine Kraftstoffverbräuche pro Stunde in Abhängigkeit von Flughöhe und Motorleistung gelistet (vgl. dazu Emission Inventory Guidebook 2016, 1.A Combustion, 1.A.3.a Aviation 2016, Table 3.8 Fuel consumption for piston-engined aircraft). Ausgehend von einem empfohlenen, durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch von 36 l/h, wurde diese Menge linear für die Dauer des LTO-Zyklus reduziert. Nach ICAO-Default (International Civil Aviation Organisation) erstreckt sich der LTO-Zyklus über eine Zeitspanne von 32 Minuten und 54 Sekunden - demzufolge wurde ein Kraftstoffverbrauch von 19,7 Litern angesetzt. Für die Luftschadstoffkomponenten Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Kohlenwasserstoffe (HC), Kohlenmonoxid (CO) sowie Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) lagen bereits Emissionsfaktoren in g pro kg eingesetztem Kraftstoff vor, welche i. d. F. auf die ermittelte Kraftstoffeinsatzmenge bezogen wurden. Die übrigen Parameter wurden entweder aus anderen Quellangaben<sup>vii</sup>, wie unter Punkt 5.2.1 beschrieben oder über Verhältniszahlen ermittelt. Die nachfolgende Tabelle 31 zeigt ein vollständiges Set von Emissionsfaktoren am Beispiel einer 1-motorigen Propellermaschine (1PPL) mit Hubkolbenmotor. Die Bezeichnung 1PPL\_BEAL bezeichnet dabei die Bauform und den Einsatz des Flugzeuges für den Bedarfsflug und die allgemeine Luftfahrt (BEAL).

### 5.2.2 Fortschreibungsjahr 2017 und 2018 - Emissionsfaktorenentwicklung für die Flotte der „kleinen“ Flugzeuge

Die Emissionsfaktoren zur Berechnung der Luftschadstofffrachten für die Flotte der „kleinen“ Flugzeuge

Tabelle 31: Vollständiges Emissionsfaktorenset aus dem Emissionskataster des Landes Tirol inkl. Kraftstoffverbrauch je LTO-Zyklus am Beispiel einer 1-motorigen Propellermaschine mit Hubkolbenmotor

Flugzeugbauform	Komponente	Emissionsfaktor
1PPL_BEAL	Fuel burn [kg]	15,7
1PPL_BEAL	Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	0,00663
1PPL_BEAL	Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	0,04959
1PPL_BEAL	Kohlenmonoxid CO [kg]	12,6
1PPL_BEAL	Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	0,0497
1PPL_BEAL	Kohlendioxid aus nicht erneuerbaren Quellen CO <sub>2</sub> neE [t]	0,0497
1PPL_BEAL	Kohlendioxid aus erneuerbaren Quellen CO <sub>2</sub> eE [t]	0
1PPL_BEAL	Kohlendioxidäquivalente CO <sub>2</sub> eq [t]	0,0504
1PPL_BEAL	Fluorwasserstoff HF [kg]	0
1PPL_BEAL	Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
1PPL_BEAL	Kohlenwasserstoffe HC [kg]	0,297939
1PPL_BEAL	Nicht-Methan kohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	0,289
1PPL_BEAL	Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	0,004769
1PPL_BEAL	Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
1PPL_BEAL	Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
1PPL_BEAL	Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
1PPL_BEAL	Particulate Matter 0,1 PM0.1 [kg]	0
1PPL_BEAL	Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,0001154
1PPL_BEAL	Methan CH <sub>4</sub> [kg]	0,008939
1PPL_BEAL	Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	0,002085
1PPL_BEAL	Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0,00000747
1PPL_BEAL	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,0001358
1PPL_BEAL	Quecksilber Hg [g]	0,0002784
1PPL_BEAL	Kadmium Cd [g]	0,0002309
1PPL_BEAL	Blei Pb [g]	0,0007198
1PPL_BEAL	Kupfer Cu [g]	0,0007266
1PPL_BEAL	Zink Zn [g]	0,000747
1PPL_BEAL	Arsen As [g]	0,000421
1PPL_BEAL	Chrom Cr [g]	0,0005297
1PPL_BEAL	Selen Se [g]	0,00006791
1PPL_BEAL	Nickel Ni [g]	0,0003124

## 6 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs in Tirol

Die Berechnung der Emissionsfrachten des Flugverkehrs in Tirol erfolgte unter Berücksichtigung des jeweiligen Standortes (Flughafen Innsbruck, Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Flugsportverein Reutte-Höfen und Flugplatz St. Johann in Tirol) als

