

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

# Emissionskataster Schweiz 2015

## Treibhausgase und Luftschadstoffe

Schlussbericht  
Zürich / Bern, 6. Mai 2021

J. Heldstab, B. Schächli, INFRAS  
T. Künzle, Meteotest

## **Impressum**

### **Emissionskataster Schweiz 2015**

Treibhausgase und Luftschadstoffe

Schlussbericht

Zürich / Bern, 6. Mai 2021

b3383a-Emissionskataster-Treibhausgase-v5.docx

### **Auftraggeber**

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

### **Projektleitung**

A. Schilt, Bundesamt für Umwelt, Sektion Klimaberichterstattung und -anpassung

R. Röthlisberger

### **Autorinnen und Autoren**

J. Heldstab, B. Schäppi, INFRAS

T. Künzle, Meteotest

INFRAS, Binzstrasse 23, 8045 Zürich, Tel. +41 44 205 95 95

Meteotest, Fabrikstrasse 14, 3012 Bern, Tel. +41 31 307 26 26

### **Begleitgruppe (alphabetisch)**

G.-M. Alt, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Kt. ZH

R. Ballaman, Bundesamt für Umwelt, Sektion Luftqualität

V. Delb, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Kt. ZH

N. Joos, Amt für Umweltschutz Kt. UR

P. Kunz Office cantonal de l'environnement ct. GE

H. Loretan, Abteilung für Umwelt Kt. AG

B. Müller, Bundesamt für Umwelt, Sektion Industrie und Feuerungen

M. Steiger, Ufficio del monitoraggio ambientale, Kt. TI

C. Todaro, Lufthygieneamt beider Basel, Kte. BS/BL

A. von Känel, Lufthygieneamt beider Basel

R. Weber, Bundesamt für Umwelt, Sektion Luftqualität

### **Hinweis**

Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

## Inhalt

<b>Abstract</b>	<b>6</b>
<b>1. Ausgangslage und Auftrag</b>	<b>7</b>
1.1. Ausgangslage	7
1.2. Auftrag	8
<b>2. Definitionen, Systemgrenzen und Datenquellen</b>	<b>9</b>
2.1. Substanzen	9
2.2. Begriffe	10
2.3. Datenquellen	12
2.3.1. Emissionsdaten ohne Raumbezug	12
2.3.2. Emissionsdaten mit Raumbezug	13
2.3.3. Raumdaten	13
2.4. Territorialprinzip	13
2.5. Emissionen, die im Emissionskataster nicht enthalten sind	14
<b>3. Vorgehen</b>	<b>16</b>
3.1. Aufbau und Nutzung des Emissionskatasters	16
3.1.1. Aufbau nach Emittentengruppen und Basisrastern	16
3.1.2. Nutzung des Emissionskatasters	18
3.2. Verkehr	19
3.2.1. Strassenverkehr	19
3.2.2. Schienenverkehr	21
3.2.3. Schiffsverkehr	22
3.2.4. Flugverkehr	22
3.2.5. F-Gase in der Hauptgruppe Verkehr	23
3.3. Haushalte	23
3.3.1. Feuerungen Holz	23
3.3.2. Feuerungen Haushalte Öl und Gas	24
3.3.3. Maschinen Garten und Hobby	24
3.3.4. Haushalte andere	24
3.3.5. Lösungsmittel Konsumprodukte	25
3.4. Dienstleistungen	25

3.4.1.	Feuerungen Dienstleistungen _____	25
3.4.2.	Landschaftspflege _____	26
3.4.3.	F-Gase in der Hauptgruppe Dienstleistungen _____	26
<b>3.5.</b>	<b>Industrie und Gewerbe _____</b>	<b>26</b>
3.5.1.	Aufteilung der EMIS-Untergruppen nach Basisrastern für die Industrie _____	26
3.5.2.	Punktquellen _____	29
3.5.3.	Flächenquellen _____	33
3.5.4.	Baugewerbe _____	33
3.5.5.	Industriefahrzeuge und -maschinen _____	34
3.5.6.	Abfallbehandlung _____	35
3.5.7.	Lösungsmittel Industrie _____	36
3.5.8.	Verluste Gasnetz _____	36
<b>3.6.</b>	<b>Land- und Forstwirtschaft _____</b>	<b>37</b>
3.6.1.	Landwirtschaftliche Maschinen, forstwirtschaftliche Maschinen _____	37
3.6.2.	Nutztierhaltung _____	38
3.6.3.	Nutzflächen _____	39
3.6.4.	Offene Verbrennung land- und forstwirtschaftlicher Abfälle _____	39
3.6.5.	Feuerungen Land- und Forstwirtschaft Holz _____	39
3.7.	Untergruppen zu den F-Gasen _____	39
3.8.	NMVOC-Emissionen aus Wäldern _____	41
<b>4.</b>	<b>Emissionen _____</b>	<b>41</b>
4.1.	Emissionsbilanzen 2015 _____	41
4.2.	Emissionskarten 2015 _____	45
4.3.	Emissionen 2015 nach Kantonen _____	50
4.4.	Nachführungen _____	54
<b>Annex</b>	<b>_____</b>	<b>55</b>
A1.	Arealstatistik der Schweiz _____	55
A2.	Untergruppen und NFR Codierung _____	57
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>_____</b>	<b>60</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>_____</b>	<b>61</b>
<b>Glossar</b>	<b>_____</b>	<b>62</b>

Literatur \_\_\_\_\_ 64

## Abstract

Emissionskataster sind Grundlagen für Klima- und Luftreinhalte-Politik. Sie dienen der Planung von Reduktionsmassnahmen und erlauben, deren Wirkungen abzuschätzen und im Nachgang zu kontrollieren. Sie dienen auch der Verifikation von Emissionsbilanzen und sind für Kantone nützlich. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) führt eine Datenbank (EMIS) zu den Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen als Bilanzgrössen ohne Raumbezug. Eine räumliche Aufschlüsselung der Emissionen wurden bisher nicht systematisch durchgeführt. Ziel des vorliegenden Projekts war die Schaffung eines Emissionskatasters mit Raumbezug. Dazu wurden folgende Arbeiten ausgeführt:

- Einteilen der Emissionsquellen in Emittentengruppen in Anlehnung an die Struktur der EMIS-Datenbank.
- Erarbeiten von Lokalisierungsvorschriften für die Treibhausgase und die wichtigsten Luftschadstoffe, um die Emissionen der gewählten Emittentengruppen räumlich aufzuschlüsseln.
- Erstellen von Basisrastern (GIS-Rasterdateien) zu allen Emittentengruppen.
- Bereitstellen der Emissionsdaten zu allen Emittentengruppen zum Jahr 2015.
- Kartografieren ausgewählter Emissionskataster.
- Berechnen der Emissionsbilanzen 2015 für alle Emittentengruppen und alle Substanzen aufgelöst nach allen Kantonen.

Die Resultate liegen vor für die Treibhausgase CO<sub>2</sub> (fossil und geogen, ohne biogen), CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, F-Gase und für die Luftschadstoffe NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO, SO<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub>. Das Bezugsjahr 2015 basiert auf dem Datenstand der EMIS-Datenbank vom Juni 2019 mit Ausnahme des Strassenverkehrs (November 2019) und des Flugverkehrs (neuere Daten für die Landesflughäfen Zürich und Genf). Es wurden nur anthropogene Emissionen berücksichtigt. Aufgrund ihrer Bedeutung wurden aber noch die NMVOC-Emissionen aus Wäldern in den Kataster integriert. Alle Emissionszahlen basieren auf dem Territorialprinzip.

Eine Besonderheit stellen die Emissionen aus stationären, industriellen Quellen dar. Anlagen mit sehr hohen Emissionsfrachten werden als Punktquellen erfasst und mit Hilfe ihrer Standortkoordinaten im Emissionskataster lokalisiert. Dabei ist der Datenschutz zu beachten. Entsprechend wurde nur Anlagen ausgewählt, die im öffentlichen Schadstoffregister SwissPRTR vorkommen - und auch davon nur jene mit den höchsten Emissionen. Die übrigen stationären Anlagen werden zu Flächenquellen zusammengeschlossen und mit geeigneten Indikatoren im Raum lokalisiert.

Für die Nutzung des Emissionskatasters stellt das BAFU die Basisraster den interessierten Fachstellen zusammen mit den Emissionsdaten zur Verfügung.

## 1. Ausgangslage und Auftrag

### 1.1. Ausgangslage

Die Schweiz hat sich unter der UNO-Klima-Rahmenkonvention verpflichtet, jährlich und detailliert über den Ausstoss von Treibhausgasen in der Schweiz Bericht zu erstatten (siehe Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2018, FOEN 2020). Die Berichterstattung stützt sich weitgehend auf ausführliche Modellierungen und Hochrechnungen von Emissionen aus allen Sektoren, welche zu einem nationalen Total addiert werden. Die Berechnungen erfolgen mehrheitlich ohne Raumbezug. Die Ergebnisse in Form von Frachten, z. B. in Tonnen pro Jahr für die ganze Schweiz werden als Emissionsbilanzen bezeichnet. Eine Aufschlüsselung der Treibhausgasemissionen im Raum als Frachten pro Fläche, z. B. Tonnen pro Jahr und pro Hektare, wurden bisher nicht systematisch ausgeführt (Ausnahmen siehe unten). Solche Resultate werden als Emissionskataster bezeichnet und sind aus verschiedenen Gründen nützlich:

- Emissionskataster sind Grundlagen für Klima- und Luftreinhalte-Politik. Sie dienen der Planung von Reduktionsmassnahmen und erlauben, deren Wirkungen abzuschätzen und im Nachgang zu kontrollieren.
- Emissionskataster können dazu verwendet werden, mithilfe «inverser Modellierung» Emissionsbilanzen zu verifizieren. Das empfehlen etwa die Richtlinien für die UNO-Berichterstattung, weil sich damit sicherstellen lässt, dass das Emissionsinventar alle wesentlichen Quellen enthält und die Emissionsabschätzungen die Schweizer Verhältnisse korrekt abbilden.
- Gesamtschweizerische Emissionskataster sind für Kantone bedeutsam. Wenn sie keine eigenen Emissionsbilanzen erstellen, können sie aus gesamtschweizerischen Emissionskatastern abschätzen, wie hoch die Emissionen in ihrem Hoheitsgebiet sind. Auch für Kantone, die eigene Emissionskataster erstellen, können gesamtschweizerische Kataster zur Verifikation ihrer Kataster nützlich sein, oder sie können im Fall von Diskrepanzen dazu verwendet werden, die eigenen oder die gesamtschweizerischen Kataster zu verbessern.

In der Luftreinhaltung, in der Immissionsmodellierungen zum Standardwerkzeug gehören, wurden schon mehrfach Emissionskataster für die Schweiz erstellt, allerdings nur für ausgewählte Luftschadstoffe (FOEN 2011, INFRAS/Meteotest 2013). Kürzlich wurden diese auf Stufe Bund für Stickoxide und Feinstaub aktualisiert und verfeinert (Meteotest 2020). Die Abteilung Klima des BAFU hat deshalb unsere Arbeitsgemeinschaft damit beauftragt, auf Basis der früheren Arbeiten gesamtschweizerische Emissionskataster für Treibhausgase und die Vorläufersubstanzen zu erstellen.

## 1.2. Auftrag

Ein Emissionskataster für Treibhausgase und ausgewählte Luftschadstoffe soll für die Schweiz für das Jahr 2015 erstellt werden. Die Emissionsfrachten je Emittentengruppe sind aus dem Emissionsinformationssystem Schweiz «EMIS» des BAFU zu verwenden (BAFU 2019), im Folgenden als EMIS-Datenbank bezeichnet. Für die räumliche Aufschlüsselung soll auf Vorarbeiten in der Luftreinhaltung zurückgegriffen werden, die im Zusammenhang mit Immissionsmodellierungen (Meteotest 2020) oder auch mit den Submissionen zuhanden des UNECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP<sup>1</sup>) geschaffen wurden.

Müssten für die Emissionen der Treibhausgase und der ausgewählten Luftschadstoffe Kataster zu allen Emittentengruppen explizit generiert werden, ergäbe das mehr als tausend einzelne Kataster. Stattdessen sollen die Kriterien für die Lokalisierung der Emissionen zusammengestellt und damit nur jene räumliche «Basisraster» generiert werden, die zur Erstellung der Kataster erforderlich sind. Beispielsweise werden für CH<sub>4</sub>-Emissionen aus Hausfeuerungen Öl/Gas dieselben Lokalisierungsvorschriften verwendet wie für CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NMVOC etc. und dieses Basisraster kann auch für andere Bezugsjahre als 2015 verwendet werden. Mit einem Basisraster können Benutzer einen gewünschten Kataster mithilfe eines geografischen Informationssystems (GIS) generieren, indem sie das geeignete Basisraster mit dem Total der Emissionen für die gewünschte Emittentengruppe multiplizieren. Das bedeutet eine enorme Reduktion im Datenumfang der Projektergebnisse. Zu diesem Zweck sind laut Auftrag dreierlei Produkte zu erstellen:

- Alle erforderlichen Basisraster als GIS-Dateien,
- die Zuordnung von Emittentengruppen zu den Basisrastern,
- die Emissionstotalen für alle Emittentengruppen und Substanzen.

Damit liegt ein schweizweit gültiger Datensatz für die Lokalisierung von Treibhausgasemissionen und Luftschadstoffen vor. Das Verfahren zur Lokalisierung ist statisch, sodass sich damit auch Kataster zu anderen Bezugsjahren mit entsprechenden Emissionszahlen aus der EMIS-Datenbank nachführen lassen. (Ausnahme Emissionskataster Strassenverkehr, siehe Kap. 3.2.1). Mit dem Rückgriff auf die früheren Arbeiten für Luftschadstoffe (BAFU-Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien) sind die neuen Kataster auch mit jenen für Feinstaub (im vorliegenden Projekt nicht integriert) kompatibel.

Zusätzlich zu den Katasterdaten 2015 waren ursprünglich weitere Bezugsjahre vorgesehen. Das Jahr 2020 musste aufgrund der derzeit noch nicht quantifizierten Auswirkungen der Corona-Pandemie fallen gelassen werden. Ausserdem wurde auch auf eine Prognose 2030

---

<sup>1</sup> Unter der CLRTAP müssen analog zu den Treibhausgasen die Emissionen von Luftschadstoffen detailliert erhoben und rapportiert werden, siehe FOEN (2021).

verzichtet, weil sich die Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes verzögert hat und damit noch offen ist, welche Massnahmen in welchem Ausmass die Emissionen im Jahr 2030 beeinflussen werden.

Tritt das neue CO<sub>2</sub>-Gesetz in Kraft, können die Emissionen in der EMIS-Datenbank aktualisiert werden, und damit wird auch eine Forstschreibung des Emissionskatasters möglich.

## **2. Definitionen, Systemgrenzen und Datenquellen**

### **2.1. Substanzen**

Der Emissionskataster enthält Treibhausgase (CO<sub>2</sub> fossil und geogen, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, F-Gase) und wichtige Luftschadstoffe. Die Auswahl der Luftschadstoffe richtet sich nach ihrer Bedeutung im UNFCCC-Reporting als Vorläufersubstanzen («precursors»: NO<sub>x</sub>, CO, NMVOC) oder als indirektes Treibhausgas (SO<sub>2</sub>). Zusätzlich wurde NH<sub>3</sub> aufgenommen, weil es bei der Bildung von N<sub>2</sub>O eine wichtige Rolle spielt. Alle genannten Komponenten werden im Folgenden als «Substanzen» bezeichnet.

Tabelle 1: Liste der Substanzen

Substanz	Symbol	Bemerkung
<b>Treibhausgase</b>		
Kohlendioxid	CO <sub>2</sub>	im vorliegenden Projekt wird nur fossiles und geogenes CO <sub>2</sub> berücksichtigt, nicht aber biogenes CO <sub>2</sub> (Klima-neutral). Indirekte CO <sub>2</sub> -Emissionen sind nicht enthalten.
Methan	CH <sub>4</sub>	Methan aus dem Sektor LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderungen) wird nicht berücksichtigt.
Lachgas	N <sub>2</sub> O	Lachgas aus dem Sektor LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderungen) wird nicht berücksichtigt.
F-Gase	HFC, PFC, SF <sub>6</sub> , NF <sub>3</sub>	Summe aus Fluorkohlenwasserstoffe (FKW; engl. HFC), perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (PFKW, engl. PFC), Schwefelhexafluorid (SF <sub>6</sub> ) und Stickstofftrifluorid (NF <sub>3</sub> ).
<b>Luftschadstoffe</b>		
Sickoxide	NO <sub>x</sub> = NO+NO <sub>2</sub>	Summe aus Stickstoffmonoxid und -dioxid in der Einheit von NO <sub>2</sub> -Äquivalenten. Precursor: NO <sub>x</sub> trägt zur Ozonbildung bei, Ozon ist klimarelevant.
Kohlenmonoxid	CO	Precursor: CO trägt zur Ozonbildung bei, Ozon ist klimarelevant.
Nicht-Methan Kohlenwasserstoffe	NMVOC	NMVOC werden in zwei Quellgruppen unterteilt: Lösungsmittel, d.h. solche NMVOC, die der VOC-Lenkungsabgabe unterstehen (LUVOC) und übrige NMVOC, die mehrheitlich aus Verbrennungsprozessen entstehen. Als einziger Kataster für natürliche Emissionen, werden NMVOC aus Wäldern berücksichtigt. Precursor: NMVOC tragen zur Ozonbildung bei, Ozon ist klimarelevant.
Schwefeldioxid	SO <sub>2</sub>	Sulfat-Aerosole sind klimawirksam. Sie bilden sich aus dem gasförmigen SO <sub>2</sub> , weshalb SO <sub>2</sub> zusammen mit den oben genannten Substanzen unter den Vorläufern aufgeführt wird.
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> wird in Forschung und Literatur zwar nicht als Vorläufersubstanz bezeichnet. Bei der Nitrifikation entsteht aus NH <sub>3</sub> Nitrat und durch nachfolgende Denitrifikation unter anderem N <sub>2</sub> O und NO <sub>x</sub> . In diesem Sinne ist NH <sub>3</sub> ein Vorläufer der Vorläufer und wird im vorliegenden Bericht als zusätzliche Substanz mitgeführt. Zudem ist es in der Luftreinhaltung eine wichtige Substanz.

## 2.2. Begriffe

### Emissionskataster

Der Emissionskataster enthält die Emissionsdaten gemäss Lokalisierungsvorschriften zu allen Substanzen und allen Bezugsjahren. Physisch besteht der Emissionskataster aus einer Reihe von Basisrastern (Rasterdateien) und einer Tabelle (Excel) mit Emissionszahlen zu allen Substanzen und Bezugsjahren.

### **Basisraster, Emittentengruppen, Hauptgruppen**

Ein Basisraster ist ein räumliches Muster in Hektaraufösung. Physisch ist es eine (GIS-)Rasterdatei. Es repräsentiert die Emissionsverteilung (Gesamtsumme normiert auf 1) auf der Fläche der Schweiz. Jeder Emittentengruppe ist genau ein Basisraster zugeteilt (Ausnahme: Feuerungen Haushalte Öl und Gas, Kap. 3.3.2, und Strassenverkehr, Kap. 3.2.1).

Die Emittentengruppen basieren auf den Untergruppen gemäss EMIS-Datenbank, aber mit gewissen Unterschieden. Es gibt dreierlei Beziehungen, hier mit je einem Beispiel illustriert:

- 1:1-Beziehung: Die Emittentengruppen «Baugewerbe» ist identisch mit der EMIS-Untergruppe «Baugewerbe».
- 1:n-Beziehung: Die Emittentengruppe «Industrie Flächenquellen» umfasst mehrere EMIS-Untergruppen «Chemie Pharma», «Metallindustrie», «Steine und Erden» etc.
- n:1-Beziehung: Die EMIS-Untergruppe «Schienenverkehr» wird aufgeteilt in die beiden Emittentengruppen «Diesellok Rangieren» und «Diesellok Bau-/Dienstzüge».

Die EMIS-Untergruppen werden im vorliegenden Bericht zu folgenden Hauptgruppen zusammengefasst:

- Verkehr
- Haushalte
- Dienstleistungen (ist keine eigene Hauptgruppe in der EMIS-Datenbank, sondern ist in Industrie und Gewerbe integriert)
- Industrie und Gewerbe
- Land- und Forstwirtschaft
- natürliche Emissionen (keine eigene Hauptgruppe in der EMIS-Datenbank)

In der EMIS-Datenbank werden dieselben Hauptgruppen benutzt ausser der Dienstleistungen, die dort unter Industrie und Gewerbe implementiert sind und keine eigene Hauptgruppe darstellen<sup>2</sup>. Für den Emissionskataster ist die Unterscheidung aber wichtig, weil Emissionen aus Dienstleistungsunternehmen anders lokalisiert werden als aus Industrie und Gewerbe. Auch natürliche Emissionen sind keine explizite EMIS-Hauptgruppe, siehe dazu Kap. 2.5. Die Namen der Hauptgruppen werden im vorliegenden Bericht zur besseren Verständlichkeit verwendet; es werden aber keine Kataster zu den Hauptgruppen gebildet. Solche lassen sich als Summe von Emittentengruppen erstellen.

---

<sup>2</sup> Siehe Datenlieferung BAFU (2019a) mit den vier Hauptgruppen: Haushalte, Industrie und Gewerbe, Land- und Forstwirtschaft, Verkehr und siehe auch Tabelle 19

### **Kataster**

Zu jeder Substanz, zu jedem Bezugsjahr und zu jeder Emittentengruppe gibt es einen Kataster, z. B. den CO<sub>2</sub>-Kataster 2015 Baumaschinen, NO<sub>x</sub>-Kataster 2015 Feuerungen Haushalte Holz und Kohle. Jeder Kataster ist das Produkt aus einem Basisraster multipliziert mit dem zugehörigen Emissionstotal der gewünschten Substanz.

Z. B. entsteht der CO<sub>2</sub>-Kataster 2015 Baumaschinen aus dem Basisraster Baumaschinen, das mit dem Emissionstotal BaumaschinenCO<sub>2</sub> 2015 multipliziert wird.

### **EMIS-Hauptgruppe, EMIS-Untergruppe, EMIS-Prozess, NFR-Code**

In der EMIS-Datenbank werden die Hauptgruppen Verkehr, Haushalte, Industrie und Gewerbe, Land- und Forstwirtschaft, natürliche Emissionen aus Untergruppen zusammengesetzt. Z. B. enthält die Hauptgruppe «Haushalte» eine Untergruppe «Feuerungen Haushalte Öl und Gas» und mehr als 50 weitere Untergruppen (siehe Tabelle 19). Die Untergruppen ihrerseits setzen sich aus EMIS-Prozessen zusammen. Z. B. enthält die Untergruppe «Feuerungen Haushalte Öl und Gas» die EMIS-Prozesse «Heizkessel Haushalte Gas», «Heizkessel Haushalte HEL» und zwei weitere Prozesse für Motoren. EMIS-Prozesse sind eindeutig mit einem NFR-Code versehen (Nomenclature for Reporting: Klassifikationsschema für Emittenten des IPCC/Weltklimarats und der UNFCCC).

## **2.3. Datenquellen**

### **2.3.1. Emissionsdaten ohne Raumbezug**

#### **EMIS-Datenbank**

Die Emissionsdaten stammen aus dem Emissionsinformationssystem Schweiz (EMIS)<sup>3</sup> des BAFU (2019), Ausnahmen siehe unten. Es enthält Zeitreihen der Emissionen aller Luftschadstoffe und Treibhausgase. Die für die Katasterarbeiten verwendeten Daten 2015 entsprechen dem EMIS-Datenstand Juni 2019 (BAFU 2019a).

#### **Datenstand**

Die Daten in der EMIS-Datenbank des BAFU werden jährlich überprüft, ggf. werden sie korrigiert, wovon auch vergangene Jahre betroffen sein können. Es gibt also keine einmaligen, «eingefrorenen» Daten. Deshalb ist wichtig zu erwähnen, welcher Datensatz für die Erstellung der Emissionskataster verwendet wird: Es handelt sich um die Version der EMIS-Datenbank im Juni 2019. Einzige Ausnahme ist der Strassenverkehr, der im Laufe 2019 auf Basis der neuen Verkehrsperspektiven des ARE und der neuen Emissionsfaktoren für Strassenfahrzeuge aktualisiert

<sup>3</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/emissionsinformationssystem-der-schweiz-emis.html>

worden war. Die neuen Resultate lagen erst Ende 2019 vor und waren deshalb im Juni 2019 noch nicht in der EMIS-Datenbank implementiert.

