

# Umweltmonitoring flankierende Massnahmen (MFM-U) Strassenverkehrsemissionen 2004- 2020 und Prognose 2024

Im Auftrag vom Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Kurzbericht  
Bern, 9. August 2021

Benedikt Notter

## **Impressum**

### **Umweltmonitoring flankierende Massnahmen (MFM-U)**

Strassenverkehrsemissionen 2004-2020 und Prognose 2024

Kurzbericht

Bern, 9. August 2021

INFRAS\_MFMU\_2004-2020\_Kurzbericht\_2021-08-09.docx

### **Auftraggeber**

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

### **Projektleitung**

Klaus Kammer (BAFU)

Benedikt Notter (INFRAS)

### **Autorinnen und Autoren**

Benedikt Notter

INFRAS, Sennweg 2, 3012 Bern

Tel. +41 31 370 19 19

info@infras.ch

Diese Studie wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

## Inhalt

<b>Impressum</b>	<b>2</b>
<b>Inhalt</b>	<b>3</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>1. Ausgangslage</b>	<b>6</b>
<b>2. Datengrundlagen und methodisches Vorgehen</b>	<b>6</b>
<b>3. Verkehrsmengen</b>	<b>8</b>
<b>4. Emissionen und Treibstoffverbrauch</b>	<b>10</b>
4.1. Treibstoffverbrauch	10
4.2. Luftschadstoff- und Klimagas-Emissionen	11
<b>Literatur</b>	<b>14</b>

## Zusammenfassung

Für die Beobachtung der Umweltbelastung entlang den Transitachsen A2 und A13 werden im Rahmen des Monitorings der flankierenden Massnahmen, Teilprojekt Umweltmonitoring (MFM-U), u.a. Emissionsberechnungen für den Strassenverkehr durchgeführt. Als Quelle für die Emissionsfaktoren dient das Handbuch für Emissionsfaktoren (Version 4.1, INFRAS et al. 2019).

Der Perimeter der Berechnungen («MFM-U-Perimeter») berücksichtigt die Strecken zwischen Altdorf und Bellinzona (A2) bzw. Bonaduz und Bellinzona (A13). Die Zeitreihe umfasst die Jahre 2004 bis 2018 sowie einen Ausblick auf das Jahr 2022.

Das Verkehrsmengengerüst als Input für die Emissionsmodellierung beruht auf dem aktuellen Verkehrsmodell des UVEK (VM-UVEK, ARE 2016a) sowie auf den Zählraten der Schweizerischen Automatischen Verkehrszählung (SASVZ, ASTRA 2019). Anhand der Daten der LSVA-Kontrollstelle wird eine Korrektur der SGF-Zählwerte vorgenommen, da die SASVZ gewisse Fahrzeuge wie Wohnmobile fälschlicherweise als schwere Güterfahrzeuge klassiert (vgl. BAV 2015). Die Flottenzusammensetzung der SGF berücksichtigt die unterschiedlichen Grössenklassenverteilungen der inländischen und ausländischen SGF. Für die Verkehrsbelastungen im Jahr 2024 wurden aufgrund der gegenläufigen Trends (beobachteten gegenüber den modellierten) dieselben Verkehrsmengen unterstellt wie 2019, allerdings mit der von HBEFA für 2024 prognostizierten Flottenzusammensetzung.

Mit Hilfe der spezifischen Emissionsfaktoren des HBEFA werden aus dem beschriebenen Verkehrsmengengerüst die Emissionen und der Treibstoffverbrauch abgeleitet. Entscheidend für die Emissionsresultate sind somit zum einen die Verkehrsentwicklung und zum andern die Entwicklung der spezifischen Emissionen, die sich z.B. durch den Einsatz von effizienteren, emissionsärmeren Fahrzeugen absenken können.

Die Resultate zeigen, dass aufgrund eines leichten Rückgangs der Fahrleistungen im Jahr 2019 und eines starken pandemiebedingten Rückgangs 2020 in den letzten Jahren auch der Treibstoffverbrauch im MFM-U-Perimeter abnahm. Somit setzte sich hinsichtlich Treibstoffverbrauch der Trend der letzten rund zehn Jahre fort, wobei der starke Rückgang im Jahr 2020 natürlich eine pandemiebedingte Ausnahme darstellt.

Während die Emissionen der Luftschadstoffe  $\text{NO}_x$  und  $\text{PM}_{10}$  (Feinstaub) aus Abgas dank der Umsetzung besserer Technologien auch bei steigenden Fahrleistungen im letzten Jahrzehnt stets deutlich rückgängig waren, nahmen die fossilen  $\text{CO}_2$ -Emissionen entlang der Alpentransitachsen A2 und A13 aufgrund der steigenden Fahrleistungen bis 2017 insgesamt nur leicht ab. Der Feinstaub aus Abrieb und Aufwirbelung wird von verbesserten Technologien nicht beeinflusst und stieg ebenfalls mit der Fahrleistung an. Durch den Rückgang der Fahrleistungen aller

Fahrzeugkategorien ab 2018 sanken die CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlicher als in den Vorjahren, und auch die Feinstaub-Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung nahmen ab.

Die gegenwärtigen Trends werden sich erwartungsgemäss auch in den nächsten Jahren fortsetzen. Entsprechend werden für 2024 je nach Schadstoff Emissionen unter dem Niveau von 2019, teilweise gar unter dem Niveau des Pandemiejahres 2020 erwartet.