Flächenquelle (Polygon). Die Emissionsfrachten aus den LTO-Zyklen des Flugbetriebes werden also dem jeweiligen Flughafen bzw. Flugplatz zugerechnet (vgl. dazu Punkt 5). Eine Darstellung der Luftschadstoffkomponenten für alle infrage kommenden Flugzeugbauformen und deren LTO-Zyklen erscheint aus Gründen der Übersichtlichkeit für diesen Bericht als nicht sinnvoll, daher erfolgt die Abbildung der Emissionsfrachten lediglich nach der Unterscheidung „planmäßiger Flugverkehr bzw. „nicht planmäßiger Flugverkehr“ sowie (nur für den Flughafen Innsbruck) „militärischer Flugverkehr“ (vgl. dazu Punkt 5.1).

### 6.1 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs am Flughafen Innsbruck

Tabelle 32: Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	184.042
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	3.573,4
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	44.463,9
Kohlenmonoxid CO [kg]	128.268
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	13.992
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	39.489,2
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	651,6
Total Suspended Particulates TSP [kg]	593,3
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	593,3
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	593,3
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	31,3
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	1.221,7
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	565
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0,2
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	36,8
Quecksilber Hg [g]	75,5
Cadmium Cd [g]	62,6
Blei Pb [g]	195,1
Kupfer Cu [g]	196,9
Zink Zn [kg]	202,5
Arsen As [g]	114,1
Chrom Cr [g]	143,6
Selen Se [g]	18,4
Nickel Ni [g]	84,7

Tabelle 33: Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	10.854
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	196,5
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	2.167,3
Kohlenmonoxid CO [kg]	63.373
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	819,8
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	2.037,3
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	33,6
Total Suspended Particulates TSP [kg]	10,7
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	10,7
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	10,7
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	1,8
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	63
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	33,3
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0,01
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	2,2
Quecksilber Hg [g]	4,5
Cadmium Cd [g]	3,7
Blei Pb [g]	11,5
Kupfer Cu [g]	11,6
Zink Zn [kg]	11,9
Arsen As [g]	6,7
Chrom Cr [g]	8,5
Selen Se [g]	1,1
Nickel Ni [g]	5

Tabelle 34: Emissionsfrachten aus dem militärischen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	989,4
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	19,8
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	211,8
Kohlenmonoxid CO [kg]	1.286
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	72,3
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	57,9
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	1
Total Suspended Particulates TSP [kg]	1,4
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	1,4
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	1,4
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,2
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	1,8
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	3
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,2
Quecksilber Hg [g]	0,4
Cadmium Cd [g]	0,3
Blei Pb [g]	1
Kupfer Cu [g]	1,1
Zink Zn [kg]	1,1
Arsen As [g]	0,6
Chrom Cr [g]	0,8
Selen Se [g]	0,1
Nickel Ni [g]	0

Tabelle 35: Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	175.483
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	3.413,5
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	41.759,6
Kohlenmonoxid CO [kg]	121.472
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	13.163
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	38.601
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	636,9
Total Suspended Particulates TSP [kg]	503,7
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	503,7
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	503,7
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	29,8
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	1.193,9
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	539
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0,2
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	35,1
Quecksilber Hg [g]	72
Cadmium Cd [g]	59,7
Blei Pb [g]	186
Kupfer Cu [g]	187,8
Zink Zn [kg]	193
Arsen As [g]	108,8
Chrom Cr [g]	136,8
Selen Se [g]	17,5
Nickel Ni [g]	80,7

Tabelle 36: Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	13.956
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	251,3
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	2.786,9
Kohlenmonoxid CO [kg]	82.472
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	1.054,7
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	2.611,5
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	43,1
Total Suspended Particulates TSP [kg]	13,9
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	13,9
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	13,9
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	2,4
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	81
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	42,9
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0,02
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	2,8
Quecksilber Hg [g]	5,7
Cadmium Cd [g]	4,7
Blei Pb [g]	14,8
Kupfer Cu [g]	14,9
Zink Zn [kg]	15,4
Arsen As [g]	8,7
Chrom Cr [g]	10,9
Selen Se [g]	1,4
Nickel Ni [g]	6