### 2.3.2. Emissionsdaten mit Raumbezug

- Emissionen des Strassenverkehrs auf dem Strassennetz werden von INFRAS (2019, 2019a) modelliert, siehe Kap. 3.2.1.
- Emissionen mit Standortkoordinaten für industrielle Punktquellen stammen aus dem Schadstoffregister SwissPRTR<sup>4</sup>.
- Emissionen der beiden Landesflughäfen Zürich und Genf stammen von der Flughafen ZRH (2019) und dem Office cantonal de l'environnement GE (DT SABRA 2019), siehe Kap. 3.2.4

### 2.3.3. Raumdaten

Räumliche Indikatoren in Hektarauflösung, die für viele Untergruppen zur Lokalisierung verwendet werden, stammen aus der Arealstatistik des BFS<sup>5</sup>. Einzelheiten zu den Untergruppen folgen in den Kapiteln 3.2 bis 3.8.

## 2.4. Territorialprinzip

Es werden die Emissionen erfasst, die innerhalb der Landesgrenzen Schweiz ausgestossen werden. Emissionen aus dem Tanktourismus im Strassenverkehr (in der Schweiz tanken, im Ausland fahren) werden deshalb nicht berücksichtigt. Das gilt analog auch für den Schiffsverkehr. Vom Flugverkehr werden nur die bodennahe von allen Flugbewegungen (national und international) ausgestossenen Emissionen berücksichtigt (kleiner 300 m über Grund).

Werden Emissionen im vorliegenden Emissionskataster verglichen mit den Emissionen, die die Schweiz unter der UNO-Klimakonvention und unter dem UNECE-Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP) einreicht, sind gewisse Differenzen zu beachten, die sich aus den unterschiedlichen Systemgrenzen ergeben.

Unterschiede zum UNFCCC-Reporting, welches mit Absatzprinzip arbeitet:

- Strassen- und Schiffsverkehr: Emissionen aus dem Tanktourismus (Betankung im Inland, Konsum des Treibstoffs aber ausserhalb der Landesgrenzen), die im Ausland emittiert werden, sind im UNFCCC-Reporting enthalten, werden aber hier nicht berücksichtigt. Das gilt

<sup>4</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/zustand/schadstoffregister-swissprtr.html> [01.02.2021]

<sup>5</sup> <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/erhebungen/area.html> [01.02.2021]

auch für Emissionen aus dem gewerblichen Schiffsverkehr auf den Grenzseen (Genfersee, Bodensee) und im gewerblichen Schiffsverkehr auf dem Rhein unterhalb von Basel.

- Emissionen aus dem Flugverkehr: Im UNFCCC-Reporting werden Emissionen aus Inland-Flügen (landing-take-off cycle/LTO und Cruise) rapportiert, Emissionen aus internationalen Flügen werden separat ausgewiesen, aber der Schweiz nicht angerechnet.

#### Unterschiede zum CLRTAP-Reporting

Für die CLRTAP werden die Emissionen zwar auch nach dem Absatzprinzip rapportiert, die Verpflichtungen der Schweiz zur Einhaltung der vereinbarten Emissionsreduktionen 2020 werden jedoch an den territorialen Emissionen gemessen.

- Strassen- und Schiffsverkehr: Die in den Emissionskatastern enthaltenen Emissionen entsprechen im CLRTAP-Reporting den 'Memo Items' «Transport (fuel used)».
- Flugverkehr: Im CLRTAP-Reporting werden die gesamten LTO-Emissionen aus nationalen und internationalen Flügen rapportiert. Die Emissionskataster für Treibhausgase beinhalten dagegen nur denjenigen Anteil der LTO-Emissionen, welcher auch für die Luftschadstoffe immissionsrelevant ist (siehe oben).

## 2.5. Emissionen, die im Emissionskataster nicht enthalten sind

Wie oben beschrieben, gilt für den Emissionskataster das Territorialprinzip. Von der EMIS-Datenbank wurde deshalb ein Auszug in Form des «Territorial-Baums» für den Aufbau des Emissionskatasters zur Verfügung gestellt (BAFU 2019). Allerdings sind die Emissionen im Emissionskataster mit jenen aus dem Territorial-Baum nicht (ganz) identisch. Wie erwähnt sind die Emissionen des Strassenverkehrs ersetzt durch eine aktualisierte Version, und gewisse Emissionen sind aus anderen Gründen nicht im Emissionskataster enthalten:

- Es werden nur anthropogene Emissionen berücksichtigt mit Ausnahme der NMVOC-Emissionen aus Wäldern. Andere natürliche Emissionen sind in die Kataster nicht aufgenommen, dazu gehören Emissionen aus Waldbränden, Blitzen und aus mikrobiologischen Prozessen sowie Emissionen der Menschen und Haustiere.
- Emissionen aus dem Sektor LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderungen) sind nicht enthalten.
- Biogene CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verbrauch von Biomasse (Holz, Biogas, Biodiesel, Bioethanol) sind nicht enthalten. Sie befinden sich in der Atmosphäre in einem steady-state (Quellen und Senken) und sind deshalb CO<sub>2</sub>-neutral<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Sie werden im UNFCCC-Reporting gesondert ausgewiesen und werden den Emissionsverpflichtungen nicht angerechnet.

- Emissionen aus Überflügen (cruise) sowie aus den «oberen» Teilen des LTO-Zyklus (mehr als 300 m über Grund): Sie werden nicht bodennah ausgestossen und lassen sich deshalb nicht lokalisieren.
- Emissionen aus militärischen Aktivitäten: Die Emissionen sind zwar als Jahresfrachten quantifiziert, die Emissionsorte sind jedoch nicht bekannt, die Emissionen deshalb nicht berücksichtigt.
- Nicht relevante Emissionen: In einigen Untergruppen kommen für einzelne Substanzen EMIS-Prozesse mit sehr geringen Jahresfrachten vor. Für solche Prozesse werden keine eigenen Basisraster erstellt, ihre Emissionen sind im Kataster nicht enthalten. Betroffen sind:
  - Emissionen aus Regionalflugplätzen und Flugfeldern
  - CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verbrauch von Urea AdBlue aus dem Strassenverkehr
  - Emissionen aus Fahrzeugbränden
  - Emissionen aus Gasturbinen Haushalte
  - Emissionen aus Grastrocknungsanlagen

Ausserdem wurden nur Substanzen gemäss Kap. 2.1 in den Emissionskataster aufgenommen. CO<sub>2</sub> biogen und alle weiteren Luftschadstoffe wie PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, BaP etc. sind nicht enthalten.

Tabelle 2 zeigt am Beispiel der CO<sub>2</sub> Emissionen, wie ihre Summe im Emissionskataster sich von der Summe in der EMIS-Datenbank unterscheidet.

**Tabelle 2: Vom Territorial-Baum (EMIS) zum Emissionskataster: Bilanz am Beispiel der CO<sub>2</sub>-Emissionen fossil 2015**

Emittenten	Datenquelle	im EmKat. enthalten	CO <sub>2</sub> fossil + geogen (2015)	
			kt/a	Ant. TerBaum
Emissionen gemäss Territorialbaum ohne LULUCF	BAFU (2019a)	ja	38'243.4	100.0%
Emissionen Strassenverkehr Version (BAFU 2019a)	BAFU (2019a)	nein	-14'668.9	-38.4%
Emissionen Strassenverkehr Version (INFRAS (2019a))	INFRAS (2019a)	ja	14'736.5	38.5%
Emissionen Flugverkehr 1A3a (BAFU 2019a)	BAFU (2019a)	nein	-1'748.8	-4.6%
46% der LTO-Emissionen Landesflughafen Zürich	Flughafen ZRH (2019)	ja	226.5	0.6%
46% der LTO-Emissionen Landesflughafen Genf	Kap. 3.2.4	ja	97.2	0.3%
Emissionen Militär (1A5)	BAFU (2019a)	nein	-134.0	-0.4%
Emissionen Gasturbinen Haushalte (1A4bi), Emissionen aus Verbrauch von Adblue (2D3d), Grastrocknung (1A4ci)	BAFU (2019a)	nein	-27.4	-0.1%
Emissionen aus Diesellokomotiven in Tunnelabschnitten	Kap. 3.2.2	nein	-0.3	0.0%
<b>Summe im Emissionskataster</b>			<b>36'724.1</b>	<b>96.0%</b>

## 3. Vorgehen

### 3.1. Aufbau und Nutzung des Emissionskatasters

#### 3.1.1. Aufbau nach Emittentengruppen und Basisrastern

Die Struktur des Emissionskatasters folgt zunächst der Struktur der EMIS-Datenbank nach den üblichen Hauptgruppen (Verkehr, Haushalte etc.) und ihren Untergruppen. Allerdings weicht der Emissionskataster auf der Stufe der Untergruppen teilweise ab, weil einzelne Untergruppen aus Gründen der Lokalisierungen aufgeteilt werden müssen oder weil sich mehrere Untergruppen erst in ihrer Summe räumlich sinnvoll zuordnen lassen.

Für die Einteilung in Emittentengruppen ist ein hoher Differenzierungsgrad erwünscht, die Differenzierung stösst durch die Möglichkeiten zur räumlichen Aufschlüsselung jedoch an Grenzen. In Tabelle 3 sind die für den Emissionskataster Schweiz verwendeten Emittentengruppen aufgelistet. Im Laufe des Projekts hat sich gezeigt, dass eine realistische Verteilung der Emissionen nur mit einer grösseren Anzahl an Emittentengruppen erreicht werden kann.

Grundsätzlich gibt es zu jeder Emittentengruppe ein einziges Basisraster. Beim Strassenverkehr, bei den (industriellen) Punktquellen und einigen weiteren Untergruppen sind die räumlichen Verteilungen aber schon auf der Stufe der Substanzen unterschiedlich (z.B. verhalten sich NO<sub>x</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Autobahnen anders als auf Innerorts-Strassen), sodass es beim Strassenverkehr zu jeder Substanz ein eigenes Basisraster braucht<sup>7</sup>. Für die Emittentengruppe Feuerungen Haushalte Öl und Gas gibt es drei verschiedene Basisraster (Nr. 20-22 in Tabelle 3).

Bei den übrigen Emittentengruppen ist das räumliche Muster für alle Substanzen identisch. Die Kataster für CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> etc. unterscheiden sich nur durch die Höhe der Emissionen, nicht aber durch ihre räumliche Verteilung. Beispielsweise ist das Basisraster für Dienstleistungen, Feuerungen Öl und Gas gemäss Verteilung der Arbeitsplätze Wirtschaftssektor 3 festgelegt. Der CO<sub>2</sub>-Kataster, der CH<sub>4</sub>-Kataster etc. unterscheiden sich nur durch ihre jährliche Emission, werden aber mit demselben Basisraster räumlich zugeordnet.<sup>8</sup>

Physisch sind Basisraster als Rasterdateien (GIS-Files) vorhanden. Alle Rastersummen sind auf 1 normiert. CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- etc. Kataster entstehen durch Multiplikation eines Basisrasters mit den CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- etc. Emissionen in Tonnen pro Jahr (siehe Kap. 3.1.2).

<sup>7</sup> Im Fall von Nachführungen braucht es beim Strassenverkehr auch für jedes zusätzliche Jahr ein eigenes Basisraster.

<sup>8</sup> Bei Nachführungen des Emissionskatasters für spätere Jahre gilt: Auch die zeitliche Entwicklung unterscheidet sich lediglich durch die Katastersumme, das Basisraster und somit die räumliche Verortung bleibt identisch. Beispiel: Vermindert sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Untergruppe Dienstleistungen Feuerungen Öl/Gas von 2015 bis 2020 um 3%, geht der CO<sub>2</sub>-Kataster 2020 durch Multiplikation mit dem Faktor 0.97 aus jenem für 2015 hervor, die räumliche Verteilung bleibt unverändert.

Tabelle 3: Hauptgruppen, Emittentengruppen und Basisraster.

Nr.	Hauptgruppe	Emittentengruppe	Spezifikation	Basisraster
1	Verkehr	Strassenverkehr CO <sub>2</sub>	Fahrzeugmotoren	evstr_co2
2	Verkehr	Strassenverkehr CH <sub>4</sub>	Fahrzeugmotoren	evstr_ch4
3	Verkehr	Strassenverkehr N <sub>2</sub> O	Fahrzeugmotoren	evstr_n2o
4	Verkehr	Strassenverkehr NO <sub>x</sub>	Fahrzeugmotoren	evstr_nox
5	Verkehr	Strassenverkehr CO	Fahrzeugmotoren	evstr_co
6	Verkehr	Strassenverkehr NMVOC	Fahrzeugmotoren	evstr_nmv
7	Verkehr	Strassenverkehr SO <sub>2</sub>	Fahrzeugmotoren	evstr_so2
8	Verkehr	Strassenverkehr NH <sub>3</sub>	Fahrzeugmotoren	evstr_nh3
9	Verkehr	Zonenverkehr	Kaltstart/Verdampfung	evzon
10	Verkehr	F-Gase: Transporte mit Kühlung	Refrigeration, air cond.	evtrk
11	Verkehr	F-Gase: Klimaanlage Motorfahrzeuge	Refrigeration, air cond.	evklm
12	Verkehr	Schieneverkehr Bau-/Dienstzüge	Diesellok Bau-/Dienstzüge	evsch
13	Verkehr	Schieneverkehr Rangieren	Diesellok Rangieren	evsra
14	Verkehr	Schifffahrt Seen	Schifffahrt	evsee
15	Verkehr	Rheinschifffahrt	Rheinfläche	evsrh
16	Verkehr	Schifffahrt Fährlinien	Fährlinien	evsfa
17	Verkehr	Flugverkehr Zürich	Flughafen Zürich	evfzhr
18	Verkehr	Flugverkehr Genf	Flughafen Genf	evfgva
19	Haushalte	Feuerungen Haushalte Holz und Kohle	GWR	ehfho
20	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	AWEL-Modell	ehfoe
21	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	Geschosshöhen	ehgws
22	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	Gebäudetyp/AS	ehare
23	Haushalte	Haushalte andere Private etc	Private etc.	ehhan
24	Haushalte	Haushalte andere Brände etc	Brände etc.	ehhab
25	Haushalte	Haushalte andere Feuerwerk etc	Feuerwerk etc.	ehhaf
26	Haushalte	Maschinen Garten und Hobby	Gebäudeumschwung	ehmgh
27	Haushalte	Lösungsmittel Konsumprodukte	Konsumprodukte	ehlmk
28	Dienstleistungen	Feuerungen Dienstleistungen Holz und Kohle	Feuerungen Holz/Kohle	eiprdh
29	Dienstleistungen	Feuerungen Dienstleistungen Öl und Gas	Feuerungen Öl/Gas	eiprd
30	Dienstleistungen	Dienstleistungen Landschaftspflege	Maschinen	eipf
31	Dienstleistungen	F-Gase: Läden, Gebäude mit Klimaanlage	Refrigeration, air cond.	eilgk
32	Industrie	Punktquellen KVA	KVA	eipkv
33	Industrie	Punktquellen Zementwerke	Zementwerke	eipzm
34	Industrie	Weitere Punktquellen PRTR **)	übrige Pt.quellen PRTR	eipwp
35	Industrie	Flächenquellen Industrie	Flächenquellen	eipro
36	Industrie	Baumaschinen	Baumaschinen	eibau
37	Industrie	Industriefahrzeuge	Industriefahrzeuge	eifrz
38	Industrie	Pistenfahrzeuge	Pistenfahrzeuge	eipis
39	Industrie	Kläranlagen	Abwasserreinigung	eikla
40	Industrie	Deponien	Deponien	eidep
41	Industrie	Kompostierung	Kompostierung	eikmp
42	Industrie	Lösungsmittel Industrie	Arbeitsplatzanwendungen	eilmi
43	Industrie	Verluste Gasnetz	Verluste Gasnetz	eivgn
44	Land- und Forstwirtschaft	landwirtschaftliche Maschinen	Fzge/Motoren	ellwm
45	Land- und Forstwirtschaft	forstwirtschaftliche Maschinen	Fzge/Motoren	elfwm
46	Land- und Forstwirtschaft	Weiden	Weiden	elapp
47	Land- und Forstwirtschaft	Ställe	Ställe	elsto
48	Land- und Forstwirtschaft	landwirtschaftliche Nutzflächen	Nutzflächen	elfer
49	Land- und Forstwirtschaft	Feuerungen Landwirtschaft Holz	Gebäude	elfeu
50	Land- und Forstwirtschaft	Abfallverbrennung Land- und Forstwirtschaft	Feuer	elabf
51	Land- und Forstwirtschaft	Vergärung	Vergärung	elver
52	natürliche Emissionen	Emissionen aus Wäldern	natürliche Emissionen	enwal

Merkmale und Besonderheiten der Basisraster sind in den folgenden Kapiteln 3.2 bis 3.8 beschrieben. Hinweis: Im Bericht Meteotest (2020) sind die Spezifikationen zur Erstellung der Basisraster im Detail erläutert. In den nachfolgenden Kapiteln werden zur einfacheren Lesbarkeit einzelne Texte teils als Kopie übernommen teils zusammenfassend angepasst. Für Einzelheiten wird gelegentlich auf den Bericht Meteotest (2020) verwiesen.

Die in den nächsten Kapiteln beschriebenen Lokalisierungsvorschriften basieren auf Erfahrungen aus früheren Projekten als Grundlage für Immissionsmodellierungen (z. B. FOEN 2011, INFRAS 2020). Die bisher verwendeten Vorschriften wurden kürzlich überprüft, viele konnten übernommen werden, manche wurde verfeinert oder ergänzt (Meteotest 2020). Für das vorliegende Projekt mussten zusätzliche Vorschriften entworfen werden, weil bisher noch gar nicht zu allen Substanzen Emissionskataster vorhanden waren, z. B. zu den F-Gasen.

### 3.1.2. Nutzung des Emissionskatasters

Für die Nutzung des Emissionskatasters stehen folgende Produkte zur Verfügung:

- die Basisraster als GIS-Rasterdateien zu den Emittentengruppen gemäss Tabelle 3 und Tabelle 19
- Excel-Datei mit den Emissionen in den Tabelle 11 bis Tabelle 17.

Die Basisraster repräsentieren gemäss Kap. 2.2 die Emissionsverteilung (Gesamtsumme normiert auf 1) auf der Fläche der Schweiz, unabhängig vom Jahr. Die Namen der Basisraster sind grundsätzlich analog dem Prinzip im Anhang A.4 des Berichtes Meteotest (2020) definiert, jedoch mit geringen<sup>9</sup> Modifikationen:

e[Hauptgruppe, einstellig][Untergruppe, drei- oder vierstellig]\_sss[Schadstoff]jj[Jahr]

Hauptgruppen: v, h, i, l, n

Untergruppen: str: Strassenverkehr zon: Zonenverkehr etc.

Schadstoffe: co2, ch4, n2o, nox, co, nmv, so2, nh3

Jahr: 15 (bei Nachführungen können an dieser Stelle künftige Jahre eingesetzt werden)

Bsp. für drei Basisraster:

evstr\_n2o15: Emissionen, Verkehr, Strassenverkehr, N<sub>2</sub>O, 2015

eibau: Emissionen, Industrie, Baumaschinen

eilgk: F-Gas-Emissionen (Dienstleistungen)

<sup>9</sup> Schadstoffe: zwei- bis dreistellig

Schadstoffe und Jahresangaben kommen nur beim Strassenverkehr vor (kursiv)

Die Summen pro Raster betragen 1 (ausser beim Strassenverkehr)

Ein Kataster zu einer gewünschten Emittentengruppe wird wie folgt erstellt:

1. Nutzer oder Nutzerinnen wählen das zu einer Emittentengruppe gehörenden Basisraster und öffnen es in einem geografischen Informationssystem (GIS).
2. Aus der Excel-Datei (siehe Tabelle 11 und Tabelle 13) selektieren sie die zur Emittentengruppe zugehörigen Emissionstotalen für CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> etc. in t/a zum Jahr 2015.
3. Sie multiplizieren das Basisraster mit den Emissionstotalen CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> etc. und erhalten die CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- etc. Kataster als Rasterdaten in ihrem GIS.

Dieses Verfahren lässt sich in gleicher Weise auch für künftige Nachführungen zu späteren Jahren anwenden<sup>10</sup>.

## 3.2. Verkehr

### 3.2.1. Strassenverkehr

#### a) Emissionen auf dem Linknetz

Für die Aktivitätsdaten des Strassenverkehrs wurde das Mobilitätsmodell (Verkehrsmodell) der Firma Senozon verwendet (Senozon 2018). Dieses Modell wird bereits seit mehreren Jahren von der Abteilung Lärm und NIS des BAFU für die GIS-Lärmdatenbank<sup>11</sup> verwendet. MATSim ist ein Multi-Agent Transport Simulationsmodell mit vollständigem Strassennetz (OpenStreet-Map<sup>12</sup>). Die Verkehrsfrequenzen 2015 sind an die Verkehrszählungen angepasst mit Fahrzeugkategorien gemäss SWISS10. Weitere Informationen stehen aus der Dokumentation zur Strassendaten-Aufbereitung zur Verfügung (BAFU 2018). Die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte nach Fahrzeugkategorien, Treibstoffen und Emissionsklassen stammen aus der Pilotstudie zum Treibstoffverbrauch und den Treibhausgasemissionen im Verkehr 1990-2050 (INFRAS 2017).

Die Modellierung der Emissionen erfolgte mit der Version des Handbuchs Emissionsfaktoren HBEFA 4.1 (INFRAS 2019). Diese Version berücksichtigt die Korrekturen, die aufgrund des Diesel-Skandals ausgeführt werden mussten und enthält darüber hinaus eine ganze Reihe wichtiger Aktualisierungen zum Fahrverhalten, zu den Fahrleistungen und zur Flottenzusammensetzung.

Die Zuordnung von Emissionsfaktoren zu einem Strassenabschnitt erfolgt aufgrund von «Verkehrssituationen», die die Strassenkategorie, die Fahrgeschwindigkeit und zahlreiche weitere, lokale Attribute berücksichtigen. Das Emissionsverhalten ist für alle emittierten

<sup>10</sup> Ausnahme Strassenverkehr: Für spätere Jahre ändern sich nicht nur das Emissionstotal, sondern auch die räumliche Verteilung.

<sup>11</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/laerm/zustand/gis-laermdatenbank-sonbase.html> [23.10.2020], <https://senozon.com/bafu/> [23.10.2020]

<sup>12</sup> <https://www.openstreetmap.ch/> [23.10.2020]

Substanzen unterschiedlich; das Verhältnis von beispielsweise CO<sub>2</sub> zu NO<sub>x</sub> kann in allen Verkehrssituationen unterschiedlich sein. Das bedeutet, dass für jede Substanz ein eigenes Basisraster erstellt werden muss, d. h. es gibt für die acht Substanzen CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> je ein eigenes Raster für 2015. (Weil sich auch die Verkehrszahlen auf den Strassen je nach Fahrzeugkategorien und Emissionsklassen unterschiedlich entwickeln, ändern sich die räumlichen Verteilungen im Laufe der Zeit. Das bedeutet, dass auch für künftige Nachführungen jede einzelne Substanz das Basisraster für jedes Bezugsjahr ändert.)

Emissionen in Strassentunnels: Gemäss Meteotest (2020) sind im Verkehrsmodell einige Tausend Strecken als Tunnels definiert. Für Immissionsmodellierungen ist es wichtig, dass diese Emissionen separat (im Portalbereich) von den oberirdischen Emissionen ausgewiesen werden. In den Basisrastern sind sie auf den Strecken gemäss Verkehrsmodell eingetragen (in Realität treten sie an Tunnelportalen und Abluftkaminen aus). Mit diesem Vorgehen ist gewährleistet, dass kantonale Bilanzen korrekt sind. Als Anhang zum Emissionskataster stehen ausserdem auch Raster zur Verfügung, auf denen ausschliesslich Strassentunnelemissionen implementiert sind. Die Nutzung dieser Information gestattet Modellanwendungen, bei denen die Separierung von Tunnelemissionen und Emissionen auf offenen Strassenabschnitten relevant ist.

Verdampfungsemissionen während der Fahrt, running losses, werden auf dem Linknetz lokalisiert (siehe Tabelle 4).

#### **b) Kaltstartemissionen und Verdampfungsemissionen aus stehenden Motorfahrzeugen**

Die Emissionsberechnungen umfassen nicht nur die motorischen Emissionen im warmen Betriebszustand, sondern auch jene des Kaltstarts sowie die Verdampfungsemissionen. Zu den letzteren gehören die Tankatmung, Kaltstart, Verdampfung nach Motorabstellen. Alle diese Emissionsarten werden einem eigenen Basisraster mit der Bezeichnung «Zonenverkehr» zugeteilt, weil sie aus stehenden Fahrzeugen (Abstellplätze) emittiert werden. Die Aufteilung nach den Emissionsarten und die Zuordnung zu Basisrastern ist in Tabelle 4 am Beispiel des NMVOC aufgeführt.

Tabelle 4: NMVOC-Emissionen Strassenverkehr nach Emissionsarten und Zuordnung zu Basisrastern.

Emissionsart	Typ	Basisraster	2015 t/a
warm	Link	evstr_nmV	2'272
running losses	Link	evstr_nmV	113
<i>Summe</i>	<i>Link</i>	<i>evstr_nmV</i>	<i>2'385</i>
Start	Zonen	evzon	5'167
Abstellen	Zonen	evzon	273
Tankatmung	Zonen	evzon	1'702
<i>Summe</i>	<i>Zonen</i>	<i>evzon</i>	<i>7'142</i>
<b>Total</b>	<b>Link+Zonen</b>		<b>9'526</b>

Datenquelle: INFRAS (2019a)

Die Emissionsergebnisse (INFRAS 2019a) konnten aus Termingründen erst Ende 2019 ins EMIS implementiert werden. Der Auszug aus dem EMIS (BAFU 2019a), der die Basis für die Emissionskataster darstellt, enthält noch Strassenverkehrsemissionen einer früheren Version. Für die Berechnung der Kataster wurden diese Daten ersetzt durch die aktualisierten aus INFRAS (2019a). Dieser Hinweis ist vor allem dann wichtig, wenn Emissionsdaten im vorliegenden Bericht mit den publizierten EMIS-Daten verglichen werden (BAFU 2019, 2019a.)

### 3.2.2. Schienenverkehr

Die Emissionen aus Diesel-Lokomotiven setzen sich aus zwei Anteilen zusammen und werden entsprechend in zwei verschiedenen Basisrastern implementiert:

- Emissionen aus Rangieraktivitäten mit Diesellokomotiven: Der Dieserverbrauch pro Rangierbahnhof wurde von der SBB zur Verfügung gestellt (SBB 2019). Mit Hilfe von Emissionsfaktoren aus der Non-road Datenbank (BAFU 2015) konnten damit die Emissionen berechnet und auf dem Gleisareal verortet werden. Es wurden nur die grössten Rangierbahnhöfe berücksichtigt: Dietikon RBL, Chiasso, Genève la Praille, Bellinzona, Brig, Brugg AG, Biel, Goldau, Olten, Lausanne Triage (Lonay), Bülach, Luzern. Die Emissionen der kleineren Rangierbahnhöfe wurden wie Bau- und Dienstaktivitäten lokalisiert (s. nächster Absatz).
- Emissionen aus Bau- und Dienstaktivitäten, die mit Diesellokomotiven ausgeführt werden: Der Dieserverbrauch des Schienenverkehrs steht in der EMIS-Datenbank zur Verfügung. Der Verbrauch aus den Rangieraktivitäten wurde davon subtrahiert und der Rest mit mittleren Emissionsfaktoren in Emissionen umgerechnet. Diese wurden homogen auf das Bahnnetz (ohne Tunnels) verteilt. Dazu steht ein digitales Schienennetz zur Verfügung (BAV 2019). Zwecks Vollständigkeit sei erwähnt, dass ein geringer Anteil der Emissionen auch in Tunnels entsteht. Diese Emissionen sind in den Basisrastern jedoch auf Gebiete ausserhalb der Tunnels verteilt.

- Zu beachten: Der neue Gotthard-Basistunnel wurde 2016 eröffnet. Im Emissionskataster 2015 findet deshalb der gesamte Schienenverkehr noch auf der früheren Strecke statt mit dem Tunnel zwischen Göschenen und Airolo.

### 3.2.3. Schiffsverkehr

Die Emissionen aus dem Schiffsverkehr setzen sich aus drei Anteilen zusammen. Für jeden Anteil gibt es ein eigenes Basisraster, weil sich im Hinblick auf künftige Nachführungen die Emissionen im Lauf der Zeit unterschiedlich entwickeln (die Basisraster selbst bleiben über die Jahre unverändert):

- Fahrgastschiffe, Lastschiffe, Motorboote und Segelboote mit Motor: Die Emissionen stammen aus der EMIS-Datenbank. Sie werden homogen auf relevante Seeflächen auf Schweizer Gebiet mit gewerblicher Schifffahrt<sup>13</sup>, gewichtet nach Schiffskilometern (AWEL 2019), verteilt: Bielersee, Bodensee, Genfersee, Greifensee, Hallwilersee, Luganersee, Langensee, Neuenburger- und Murtensee, Thuner- und Brienersee, Vierwaldstättersee, Walensee, Zugersee, Zürichsee.
- Fährbetriebe Horgen – Meilen (Zürichsee), Romanshorn – Friedrichshafen (Bodensee), Beckenried – Gersau (Vierwaldstättersee): Deren Emissionen werden auf Linien zwischen Start- und Endpunkt in einem Gebiet von ca. 400 m Breite, ebenfalls gewichtet mit den Schiffskilometern, verteilt.
- Güterschiffe auf dem Rhein zwischen der Grenze CH/F/D in Basel und Birsfelden: Die Emissionen liegen aus einer Studie des Lufthygieneamts beider Basel (LHA) vor (INFRAS 2012). Die räumliche Verteilung erfolgte nach LHA (2019).

### 3.2.4. Flugverkehr

#### a) Landesflughäfen

Die LTO-Emissionen aus sämtlichen (national und international) Flugbewegungen der Landesflughäfen Zürich und Genf tragen zu 94% der gesamten LTO-Emissionen in der Schweiz bei. Der internationale Flughafen Euroairport Basel-Mulhouse-Freiburg wird nicht berücksichtigt, weil er sich vollständig auf französischem Boden befindet.

Für Zürich wurden Emissionsdaten 2015 für CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO der Flughafen Zürich AG zur Verfügung gestellt, und zwar mit der räumlichen Auflösung von 1 km<sup>2</sup> (Flughafen ZRH 2019). Im Kataster sind die Emissionen des Flughafenbetriebs (z. B. Abfertigung, Heizanlagen) und des Flugbetriebs (Triebwerksemissionen) implementiert. Bei den Emissionen des

<sup>13</sup> <https://www.schweizer-schifffahrt.ch/de/gesellschaften> [01.02.2021]

Flugbetriebs handelt es sich um ca. 46 % der LTO-Emissionen, welche mehr oder weniger innerhalb des Flughafenareals emittiert werden.<sup>14</sup>

Für Genf konnte ein NO<sub>x</sub>-Kataster 2015 von der Firma SEDE SA sowie Angaben zur Entwicklung bis 2030 vom Office cantonal de l'environnement (SEDE 2019, DT SABRA 2019) übernommen werden. Diese Angaben sind im Basisraster implementiert. Für CO<sub>2</sub>, NMVOC, CO im Jahr 2015 wird mangels Angaben für Genf das Verhältnis NO<sub>x</sub> (GE) / NO<sub>x</sub> (ZH) auf diese Substanzen angewendet.

Für die weiteren Substanzen CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, zu denen weder für Zürich noch für Genf Angaben vorhanden sind, werden Daten aus der EMIS-Datenbank verwendet. Dort sind die gesamten LTO-Emissionen für Zürich und Genf angegeben. Davon werden 46 % im Kataster implementiert. Sie werden auf Zürich und Genf im Verhältnis 1 : 0.43 aufgeteilt, wie es aus dem NO<sub>x</sub>-Verhältnis der beiden Flughäfen 2015 vorgegeben ist.

#### **b) Regionalflugplätze und Flugfelder**

Die LTO-Emissionen der 11 Regionalflugplätze und 44 Flugfelder stehen zwar in der Datenbank des BAZL (2019) zur Verfügung. Weil die Summe ihrer Emissionen nur gerade 6% der Flugverkehrsemissionen beträgt, werden sie im Emissionskataster nicht berücksichtigt.

#### **3.2.5. F-Gase in der Hauptgruppe Verkehr**

Verluste von F-Gasen aus Klima- und Kühlanlagen von Motorfahrzeugen werden nicht mit dem Verkehrsmodell berechnet. Sie sind entsprechend ihrer Entstehung in zwei verschiedene Basisraster aufgeteilt.

- Emissionen von F-Gasen aus Kühlanlagen von Liefer- und Lastwagen
- Emissionen von F-Gasen aus Klimaanlage von stehenden Motorfahrzeugen

Die Einzelheiten zur Lokalisierung sind im Kap. 3.7 beschrieben.

### **3.3. Haushalte**

#### **3.3.1. Feuerungen Holz**

Die Emissionen sind für Holzfeuerungen der Haushalte proportional zur Anzahl Gebäude mit Energieträger Holz lokalisiert mit einem Cap bei 3 Gebäude/ha. Für eine ausführliche Beschreibung siehe Kapitel 6.1 im Bericht Meteotest (2020).

---

<sup>14</sup> Der LTO reicht bis 900 m über Grund. Nach Angaben vom Flughafen Zürich (2019a) befinden sich die Flugzeuge in ca. 300m Höhe, wenn sie das Flughafengelände verlassen. Daher werden die Emissionen im Emissionskataster räumlich auf das Flughafengelände beschränkt, wo der Emissionsanteil ca. 46 % der LTO-Emissionen ausmacht.

### 3.3.2. Feuerungen Haushalte Öl und Gas

Die Emissionen wurden auf verschiedene Arten in drei Basisrastern lokalisiert. Details siehe Kap. 6.1 im Bericht Meteotest (2020):

- Geschosshöhen von Gebäuden: Verteilung über unterschiedliche Geschosshöhen gemäss Gebäude- und Wohnungsstatistik (GWS) des BFS. Gebäude mit einem oder zwei Geschossen werden höher gewichtet als die restlichen Gebäude.
- Gebäudetyp aus Arealstatistik: Hektaren mit Ein- und Zweifamilienhäusern, Reihen- und Terrassenhäuser sowie Mehrfamilienhäuser werden unterschiedlich gewichtet.
- AWEL-Kataster zum Wärmeverbrauch und zu den Emissionen (AWEL 2019). Es werden die gesamtschweizerischen Emissionen aus Haushalt- und DL-Feuerungsanlagen mit Einwohner, Wohnungserhebungen, DL-Arbeitsplätze, kommunale Anteile der Energieträger, Höhe über Meer, Klimazone modelliert.

Die Summe der Emissionen für Feuerungen Haushalte Öl und Gas wird für alle Substanzen zu je einem Drittel auf die drei Basiskataster verteilt. Einzelheiten und Gewichtungsfaktoren siehe Meteotest (2020).

### 3.3.3. Maschinen Garten und Hobby

Die Emissionen werden mithilfe der Arealstatistik über Hektaren mit Umschwung von Gebäuden verteilt (siehe Tabelle 18).

### 3.3.4. Haushalte andere

In der EMIS-Datenbank gibt es zusätzlich zu den Emissionen aus Feuerungsanlagen und Garten-/Hobby-Geräten noch weitere Emissionen aus Haushalten. Die räumlichen Muster sind ausgesprochen heterogen, lassen sich aber näherungsweise in drei Basisrastern mit eigenen Lokalisierungsvorschriften aufteilen:

- «Private etc.»: Dazu gehören illegale Abfallverbrennung, Holzkohle-Verbrauch, Lagerfeuer, Tiere ausserhalb der Landwirtschaft, Verbrennung natürlicher Abfälle durch Private. Die Emissionen werden homogen auf Einwohnergebiete verteilt, wobei nur Hektaren mit weniger als 50 Einwohner berücksichtigt werden. Um die Umgebung der Wohngebiete einzubeziehen, werden alle betroffenen Hektaren in einem Quadrat von 500 m erweitert.
- «Brände etc.» Brand- und Feuerschäden Immobilien. Brände können nur ex-post räumlich rekonstruiert werden, und eine räumliche Prognose ist nicht möglich. Die Verteilung der Emissionen erfolgt deshalb homogen über die Arealstatistik auf Industrie- und Gewerbeareal, Wohnareal sowie auf landwirtschaftliches Gebäudeareal.

- «Feuerwerk etc.» Feuerwerke und Tabakwaren Konsum: Die Emissionen werden proportional zur Zahl der Einwohner je Hektare verteilt, wobei pro Hektare maximal 50 Einwohner berücksichtigt werden.

Diese Zuordnungen sind naturgemäss als Näherungen zu interpretieren. Sie treten in den Katastern nicht fokussiert dort auf, wo sie in Realität emittiert werden, sondern homogen und verdünnt überall dort, wo sie auch noch hätten auftreten können. Die räumliche Verteilung muss deshalb mit einer grossen Unsicherheit interpretiert werden. In der Aufteilung nach Kantonen dürfte sie aber der Realität nahe kommen.

### 3.3.5. Lösungsmittel Konsumprodukte

In der EMIS-Datenbank sind Lösungsmittel Teil der NMVOC-Emissionen und kommen in vielen EMIS-Untergruppen und auch in mehreren Hauptgruppen vor. Jene Lösungsmittel, die der VOC-Lenkungsabgabe unterstellt sind, werden in der EMIS-Datenbank als eigener Luftschadstoff mit der Bezeichnung «NMVOC (LUVOC)» geführt<sup>15</sup>. Im Emissionskataster werden diese Emissionen auf zwei unterschiedliche Basisraster aufgeteilt, nämlich in «Lösungsmittel Konsumprodukte» (ca. 1/3 der LUVOC-Emissionen) und in «Lösungsmittel Industrie» (ca. 2/3 der LUVOC-Emissionen). Sie laufen unter den NMVOC-Katastern, das heisst, LUVOC wird nicht als zusätzliche Substanz im Emissionskataster geführt. In diesem Kapitel wird die Lokalisierung für das Basisraster «Lösungsmittel Konsumprodukte» beschrieben, im Kap. 3.5.7 für das Basisraster «Lösungsmittel in der Industrie». Im Basisraster «Lösungsmittel Konsumprodukte» werden Emissionen aus den folgenden EMIS-Prozessen zusammengefasst:

- Pharma-Produkte, Reinigungs- und Lösungsmittel in Haushalten, Spraydosen (EMIS-Prozesse mit dem NFR Code 2D3a und 2G3b)
- Farben-Anwendung und Reinigung in Haushalten (EMIS-Prozesse mit dem NFR Code 2D3d).

Die Lokalisierung der Emissionen erfolgt proportional zu den Einwohnern im Hektarraster (ohne maximale Begrenzung der Anzahl Einwohner pro ha).

## 3.4. Dienstleistungen

### 3.4.1. Feuerungen Dienstleistungen

Emissionen aus Feuerungen von Dienstleistungsgebäuden sind in der EMIS-Datenbank in der Hauptgruppe Industrie und Gewerbe aufgeführt (Metetotest 2020). Für den Emissionskataster werden die Emissionen aus Dienstleistungen aber separat verarbeitet<sup>16</sup>. Die Lokalisierung

<sup>15</sup> LUVOC: L Lenkungsabgabe, U unterstellt; VOC volatile organic compounds (siehe Glossar)

<sup>16</sup> Es handelt sich um die Emissionen, die in der EMIS-Datenbank unter dem NFR Code 1A4a implementiert sind.

dieser Emissionen erfolgt proportional zur Verteilung der Beschäftigten im Wirtschaftssektor 3. Das Basisraster wird zweimal verwendet: Einmal für Feuerungen, die mit Holz, Altholz, Steinkohle betrieben werden und ein zweites Mal für die Feuerungen mit Erdgas, Biogas, Heizöl EL. In der EMIS-Datenbank sind keine Informationen enthalten, um die beiden Anteile räumlich auftrennen zu können, weshalb die Verteilung in beiden Katastern dieselbe ist (die Summen sind entsprechend den Anteilen verschieden).

### 3.4.2. Landschaftspflege

Unter Landschaftspflege werden die Emissionen aus non-road Fahrzeugen, Geräten und Arbeitsmaschinen aufgeführt, soweit sie in der EMIS Datenbank unter dem NFR Code 1A4a ii enthalten sind. Dazu gehören zum Beispiel Rasenmäher von Sportanlagen, Häcksler, Reinigungsgeräte u. ä. m.

Die Emissionen werden gemäss Arealstatistik «Umschwung von Gebäuden» lokalisiert

### 3.4.3. F-Gase in der Hauptgruppe Dienstleistungen

F-Gas-Emissionen aus den Klimaanlage von Verkaufsläden, Gebäuden und gekühlten Hallen werden der Hauptgruppe Dienstleistungen zugeteilt und einem eigenen Basisraster lokalisiert. Siehe dazu die Einzelheiten im Kap. 3.7.

## 3.5. Industrie und Gewerbe

### 3.5.1. Aufteilung der EMIS-Untergruppen nach Basisrastern für die Industrie

Die Hauptgruppe Industrie und Gewerbe ist besonders heterogen, weil es sehr viele Produktionsverfahren mit unterschiedlichen Emissionen gibt. Ausserdem umfasst sie nicht nur stationäre Emittenten (z. B. Feuerungen, Abfallanlagen), sondern auch die mobilen Baumaschinen, Industrie- und Pistenfahrzeuge, die alle unterschiedlich lokalisiert werden müssen (siehe Abbildung 1). Für den Emissionskataster wird deshalb eine Aufteilung vorgenommen: Anlagen mit besonders hohen Emissionsfrachten werden als Punktquellen erfasst und mit Hilfe ihrer Standortkoordinaten lokalisiert. Die übrigen stationären Anlagen werden zu Flächenquellen zusammengeschlossen und mit geeigneten Indikatoren im Raum lokalisiert. Für die mobilen Quellen gibt es eigene Lokalisierungen. Vorgehen (siehe dazu Abbildung 1):

- Zuerst werden Anlagen bezeichnet, die als Punktquellen in den Emissionskataster aufgenommen werden. Die Auswahl wird eingeschränkt durch die Relevanz (Emissionsfracht) und den Datenschutz. Der Datenschutz ist besonders restriktiv, denn es dürfen nur jene Anlagen als Punktquellen im Kataster erscheinen, deren Emissionen öffentlich sind. Das ist zumindest

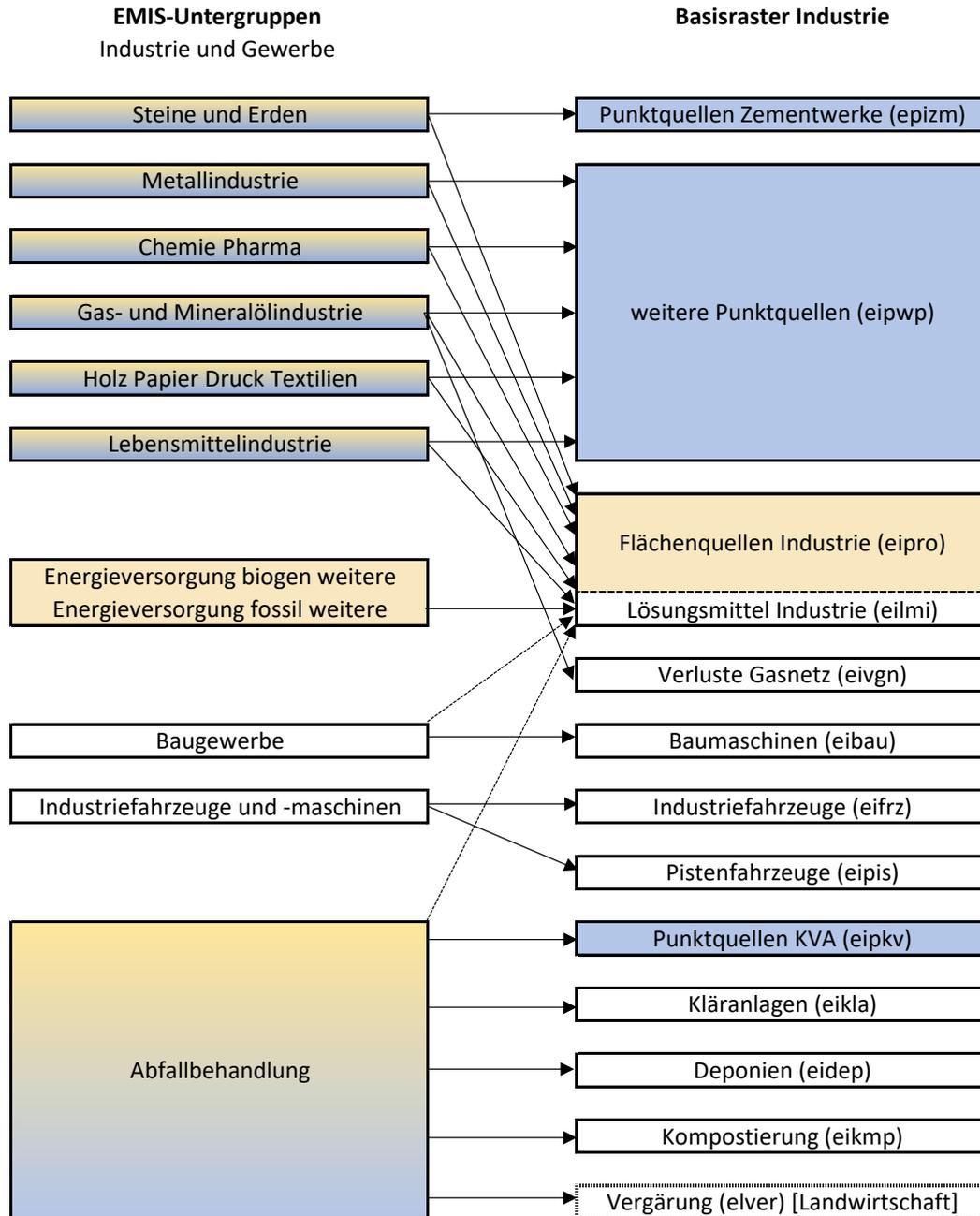
bei Anlagen der Fall, die im (öffentlichen) Schadstoffregister SwissPRTR<sup>17</sup> aufgeführt sind. Von diesen werden jene mit den höchsten Emissionen als Punktquellen in die Kataster aufgenommen. Als Kriterium für die Aufnahme in den Kataster ist gesetzt, dass mindestens 90% der Emissionen im SwissPRTR auf Punktquellen verteilt werden. Die ausgewählten Anlagen stammen aus verschiedenen EMIS-Untergruppen und werden in mehrere Basisraster (KVA, Zementwerke, weitere Punktquellen) verteilt.

- Im nächsten Schritt werden die verbleibenden Emissionen aus Feuerungsanlagen von stationären in den EMIS-Untergruppen berechnet und zusammen mit weiteren EMIS-Untergruppen dem Basisraster Flächenquellen Industrie zugewiesen.
- Für die übrigen EMIS-Untergruppen Baugewerbe, Industriefahrzeuge und -maschinen, Abfallbehandlung werden weitere Basisraster definiert mit spezifischen Lokalisierungsvorschriften (siehe Nr. 35-43 in Tabelle 3).

---

<sup>17</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/zustand/schadstoffregister-swissprtr.html> [01.02.2021]

Abbildung 1: Beziehungen zwischen EMIS Untergruppen und Basisraster Industrie und Gewerbe.



Emissionsbeiträge der zwei-farbigen EMIS-Untergruppen finden sich sowohl in Basisrastern für Punktquellen (blau) als auch im Basisraster Flächenquellen (gelb).

In Klammern sind die Namen der Basisraster bezeichnet.