Tabelle 37: Emissionsfrachten aus dem militärischen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	682
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	13,2
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	139,8
Kohlenmonoxid CO [kg]	1.928
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	49,6
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	49,8
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	1
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0,9
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0,9
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0,9
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,1
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	1,5
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	2
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,1
Quecksilber Hg [g]	0,3
Cadmium Cd [g]	0,2
Blei Pb [g]	1
Kupfer Cu [g]	0,7
Zink Zn [kg]	0,8
Arsen As [g]	0,4
Chrom Cr [g]	0,5
Selen Se [g]	0,1
Nickel Ni [g]	0

Tabelle 38: Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	2.747
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	26,8
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	200,6
Kohlenmonoxid CO [kg]	50.967
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	201
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	1.169
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	19,3
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,5
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	36,2
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	8,4
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,5
Quecksilber Hg [g]	1,1
Cadmium Cd [g]	0,9
Blei Pb [g]	2,9
Kupfer Cu [g]	2,9
Zink Zn [kg]	3
Arsen As [g]	1,7
Chrom Cr [g]	2,1
Selen Se [g]	0,3
Nickel Ni [g]	1

## 6.2 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen

Beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen gab es im Jahr 2017 keinen gewerblichen Flugverkehr, weshalb hier nur eine Tabelle für den als nicht planmäßig eingestuften Flugverkehr (nicht gewerblicher Flugverkehr) dargestellt wird.

Tabelle 39: Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	2.520
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	24,6
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	184,0
Kohlenmonoxid CO [kg]	46.759
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	184,4
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	1.073,0
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	18
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,4
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	33,2
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	7,7
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,5
Quecksilber Hg [g]	1,0
Cadmium Cd [g]	0,9
Blei Pb [g]	2,7
Kupfer Cu [g]	2,7
Zink Zn [kg]	3
Arsen As [g]	1,6
Chrom Cr [g]	2,0
Selen Se [g]	0,3
Nickel Ni [g]	1

Tabelle 40: Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	9,3
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	0,2
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	0,3
Kohlenmonoxid CO [kg]	18,7
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	0,7
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	13,1
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	0,2
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,0
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	0,4
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	0,03
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,002
Quecksilber Hg [g]	0,004
Cadmium Cd [g]	0,003
Blei Pb [g]	0,01
Kupfer Cu [g]	0,01
Zink Zn [kg]	0,01
Arsen As [g]	0,006
Chrom Cr [g]	0,007
Selen Se [g]	0,001
Nickel Ni [g]	0,004

### 6.3 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs beim Flugplatz Lienz-Nikolsdorf

Tabelle 41: Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

nicht planmäßig	
Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	1.426
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	13,9
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	104,1
Kohlenmonoxid CO [kg]	26.460
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	104,4
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	606,9
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	10
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,2
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	18,8
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	4,4
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,3
Quecksilber Hg [g]	0,6
Cadmium Cd [g]	0,5
Blei Pb [g]	1,5
Kupfer Cu [g]	1,5
Zink Zn [kg]	2
Arsen As [g]	0,9
Chrom Cr [g]	1,1
Selen Se [g]	0,1
Nickel Ni [g]	1

Tabelle 42: Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

planmäßig	
Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	298,8
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	5,8
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	9,6
Kohlenmonoxid CO [kg]	596,8
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	21,9
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	418,4
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	7
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,1
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	12,9
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	0,9
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,1
Quecksilber Hg [g]	0,1
Cadmium Cd [g]	0,1
Blei Pb [g]	0,3
Kupfer Cu [g]	0,3
Zink Zn [kg]	0,3
Arsen As [g]	0,2
Chrom Cr [g]	0,2
Selen Se [g]	0,03
Nickel Ni [g]	0,1

Beim Flugplatz Lienz-Nikolsdorf gab es im Jahr 2018 keinen gewerblichen Flugverkehr, weshalb hier nur eine Tabelle für den als nicht planmäßig eingestuften Flugverkehr (nicht gewerblicher Flugverkehr) dargestellt wird.

Tabelle 43: Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

nicht planmäßig	
Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	1.229
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	12
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	89,8
Kohlenmonoxid CO [kg]	22.806
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	90
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	523,1
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	8,6
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,2
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	16,2
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	3,8
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,2
Quecksilber Hg [g]	0,5
Cadmium Cd [g]	0,4
Blei Pb [g]	1,3
Kupfer Cu [g]	1,3
Zink Zn [kg]	1,4
Arsen As [g]	0,8
Chrom Cr [g]	1
Selen Se [g]	0,1
Nickel Ni [g]	0,6

Tabelle 44: Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugsportverein Reutte-Höfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

nicht planmäßig	
Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	287,9
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	2,8
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	21
Kohlenmonoxid CO [kg]	5.342
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	21,1
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	122,5
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	2
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,05
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	3,8
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	0,9
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,1
Quecksilber Hg [g]	0,1
Cadmium Cd [g]	0,1
Blei Pb [g]	0,3
Kupfer Cu [g]	0,3
Zink Zn [kg]	0,3
Arsen As [g]	0,2
Chrom Cr [g]	0,2
Selen Se [g]	0,03
Nickel Ni [g]	0,1

#### 6.4 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs beim Flugsportverein Reutte-Höfen

Beim Flugsportverein Reutte-Höfen gibt es generell keinen gewerblichen Flugverkehr, weshalb hier nur die Tabellen für den als nicht planmäßig eingestuften Flugverkehr (nicht gewerblicher Flugverkehr) dargestellt werden.

Tabelle 45: Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugsportverein Reutte-Höfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

nicht planmäßig	
Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	336,8
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	3,3
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	24,6
Kohlenmonoxid CO [kg]	6.250
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	24,7
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	143,3
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	2,4
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,06
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	4,4
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	1
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,1
Quecksilber Hg [g]	0,1
Cadmium Cd [g]	0,1
Blei Pb [g]	0,4
Kupfer Cu [g]	0,4
Zink Zn [kg]	0,4
Arsen As [g]	0,2
Chrom Cr [g]	0,3
Selen Se [g]	0,03
Nickel Ni [g]	0,2

## 6.5 Fortschreibungsjahre 2017 und 2018 - Emissionsfrachten des Flugverkehrs beim Flugplatz St. Johann in Tirol

Tabelle 46: Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz St. Johann in Tirol, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

nicht planmäßig	
Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	2.754
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	26,9
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	201,1
Kohlenmonoxid CO [kg]	51.093
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	201,5
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	1.172
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	19,3
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,5
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	36,3
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	8,5
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,6
Quecksilber Hg [g]	1,1
Cadmium Cd [g]	0,9
Blei Pb [g]	2,9
Kupfer Cu [g]	2,9
Zink Zn [kg]	3
Arsen As [g]	1,7
Chrom Cr [g]	2
Selen Se [g]	0,3
Nickel Ni [g]	1,3

Tabelle 47: Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz St. Johann in Tirol, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

planmäßig	
Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	448,2
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	8,6
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	14,4
Kohlenmonoxid CO [kg]	895,2
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	32,8
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	627,6
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	10,4
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,1
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	19,4
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	1,4
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,1
Quecksilber Hg [g]	0,2
Cadmium Cd [g]	0,2
Blei Pb [g]	0,5
Kupfer Cu [g]	0,5
Zink Zn [kg]	0,5
Arsen As [g]	0,3
Chrom Cr [g]	0,3
Selen Se [g]	0
Nickel Ni [g]	0,2

Tabelle 48: Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz St. Johann in Tirol, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

nicht planmäßig	
Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	2.869
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	28
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	209,5
Kohlenmonoxid CO [kg]	53.235
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	210
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	1.221
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	20,2
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,5
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	37,8
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	8,8
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,6
Quecksilber Hg [g]	1,2
Cadmium Cd [g]	1
Blei Pb [g]	3,0
Kupfer Cu [g]	3,1
Zink Zn [kg]	3,2
Arsen As [g]	1,8
Chrom Cr [g]	2
Selen Se [g]	0,3
Nickel Ni [g]	1,3

Tabelle 49: Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz St. Johann in Tirol, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

planmäßig	
Komponente	Wert
Energetischer Endverbrauch EnEndverbr [GJ]	560,2
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub> [kg]	10,8
Stickoxide NO <sub>x</sub> [kg]	18
Kohlenmonoxid CO [kg]	1.119
Kohlendioxid gesamt CO <sub>2</sub> ges [t]	41
Fluorwasserstoff HF [kg]	0
Chlorwasserstoff HCl [kg]	0
Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMVOC [kg]	784,5
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> [kg]	12,9
Total Suspended Particulates TSP [kg]	0
Particulate Matter 10 PM10 [kg]	0
Particulate Matter 2,5 PM2.5 [kg]	0
Ammoniak NH <sub>3</sub> [kg]	0,1
Methan CH <sub>4</sub> [kg]	24,3
Distickstoffmonoxid N <sub>2</sub> O [kg]	1,7
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane PCDD/F [mg]	0
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK4 [g]	0,1
Quecksilber Hg [g]	0,2
Cadmium Cd [g]	0,2
Blei Pb [g]	0,6
Kupfer Cu [g]	0,6
Zink Zn [kg]	0,6
Arsen As [g]	0,3
Chrom Cr [g]	0,4
Selen Se [g]	0,1
Nickel Ni [g]	0,3