In allen EMIS-Untergruppen (Ausnahme Industriefahrzeuge und -maschinen) gibt es auch Emissionen von Lösungsmitteln. Sie werden in ein eigenes Basisraster mit flächiger Verteilung eingeteilt «Lösungsmittel Industrie», wobei die Lokalisierung ähnlich aber nicht gleich ist wie beim Basisraster «Flächenquellen Industrie». Punktierter Pfeile weisen auf «Lösungsmittel Industrie» ohne Beiträge in das Basisraster «Flächenquellen Industrie»

Quelle: EMIS-Untergruppen siehe BAFU (2019a)

### 3.5.2. Punktquellen

Punktquellen wurden in einer Umfrage im Jahr 2019 unter den kantonalen Luftreinhalte-Fachstellen inklusive F. Liechtenstein zwar abgefragt (Metetest 2020), aber die Unterschiede im Umfang und in der Qualität der Rückmeldungen sind zu gross, um daraus konsistente Raster für die ganze Schweiz aufzubauen. Wie erwähnt, müssen auch Datenschutzvorschriften beachtet werden. Unter diesen Bedingungen wurde folgendes Vorgehen gewählt:

#### **Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)**

Nur die 20 grössten KVA sind im PRTR Register vorhanden (PRTR 2020), aber die Standorte aller 30 KVA in der Schweiz sind bekannt. Weiter bekannt sind die Verbrennungskapazitäten aller KVA und die Summe ihrer Emissionen (EMIS-Datenbank); die Emissionen der 10 KVA, die nicht im PRTR enthalten sind, sind in der EMIS-Datenbank nicht einzeln verfügbar. Vorgehen:

- Es wird ein Basisraster «Punktquellen KVA» geschaffen mit allen 30 KVA Standorten gemäss ihren Landeskoordinaten.
- Die Emissionen aller Substanzen aus der EMIS-Datenbank werden mithilfe des Verteilschlüssels «Verbrennungskapazität 2017» auf alle 30 Anlagen verteilt (siehe Tabelle 5).
- Zu beachten:
  - Sonderabfallverbrennung: Die Emissionen sind im Basisraster «Punktquellen KVA» nicht enthalten. Sie werden im Basisraster «Industrie Flächenquellen» lokalisiert.
  - In der EMIS-Datenbank gibt es in der NFR-Codierung die Position 5 C 1 b iii «Verbrennung von Spitalabfällen». Die Emissionen sind aber nicht in diesem EMIS-Prozess ausgewiesen, weil die Spitalabfälle in den KVA verbrannt werden und deshalb in den KVA-Emissionen berücksichtigt sind.
  - Die Emissionen aus der Verbrennung von Klärschlamm werden den ARA zugewiesen, siehe Kap. 3.5.6.

Vorteil des Vorgehens ist, dass die Summe im Basisraster für alle Substanzen identisch mit den Emissionen im EMIS ist. Das Vorgehen setzt voraus, dass die Feuerungstechnik in den KVA relativ homogen ist, sodass die Verhältnisse der Emissionen zwischen den verschiedenen Substanzen in allen KVA ähnlich sind; diese Voraussetzung gilt bereits für die Berechnung der Emissionen im EMIS.

Für künftige Nachführungen sei erwähnt, dass die Auslastungen der KVA in Zukunft regional sich nicht wesentlich unterscheiden werden. Da sich das Abfallverhalten der Bevölkerung regional nicht in relevanter Weise unterscheidet, wird auch die Auslastung der KVA sich nicht bedeutend verändern. Das gewählte Verfahren eignet sich deshalb auch für Nachführungen.

**Tabelle 5: KVA in der Schweiz. Die blau markierten KVA emittieren unterhalb der Schwellenwerte und sind deshalb nicht im PRTR enthalten, ihre Emissionen sind deshalb nicht öffentlich.**

Nr.	Standortkanton	Name	Verbrennungskapazität (kt/a)	Anteile
1	AG	Buchs (AG)	145	3.6%
2	AG	Oftringen	66	1.6%
3	AG	Turgi	125	3.1%
4	BE	Bern	138	3.4%
5	BE	Biel	46	1.1%
6	BE	Thun	138	3.4%
7	BS	Basel	205	5.1%
8	FR	Fribourg	93	2.3%
9	GE	Les Cheneviers	250	6.2%
10	GL	Niederurnen	115	2.9%
11	GR	Trimmis	95	2.4%
12	LU	Perlen	228	5.6%
13	NE	Colombier	67	1.7%
14	NE	La Chaux-de-Fonds	50	1.2%
15	SG	Bazenheid	129	3.2%
16	SG	Buchs (SG)	179	4.4%
17	SG	St. Gallen	70	1.7%
18	SO	Zuchwil	221	5.5%
19	TG	Weinfelden	140	3.5%
20	TI	Giubiasco	178	4.4%
21	VD	Tridel	170	4.2%
22	VS	Gamsen	41	1.0%
23	VS	Sion	65	1.6%
24	VS	Monthey	188	4.7%
25	ZH	Dietikon	118	2.9%
26	ZH	Hinwil	195	4.8%
27	ZH	Horgen	32	0.8%
28	ZH	Hagenholz	242	6.0%
29	ZH	Josefstrasse	126	3.1%
30	ZH	Winterthur	180	4.5%
Alle KVA im PRTR			3'352	83.0%
KVA nicht im PRTR			685	17.0%
Alle KVA			4'037	100.0%

Datenquelle Verbrennungskapazitäten: <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaef?tAffairId=20183312> [01.01.2021]

## Zementwerke

Die sechs Zementwerke in der Schweiz sind alle im SwissPRTR vorhanden, ihre Emissionen sind dort allerdings nur teilweise eingetragen. Die Summe ihrer Emissionen ist aber im EMIS vorhanden. Es wird deshalb ähnlich vorgegangen wie für die KVA:

- Es wird ein Basisraster «Punktquellen Zementwerke» für die sechs grossen Anlagen geschaffen.

- Die Emissionssummen aller Substanzen aus der EMIS-Datenbank werden mithilfe eines festen Verteilschlüssels auf die sechs Anlagen verteilt.
- Als Verteilschlüssel werden die CO<sub>2</sub> Emissionen (Summe fossil, geogen, biogen) gemäss Eintrag im Swiss PRTR für 2015 gewählt.
- Dieses Verfahren kann auch für künftige Nachführungen übernommen werden.

**Tabelle 6: Zementwerke, die als Punktquellen im Emissionskataster enthalten sind**

Betrieb	Ort	Kanton	CO <sub>2</sub> -Emissionen 2015 (PRTR)	
			kt/a	Anteil/Verteilschlüssel
Holcim (Schweiz) AG	Würenlingen	AG	534	21%
Vigier Cement AG	Péry	BE	521	21%
Jura Cement Fabriken	Wildeggen	AG	489	20%
Holcim (Schweiz) AG	Untervaz	GR	377	15%
Holcim (Suisse) SA	Eclépens	VD	374	15%
Juracime SA	Cornaux	NE	195	8%
			2490	100%

CO<sub>2</sub> Emissionen: Hier ist ausnahmsweise die Summe fossil, geogen, biogen angegeben, weil sie für die Bestimmung des Verteilschlüssels adäquat ist. Im Emissionskataster sind nur die fossilen und geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen angegeben.

Quelle: SwissPRTR mit Emissionen 2015 (PRTR 2020)

### Weitere Punktquellen PRTR

Weitere Punktquellen mit hohen Emissionen werden aus dem SwissPRTR in den Emissionskataster aufgenommen, und zwar so viele, dass mindestens 90% der im SwissPRTR eingetragenen Emissionen als Punktquellen lokalisiert sind (Tabelle 7). Im Unterschied zu KVA und Zementwerken handelt es sich um Anlagen aus allen verschiedenen EMIS-Untergruppen Industrie mit sehr unterschiedlichen Produktionsprozessen. Die Emissionsverhältnisse zwischen den Substanzen können je nach Anlagentyp sehr verschieden sein. Im Hinblick auf künftige Nachführungen des Emissionskatasters ist es deshalb nicht angemessen, sie alle in einem einzigen Basisraster zusammenzufügen, sondern sie werden in einem Punkt-feature-class file implementiert. Für jedes spätere Jahr kann dann ein eigenes Punkt-feature-class file erstellt werden.

Tabelle 7: Anlagen, die als «weitere Punktquellen PRTR» im Emissionskataster integriert sind.

Nr. Betrieb	Ort	Kt.	Emissionen 2015 in t/a gemäss SwissPRTR							EMIS-Untergr.	
			CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NM VOC	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	
1 LONZA AG	Visp	VS	331'000	k.A.	1769	170	k.A.	147	k.A.	k.A.	Chemie Pharma
2 Cimo SA	Monthey	VS	151'725	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Chemie Pharma
3 IMERYS	Bodio	TI	19'100	k.A.	k.A.	19	k.A.	86	513	k.A.	Chemie Pharma
4 Givaudan Suisse SA site de Vernier	Vernier	GE	12'902	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Chemie Pharma
5 SICPA SA	Chavornay	VD	2'685	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	86	k.A.	k.A.	Chemie Pharma
6 Syngenta Crop Protection Monthey SA	Monthey	VS	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	101	k.A.	k.A.	Chemie Pharma
7 Varo Refining Cressier SA	Cressier	NE	325'295	k.A.	k.A.	304	k.A.	258	220	k.A.	Gas- und Mineraloelindustrie
8 Transitgas AG	Ruswil	LU	47'590	61	k.A.	60	6.1	k.A.	0.22	k.A.	Gas- und Mineraloelindustrie
9 Services industriels de Genève - Activité DIE	Le Lignon	GE	k.A.	111	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Gas- und Mineraloelindustrie
10 Axpo Tegra AG	Domat/ Ems	GR	82'851	k.A.	k.A.	38	12	1.2	2.6	6	Holz Papier Druck Textilien
11 SWISS KRONO AG	Menznau	LU	k.A.	k.A.	k.A.	489	336	431	k.A.	k.A.	Holz Papier Druck Textilien
12 Papierfabrik Utzenstorf AG	Utzenstorf	BE	41'691	k.A.	k.A.	77	53	k.A.	0.024	k.A.	Holz Papier Druck Textilien
13 DSM Nutritional Products AG - Werk Sisseln	Sisseln	AG	93'744	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Lebensmittelindustrie
14 DSM Nutritional Products AG - Werk Lalden	Visp	VS	29'724	k.A.	0.001	4.5	0.89	5.72	0.36	0.04	Lebensmittelindustrie
15 Amcor Flexibles Kreuzlingen AG	Kreuzlingen	TG	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	110	k.A.	k.A.	Lebensmittelindustrie
16 Schweizer Zucker AG	Frauenfeld	TG	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	53	Lebensmittelindustrie
17 Schweizer Zucker AG	Aarberg	BE	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	12	Lebensmittelindustrie
18 Stahl Gerlafingen AG	Gerlafingen	SO	94'627	k.A.	k.A.	106	330	k.A.	k.A.	k.A.	Metallindustrie
19 Constellium Valais SA	Steg	VS	20'957	k.A.	k.A.	66	102	28	0.18	k.A.	Metallindustrie
20 Swiss Steel Stahlwerk	Emmenbrücke	LU	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	210	k.A.	Metallindustrie
Summe		CH	1'253'892	172	1'769	1'334	840	1'254	947	71	
Mit Punktquellen erfasste Anteile (100% = SwissPRTR 2015)			99%	88%	100%	99%	100%	91%	95%	93%	

Unterste Zeile: Werden die Emissionen aus KVA (nur jene, die im SwissPRTR enthalten sind), Zementwerken und weiteren Punktquellen addiert und durch das Total der im SwissPRTR 2015 enthalten Emissionen dividiert, ergeben sich die Anteile pro Substanz. Diese sollen mindestens 90% betragen, um das Kriterium zur Auswahl von Anlagen zu erfüllen.

Quelle: SwissPRTR mit Emissionen 2015 (PRTR (2020))

Die Emissionen aus den KVA, Zementwerken und weiteren Punktquellen PRTR decken zwischen 91% und 100% der Emissionen ab, die von allen Anlagen im SwissPRTR enthalten sind. Damit wird mit der Auswahl und Anzahl berücksichtigter Punktquellen das vorgegebene Kriterium erfüllt wonach mindestens 90% der Emissionen bei allen Substanzen im Kataster als Punktquellen abgebildet werden sollen.

An Standorten mit Punktquellen können geringe Zusatzemissionen vorkommen, sofern an diesen Hektaren noch weitere Emissionen aus Emissionen aus anderen Untergruppen (z.B. via

Arbeitsplätze) verteilt werden. Der Fehler, sofern dieser überhaupt entstehen würde, ist vernachlässigbar, da innerhalb einer Hektare nebst den Punktquellenemissionen auch noch weitere Betriebe mit Emissionen vorkommen können.

### 3.5.3. Flächenquellen

Feuerungs- und Prozessemissionen aus Industrie und Gewerbe, welche nicht einer Punktquelle zugeordnet sind, werden als Flächenquellen in ein separates Basisraster implementiert. Dessen Emissionen werden als Differenz zwischen den Emissionen gemäss EMIS-Datenbank minus Emissionen aus Punktquellen bestimmt. Auf diese Weise bleiben die Summen der Emissionen in den Katastern gleich den Emissionen in der EMIS-Datenbank. Die einzige Ausnahme betrifft die N<sub>2</sub>O-Emissionen. Die Punktquelle LONZA, Visp (Nr. 1 in Tabelle 7) wurden die N<sub>2</sub>O-Emissionen 2015 gemäss neuestem Stand SwissPRTR korrigiert (erhöht). Diese Änderung musste auch auf das Total der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Industrie und Gewerbe in der EMIS-Datenbank übertragen werden, sonst hätte die Erhöhung bei der Punktquelle fälschlicherweise zu einer Reduktion bei den Flächenquellen geführt. Das bedeutet, dass die Summe der N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Flächenquellen plus Punktquellen grösser ist als in der EMIS-Datenbank (im Jahr 2015).

Die Emissionen der Flächenquellen werden proportional zur Dichte von Arbeitsplätzen Wirtschaftssektor 2 (Industrie) im Hektarraster als Flächenquellen lokalisiert mit maximal 100 Arbeitsplätze ha (in Hektaren mit mehr als 100 Arbeitsplätzen pro ha entstehen kaum zusätzliche Emissionen).

### 3.5.4. Baugewerbe

Die räumliche Zuordnung von Emissionen aus Bautätigkeiten ist nicht generell bekannt, weil Bautätigkeiten lokal und zeitlich befristet sind. Grundsätzlich sollte es möglich sein, retrospektiv Aussagen über die Bautätigkeiten zu machen, wobei die Höhe der Bauinvestitionen als Indikator in Frage kämen. Eine Abklärung beim BFS hat aber ergeben (Meteotest 2020), dass gerade bei grossen und damit emissionsseitig relevanten Baustellen, die über eine oder mehrere Gemeindegrenzen verlaufen, die Emissionen nicht zuteilbar wären. Sogar wenn ein retrospektiver Kataster erstellbar wäre, wäre er für die Prognosen wertlos.

Für die Lokalisierung wurde deshalb ein pragmatischer Ansatz benutzt, der schon in früheren Jahren für die Immissionsmodellierung angewendet wurde: 10% der Baugewerbe-Emissionen werden homogen auf Hektaren mit Strassenareal gemäss Arealstatistik und 90% homogen auf Hektaren mit Industrie- und Gewerbeareal sowie Gebäudeareal verteilt. Damit die grössten Städte keine Übergewichtung der Emissionen erlangen (dort kommen sehr viele Hektaren

unter dieser Definition vor), wird in den sechs grössten Städten<sup>18</sup> eine Gewichtung von 0.5 pro Hektare definiert, wodurch mehr Emissionen in die restlichen Siedlungsgebiete gelangen (siehe Meteotest 2020, Kap. 7.3 für weitere Einzelheiten). Mit diesem Vorgehen werden die Emissionen dort verteilt, wo potenziell die meisten Baustellen liegen. Es ist aber offensichtlich, dass die Emissionen aus Bautätigkeiten in der Vergangenheit (2015) nicht dort konzentriert in den Katastern auftreten, wo die Baustellen effektiv lagen, sondern homogen und verdünnt überall dort lokalisiert sind, wo sie hätten auftreten können. (Dasselbe gilt natürlich auch für Prognosen.) Die Unsicherheiten der Emissionen im Basisraster «Baumaschinen» sind deshalb besonders hoch.

### 3.5.5. Industriefahrzeuge und -maschinen

Diese Kategorie enthält Industrietraktoren, Hubarbeitsbühnen und Generatoren. Lokalisierung der Emissionen:

- Ein Drittel der Emissionen gemäss Anteilen von Industriefahrzeuge pro Gemeinden basierend auf der BFS Statistik «Strassenfahrzeugbestand 2015 nach Gemeinden» (BFS 2019). Innerhalb der Gemeinden erfolgt die Verteilung proportional mit Arbeitsplätzen Wirtschaftssektor 2 mit einem Cap von 50 AP pro ha resp. 10 AP in den sechs grössten Städten (Fussnote 18).
- Die übrigen zwei Drittel der Emissionen werden homogen via Arealstatistik auf Industrie- und Gewerbegebäude inklusive deren Umschwung räumlich verteilt, und zwar nur auf solche Flächen, welche nicht bereits mit Daten aus dem ersten Drittel der Emissionen belegt sind. In den sechs grössten Städten (Fussnote 18) werden die Hektaren zudem mit dem Faktor 0.5 gewichtet.<sup>19</sup>

Die EMIS-Untergruppe Industriefahrzeuge und -maschinen enthält ausserdem noch die Emissionen aus Pistenfahrzeugen. Sie sind in ihrer räumlichen Verteilung auf Skipisten im Gebirge ein Spezialfall. In digitaler Form sind Skipisten nicht vorhanden. In Annäherung an diese Gebiete werden die Emissionen homogen auf Hektaren bis 300 m um die Skilifte verteilt, die aus dem TLM-Datensatz (Swisstopo 2019) verfügbar sind.

<sup>18</sup> Zürich, Genève, Basel, Lausanne, Bern, Winterthur (<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/publikationen/uebersichtsdarstellungen/statistik-schweizer-staedte.assetdetail.8046597.html> [16.11.2020]).

<sup>19</sup> Analysen aus der Immissionsmodellierungen haben gezeigt, dass eine Verteilung nur via BFS-Daten nicht zielführend ist und zu stark auf städtische Gebiete konzentriert wäre.

### 3.5.6. Abfallbehandlung

#### a) Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA)

Die KVA sind als Punktquellen im Basisraster «Punktquellen KVA» implementiert, siehe Kap. 3.5.2.

#### b) Sonderabfallverbrennungsanlagen (SAVA)

Die Emissionen der SAVA sind im Basisraster «Industrie Flächenquellen» implementiert.

#### c) Kläranlagen

Emissionen aus Kläranlagen inklusive jene aus der Verbrennung des Klärschlammes werden homogen auf Standorte der Anlagen nach Arealstatistik verteilt. Grosse Anlagen überdecken mehr Hektaren als kleine Anlagen und erhalten damit auch mehr Emissionen, sodass die positive Korrelation zwischen Grösse und Emission einer Anlage zumindest teilweise berücksichtigt wird.

#### d) Deponien

Die Emissionen aus Deponien – wichtig sind die CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem bakteriologischen Abbau organischer Abfälle - werden homogen auf Flächen mit Deponien gemäss der Arealstatistik verteilt.

#### e) Kompostierung und Vergärung

##### Kompostierung

Für eine präzise Lokalisierung der Emissionen aus der Kompostierung fehlen die Grundlagen. Relevant sind die beiden THG CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O. Immerhin sind ungefähre Anteile der CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen bekannt (BAFU 2020):

- Industrielle Anlagen (ohne Feldrandkompostierung) ca. 70 %
- Feldrandkompostierung ca. 10 %
- Dezentrale Kompostierung von Haushalten ca. 20 %

Aufgrund dieser Anteile werden die Emissionen via Arealstatistik auf Umschwung von Industrie- und Gewerbeareal und Umschwung von Gebäudeareal lokalisiert.

##### f) Vergärung

Die Mehrheit der Vergärungsanlagen steht in der Nähe von Bauernhäusern. Deshalb erfolgt die Lokalisierung nach Arealstatistik auf Umschwung von landwirtschaftlichen Gebäuden. Das zugehörige Basisraster wird deshalb unter der Hauptgruppe Land- und Forstwirtschaft geführt.

### 3.5.7. Lösungsmittel Industrie

Wie im Kap. 3.3.5 beschrieben, sind Lösungsmittel Teil der NMVOC-Emissionen und kommen in vielen EMIS-Untergruppen und mehreren Hauptgruppen vor. Jene Lösungsmittel, die der VOC-Lenkungsabgabe unterstellt sind, werden in der EMIS-Datenbank als eigener Luftschadstoff mit der Bezeichnung «NMVOC (LUVOC)» geführt<sup>20</sup>. Im Emissionskataster werden diese Emissionen auf zwei unterschiedliche Basisraster aufgeteilt, nämlich in «Lösungsmittel Konsumprodukte» (ca. 1/3 der LUVOC-Emissionen) und in «Lösungsmittel Industrie» (ca. 2/3 der LUVOC-Emissionen). Im Basisraster «Lösungsmittel Industrie» werden Emissionen aus den folgenden EMIS-Prozessen zusammengefasst:

- Strassenbelagsarbeiten, Verpackungsdruck, Feinchemikalienproduktion, Metallreinigung, etc. (EMIS-Prozesse mit NFR Code 2D3a-i)
- Chemikalien-Produktion (EMIS-Prozesse mit NFR Code 2B10a)
- Metallindustrie (EMIS-Prozesse mit NFR Code 2C1)
- Reinigung von Industrie- und Dienstleistungsgebäuden, Klebstoffanwendungen, Kosmetikinststitute, medizinische Praxen u.ä.m. (EMIS-Prozesse mit NFR Code 2G)
- Spanplatten- und Zellulose-Produktion (EMIS-Prozesse mit NFR Code 2H1).
- Ausnahme: Die LUVOC-Emissionen Dachpappe (EMIS-Prozess NFR Code 2D3c) sind im NMVOC-Kataster Baugewerbe enthalten.

Im Basisraster «Lösungsmittel Industrie» werden die Emissionen proportional zur Anzahl Arbeitsplätze aus den Wirtschaftssektoren 2 (Industrie) und 3 (Dienstleistungen) verteilt (ohne Definition von Maximalwerten pro ha).

### 3.5.8. Verluste Gasnetz

Die Verluste aus dem Gasnetz sind Methanemissionen. Eine Lokalisierung entlang des Gasnetzes wäre optimal. Allerdings gibt es keine digital verfügbare Karte mit dem gesamten Gasnetz der Schweiz. Für eine Lokalisierung wird deshalb vom (bekanntem) Gasverkauf an die Kantone ausgegangen. Die Anteile nach Kantonen legen einen Verteilschlüssel fest. Dieser wird als Indikator für die Verluste verwendet. Unter der Annahme, dass der grösste Teil der Verluste bei den Gasanschlüssen der Verbraucher geschieht, wird eine Verteilung auf dem Siedlungsgebiet nahegelegt. Es werden alle Industrie- und Gewerbeareale, Gebäudeareale und Verkehrsflächen gemäss Arealstatistik berücksichtigt. Dabei muss der Fehler in Kauf genommen werden, dass auch Siedlungsgebiete ohne Gasanschluss einen Teil der Verluste zugewiesen erhalten, während in den erschlossenen Gebieten die Verluste entsprechend zu gering ausfallen. 70% der Gemeinden in der Schweiz sind am Gasnetz angeschlossen, Bieniasch (2020).

---

<sup>20</sup> LUVOC: Der Lenkungsabgabe unterstellte VOC (L Lenkungsabgabe, U unterstellt)

Tabelle 8: Verkaufszahlen Erdgas 2015 nach Kantonen

Kanton	2015 *) GWh	Anteil
Aargau	2615	7.52%
Appenzell AR	203	0.58%
Appenzell IR	20	0.06%
Basel-Landschaft	1635	4.70%
Basel-Stadt	1498	4.31%
Bern	3219	9.26%
Fribourg	872	2.51%
Genève	3003	8.64%
Glarus	187	0.54%
Graubünden	277	0.80%
Jura	108	0.31%
Luzern	1577	4.54%
Neuchâtel	853	2.45%
Nidwalden	0	0.00%
Obwalden	0	0.00%
Schaffhausen	432	1.24%
Schwyz	260	0.75%
Solothurn	1339	3.85%
St. Gallen	2119	6.10%
Thurgau	1519	4.37%
Ticino	1114	3.20%
Uri	0	0.00%
Valais	1646	4.73%
Vaud	3781	10.88%
Zug	411	1.18%
Zürich	6075	17.48%
Summe	34'763	100.00%

\*) Zum Teil hydrologisches Jahr 2014/15

Datenquelle: VSG-Jahresstatistik, Erdgas und Biogas in der Schweiz (VSG 2016).