## 7 Literatur- und Quellverweise

<sup>i</sup>Für das Basisjahr 2005 erfolgte eine emissionsseitige Einteilung in die vier Hauptsektoren Gewerbe & Industrie, Hausbrand, Straßenverkehr und Landwirtschaft. Der Offroad-Verkehr wurde bei den Gewerbe- und Industriebetrieben berücksichtigt. Der Flug- sowie der Schiffsverkehr fanden hier noch keinen Eingang in die Emissionsbetrachtungen, da entsprechende Datengrundlagen fehlten bzw. im Zuge der Erhebung nicht eruiert werden konnten.

<sup>ii</sup>EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2007, Group 8 Other mobile sources and machinery, 0805 Air traffic, 080501 Domestic airport traffic (LTO cycles - <1000 m), UNFCCC CFR 1A3a ii, 2002 NFR 1A3a ii (i), Transport-Civil aviation, Domestic, LTO, B851 und 080502 International airport traffic (LTO cycles - <1000 m), UNFCCC CFR 1A3a i, 2002 NFR 1A3a i (i), Transport-Civil aviation, International, LTO, B851, Table 8.3 Examples of aircraft types and emission factors for LTO cycles as well as fuel consumption per aircraft type, kg/LTO, Tables 8.7 Examples of emission factors for piston engined aircraft, g/kg fuel, 8.8 Examples of emission factors for helicopters and military flights. g/kg fuel and 8.9 Emission factors for Helicopters of Germany,

<sup>iii</sup>Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung ESA – Emissionen – Sicherheitstechnik - Anlagen, 6020 Innsbruck, Herrengasse 3

<sup>iv</sup>Statistik Austria, Bundesanstalt Statistik Österreich, Guggasse 13, 1120 Wien Tel.: +43 (0)1 71128 0, [office@statistik.gv.at](mailto:office@statistik.gv.at); schriftliche Mitteilung vom 27. 11. 2019

<sup>v</sup>EFA Emissionsforschung Austria GmbH, Dr. Gert Fister, Flurschützstraße 36, 1120 Wien

<sup>vi</sup>Nomenclature For Reporting (NFR): Berichtsformat der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UNECE).

<sup>vii</sup>Tatort Himmel; [http://www.bi-greven-fmo.de/home\\_FMO/gruende/klima.html](http://www.bi-greven-fmo.de/home_FMO/gruende/klima.html)

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Typische Flugphasen

## 9 Formelverzeichnis

Formel 1: Flugzeugbauformen- und luftschadstoffspezifische Ermittlung der Emissionsfrachten

## 10 Tabellenverzeichnis

**Tabelle 1:** LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck 2010 (Strahl- und Turboproptriebwerke) lt. Emissionskatastererhebung 2011

**Tabelle 2:** LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck 2010 (Hubkolben)

**Tabelle 3:** LTO-Zyklen am Flughafen Innsbruck 2010 (Hubschrauber)

**Tabelle 4:** LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2014 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 5:** LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2014 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 6:** LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2014 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 7:** LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2014 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 8:** LTO-Zyklen beim Flugsportverein Reutte-Höfen 2014 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 9:** Emissionsfaktoren für die Flotte „Turboprop ohne nähere Bezeichnung“

**Tabelle 10:** Emissionsfaktoren für die Flotte „Hubkolben 2 Prop ohne nähere Bezeichnung“

**Tabelle 11:** Emissionsfrachten aus dem gewerblichen und nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2010

**Tabelle 12:** Emissionsfrachten aus dem gewerblichen und nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2010

**Tabelle 13:** Emissionsfrachten aus dem gewerblichen und nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2010

---

**Tabelle 14:** Emissionsfrachten aus dem nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt beim Sportflugverein Reutte-Höfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2010

**Tabelle 15:** Emissionsfrachten aus dem gewerblichen und nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allg. Luftfahrt beim Flugplatz St. Johann in Tirol, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2010

**Tabelle 16:** LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 17:** LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 18:** LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 19:** LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 20:** LTO-Zyklen beim Flugsportverein Reutte-Höfen 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 21:** LTO-Zyklen beim Flugplatz St. Johann in Tirol 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 22:** LTO-Zyklen beim Flugplatz St. Johann in Tirol 2017 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 23:** LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 24:** LTO-Zyklen beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 25:** LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 26:** LTO-Zyklen am Flugplatz Lienz-Nikolsdorf 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 27:** LTO-Zyklen beim Flugsportverein Reutte-Höfen 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 28:** LTO-Zyklen beim Flugplatz St. Johann in Tirol 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im nicht gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 29:** LTO-Zyklen beim Flugplatz St. Johann in Tirol 2018 - Statistik Austria Flugbewegungen (umgerechnet in LTO-Zyklen) im gewerblichen Motorflugbetrieb der allgemeinen Luftfahrt

**Tabelle 30:** Vollständiges Emissionsfaktorensatz aus dem Emissionskataster des Landes Tirol inkl. Kraftstoffverbrauch je LTO-Zyklus am Beispiel eines Airbus A320

**Tabelle 31:** Vollständiges Emissionsfaktorensatz aus dem Emissionskataster des Landes Tirol inkl. Kraftstoffverbrauch je LTO-Zyklus am Beispiel einer 1-motorigen Propellermaschine mit Hubkolbenmotor

**Tabelle 32:** Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

**Tabelle 33:** Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

**Tabelle 34:** Emissionsfrachten aus dem militärischen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

**Tabelle 35:** Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

**Tabelle 36:** Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

---

**Tabelle 37:** Emissionsfrachten aus dem militärischen Flugverkehr am Flughafen Innsbruck, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

**Tabelle 38:** Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

**Tabelle 39:** Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

**Tabelle 40:** Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr beim Fliegerclub Kufstein-Langkampfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

**Tabelle 41:** Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

**Tabelle 42:** Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

**Tabelle 43:** Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz Lienz-Nikolsdorf, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

**Tabelle 44:** Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugsportverein Reutte-Höfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

**Tabelle 45:** Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugsportverein Reutte-Höfen, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

**Tabelle 46:** Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz St. Johann in Tirol, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

**Tabelle 47:** Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz St. Johann in Tirol, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2017

**Tabelle 48:** Emissionsfrachten aus dem nicht planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz St. Johann in Tirol, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

**Tabelle 49:** Emissionsfrachten aus dem planmäßigen Flugverkehr beim Flugplatz St. Johann in Tirol, Fortschreibungsjahr Emissionskataster 2018

## 11 Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Geoinformation, Herrengasse 3, 6020 Innsbruck

Für den Inhalt verantwortlich: Dipl.-Ing. (FH) Christoph Haun, Abteilung Geoinformation, Sachbearbeiter des Emissionskatasters nach § 9 IG -L, Dr. Gert Fister, EFA Emissionsforschung Austria GmbH

Grafik und Layout: Dipl.-Ing. (FH) Christoph Haun, Titelbild: Medienautor BilderBox.com, Flugzeug auf der Landebahn eines Flughafens, ID 111532

Kontakt: Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Geoinformation, Herrengasse 3, 6020 Innsbruck, Tel: +43 (0)512 508 4301, Fax: +43 (0)512508 744305, E-Mail: [geoinformation@tirol.gv.at](mailto:geoinformation@tirol.gv.at)

Internet:

<https://www.tirol.gv.at/sicherheit/geoinformation/emissionskataster/publikationen/>

Innsbruck, im Dezember 2020



F.9.1 Flugzeuge mit Hubkolbenmotoren:

Art des Offroad-Fahrzeuges oder Offroad-Gerätes	Art des Offroad-Fahrzeuges oder Offroad-Gerätes (genau)	Stück	eingesetzter Energieträger	Kraftstoffverbrauch pro Jahr [kg/a] <sup>4)</sup>	Anzahl Motoren	LTO- Zyklen <sup>13)</sup>

F.8.1 Überwiegendes Einsatzgebiet<sup>20)</sup> der Flugzeuge mit Hubkolbenmotoren:

<sup>20)</sup> Bitte versuchen Sie unter diesem Punkt eine grobe, großräumige Abschätzung der Einsatzgebiete Ihrer Flugzeuge mit Hubkolbenmotoren vorzunehmen. Wählen Sie dazu das überwiegende Einsatzgebiet dieser Fahrzeuggruppe aus dem untenstehenden drop-down-Menü aus.