## 3.6. Land- und Forstwirtschaft

### 3.6.1. Landwirtschaftliche Maschinen, forstwirtschaftliche Maschinen

Die Emissionen aus landwirtschaftlichen Maschinen werden wie folgt räumlich verteilt:

- Die Emissionen Schweiz werden auf Gemeinden verteilt, und zwar proportional zur Anzahl Landwirtschaftsfahrzeuge pro Gemeinde.
- Verteilen der Emissionen innerhalb der Gemeinden auf landwirtschaftliche Gebäude inkl. Umschwung sowie Obstbau-, Rebbau-, Gartenbauflächen, Ackerland und Naturwiesen.

Gebiete mit landwirtschaftlichen Gebäuden inkl. Umschwung sowie Ackerland werden dreifach gewichtet.

- Die Emissionen aus forstwirtschaftlichen Maschinen werden ebenfalls zuerst mit der Anzahl der landwirtschaftlichen Fahrzeuge pro Gemeinde bestimmt und anschliessend auf Waldflächen homogen verteilt.

### 3.6.2. Nutztierhaltung

Die Verteilung der N<sub>2</sub>O-, NO<sub>x</sub>- und NMVOC-Emissionen erfolgt proportional zu den NH<sub>3</sub>-Emissionen, welche als Raster-Daten aus dem Projekt zu den Critical Loads erarbeitet wurden (FOEN 2016, Meteotest 2019, Kupper et. al. 2018):

- Nutztierhaltung, Manure Management Liquid Systems (Lagerung flüssiger Gülle): Proportional zu Emissionen zur Ausbringung (Application of manure). Basisraster «Weiden».
- Nutztierhaltung, Manure Management Solid Storage (Lagerung auf Miststöcken): Proportional zu Emissionen von Lagerung (Storage of manure<sup>21</sup>). Basisraster «Ställe».

Die CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Nutztierhaltung stammen aus der Verdauung der Wiederkäuer, der Düngeraustragung und zu einem geringen Teil aus der Düngerlagerung. Die Lokalisierung erfolgt nach dem gleichen Muster wie für Ammoniak (siehe FOEN 2016) unter folgenden Annahmen.

Die CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Verdauung der Wiederkäuer fallen teilweise im Stall und teilweise auf der Weide an. Sie werden daher auf Weiden (ein Teil der landwirtschaftlichen Nutzflächen) und die Ställe (Standorte der landwirtschaftlichen Betriebe) verteilt. Der Anteil der Emissionen, die auf Weiden anfallen, wurde anhand der durchschnittlichen jährlichen Weidedauer des Rindviehs im Jahr 2015 bestimmt (Kupper et al. 2018). Der Anteil beträgt 18%. Die restlichen 82% der Methanemissionen aus der Verdauung fallen in Ställen an und werden auf die Betriebsstandorte verteilt.

Die CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Düngeraustragung (Application) werden auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen verteilt. Die CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Düngerlagerung (Storage) werden auf die Standorte der landwirtschaftlichen Betriebe verteilt (siehe Tabelle 9).

---

<sup>21</sup> Die Emissionen an Standorten der Betriebe müssen aus Datenschutzgründen vertraulich behandelt werden. Aus diesem Grund hat das Basisraster elsto eine räumliche Auflösung von 500 m.

**Tabelle 9: CH<sub>4</sub>-Emissionen aus der Nutztierhaltung**

Lokalisierungsvorschrift	Basisraster	Emissionsquelle	2015	2020	2030
			t/a	t/a	t/a
Landwirtschaftliche Nutzflächen	elapp	Application	30'457	30'457	29'330
		Enteric fermentation - Weide	24'127	24'127	23'243
Betriebsstandorte	elsto	Storage	370	380	392
		Enteric fermentation - Stall	109'911	109'911	105'883
<b>Total</b>			<b>164'865</b>	<b>164'875</b>	<b>158'847</b>

CH<sub>4</sub> Emissionen: Lokalisierung der Methanemissionen aus der Nutztierhaltung.

Quelle: BAFU (2019a)

### 3.6.3. Nutzflächen

Die Verteilung der N<sub>2</sub>O-, NO<sub>x</sub>- und NMVOC- und CH<sub>4</sub>-Emissionen (Basisraster Nutzflächen) erfolgt proportional zu den NH<sub>3</sub>-Emissionen, welche als Raster-Daten aus dem Projekt zu den Critical Loads erarbeitet wurden (FOEN 2016, Meteotest 2019, Kupper et. al. 2018):

- Nutzflächen Handelsdünger: Verteilung auf die Landnutzungskategorien Ackerland, Wiesen, Weiden, Weinberge und Obstgärten.
- Weitere direkte und indirekte Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (siehe Anhang Tabelle 19) werden ebenfalls dieser Kategorie zugeordnet.

### 3.6.4. Offene Verbrennung land- und forstwirtschaftlicher Abfälle

Die Emissionen werden homogen verteilt über das Gebiet der Land- und Forstwirtschaft gemäss Arealstatistik (Obstbau-, Rebbau-, Gartenbauflächen, Ackerland, Naturwiesen und Heimweiden, geschlossener Wald, Gebüschwald, Feldgehölze und Hecken).

### 3.6.5. Feuerungen Land- und Forstwirtschaft Holz

Die Emissionen werden auf landwirtschaftliches Gebäudeareal in Gemeinden mit weniger als 20'000 Einwohnern (also ausserhalb der grossen Agglomerationen) homogen verteilt (Tabelle 18).

## 3.7. Untergruppen zu den F-Gasen

Die F-Gasemissionen treten in zahlreichen EMIS-Prozessen auf. Sie bilden weder eine Hauptgruppe noch eine EMIS-Untergruppe, werden aber an dieser Stelle im Überblick erläutert, siehe dazu auch Tabelle 10 am Schluss dieses Kapitels. Die Modellierung der Emissionen ist im

Bericht Carbotech (2020) beschrieben. Sie sind auf zahlreiche EMIS-Prozesse verteilt und lassen sich räumlich in drei Basisrastern zusammenfassen:

Emittentengruppe «F-Gase: Transporte mit Kühlung» Zuordnung zur Hauptgruppe Verkehr mit Lokalisierung in Strassenräumen. Darunter fallen (engl. Begriffe gemäss EMIS-Datenbank):

- Transport refrigeration: Transporte in Liefer- und Lastwagen mit Kühlung
- 50% der Emissionen von mobile air conditioning: Klimaanlage in fahrenden Motorfahrzeugen.

Emittentengruppe «F-Gase: Klimaanlage PW» Zuordnung zur Hauptgruppe Verkehr mit Lokalisierung in Wohnorten. Darunter fallen (engl. Begriffe gemäss UNFCCC-Reporting):

- 50% der Emissionen von mobile air conditioning: Klimaanlage in stehenden Motorfahrzeugen (Parkplätze in der Umgebung von Wohnorten).

Emittentengruppe «F-Gase: Läden, Gebäude mit Klimaanlage»: Zuordnung zur Hauptgruppe Dienstleistungen mit Lokalisierung im Siedlungsgebiet. Darunter fallen (engl. Begriffe gemäss UNFCCC-Reporting):

- Stationary air conditioning: Gebäude mit Klimaanlage und Wärmepumpen
- commercial refrigeration: Verkaufsläden, gekühlte Hallen
- industrial refrigeration: Verarbeitende Industrie, gekühlte Hallen und Anlagen
- domestic refrigeration: Kühlschränke Wohn-/Bürogebäude sowie
- others: SF<sub>6</sub> für Schallschutz in Fenstern, Schaumstoffe und alle übrigen Anwendungen von F-Gasen (auch PFC, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub>) gemäss Tabelle 10.

Im Prinzip liesse sich die Emittentengruppe auf weitere Hauptgruppen aufteilen mit verfeinerten Lokalisierungen. Die Emissionen entstehen aber im Lebenszyklus (Herstellung, Nutzung, Entsorgung) von Produkten an verschiedenen Orten. Eine zu spezifizierte Lokalisierung würde deshalb der Realität kaum besser gerecht.

Die folgende Tabelle 10 gibt einen Überblick über die oben beschriebene Einteilung der F-Gas-Emissionen.

**Tabelle 10: Einzelheiten zu den F-Gas-Emissionen.**

Hauptgruppe	Basisraster	THG-Inventar	Beispiele für Emissionsquellen	F-Gas-Anteile 2015
Verkehr	F-Gase: Transporte mit Kühlung (evtrk)	transport refrigeration (2F13 + 50% 2F16)	Liefer-/Lastwagen mit Kühlung	14%
Verkehr	F-Gase: Klimaanlage in Motorfahrzeugen (evklm)	mobile air conditioning (50% 2F16)	Klimaanlagen in Motorfahrzeugen	12%
Dienstleistungen	F-Gase: Läden, Gebäude mit Klimaanlage (eilgk)	alle übrigen NFR Codes mit F-Gasen	Gebäude m. Klimaanlage / Wärmepumpen, Verkaufsläden, gekühlte Hallen; verarb. Industrie gekühlte Anlagen; Kühlschränke Wohn-/Bürogebäude; Fenster, Schaumstoffe	74%
Summe				100%
Summe in kt CO <sub>2</sub> eq				1'795

THG-Inventar: Bezeichnungen aus dem Treibhausgasinventar der Schweiz, siehe FOEN (2020)  
Für die Zuordnung zwischen Basisraster und NFR-Code siehe auch Tabelle 19.

Datenquelle: BAFU (2021)

### 3.8. NMVOC-Emissionen aus Wäldern

Die Emissionen werden in der EMIS Datenbank unter dem NFR Code 11C geführt. Die NMVOC-Emissionen der Waldflächen in der Schweiz wurden in einem BAFU-Projekt für die Zeitreihe ab 2016 aufbereitet (Meteotest 2019a). Mit Hilfe neu erstellter Inputkarten für Temperatur, Vegetationsperiode und Baumarten wurden die biogenen NMVOC-Emissionen aus Wäldern monatlich und für jede Baumart separat für die Jahre 1990–2016 berechnet. Zur Anwendung kam eine vereinfachte Methode gemäss EMEP/EEA (2016). Mit der eingesetzten Methode konnten die Emissionen für Isopren, Monoterpen und OVOC (oxygenated volatile organic compounds) räumlich hoch aufgelöst auf einem Raster von 200 x 200 m für jeden Monat berechnet werden.

## 4. Emissionen

### 4.1. Emissionsbilanzen 2015

Die in den folgenden Tabellen angegebenen Emissionen sind die Summen in den Katastern einzeln für alle Emittentengruppen (siehe Karten im Kap. 4.2). Grundsätzlich handelt es sich um die Emissionen gemäss Stand EMIS-Datenbank im Juni 2019. Diese Version ist auch in den Submissionen 2019 zum Jahr 2015 zuhanden der UNFCCC und der CLRTAP ausgewiesen. Der Vergleich mit diesen ist aber nicht ohne Weiteres möglich, weil die Systemgrenzen unterschiedlich und ein geringer Teil der Emissionen nicht in den Katastern enthalten sind. Siehe dazu die Einzelheiten in den Kap. 2.4, 2.5, 3.2.1 und 3.2.4.

**Tabelle 11: Emissionen 2015 für Treibhausgase in t/a (F-Gase in t CO<sub>2</sub>eq/a). Die Spalte der CO<sub>2</sub> umfasst die fossilen und die geogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen.**

Nr.	Hauptgruppe	Emittentengruppe	Spezifikation	Emissionen 2015 in t/a (F-Gase in t CO <sub>2</sub> eq/a)			
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	F-Gase
1	Verkehr	Strassenverkehr CO2	Fahrzeugmotoren	14'367'487	0	0	0
2	Verkehr	Strassenverkehr CH4	Fahrzeugmotoren	0	486	0	0
3	Verkehr	Strassenverkehr N2O	Fahrzeugmotoren	0	0	319	0
4	Verkehr	Strassenverkehr NOx	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0
5	Verkehr	Strassenverkehr CO	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0
6	Verkehr	Strassenverkehr NMVOC	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0
7	Verkehr	Strassenverkehr SO2	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0
8	Verkehr	Strassenverkehr NH3	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0
9	Verkehr	Zonenverkehr	Kaltstart/Verdampfung	368'996	296	0	0
10	Verkehr	F-Gase: Transporte mit Kühlung	Refrigeration, air cond.	0	0	0	246'340
11	Verkehr	F-Gase: Klimaanlage Motorfahrzeuge	Refrigeration, air cond.	0	0	0	215'946
12	Verkehr	Schiennenverkehr Bau-/Dienstzüge	Diesellok Bau-/Dienstzüge	21'008	0	1	0
13	Verkehr	Schiennenverkehr Rangieren	Diesellok Rangieren	7'574	0	0	0
14	Verkehr	Schifffahrt Seen	Schifffahrt	102'185	12	4	0
15	Verkehr	Rheinschifffahrt	Rheinfläche	2'970	0	0	0
16	Verkehr	Schifffahrt Fährlinien	Fährlinien	8'271	0	0	0
17	Verkehr	Flugverkehr Zürich	Flughafen Zürich	226'476	8	5	0
18	Verkehr	Flugverkehr Genf	Flughafen Genf	97'175	3	2	0
19	Haushalte	Feuerungen Haushalte Holz und Kohle	GWR	18'540	963	70	0
20	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	AWEL-Modell	2'817'538	283	17	0
21	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	Geschosshöhen	2'817'538	283	17	0
22	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	Gebäudetyp/AS	2'817'538	283	17	0
23	Haushalte	Haushalte andere Private etc	Private etc.	9'945	242	4	0
24	Haushalte	Haushalte andere Brände etc	Brände etc.	10'224	20	2	0
25	Haushalte	Haushalte andere Feuerwerk etc	Feuerwerk etc.	69	0	0	0
26	Haushalte	Maschinen Garten und Hobby	Gebäudeumschwung	11'544	8	0	0
27	Haushalte	Lösungsmittel Konsumprodukte	Konsumprodukte	0	0	88	0
28	Dienstleistungen	Feuerungen Dienstleistungen Holz und Kohle	Feuerungen Holz/Kohle	0	182	28	0
29	Dienstleistungen	Feuerungen Dienstleistungen Öl und Gas	Feuerungen Öl/Gas	4'097'092	417	27	0
30	Dienstleistungen	Dienstleistungen Landschaftspflege	Maschinen	18'658	23	0	0
31	Dienstleistungen	F-Gase: Läden, Gebäude mit Klimaanlage	Refrigeration, air cond.	0	0	0	1'332'253
32	Industrie	Punktquellen KVA	KVA	2'007'406	0	64	0
33	Industrie	Punktquellen Zementwerke	Zementwerke	2'478'034	19	32	0
34	Industrie	Weitere Punktquellen PRTR **)	übrige Pt.quellen PRTR	1'253'892	172	1'769	0
35	Industrie	Flächenquellen Industrie	Flächenquellen	3'917'593	183	81	0
36	Industrie	Baumaschinen	Baumaschinen	452'826	11	21	0
37	Industrie	Industriefahrzeuge	Industriefahrzeuge	112'533	2	4	0
38	Industrie	Pistenfahrzeuge	Pistenfahrzeuge	79'522	1	4	0
39	Industrie	Kläranlagen	Abwasserreinigung	0	7'233	447	0
40	Industrie	Deponien	Deponien	0	14'036	0	0
41	Industrie	Kompostierung	Kompostierung	0	645	32	0
42	Industrie	Lösungsmittel Industrie	Arbeitsplatzanwendungen	33'104	0	27	0
43	Industrie	Verluste Gasnetz	Verluste Gasnetz	294	7'532	0	0
44	Land- und Forstw.	landwirtschaftliche Maschinen	Fzge/Motoren	369'303	46	14	0
45	Land- und Forstw.	forstwirtschaftliche Maschinen	Fzge/Motoren	28'310	11	1	0
46	Land- und Forstw.	Weiden	Weiden	0	24'127	0	0
47	Land- und Forstw.	Ställe	Ställe	0	140'738	1'382	0
48	Land- und Forstw.	landwirtschaftliche Nutzflächen	Nutzflächen	44'183	0	5'099	0
49	Land- und Forstw.	Feuerungen Landwirtschaft Holz	Gebäude	0	11	3	0
50	Land- und Forstw.	Abfallverbrennung Land- und Forstwirtschaft	Feuer	0	149	4	0
51	Land- und Forstw.	Vergärung	Vergärung	0	358	0	0
52	natürl. Emissionen	Emissionen aus Wäldern	natürliche Emissionen	0	0	0	0
	Summe			38'597'828	198'785	9'588	1'794'538

Datenquellen: BAFU (2019a), INFRAS (2019a)

Tabelle 12: Emissionen 2015 für Treibhausgase in kt CO<sub>2</sub>eq/a. (Andere Einheit als in Tabelle 11!)

Nr. Hauptgruppe	Emittentengruppe	Spezifikation	Emissionen 2015 in kt CO <sub>2</sub> eq/a				
			CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	F-Gase	Summe
1 Verkehr	Strassenverkehr CO <sub>2</sub>	Fahrzeugmotoren	14'367	0	0	0	14'367
2 Verkehr	Strassenverkehr CH <sub>4</sub>	Fahrzeugmotoren	0	12	0	0	12
3 Verkehr	Strassenverkehr N <sub>2</sub> O	Fahrzeugmotoren	0	0	95	0	95
4 Verkehr	Strassenverkehr NO <sub>x</sub>	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0	0
5 Verkehr	Strassenverkehr CO	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0	0
6 Verkehr	Strassenverkehr NMVOC	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0	0
7 Verkehr	Strassenverkehr SO <sub>2</sub>	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0	0
8 Verkehr	Strassenverkehr NH <sub>3</sub>	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0	0
9 Verkehr	Zonenverkehr	Kaltstart/Verdampfung	369	7	0	0	376
10 Verkehr	F-Gase: Transporte mit Kühlung	Refrigeration, air cond.	0	0	0	246	246
11 Verkehr	F-Gase: Klimaanlage Motorfahrzeuge	Refrigeration, air cond.	0	0	0	216	216
12 Verkehr	Schieneverkehr Bau-/Dienstzüge	Diesellok Bau-/Dienstzüge	21	0	0	0	21
13 Verkehr	Schieneverkehr Rangieren	Diesellok Rangieren	8	0	0	0	8
14 Verkehr	Schiffahrt Seen	Schiffahrt	102	0	1	0	104
15 Verkehr	Rheinschiffahrt	Rheinfläche	3	0	0	0	3
16 Verkehr	Schiffahrt Fährlinien	Fährlinien	8	0	0	0	8
17 Verkehr	Flugverkehr Zürich	Flughafen Zürich	226	0	1	0	228
18 Verkehr	Flugverkehr Genf	Flughafen Genf	97	0	1	0	98
19 Haushalte	Feuerungen Haushalte Holz und Kohle	GWR	19	24	21	0	64
20 Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	AWEL-Modell	2'818	7	5	0	2'830
21 Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	Geschosshöhen	2'818	7	5	0	2'830
22 Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	Gebäudetyp/AS	2'818	7	5	0	2'830
23 Haushalte	Haushalte andere Private etc	Private etc.	10	6	1	0	17
24 Haushalte	Haushalte andere Brände etc	Brände etc.	10	1	1	0	11
25 Haushalte	Haushalte andere Feuerwerk etc	Feuerwerk etc.	0	0	0	0	0
26 Haushalte	Maschinen Garten und Hobby	Gebäudeumschwung	12	0	0	0	12
27 Haushalte	Lösungsmittel Konsumprodukte	Konsumprodukte	0	0	26	0	26
28 Dienstleistungen	Feuerungen Dienstleistungen Holz und Kohle	Feuerungen Holz/Kohle	0	5	8	0	13
29 Dienstleistungen	Feuerungen Dienstleistungen Öl und Gas	Feuerungen Öl/Gas	4'097	10	8	0	4'115
30 Dienstleistungen	Dienstleistungen Landschaftspflege	Maschinen	19	1	0	0	19
31 Dienstleistungen	F-Gase: Läden, Gebäude mit Klimaanlage	Refrigeration, air cond.	0	0	0	1'332	1'332
32 Industrie	Punktquellen KVA	KVA	2'007	0	19	0	2'026
33 Industrie	Punktquellen Zementwerke	Zementwerke	2'478	0	10	0	2'488
34 Industrie	Weitere Punktquellen PRTR **)	übrige Pt.quellen PRTR	1'254	4	527	0	1'785
35 Industrie	Flächenquellen Industrie	Flächenquellen	3'918	5	24	0	3'946
36 Industrie	Baumaschinen	Baumaschinen	453	0	6	0	459
37 Industrie	Industriefahrzeuge	Industriefahrzeuge	113	0	1	0	114
38 Industrie	Pistenfahrzeuge	Pistenfahrzeuge	80	0	1	0	81
39 Industrie	Kläranlagen	Abwasserreinigung	0	181	133	0	314
40 Industrie	Deponien	Deponien	0	351	0	0	351
41 Industrie	Kompostierung	Kompostierung	0	16	10	0	26
42 Industrie	Lösungsmittel Industrie	Arbeitsplatzanwendungen	33	0	8	0	41
43 Industrie	Verluste Gasnetz	Verluste Gasnetz	0	188	0	0	189
44 Land- und Forstw.	landwirtschaftliche Maschinen	Fzge/Motoren	369	1	4	0	375
45 Land- und Forstw.	forstwirtschaftliche Maschinen	Fzge/Motoren	28	0	0	0	29
46 Land- und Forstw.	Weiden	Weiden	0	603	0	0	603
47 Land- und Forstw.	Ställe	Ställe	0	3'518	412	0	3'930
48 Land- und Forstw.	landwirtschaftliche Nutzflächen	Nutzflächen	44	0	1'519	0	1'564
49 Land- und Forstw.	Feuerungen Landwirtschaft Holz	Gebäude	0	0	1	0	1
50 Land- und Forstw.	Abfallverbrennung Land- und Forstwirtschaft	Feuer	0	4	1	0	5
51 Land- und Forstw.	Vergärung	Vergärung	0	9	0	0	9
52 natürl. Emissionen	Emissionen aus Wäldern	natürliche Emissionen	0	0	0	0	0
Summe			38'598	4'970	2'857	1'795	48'219
Anteile			80%	10%	6%	4%	100%

CO<sub>2</sub>: fossile und geogene Emissionen. GWP gemäss IPCC (AR4): GWP(CH<sub>4</sub>) = 25, GWP(N<sub>2</sub>O) = 298

Datenquellen: BAFU (2019a), INFRAS (2019a)