Einsatzgebiete (Betriebsanlagenareal und weitere, großräumige Einsatzgebiete)

<sup>1)</sup> Die laufende Nummer des Betriebes (Lfd. Nr. Betrieb) dient als eindeutiges Identifikationsmerkmal im Emissionskataster Tirol. Diese wurde Ihnen im Schreiben mit den Anweisungen betreffend die Emissionskatastererhebung 2010 zugestellt. Bitte geben Sie die laufende Nummer des Betriebes im dafür vorgesehenen Feld rechts oben AUF JEDEM BLATT (Betrieb, Betriebsanlagen und Beiblätter A bis G), das Sie ausfüllen an, damit eine eindeutige Zuordnung der von Ihnen angeführten Daten erfolgen kann.

<sup>11)</sup> Die laufende Nummer der Betriebsanlage (Lfd. Nr. Betriebsanlage) dient als eindeutiges Identifikationsmerkmal für jede Betriebsanlage im Emissionskataster Tirol. In Kombination mit der laufenden Nummer des Betriebes wird eine Zuordnung der einzelnen Betriebsanlagen zum jeweiligen Betrieb ermöglicht. Bitte geben Sie die laufende Nummer der Betriebsanlage im dafür vorgesehenen Feld rechts oben AUF JEDEM BLATT (Betriebsanlagen und Beiblätter A bis G), das Sie ausfüllen an, damit eine eindeutige Zuordnung der von Ihnen angeführten Daten erfolgen kann. Beginnen Sie bei der Vergabe der Nummer der Betriebsanlage bei 1 und nummerieren Sie weitere Betriebsanlagen fortlaufend wie im unterhalb beschriebenen Beispiel:

Lfd. Nr. Betrieb 1.234 Lfd. Nr. Betriebsanlage 1  
Lfd. Nr. Betrieb 1.234 Lfd. Nr. Betriebsanlage 2  
Lfd. Nr. Betrieb 1.234 Lfd. Nr. Betriebsanlage 3  
etc.

Anhang 2a: Table 8.3 Examples of aircraft types and emission factors for LTO cycles as well as fuel consumption per aircraft type, kg/LTO

Aircraft type <sup>a)</sup>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O <sup>b)</sup>	NO <sub>x</sub>	CO	NM VOC	SO <sub>2</sub> <sup>c)</sup>	PM <sub>2,5</sub> <sup>d)</sup>	Fuel
A310	4853	0,5	0,2	23,2	25,8	5,0	1,5	0,14	1540,5
A320	2527	0,2	0,1	10,8	17,6	1,7	0,8	0,09	802,3
A330	7029	0,2	0,2	36,1	21,5	1,9	2,2	0,19	2231,5
A340	6363	1,9	0,2	35,4	50,6	16,9	2,0	0,21	2019,9
BAC1-11	2147	2,1	0,1	4,9	37,7	19,3	0,7	0,17	681,6
BAe146	1794	0,1	0,1	4,2	9,7	0,9	0,6	0,08	569,5
B727	4450	0,7	0,1	12,6	26,4	6,5	1,4	0,22	1412,8
B737 100	2897	0,1	0,1	8,0	4,8	0,5	0,9	0,10	919,7
B737 400	2600	0,1	0,1	8,3	11,8	0,6	0,8	0,07	825,4
B747 100-300	10754	3,7	0,3	55,9	78,2	33,6	3,4	0,47	3413,9
B747 400	10717	0,2	0,3	56,6	19,5	1,6	3,4	0,32	3402,2
B757	3947	0,1	0,1	19,7	12,5	1,1	1,3	0,13	1253,0
B767 300 ER	5094	0,1	0,2	26,0	6,1	0,8	1,6	0,15	1617,1
B777	8073	2,3	0,3	53,6	61,4	20,5	2,6	0,20	2562,8
DC9	2760	0,1	0,1	7,3	5,4	0,7	0,9	0,16	876,1
DC10	7501	2,3	0,2	41,7	61,6	20,5	2,4	0,32	2381,2
F28	2098	3,3	0,1	5,2	32,7	29,6	0,7	0,15	666,1
F100	2345	0,1	0,1	5,8	13,7	1,3	0,7	0,14	744,4
MD81-88	3160	0,2	0,1	12,3	6,5	1,4	1,0	0,12	1003,1

a) For CH<sub>4</sub> and NMVOC it is assumed that the emission factors for LTO cycles be 10% and 90% of total VOC (HC), respectively (Olivier, 1991). Studies indicate that during cruise no methane is emitted (Wiesen et al., 1994).

(b) Estimates based on IPCC Tier 1 default values.

(c) Sulphur content of the fuel is assumed to be 0.05% for both LTO and cruise activities.

(d) PM<sub>2.5</sub> data (= PM<sub>10</sub> emissions) Source: ICAO database (ICAO 2006) and DfT PSDH (UK-DfT 2006) For the DC8 use double the fuel consumption of the B737-100 because it is fitted with four engines instead of two. MD90 goes as MD81-88 and B737-600 goes as B737-400. Source: Derived from ANCAT/EC2 1998, Falk (1999) and MEET 1999.

**Anhang 2b: Table 8.7 Examples of emission factors for piston engined aircraft, g/kg fuel**

	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>
Netherlands FL 0-30	2,7	20,09	1,054	0,21
FL 30-180	4,00	12,50	1,08	0,17
Germany	3,14	18,867	798	0,42

\* Multiply FL by 100 to obtain the altitude in feet

Source: MEET Deliverable No 18.

**Anhang 2c: Table 8.8 Examples of emission factors for helicopters and military flights, g/kg fuel**

	Nature of flights	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>
Germany	LTO-cycle	8,3	10,9	39,3	1,1
	Helicopter cruise	2,6	8,0	38,8	1,0
	combat jet	10,9	1,2	10,0	0,9
	cruise 0,46-3 km	10,7	1,6	12,4	0,9
	cruise > 3km	8,5	1,1	8,2	0,9
Netherlands	average	15,8	4,0	126	0,2
	F-16	15,3	3,36	102	0,2
Switzerland	LTO-cycle	4,631	2,59	33,9	1,025
	cruise	5,034	0,67	14,95	0,999

Source: MEET Deliverable No 18.

**Anhang 2d: Table 8.9 Emission factors for Helicopters of Germany)**

g/kg	NO <sub>x</sub>	HC	CO	SO <sub>2</sub>
Germany: cruise	2,6	8,0	38,8	0,99
Netherlands: cruise	3,1	3,6	11,1	0,20
Switzerland	13,3	0,3	1,1	0,97

Source: MEET Deliverable No 18.

**Anhang 3: Summe der Flugbewegungen aus Bedarfsverkehr und allgemeiner Luftfahrt am Flughafen Innsbruck, Jahre 2017 und 2018**

**Motorflugbetrieb B/C (inkl. Motorsegler) 2017/2018**

entsprechend den Monatsberichten an das Statistische Zentralamt Form B/C

**Bewegungen (Starts und Landungen)**

Bedarfsverkehr	Kolben		Turbo		Jets		Hubschrauber		Gesamt	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Reiseflüge	320	207	4 058	4 135	125	140	4 503	4 482		
Rundflüge	0	8	0	0	157	112	157	120		
Sonstige Flüge	211	87	914	1 030	6	4	1 131	1 121		
<b>Gesamt</b>	<b>531</b>	<b>302</b>	<b>4 972</b>	<b>5 165</b>	<b>288</b>	<b>256</b>	<b>5 791</b>	<b>5 723</b>		

Allgemeine Luftfahrt	Kolben		Turbo		Jets		Hubschrauber		Gesamt	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Privatflüge	12 441	12 563	654	605	251	218	13 346	13 386		
Schulungs- Übungs- Einweisungsflüge	13 945	19 187	88	108	12	2	14 045	19 297		
Arbeitsflüge	335	349	0	0	30	90	365	439		
Erprobungs- Prüflüge	17	18	14	16	0	0	31	34		
Zivile Behördenflüge	20	26	6	8	54	254	80	288		
Militärflüge	296	291	69	70	94	46	459	407		
<b>Gesamt</b>	<b>27 054</b>	<b>32 434</b>	<b>831</b>	<b>807</b>	<b>441</b>	<b>610</b>	<b>28 326</b>	<b>33 851</b>		

<b>Bedarfsverkehr u. Allgem. Luftfahrt</b>	<b>27 585</b>	<b>32 736</b>	<b>5 803</b>	<b>5 972</b>	<b>729</b>	<b>866</b>	<b>34 117</b>	<b>39 574</b>		
--	---------------	---------------	--------------	--------------	------------	------------	---------------	---------------	--	--