Tabelle 13: Emissionen 2015 für Luftschadstoffe in t/a

Nr.	Hauptgruppe	Emittentengruppe	Spezifikation	Emissionen 2015 in t/a				
				NO <sub>x</sub>	CO	NM VOC	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
1	Verkehr	Strassenverkehr CO2	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0	0
2	Verkehr	Strassenverkehr CH4	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0	0
3	Verkehr	Strassenverkehr N2O	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0	0
4	Verkehr	Strassenverkehr NOx	Fahrzeugmotoren	42'466	0	0	0	0
5	Verkehr	Strassenverkehr CO	Fahrzeugmotoren	0	50'145	0	0	0
6	Verkehr	Strassenverkehr NMVOC	Fahrzeugmotoren	0	0	2'385	0	0
7	Verkehr	Strassenverkehr SO2	Fahrzeugmotoren	0	0	0	83	0
8	Verkehr	Strassenverkehr NH3	Fahrzeugmotoren	0	0	0	0	1'278
9	Verkehr	Zonenverkehr	Kaltstart/Verdampfung	1'078	27'111	7'142	2	0
10	Verkehr	F-Gase: Transporte mit Kühlung	Refrigeration, air cond.	0	0	0	0	0
11	Verkehr	F-Gase: Klimaanlage Motorfahrzeuge	Refrigeration, air cond.	0	0	0	0	0
12	Verkehr	Schienerverkehr Bau-/Dienstzüge	Diesellok Bau-/Dienstzüge	292	154	34	0	0
13	Verkehr	Schienerverkehr Rangieren	Diesellok Rangieren	105	56	12	0	0
14	Verkehr	Schifffahrt Seen	Schifffahrt	968	4'233	406	2	0
15	Verkehr	Rheinschifffahrt	Rheinfläche	34	19	8	0	0
16	Verkehr	Schifffahrt Fährlinien	Fährlinien	111	63	36	0	0
17	Verkehr	Flugverkehr Zürich	Flughafen Zürich	707	1'141	283	0	0
18	Verkehr	Flugverkehr Genf	Flughafen Genf	303	490	122	0	0
19	Haushalte	Feuerungen Haushalte Holz und Kohle	GWR	1'641	24'623	697	248	58
20	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	AWEL-Modell	1'196	524	220	299	0
21	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	Geschosshöhen	1'196	524	220	299	0
22	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	Gebäudetyp/AS	1'196	524	220	299	0
23	Haushalte	Haushalte andere Private etc	Private etc.	76	4'102	619	20	39
24	Haushalte	Haushalte andere Brände etc	Brände etc.	14	682	109	7	0
25	Haushalte	Haushalte andere Feuerwerk etc	Feuerwerk etc.	19	579	50	7	43
26	Haushalte	Maschinen Garten und Hobby	Gebäudeumschwung	25	3'915	160	0	0
27	Haushalte	Lösungsmittel Konsumprodukte	Konsumprodukte	0	0	12'171	0	0
28	Dienstleistungen	Feuerungen Dienstleistungen Holz und Kohle	Feuerungen Holz/Kohle	825	5'796	136	71	19
29	Dienstleistungen	Feuerungen Dienstleistungen Öl und Gas	Feuerungen Öl/Gas	1'864	621	270	425	3
30	Dienstleistungen	Dienstleistungen Landschaftspflege	Maschinen	47	6'677	370	0	0
31	Dienstleistungen	F-Gase: Läden, Gebäude mit Klimaanlage	Refrigeration, air cond.	0	0	0	0	0
32	Industrie	Punktquellen KVA	KVA	0	0	0	0	0
33	Industrie	Punktquellen Zementwerke	Zementwerke	2'982	6'081	216	863	160
34	Industrie	Weitere Punktquellen PRTR **)	übrige Pt.quellen PRTR	1'334	840	1'254	947	71
35	Industrie	Flächenquellen Industrie	Flächenquellen	4'948	4'894	2'688	1'901	142
36	Industrie	Baumaschinen	Baumaschinen	2'411	4'468	979	86	2
37	Industrie	Industriefahrzeuge	Industriefahrzeuge	514	1'420	83	1	0
38	Industrie	Pistenfahrzeuge	Pistenfahrzeuge	377	101	28	0	0
39	Industrie	Kläranlagen	Abwasserreinigung	99	28	1	62	134
40	Industrie	Deponien	Deponien	4	27	0	0	281
41	Industrie	Kompostierung	Kompostierung	0	0	194	0	323
42	Industrie	Lösungsmittel Industrie	Arbeitsplatzanwendungen	0	0	26'775	0	18
43	Industrie	Verluste Gasnetz	Verluste Gasnetz	0	0	2'322	0	0
44	Land- und Forstw.	landwirtschaftliche Maschinen	Fzge/Motoren	2'533	13'495	1'019	2	1
45	Land- und Forstw.	forstwirtschaftliche Maschinen	Fzge/Motoren	129	1'582	156	0	0
46	Land- und Forstw.	Weiden	Weiden	1'997	0	0	0	22'650
47	Land- und Forstw.	Ställe	Ställe	981	0	17'348	0	26'197
48	Land- und Forstw.	landwirtschaftliche Nutzflächen	Nutzflächen	823	0	461	0	2'606
49	Land- und Forstw.	Feuerungen Landwirtschaft Holz	Gebäude	74	371	8	9	2
50	Land- und Forstw.	Abfallverbrennung Land- und Forstwirtschaft	Feuer	30	1'069	32	1	18
51	Land- und Forstw.	Vergärung	Vergärung	5	2	675	1	146
52	natürl. Emissionen	Emissionen aus Wäldern	natürliche Emissionen	0	0	70'902	0	0
	Summe			73'401	166'354	150'809	5'636	54'190

Datenquellen: BAFU (2019a), INFRAS (2019a)

## 4.2. Emissionskarten 2015

Von jeder Substanz werden die Emissionssummen 2015 kartografisch erstellt in Abbildung 2 bis Abbildung 10. Alle Karten sind als Bilddateien verfügbar (Anfrage an BAFU Abt. Klima). Die Farbklassen sind für jede Substanz individuell festgelegt in einer Weise, dass die räumliche Struktur optimal sichtbar wird. Die Klasse mit den geringsten Emissionen ist bei allen Substanzen gelb, jene mit den höchsten rotbraun. Die räumliche Auflösung ist auf allen Karten dieselbe,  $\text{km}^2$ , die Einheit in Tonnen pro  $\text{km}^2$  ( $\text{t}/\text{km}^2$ ).

Beachte, dass auf den Karten die Emissionen aus Strassentunnels am Ort ihrer Entstehung eingetragen sind (und nicht bei Tunnelportalen und Abluftkaminen). In den Katastern sind sie aber separat verfügbar.

**Abbildung 2: Karte der CO<sub>2</sub>-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen**

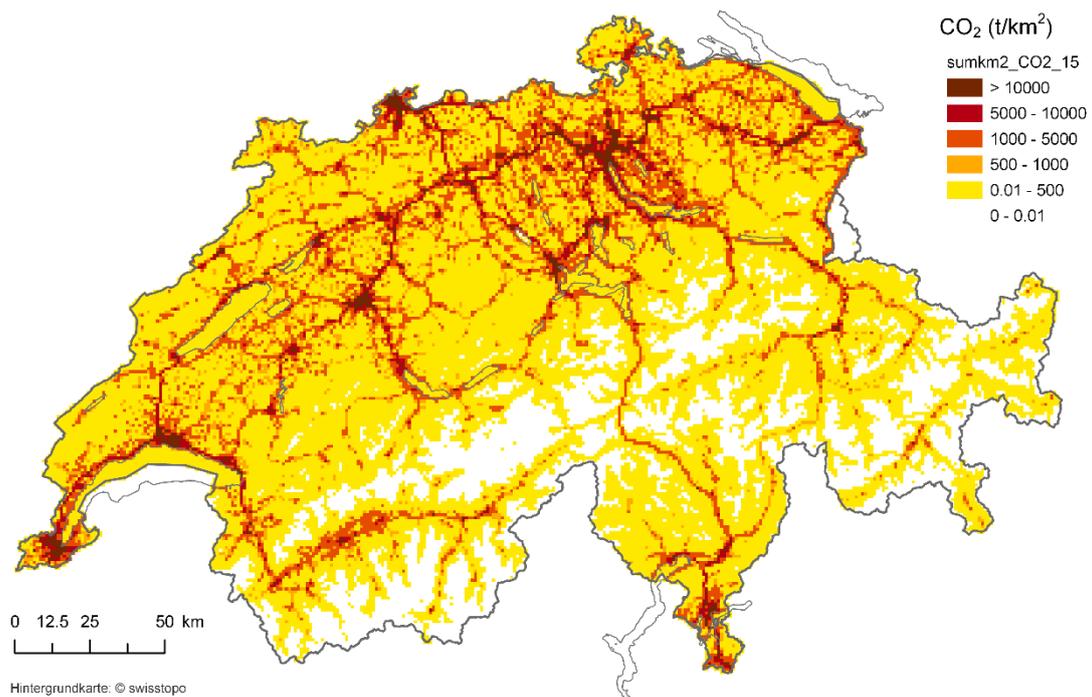


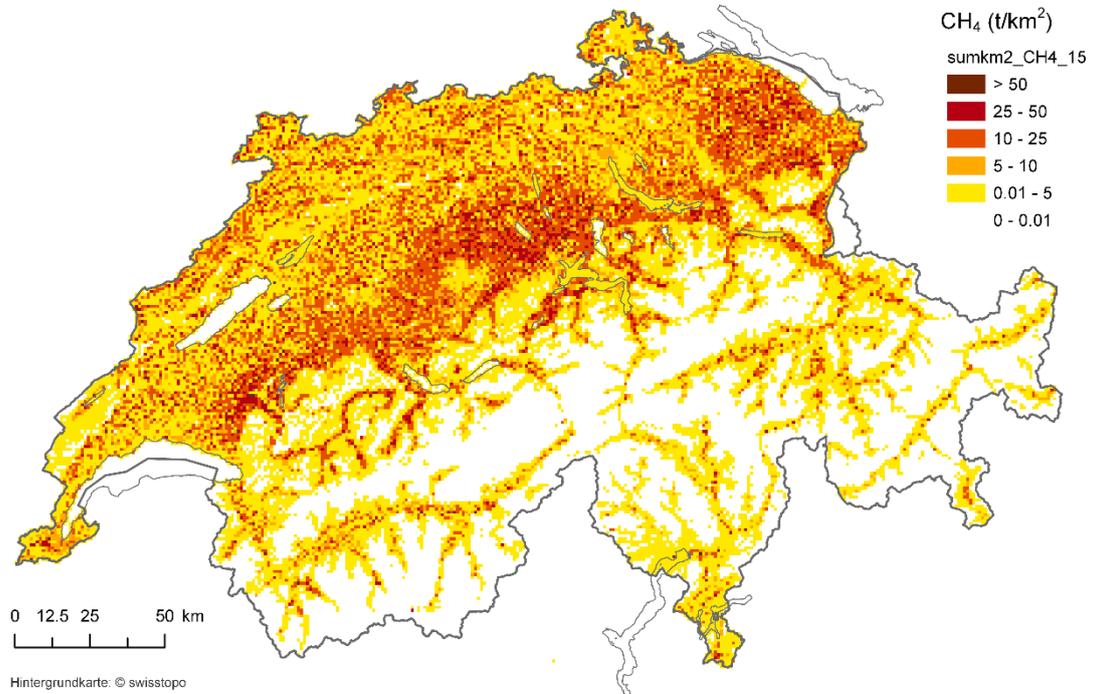
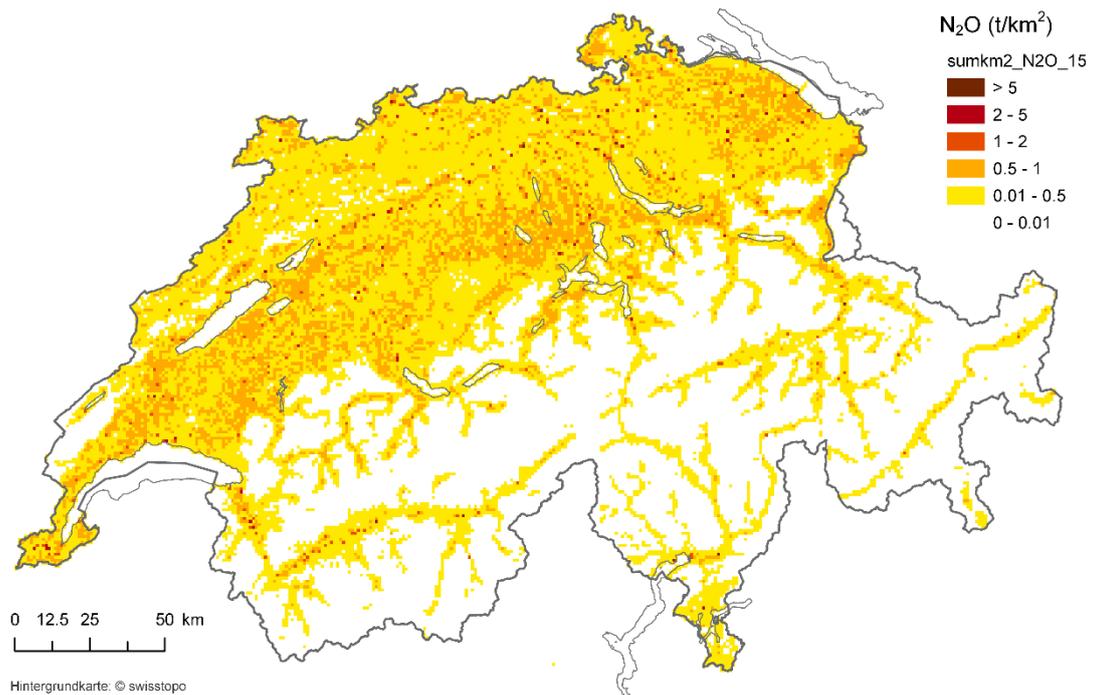
Abbildung 3: Karte der CH<sub>4</sub>-Emissionen 2015, Total aller HauptgruppenAbbildung 4: Karte der N<sub>2</sub>O-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen

Abbildung 5: Karte der F-Gas-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen

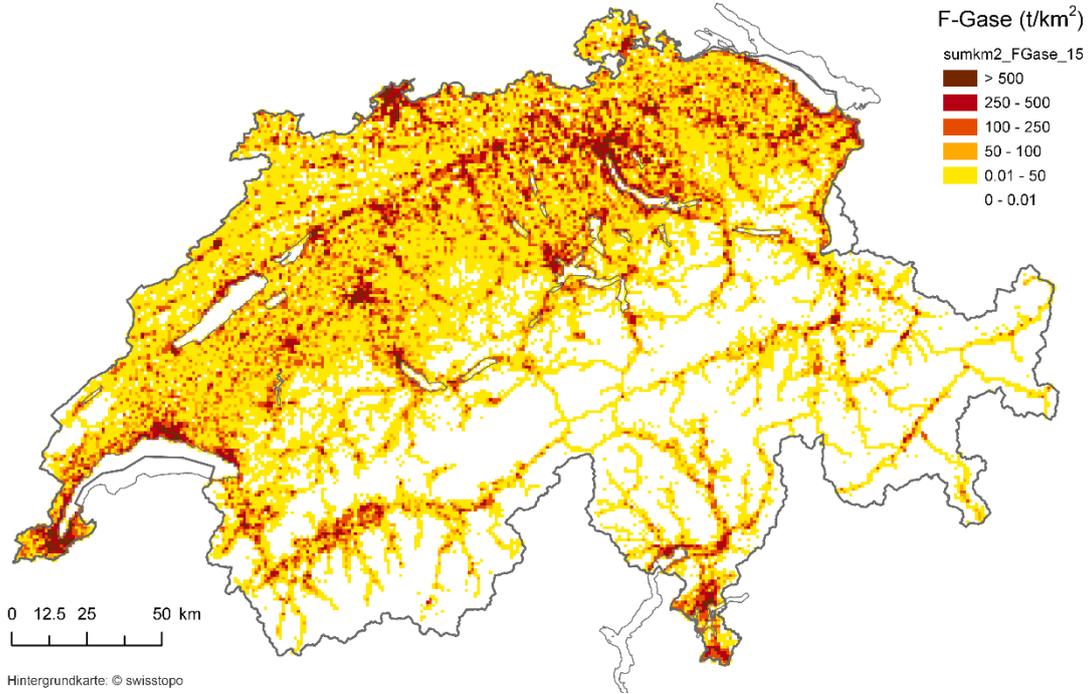


Abbildung 6: Karte der NO<sub>x</sub>-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen

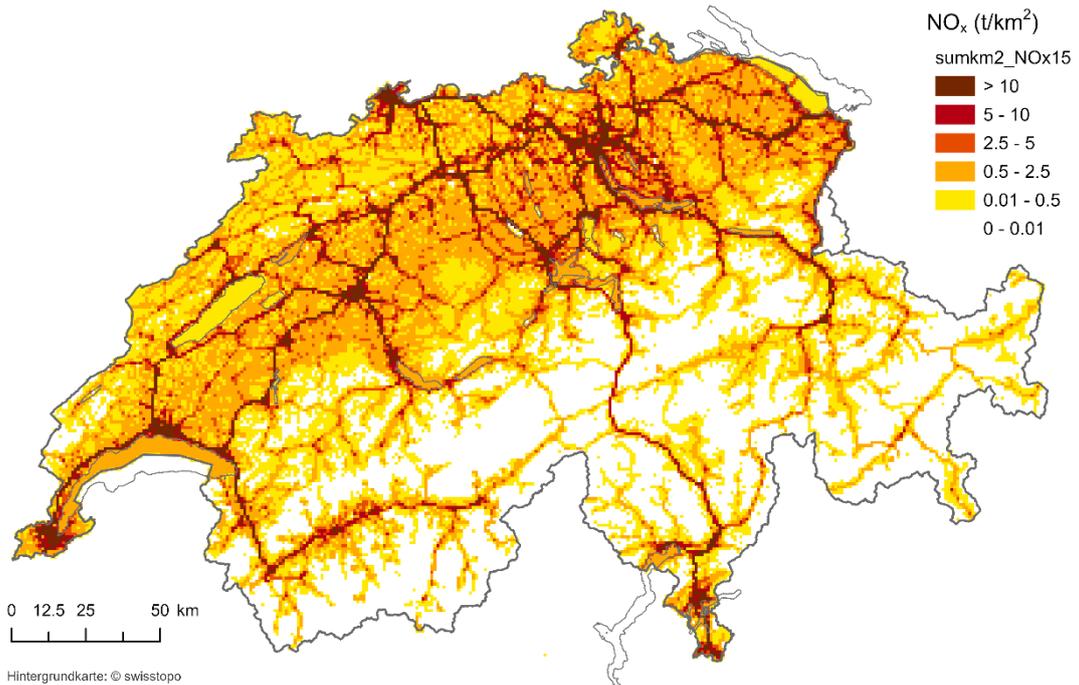


Abbildung 7: Karte der CO-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen

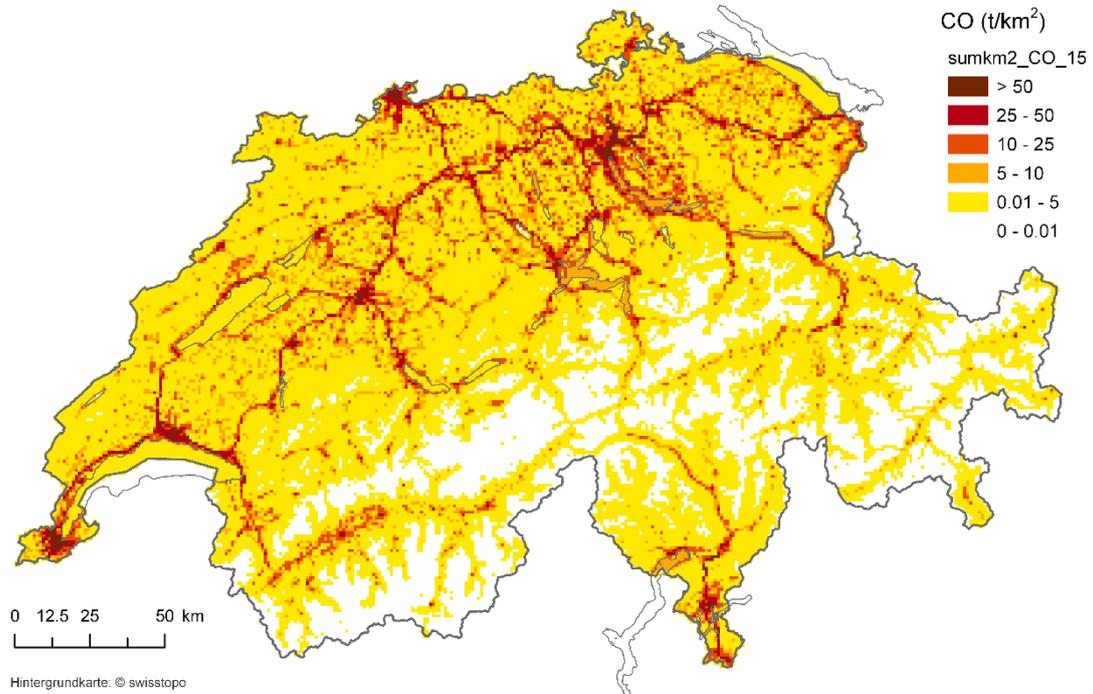


Abbildung 8: Karte der NMVOC-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen

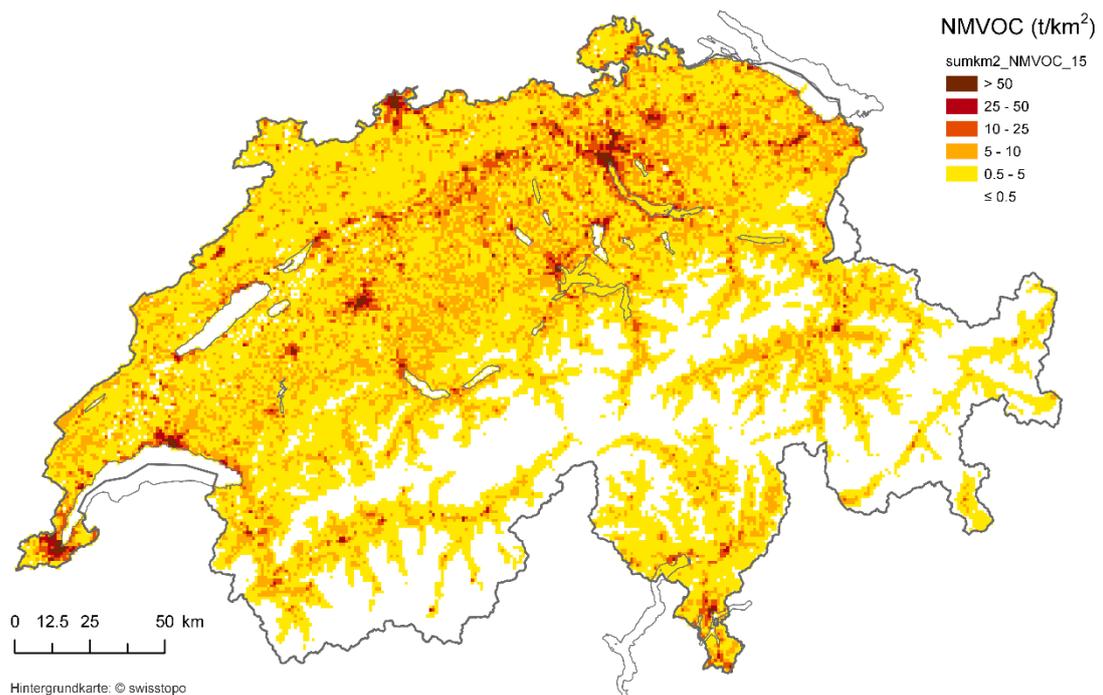
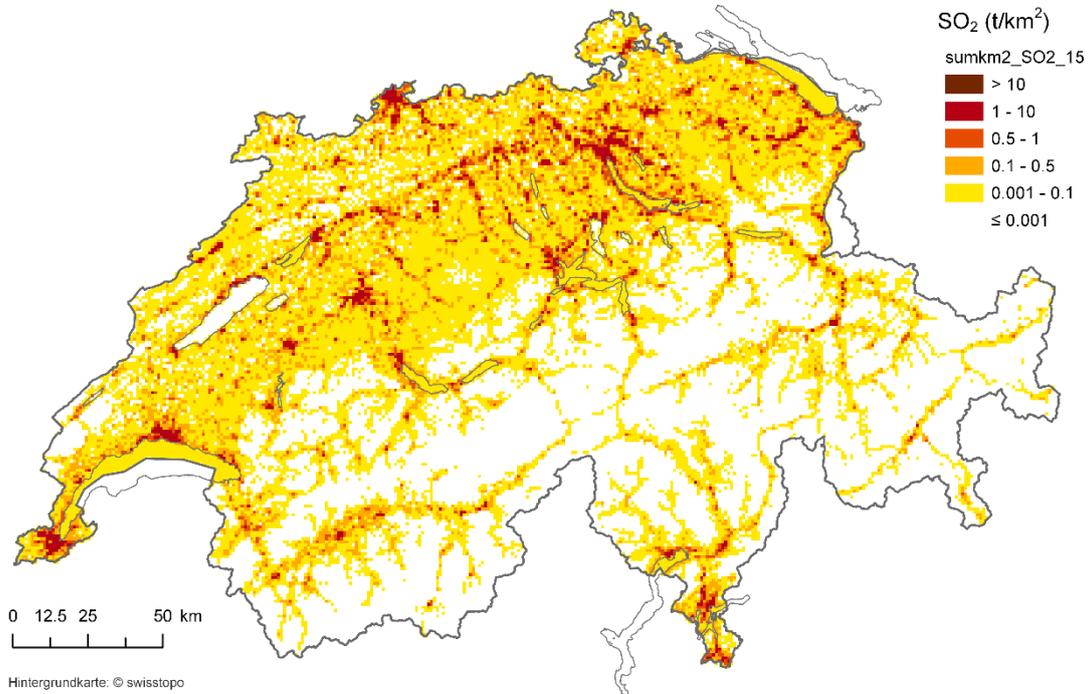
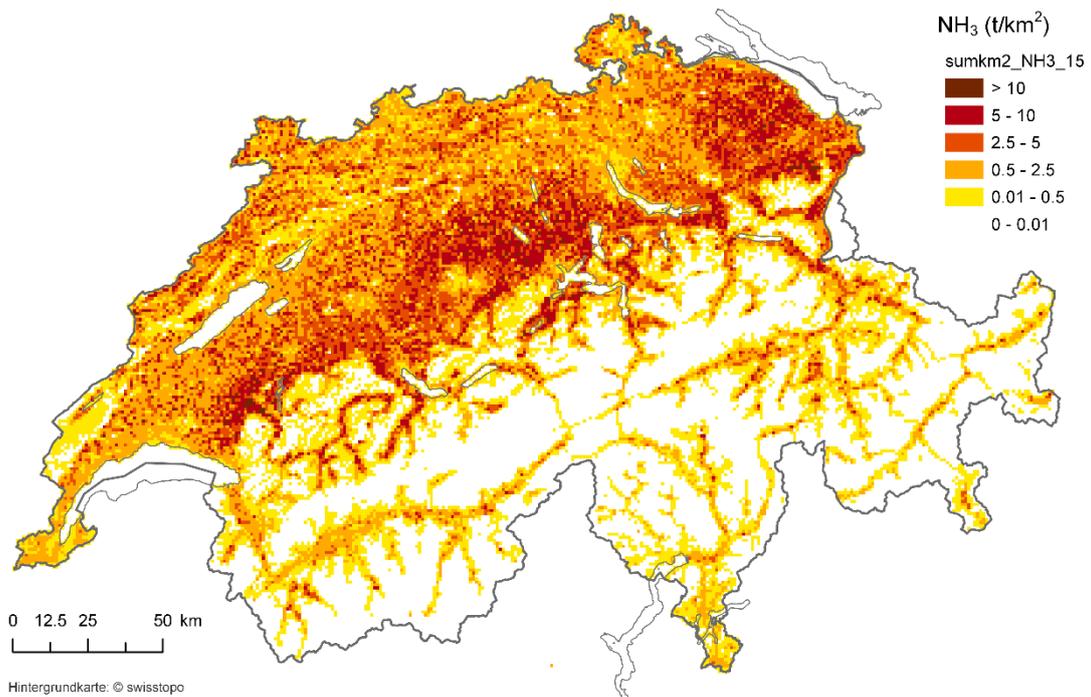


Abbildung 9: Karte der SO<sub>2</sub>-Emissionen 2015, Total aller HauptgruppenAbbildung 10: Karte der NH<sub>3</sub>-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen

### 4.3. Emissionen 2015 nach Kantonen

Tabelle 14: THG-Emissionen 2015 je Kanton in kt CO<sub>2</sub>eq/a.

Kanton	Emissionen je Kanton 2015 in kt CO <sub>2</sub> eq/a				
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	F-Gase	Summe
Aargau	3'979	291	159	144	4'573
Appenzell Innerrhoden	64	44	13	5	126
Appenzell Ausserrhoden	202	64	23	15	305
Bern	4'755	906	394	246	6'300
Basel-Landschaft	1'079	102	51	55	1'286
Basel-Stadt	539	11	6	15	572
Fribourg	1'257	400	168	83	1'909
Genève	1'459	45	35	56	1'596
Glarus	262	33	15	11	321
Graubünden	1'515	196	98	70	1'879
Jura	360	157	70	30	617
Luzern	1'705	519	173	85	2'482
Neuchâtel	1'272	129	60	39	1'501
Nidwalden	181	39	14	9	243
Obwalden	159	54	19	11	242
St. Gallen	2'387	407	164	118	3'077
Schaffhausen	284	48	31	19	382
Solothurn	1'385	138	72	68	1'664
Schwyz	634	118	48	32	833
Thurgau	1'137	254	121	73	1'585
Ticino	1'935	77	39	94	2'146
Uri	200	32	15	9	256
Vaud	3'641	347	242	171	4'400
Valais	2'188	164	611	100	3'062
Zug	462	68	25	19	575
Zürich	5'555	328	193	216	6'292
<b>Total Schweiz</b>	<b>38'598</b>	<b>4'970</b>	<b>2'857</b>	<b>1'795</b>	<b>48'219</b>

Datenquellen: BAFU (2019a), INFRAS (2019a) für das Total Schweiz; eigene Berechnungen für kantonalen Anteile

Tabelle 15: THG-Emissionen 2015 je Kanton (prozentuale Anteile).

Kanton	Emissionsanteile 2015				
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	F-Gase	Summe
Aargau	10.3%	5.8%	5.6%	8.0%	9.5%
Appenzell Innerrhoden	0.2%	0.9%	0.5%	0.3%	0.3%
Appenzell Ausserrhoden	0.5%	1.3%	0.8%	0.9%	0.6%
Bern	12.3%	18.2%	13.8%	13.7%	13.1%
Basel-Landschaft	2.8%	2.0%	1.8%	3.1%	2.7%
Basel-Stadt	1.4%	0.2%	0.2%	0.8%	1.2%
Fribourg	3.3%	8.1%	5.9%	4.6%	4.0%
Genève	3.8%	0.9%	1.2%	3.1%	3.3%
Glarus	0.7%	0.7%	0.5%	0.6%	0.7%
Graubünden	3.9%	3.9%	3.4%	3.9%	3.9%
Jura	0.9%	3.2%	2.4%	1.7%	1.3%
Luzern	4.4%	10.4%	6.1%	4.7%	5.1%
Neuchâtel	3.3%	2.6%	2.1%	2.2%	3.1%
Nidwalden	0.5%	0.8%	0.5%	0.5%	0.5%
Obwalden	0.4%	1.1%	0.6%	0.6%	0.5%
St. Gallen	6.2%	8.2%	5.7%	6.6%	6.4%
Schaffhausen	0.7%	1.0%	1.1%	1.1%	0.8%
Solothurn	3.6%	2.8%	2.5%	3.8%	3.5%
Schwyz	1.6%	2.4%	1.7%	1.8%	1.7%
Thurgau	2.9%	5.1%	4.2%	4.1%	3.3%
Ticino	5.0%	1.6%	1.4%	5.3%	4.5%
Uri	0.5%	0.6%	0.5%	0.5%	0.5%
Vaud	9.4%	7.0%	8.5%	9.5%	9.1%
Valais	5.7%	3.3%	21.4%	5.6%	6.4%
Zug	1.2%	1.4%	0.9%	1.1%	1.2%
Zürich	14.4%	6.6%	6.7%	12.0%	13.0%
Total Schweiz	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Total Schweiz in kt CO <sub>2</sub> eq/a	38'598	4'970	2'857	1'795	48'219

Datenquellen: BAFU (2019a), INFRAS (2019a) für das Total Schweiz; eigene Berechnungen für kantonalen Anteile

Tabelle 16: Luftschadstoff-Emissionen 2015 je Kanton in t/a.

Kanton	Emissionen 2015 je Kanton in t/a				
	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
Aargau	6'888	14'285	8'669	658	3'125
Appenzell Innerrhoden	162	506	716	11	572
Appenzell Ausserrhoden	422	1'402	1'309	32	815
Bern	9'503	23'544	23'201	689	10'365
Basel-Landschaft	2'155	4'300	2'984	130	956
Basel-Stadt	628	1'228	1'598	57	28
Fribourg	2'756	6'666	6'630	137	4'574
Genève	2'114	5'046	4'214	155	184
Glarus	510	1'316	1'608	27	369
Graubünden	2'772	7'175	11'479	262	2'121
Jura	765	1'900	2'817	53	1'692
Luzern	4'365	9'434	8'902	396	5'781
Neuchâtel	1'942	3'845	3'863	383	1'382
Nidwalden	487	1'128	1'011	21	434
Obwalden	397	1'093	1'589	23	598
St. Gallen	5'016	11'425	9'032	275	4'867
Schaffhausen	530	1'407	1'478	40	484
Solothurn	2'529	5'268	3'943	134	1'468
Schwyz	1'491	3'667	3'390	78	1'420
Thurgau	2'325	5'923	4'673	141	3'148
Ticino	3'649	8'218	7'255	712	533
Uri	568	1'156	1'457	20	363
Vaud	7'240	16'563	13'330	433	3'699
Valais	3'132	7'533	8'014	176	1'224
Zug	909	2'061	1'763	57	726
Zürich	10'144	20'268	15'885	535	3'261
<b>Total Schweiz</b>	<b>73'401</b>	<b>166'354</b>	<b>150'809</b>	<b>5'636</b>	<b>54'190</b>

Datenquellen: BAFU (2019a), INFRAS (2019a) für das Total Schweiz; eigene Berechnungen für kantonalen Anteile

Tabelle 17: Anteile der Luftschadstoff-Emissionen 2015 je Kanton (prozentuale Anteile).

Kanton	Emissionsanteile 2015 je Kanton				
	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
Aargau	9.4%	8.6%	5.7%	11.7%	5.8%
Appenzell Innerrhoden	0.2%	0.3%	0.5%	0.2%	1.1%
Appenzell Ausserrhoden	0.6%	0.8%	0.9%	0.6%	1.5%
Bern	12.9%	14.2%	15.4%	12.2%	19.1%
Basel-Landschaft	2.9%	2.6%	2.0%	2.3%	1.8%
Basel-Stadt	0.9%	0.7%	1.1%	1.0%	0.1%
Fribourg	3.8%	4.0%	4.4%	2.4%	8.4%
Genève	2.9%	3.0%	2.8%	2.7%	0.3%
Glarus	0.7%	0.8%	1.1%	0.5%	0.7%
Graubünden	3.8%	4.3%	7.6%	4.7%	3.9%
Jura	1.0%	1.1%	1.9%	0.9%	3.1%
Luzern	5.9%	5.7%	5.9%	7.0%	10.7%
Neuchâtel	2.6%	2.3%	2.6%	6.8%	2.6%
Nidwalden	0.7%	0.7%	0.7%	0.4%	0.8%
Obwalden	0.5%	0.7%	1.1%	0.4%	1.1%
St. Gallen	6.8%	6.9%	6.0%	4.9%	9.0%
Schaffhausen	0.7%	0.8%	1.0%	0.7%	0.9%
Solothurn	3.4%	3.2%	2.6%	2.4%	2.7%
Schwyz	2.0%	2.2%	2.2%	1.4%	2.6%
Thurgau	3.2%	3.6%	3.1%	2.5%	5.8%
Ticino	5.0%	4.9%	4.8%	12.6%	1.0%
Uri	0.8%	0.7%	1.0%	0.3%	0.7%
Vaud	9.9%	10.0%	8.8%	7.7%	6.8%
Valais	4.3%	4.5%	5.3%	3.1%	2.3%
Zug	1.2%	1.2%	1.2%	1.0%	1.3%
Zürich	13.8%	12.2%	10.5%	9.5%	6.0%
Total Schweiz	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
<i>Total Schweiz in t/a</i>	<i>73'401</i>	<i>166'354</i>	<i>150'809</i>	<i>5'636</i>	<i>54'190</i>

Datenquellen: BAFU (2019a), INFRAS (2019a) für das Total Schweiz; eigene Berechnungen für kantonalen Anteile

Die Datengrundlagen für die Tabelle 14 bis Datenquellen: BAFU (2019a), INFRAS (2019a) für das Total Schweiz; eigene Berechnungen für kantonalen Anteile

Tabelle 17 sind als Excel-Arbeitsmappe verfügbar. Dort sind die Emissionsdaten nicht nur für alle Kantone vorhanden, sondern sie sind zusätzlich **nach allen Emittentengruppen aufgeschlüsselt**. D. h, dass jeder Kanton seine eigene Emissionsbilanz nach Emittentengruppe und Substanz abfragen kann (Pivot).

## 4.4. Nachführungen

Die Grundlagen für den neu vorliegenden Emissionskataster Schweiz 2015 wurde von Beginn weg an in einer nachführbaren Version erstellt. Das Prinzip basiert auf dem Konzept von statischen Basisrastern, die das räumliche Verteilmuster von Emissionen je Emittentengruppen repräsentieren (normiert auf 1) und zeitabhängigen Emissionszahlen für alle Substanzen für gewünschte Jahre (in t/a) in derselben Aufteilung nach Emittentengruppen.

Die Emissionen im «Emissionsinformationssystem Schweiz» (EMIS) werden vom BAFU jährlich nachgeführt. Dies ist eine Daueraufgabe, die von der Sektion Industrie und Feuerungen wahrgenommen wird. Aus der EMIS-Datenbank werden u.a. jährlich aktualisierte Emissionen an die Sekretariate des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (engl. United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) sowie des internationalen Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP) eingereicht. Die dafür nötigen Emissionsfaktoren und statistischen Grundlagen werden regelmässig erneuert und verbessert. Die Emissionen aller Substanzen können somit als EXCEL-Datei exportiert werden. Das ermöglicht, den Emissionskataster nachzuführen, indem die bestehenden Basisraster gemäss Vorgaben EMIS auf aktualisierte Emissionsdaten skaliert werden.

Es gibt wenige Ausnahmen, wenn die Nachführung nicht nur Änderungen an der Summe von Emissionen je Untergruppe erfordert, sondern wenn räumliche Strukturdaten ändern:

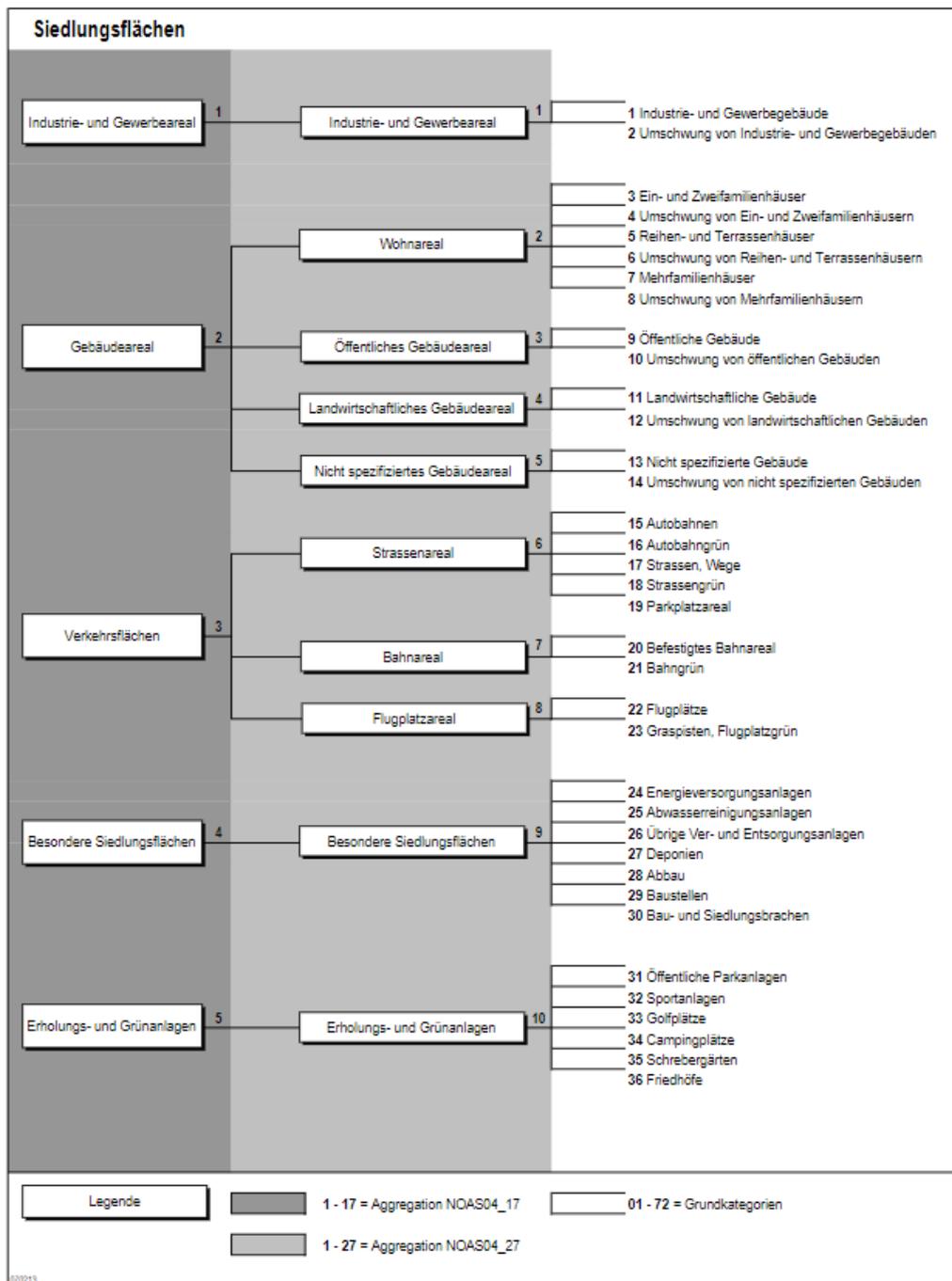
- Der Strassenverkehr ist in doppelter Hinsicht betroffen. Erstens ändern sich die Emissionsanteile auf dem Strassennetz, weil die Flottenzusammensetzung die Emissionsanteile ändert, und zweitens wird das Strassennetz permanent vergrössert.
- Auch die Punktquellen können betroffen sein, wenn Produktionsmengen und -standorte verändert werden. An den gesamtschweizerischen Bilanzen ändert sich dabei zwar nur wenig, aber lokal kann der Wegfall einer bedeutenden Punktquelle für eine kantonale Bilanz sehr wohl wichtig sein.
- Auch Schienen- und Schiffsverkehr sind betroffen, wenn die Fahrplan-Angebote auf wichtigen Strecken geändert werden. Im Vergleich zum Strassenverkehr handelt es sich aber um geringe Emissionen, sodass die räumlichen Änderungen kaum ins Gewicht fallen.
- Langfristig ändern sich auch die Verteilungen der Einwohner und Arbeitsplätze. Die Änderungen geschehen allerdings langsam. Die betroffenen Basisraster können aktualisiert werden, wenn neue Strukturdaten vorliegen.

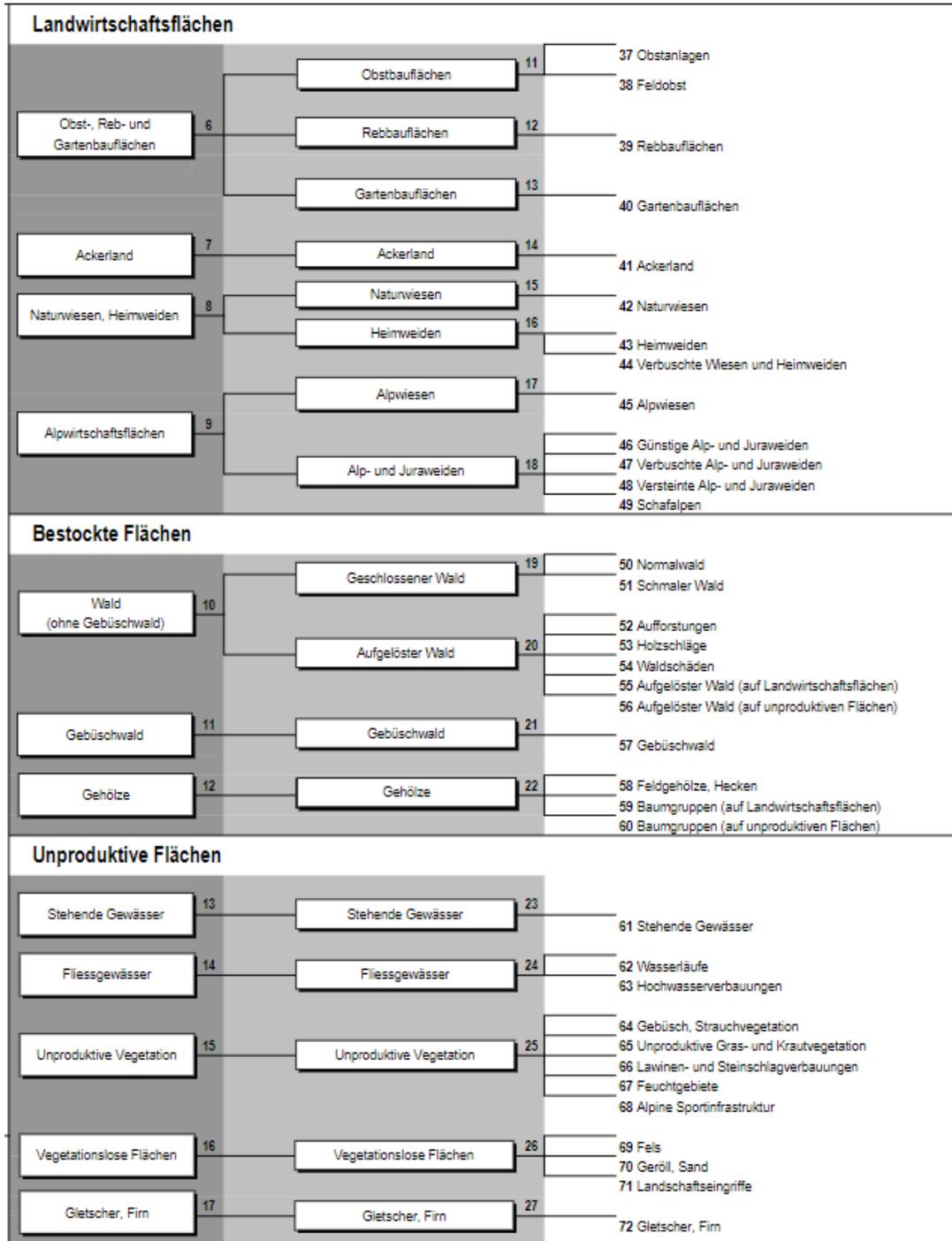
Wenn der Emissionskataster in den kommenden Jahren nachgeführt wird, empfiehlt sich aus dem oben Gesagten primär die Aktualisierung der Emissionskataster Strassenverkehr und die Überprüfung und ggf. Anpassung der Punktquellen Industrie.

## Annex

### A1. Arealstatistik der Schweiz

Tabelle 18: Arealstatistik Schweiz – Standardnomenklatur NOAS04: Grundkategorien und Aggregationen





## A2. Untergruppen und NFR Codierung

**Tabelle 19: Haupt- und Untergruppen, Spezifikation, Rasternamen und NFR Codes \*).**

Nr.	Hauptgruppe	Emittentengruppe	Spezifikation	NFR	Basisraster
1	Verkehr	Strassenverkehr CO2	Fahrzeugmotoren	1A3b	evstr_co2
2	Verkehr	Strassenverkehr CH4	Fahrzeugmotoren	1A3b	evstr_ch4
3	Verkehr	Strassenverkehr N2O	Fahrzeugmotoren	1A3b	evstr_n2o
4	Verkehr	Strassenverkehr NOx	Fahrzeugmotoren	1A3b	evstr_nox
5	Verkehr	Strassenverkehr CO	Fahrzeugmotoren	1A3b	evstr_co
6	Verkehr	Strassenverkehr NMVOC	Fahrzeugmotoren	1A3b	evstr_nmv
7	Verkehr	Strassenverkehr SO2	Fahrzeugmotoren	1A3b	evstr_so2
8	Verkehr	Strassenverkehr NH3	Fahrzeugmotoren	1A3b	evstr_nh3
9	Verkehr	Zonenverkehr	Kaltstart/Verdampfung	1A3b	evzon
10	Verkehr	F-Gase: Transporte mit Kühlung	Refrigeration, air cond.	2F13, 2F16	evtrk
11	Verkehr	F-Gase: Klimaanlage Motorfahrzeuge	Refrigeration, air cond.	2F16	evklm
12	Verkehr	Schienenverkehr Bau-/Dienstzüge	Diesellok Bau-/Dienstzüge	1A3c	evsch
13	Verkehr	Schienenverkehr Rangieren	Diesellok Rangieren	1A3c	evsra
14	Verkehr	Schifffahrt Seen	Schifffahrt	1A3dii	evsee
15	Verkehr	Rheinschifffahrt	Rheinfläche	1A3dii	evsrh
16	Verkehr	Schifffahrt Fährlinien	Fährlinien	1A3dii	evsfa
17	Verkehr	Flugverkehr Zürich	Flughafen Zürich	1A3aiiii, 1A3aiiiii, 1A3aiiii, 1A2gvii **)	evfzhr
18	Verkehr	Flugverkehr Genf	Flughafen Genf	1A3aiiii, 1A3aiiiii, 1A3aiiii, 1A2gvii **)	evfgva
19	Haushalte	Feuerungen Haushalte Holz und Kohle	GWR	1A4bi	ehfho
20	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	AWEL-Modell	1A4bi	ehfoe
21	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	Geschosshöhen	1A4bi	ehgws
22	Haushalte	Feuerungen Haushalte Öl und Gas	Gebäudetyp/AS	1A4bi	ehare
23	Haushalte	Haushalte andere Private etc	Private etc.	1A4bi, 5C2iii, 5C1a	ehhan
24	Haushalte	Haushalte andere Brände etc	Brände etc.	6Ad, 5C1bi	ehhab
25	Haushalte	Haushalte andere Feuerwerk etc	Feuerwerk etc.	2G	ehhaf
26	Haushalte	Maschinen Garten und Hobby	Gebäudeumschwung	1A4bii	ehmgh
27	Haushalte	Lösungsmittel Konsumprodukte	Konsumprodukte	2G3b, 2D3a, 2D3d	ehlmk
28	Dienstleistungen	Feuerungen Dienstleistungen Holz und Kohle	Feuerungen Holz/Kohle	1A4ai	eipdh
29	Dienstleistungen	Feuerungen Dienstleistungen Öl und Gas	Feuerungen Öl/Gas	1A4ai	eiprd
30	Dienstleistungen	Dienstleistungen Landschaftspflege	Maschinen	1A4aai	eilpf

Nr.	Hauptgruppe	Emittentengruppe	Spezifikation	NFR	Basisraster
31	Dienstleistungen	F-Gase: Läden, Gebäude mit Klimaanlage	Refrigeration, air cond.	2F15, 2F12, 2F14, 2F11, 2Cx, 2Ex, 2F5, 2F21, 2F41, 2F42, 2Gx	eilgk
32	Industrie	Punktquellen KVA	KVA	5C1biv, 5C1biii, 1A1a	eipkv
33	Industrie	Punktquellen Zementwerke	Zementwerke	1A2f, 2A1	eipzm
34	Industrie	Weitere Punktquellen PRTR (**)	übrige Pt.quellen PRTR	Siehe Bericht Kap. 3.5.2.	eipwp
35	Industrie	Flächenquellen Industrie	Flächenquellen	1A1a, 1A1b, 1A1c, 1A2a, 1A2b, 1A2c, 1A2d, 1A2e, 1A2f, 1A2giv, 1A2gviii, 1A3ei, 1A4ci, 1B1a, 1B2aiv, 1B2c, 1B2c21, 2A1, 2A2, 2A3, 2A4a, 2A4d, 2A5a, 2B1, 2B10, 2B10a, 2B2, 2B5, 2C1, 2C3, 2C7a, 2C7c, 2D3d, 2D3e, 2D3g, 2D3h, 2D3i, 2G, 2H1, 2H2, 2I, 2L, 5C1bv, 5E	eipro
36	Industrie	Baumaschinen	Baumaschinen	1A2gvii, 1A2f, 2D3c, 2H3	eibau
37	Industrie	Industriefahrzeuge	Industriefahrzeuge	1A2gvii	eifrz
38	Industrie	Pistenfahrzeuge	Pistenfahrzeuge	1A2gvii	eipis
39	Industrie	Kläranlagen	Abwasserreinigung	5D1, 5D2	eikla
40	Industrie	Deponien	Deponien	1A1a, 5A	eidep
41	Industrie	Kompostierung	Kompostierung	5B1	eikmp
42	Industrie	Lösungsmittel Industrie	Arbeitsplatzanwendungen	2D1, 2D2, 2G3a2H1;2G, 2D3l, 2D3d, 2D3b, 2D3g, 2D3f, 2D3h, 2D3e	eilmi
43	Industrie	Verluste Gasnetz	Verluste Gasnetz	1B2av, 1B2biv, 1B2bv, 1B2bvi	eivgn
44	Land- und Forstw.	landwirtschaftliche Maschinen	Fzge/Motoren	1A4cii	ellwm
45	Land- und Forstw.	forstwirtschaftliche Maschinen	Fzge/Motoren	1A4cii	elfwm
46	Land- und Forstw.	Weiden	Weiden	3Da2a4hii, 3Da2a4gii, 3Da2a4b, 3Da2a1a, 3Da2a4c, 3Da2a4d, 3Da2a4giv, 3Da2a4e, 3Da2a4gi, 3Da2a4f, 3Da2a1b, 3Da2a4hi, 3Da2a2, 3Da2a3, 3Da2a4giii, 3Da2a1c, 3Da34hii, 3Da34gii, 3Da34b, 3Da31a, 3Da34c, 3Da34d, 3Da34giv, 3Da34e, 3Da34gi, 3Da34f, 3Da31b, 3Da32, 3Da33, 3Da34giii, 3Da31c, 3Da2c, 3Dc	elapp

Nr.	Hauptgruppe	Emittentengruppe	Spezifikation	NFR	Basisraster
47	Land- und Forstw.	Ställe	Ställe	3B	elsto
48	Land- und Forstw.	landwirtschaftliche Nutzflächen	Nutzflächen	3Da1a, 3Da1b, 3Da2a, 3Da2b, 3Da2c, 3Da3, 3Da34hi, 3Da4, 3Da5, 3Da6, 3Da7, 3Db1, 3Db2, 3De, 3G1, 3G2, 3H1, 6Ac	elfer
49	Land- und Forstw.	Feuerungen Landwirtschaft Holz	Gebäude	1A4ci	elfeu
50	Land- und Forstw.	Abfallverbrennung Land- und Forstwirtschaft	Feuer	4VA1, 5C2i	elabf
51	Land- und Forstw.	Vergärung	Vergärung	5B2	elver
52	natürl. Emissionen	Wälder	natürliche Emissionen	11C	enwal

\*) NFR Nomenclature for Reporting, Internationale Systematik zur Klassierung von Emissionen. Wird benutzt von IPCC, UN-FCCC, CLRTAP, EMEP, EMIS.

\*\*) Beachte, dass im Kataster nicht die Emissionen aus der EMIS-Datenbank, sondern der Flughäfen respektive der kantonalen Behörden verwendet (Flughafen ZRH 2019, DT SABRA 2019) werden.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beziehungen zwischen EMIS Untergruppen und Basisraster Industrie und Gewerbe.	28
Abbildung 2: Karte der CO <sub>2</sub> -Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen	45
Abbildung 3: Karte der CH <sub>4</sub> -Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen	46
Abbildung 4: Karte der N <sub>2</sub> O-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen	46
Abbildung 5: Karte der F-Gas-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen	47
Abbildung 6: Karte der NO <sub>x</sub> -Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen	47
Abbildung 7: Karte der CO-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen	48
Abbildung 8: Karte der NMVOC-Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen	48
Abbildung 9: Karte der SO <sub>2</sub> -Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen	49
Abbildung 10: Karte der NH <sub>3</sub> -Emissionen 2015, Total aller Hauptgruppen	49

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Liste der Substanzen _____	10
Tabelle 2: Vom Territorial-Baum (EMIS) zum Emissionskataster: Bilanz am Beispiel der CO <sub>2</sub> -Emissionen fossil 2015 _____	15
Tabelle 3: Hauptgruppen, Emittentengruppen und Basisraster. _____	17
Tabelle 4: NMVOC-Emissionen Strassenverkehr nach Emissionsarten und Zuordnung zu Basisrastern. _____	21
Tabelle 5: KVA in der Schweiz. Die blau markierten KVA emittieren unterhalb der Schwellenwerte und sind deshalb nicht im PRTR enthalten, ihre Emissionen sind deshalb nicht öffentlich. _____	30
Tabelle 6: Zementwerke, die als Punktquellen im Emissionskataster enthalten sind _____	31
Tabelle 7: Anlagen, die als «weitere Punktquellen PRTR» im Emissionskataster integriert sind. _____	32
Tabelle 8: Verkaufszahlen Erdgas 2015 nach Kantonen _____	37
Tabelle 9: CH <sub>4</sub> -Emissionen aus der Nutztierhaltung _____	39
Tabelle 10: Einzelheiten zu den F-Gas-Emissionen. _____	41
Tabelle 11: Emissionen 2015 für Treibhausgase in t/a (F-Gase in t CO <sub>2</sub> eq/a). Die Spalte der CO <sub>2</sub> umfasst die fossilen und die geogenen CO <sub>2</sub> -Emissionen. _____	42
Tabelle 12: Emissionen 2015 für Treibhausgase in kt CO <sub>2</sub> eq/a. (Andere Einheit als in Tabelle 11!) _____	43
Tabelle 13: Emissionen 2015 für Luftschadstoffe in t/a _____	44
Tabelle 14: THG-Emissionen 2015 je Kanton in kt CO <sub>2</sub> eq/a. _____	50
Tabelle 15: THG-Emissionen 2015 je Kanton (prozentuale Anteile). _____	51
Tabelle 16: Luftschadstoff-Emissionen 2015 je Kanton in t/a. _____	52
Tabelle 17: Anteile der Luftschadstoff-Emissionen 2015 je Kanton (prozentuale Anteile). _____	53
Tabelle 18: Arealstatistik Schweiz – Standardnomenklatur NOAS04: Grundkategorien und Aggregationen _____	55
Tabelle 19: Haupt- und Untergruppen, Spezifikation, Rasternamen und NFR Codes *). _____	57

## Glossar

AP	Arbeitsplätze
ARA	Abwasserreinigungsanlage
AS	Arealstatistik (Daten über Zustand/Veränderung der Bodennutzung)
BAFU	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Basisraster	Raummuster in Hektarauflösung
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt
BFS	Bundesamt für Statistik
CH <sub>4</sub>	Methan
CLRTAP	UNECE Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung
CO	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
EMIS	Emissionsinformationssystem Schweiz (BAFU Datenbank mit Emissionen der Treibhausgase und Luftschadstoffe)
EMIS-Prozess	In der EMIS-Datenbank sind die Emittenten bis auf Stufe EMIS-Prozess differenziert. EMIS-Prozess werden zu EMIS-Untergruppen zusammengefasst
EMIS-Untergruppen	setzen sich aus EMIS-Prozessen zusammen. EMIS-Untergruppen werden zu Hauptgruppen zusammengefasst.
Emissionskataster	Gesamtheit der Rasterdaten für alle Emittentengruppen
Emittentengruppe	Summe der Emittenten, die einem Basisraster zugeordnet werden
EW	Einwohner
F-Gase	synthetische, fluorierte Gase: Fluorkohlenwasserstoffe, Perfluorkohlenwasserstoffe, Schwefelhexafluorid, Stickstofftrifluorid
GEOSTAT	BFS-Kompetenzzentrum Geoinformation und digitale Bildverarbeitung
GIS	Geographisches Informationssystem
GWP	Global Warming Potentials <sup>22</sup>
Hauptgruppe	Die EMIS-Datenbank bezeichnet folgende Hauptgruppen: Verkehr, Haushalte, Industrie und Gewerbe, Land- und Forstwirtschaft, natürliche Emissionen. Im vorliegenden Emissionskataster werden Emissionen

<sup>22</sup> Ab 2023 werden diese Werte gemäss IPCC Fifth Assessment Report (AR5) abgelöst: GWP(CH<sub>4</sub>) = 28, GWP(N<sub>2</sub>O) = 265 (wie auch bereits im Vorabdruck der neuen CO<sub>2</sub>-Verordnung vorgesehen).

	aus Dienstleistungen aus der Hauptgruppe Industrie und Gewerbe herausgelöst und bilden eine eigene Hauptgruppe
HEL	Heizöl extra leicht
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Weltklimarat / Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen)
Kataster	ist definiert durch Angabe von Basisraster, Substanz, Jahr
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
LTO	Landing-Takeoff-Zyklus (Flugverkehr Phasen: Rollen, Start, Steig-/Anflug)
Luftschadstoffe	NO <sub>x</sub> NMVOC, CO, SO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> sind im vorliegenden Emissionskataster enthalten (die EMIS-Datenbank enthält weitere Luftschadstoffe)
LUVOC	VOC, die der Lenkungsabgabe gemäss VOC-Verordnung (SR 814.018) unterstellt sind
NFR	Nomenclature for Reporting: Internationales Klassifikationsschema für Emissionen (IPCC)
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NMVOC	Nicht-Methan Kohlenwasserstoffe
NO <sub>x</sub>	Stickoxide
N <sub>2</sub> O	Lachgas
Precursors	Vorläufer (NO <sub>x</sub> , CO, NMVOC, SO <sub>2</sub> ). Sie haben Auswirkungen auf Treibhausgas- oder Aerosolkonzentrationen
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
SwissPRTR	Swiss Pollutant Release and Transfer Register
Territorial-Baum	Auszug aus der EMIS-Datenbank auf der Stufe von EMIS-Prozessen und mit Emissionsdaten entsprechend dem Territorialprinzip
Treibhausgase	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, F-Gase
Untergruppe	Jede Hauptgruppe in der EMIS-Datenbank setzt sich aus Untergruppen zusammen
VOC	volatile organic compounds - flüchtige organische Verbindungen

## Literatur

- AWEL 2019:** Grundlagedaten zu Schiffskilometern sowie Berechnungstool für die Emissionen Feuerungen Raumwärme/Warmwasser für HH und DL. E-Mail von G.-M. Alt, AWEL an T. Künzle, 09.05.2019
- BAFU 2015:** Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des Non-road-Sektors. Studie für die Jahre 1980–2050. UW-1519-D. INFRAS im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU. Bericht: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/publikationen-studien/publikationen/energieverbrauch-und-schadstoffemissionen-des-non-road-sektors.html> [29.10.2020]  
Datenbank: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/non-road-datenbank.html> [29.10.2020]
- BAFU 2018:** Dokumentation Strassendaten-Aufbereitung. Bahn- und Strassenlärm Berechnung für das Jahr 2015. Erstellt durch Firmen n-Sphere AG und PROSE AG im Auftrag des BAFU
- BAFU 2019:** Emissionsinformationssystem der Schweiz (EMIS).  
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/emissionsinformationssystem-der-schweiz-emis.html> [01.02.2021] Daten siehe z. B.: <https://www.ceip.at/status-of-reporting-and-review-results/2019-submissions> [01.02.2021]
- BAFU 2019a** Datenlieferung Emissionen Schweiz, aufgeteilt nach dem Territorial-Baum. E-Mail von B. Müller, BAFU an T. Künzle, Meteotest vom 26.06.2019
- BAFU 2020:** E-Mail von A. Schilt, BAFU an J. Heldstab, INFRAS vom 21.10.2020
- BAFU 2021:** Datenlieferung F-Gas-Emissionen: E-Mail A. Schilt, BAFU an J. Heldstab, INFRAS vom 08.04.2021
- BAV 2019:** Geobasisdatensatz schweizerisches Schienennetzes <https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/themen-a-z/geoinformation/geobasisdaten/schienennetz.html> [29.10.2020]  
<https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=e&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.bav.schienennetz> [29.10.2020]
- BAZL 2019:** Emissionen der Regionalflugplätze. E-Mail von Alice Suri (BAZL) am 04.07.2019 an J. Heldstab (INFRAS)
- BFE 2020:** Energieperspektiven 2050+. Herausgeber — Bundesamt für Energie BFE 26. Bern. November 2020.  
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energiestrategie-2050.html> [26.04.2021]
- BFS 2019:** Strassenfahrzeugbestand 2015. Liste der Landwirtschafts- und Industriefahrzeuge Total. E-Mail der Sektion Mobilität des BFS an T. Künzle, Meteotest vom 18.03.2019.  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet->

[verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/fahrzeuge/strassenfahrzeuge-bestand-motorisierungsgrad.assetdetail.7246448.html](https://www.aquaetgas.ch/energie/gas/20200109_ag_der-wert-von-gasinfrastruktur-verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/fahrzeuge/strassenfahrzeuge-bestand-motorisierungsgrad.assetdetail.7246448.html) [28.10.2020]

**Bieniasch 2020:** Der Wert von Gasinfrastruktur. Matthias Bieniasch, David Bothe, Matthias Janssen, Charlotte Mühlbauer, Mirko Wahl. Aqua & Gas, 9. Januar 2020

[https://www.aquaetgas.ch/energie/gas/20200109\\_ag\\_der-wert-von-gasinfrastruktur/](https://www.aquaetgas.ch/energie/gas/20200109_ag_der-wert-von-gasinfrastruktur/)  
[30.03.2021]

**Carbotech 2020:** Swiss Greenhouse Gas Inventory 2018: PFCs, HFCs, SF<sub>6</sub> and NF<sub>3</sub> Emissions. Confidential report for internal use (FOEN and review team). Carbotech mandated by Federal Office for the Environment FOEN. Bern/Basel 2. April 2020

**DT SABRA 2019:** Emissionsbilanz und Prognosen Flughafen Genf. E-Mail von Pierre Kunz (Département du Territoire Genève, Office cantonal de l'environnement, Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants) vom 15.11.2019 an J. Heldstab (INFRAS)

**EMEP/EEA 2016:** Air pollutant emission inventory guidebook. B1101 Non-managed & managed forests. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>  
[01.02.2021]

**Flughafen ZRH 2019:** Emissionskataster Flughafen Zürich. E-Mail von Silvio Maraini vom 27.08.2019 an J. Heldstab (INFRAS)

**FOEN 2011:** NO<sub>2</sub> ambient concentrations in Switzerland. Modelling results for 2005, 2010, 2015. J. Heldstab, F. Leippert, P. Wüthrich (INFRAS); T. Künzle (Metetest). Ed. Federal Office for the Environment. Environmental studies no 1123. Bern 2011.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/air/publications-studies/publications/no2-ambient-concentrations-in-switzerland.html> [29.01.2021]

**FOEN 2016:** Critical Loads of Nitrogen and their Exceedances. Swiss contribution to the effects-oriented work under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UNECE). Federal Office for the Environment, Bern. Environmental studies no. 1642.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/air/publications-studies/publications/Critical-Loads-of-Nitrogen-and-their-Exceedances.html> [30.11.2020]

**FOEN 2020:** Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2018, National Inventory Report. Including reporting elements under the Kyoto Protocol. Submission of April 2020 under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Bern, April 2020.

[https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/klima/klima-climatereporting/GHG%20inventories%201990-2018%20\(submitted%20in%202020\).zip.download.zip/ghg\\_inventories\\_1990-2018\\_submitted\\_in\\_2020.zip](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/klima/klima-climatereporting/GHG%20inventories%201990-2018%20(submitted%20in%202020).zip.download.zip/ghg_inventories_1990-2018_submitted_in_2020.zip) [14.4.2021]

**FOEN 2021:** Switzerland's Informative Inventory Report 2020 (IIR), Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Submission of March 2020

to the United Nations ECE Secretariat. Bern.

<https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/luft/fachinfo-daten/Switzerlands-Informative-Inventory-Report-2019.pdf.download.pdf/switzerlands-informative-report-2020.pdf> [14.4.2021]

**INFRAS 2012:** Luftschadstoffemissionen der Schifffahrt in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft. Aktualisierung 2010 / 2015 / 2020. Im Auftrag des Lufthygieneamt beider Basel (LHA) und der schweizerischen Rheinhäfen.

**INFRAS 2017:** Pilotstudie zum Treibstoffverbrauch und den Treibhausgasemissionen im Verkehr 1990-2050. Szenarien für den Strassenverkehr. INFRAS im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU. Schlussbericht. Bern, 21. August 2017

**INFRAS 2019:** Handbuch Emissionsfaktoren HBEFA 4.1. INFRAS im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU. Bern, 11.09.2019 und 3.11.2019 (update)

<http://www.hbefa.net/e/index.html> [01.02.2021]

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/fachinformationen/luftschadstoffquellen/strassenverkehrsmittel-als-luftschadstoffquellen.html> [01.02.2021]

**INFRAS 2019a:** Emissionen des Strassenverkehrs. E-Mail vom 03.12.2019 von B. Notter, INFRAS an T. Künzle, Meteotest.

**INFRAS 2020:** NO<sub>2</sub>-, PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2.5</sub>-Immission Schweiz / Liechtenstein - Aktualisierung des PolluMap-Modells für 2015, 2020 und 2030. Technischer Bericht. INFRAS/Meteotest im Auftrag des BAFU. Zürich, 15.12.2020

**INFRAS/Meteotest 2013:** SO<sub>2</sub>-Immissionen Schweiz Modellierung 1980–2010. Schlussbericht. INFRAS/Meteotest im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU. Zürich / Bern, 31.10.2013

**Kupper et al. 2018:** Kupper T., Bonjour C., Achermann B., Rihm B., Zaucker F., Menzi H.: Ammoniakemissionen der schweizerischen Landwirtschaft 1990–2015. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt. <http://www.agrammon.ch> [30.11.2020]

**LHA 2019:** GIS-Modelldaten für die Schiffsemissionen. E-Mail von C. Todaro, LHA an T. Künzle, Meteotest. 29.05.2019

**Meteotest 2019:** Mapping Nitrogen Deposition 2015 for Switzerland. Technical Report on the Update of Critical Loads and Exceedance, including the years 1990, 2000, 2005 and 2010. Im Auftrag des BAFU.

<https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/luft/externe-studien-berichte/mapping-nitrogen-deposition-2015-for-switzerland.pdf.download.pdf/Mapping%20Nitrogen%20Deposition%202015%20for%20Switzerland.pdf> [30.11.2020]

**Meteotest 2019a:** NMVOC-Emissionen der Waldflächen in der Schweiz. Zeitreihe 1990–2016, langfristige Entwicklung, Sensitivitätsanalyse für zwei Extremtage. Meteotest im Auftrag des BAFU. Bern, 30.01.2019

<https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/luft/externe-studien-be-richte/nmvoc-emissionen-der-waldflaechen-in-der-schweiz.pdf.download.pdf/NMVOC-Emissionen%20der%20Waldfl%C3%A4chen%20in%20der%20Schweiz.pdf> [01.02.2021]

**Meteotest 2020:** Emissionen Schweiz. Aufbereitung von Emissionskatastern für die Luftschadstoffe NO<sub>x</sub>, PM10 und PM2.5 der Jahre 2015, 2020 und 2030. Meteotest/INFRAS im Auftrag des BAFU. Bern, 22.12.2020

**Prognos 2012:** Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050. Prognos im Auftrag des Bundesamts für Energie. Bern. September 2012.

**PRTR 2020:** Download aus dem SwissPRTR vom 3. Nov. 2020

<https://www.prtr.admin.ch/PublicWebSite/Abfrage.aspx?Lang=ger> [01.02.2021]

**SBB 2019:** E-Mail von S. Knabl, SBB AG, Infrastruktur - Sicherheit, Qualität, Umwelt, an J. Heldstab, INFRAS, 29. April 2019

**SEDE 2019:** Emissions de l'aéroport de Genève. E-Mail vom 4.07.2019 von F. Despot (SEDE SA, Vevey) an J. Heldstab (INFRAS)

**Senozon 2018:** Senozon Mobilitätsmodell. Modellbeschreibung Deutschland.

[https://www.senozon.com/wp-content/uploads/SMMDE\\_Modellbeschreibung.pdf](https://www.senozon.com/wp-content/uploads/SMMDE_Modellbeschreibung.pdf)  
[23.10.2020]

**Swisstopo 2019:** Lieferung Geobasisdaten swissTLM3D. Lizenznummer 5701407462 (an Meteotest) <https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/landscape/tlm3d> [29.10.2020]

**VSG 2016:** Erdgas/Biogas in der Schweiz. Ausgabe 2016. VSG-Jahresstatistik

[https://gazenergie.ch/fileadmin/user\\_upload/e-paper/GE-Jahresstatistik/VSG-Jahresstatistik\\_2016.pdf](https://gazenergie.ch/fileadmin/user_upload/e-paper/GE-Jahresstatistik/VSG-Jahresstatistik_2016.pdf) [06.04.2021]