## 1. Ausgangslage

Die Wirkungen des Verkehrsverlagerungsgesetzes werden mit dem eigens geschaffenen Monitoring der flankierenden Massnahmen untersucht: die verkehrlichen Auswirkungen im Teilprojekt Verkehrsmonitoring (MFM-V), die Umweltauswirkungen im Teilprojekt Umweltmonitoring (MFM-U). Die Resultate des Umweltmonitorings werden regelmässig dokumentiert, z.B. in internen Quartalsberichten, in publizierten Jahresberichten und auf dem Internet. Weiter werden spezifische Modellierungen über Luft- und Lärmbelastungen und Untersuchungen über die Auswirkungen des Verkehrs auf die menschliche Gesundheit, sowie auf Flora und Fauna durchgeführt und publiziert.

Die Verkehrsemissionen entlang der alpenquerenden Korridore der A2 und A13 zwischen Altdorf-Bellinzona bzw. Bonaduz-Bellinzona werden im Rahmen des Umweltmonitorings MFM-U in regelmässigen Abständen aktualisiert. Letztmals wurden sie im Jahr 2019 für die Jahre 2017-2018 aufdatiert (INFRAS 2019). Auch die Emissionsprognosen für das Jahr 2022 wurden in derselben Studie aufgrund der damals aktuellsten Verkehrsprognosen aktualisiert.

Im vorliegenden Kurzbericht wird diese Zeitreihe weitergeführt für die Jahre 2019 und 2020 sowie für den Prognosezustand 2024. Die Luftschadstoffemissionen werden wiederum mittels Verkehrszählungen und Emissionsfaktoren modelliert. Der Bericht nimmt dabei Bezug auf frühere MFM-U-Luftschadstoffberichte (BAFU 2008, BAFU 2010, INFRAS 2013a, INFRAS 2013b, INFRAS 2015, INFRAS 2017).

Aus Ressourcengründen, und weil das Jahr 2020 aufgrund der Corona-Pandemie eine Ausnahme darstellt, aus der nicht auf den weiteren Rückgang der Emissionen geschlossen werden kann, wurde für den vorliegenden Bericht eine leicht vereinfachte Methodik angewendet. Der Bericht ist etwas knapper als die Vorgängerberichte als Kurzbericht gehalten.

Spezielles Interesse gilt weiterhin den schweren Güterfahrzeugen (SGF); diese werden daher in den meisten Darstellungen separat ausgewiesen. Resultate für die Lieferwagen werden teilweise ebenfalls separat ausgewiesen, sind aber aufgrund der Herausforderungen bei der korrekten Klassifikation der Fahrzeuge nach Fahrzeugkategorien an den Zählstellen mit Vorsicht zu geniessen. Kapitel 2 und 3 gehen auf diese Thematik ein.

## 2. Datengrundlagen und methodisches Vorgehen

Die Methodik der Emissionsberechnung für den MFM-U-Perimeter orientiert sich am Vorgehen im letzten Update (INFRAS 2019), wurde aber leicht vereinfacht. Für Details der Methodik sei

auf den Vorgängerbericht verwiesen. Zusammenfassend lässt sich das Vorgehen wie folgt beschreiben:

- Die Verkehrsmengen basieren auf den Verkehrszählungen der Schweizerischen Automatischen Strassenverkehrszählung (SASVZ, ASTRA 2019) für die Jahre 2004 bis 2020. Diese werden mit dem Strassennetz des Verkehrsmodells des UVEK (VM-UVEK, s. ARE 2016a, ARE 2016b) verknüpft. Die Verkehrsmengen auf den Abschnitten ohne Zählstellen werden basierend auf den SASVZ-Daten interpoliert, unter Beibehaltung der relativen Verhältnisse zwischen den Abschnitten gemäss dem Basis-Modellzustand des VM-UVEK für das Jahr 2010.
- Für das Prognosejahr 2024 wird dieselbe Verkehrsmenge wie im Jahr 2019 unterstellt. Bei der gleichen Methodik wie im Vorgängerberichts würde dafür zwar das letzte Jahr der vorliegenden Zeitreihe, also 2020, gewählt: Dies, weil einerseits die beobachtete Entwicklung der Belastungen schwerer Güterfahrzeuge (SGF), wie auch seit 2018 der restlichen Verkehrsmengen, im MFM-U-Perimeter rückläufig ist; andererseits, weil aber die Vorhersagen des Makromodells VM-UVEK aufgrund der grossräumigen Entwicklungen der Rahmenbedingungen wie Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung eine Verkehrszunahme prognostizieren. Da 2020 aufgrund der Corona-Pandemie ein Ausnahmejahr mit besonders geringen Verkehrsmengen darstellt, wird anstelle 2020 das Jahr 2019 gewählt, um die möglichen Verkehrsmengen im Jahr 2024 zu approximieren.

Die Einfachheit dieser «Vorhersage»-Methodik unterstreicht die Unsicherheiten zur zukünftigen Entwicklung der Verkehrsmengen. Die Hauptaussage, die mit dem Prognosejahr 2024 im vorliegenden Bericht gemacht werden soll, betrifft denn auch die Emissionsentwicklung aufgrund der Flottenentwicklung in den kommenden Jahren bei unklarer (und daher als gleichbleibend unterstellter) Verkehrsentwicklung.

- Die Klassifikation der an den automatischen Zählstellen erfassten Fahrzeuge in Fahrzeugkategorien wie schwere Güterfahrzeuge (SGF, d.h. Lastwagen), Lieferwagen, Personenwagen etc. ist unsicher. Die Entwicklung der Fahrzeuggrössen und -formen v.a. bei den PW führt dazu, dass die automatischen Zählstellen viele PW nicht mehr korrekt als solche erkennen können und fälschlicherweise als Liefer- oder Lastwagen klassifizieren. Dies liegt einerseits an der generellen in den letzten Jahren beobachteten Grössenzunahme, welche die Unterscheidung zwischen Lieferwagen und PW erschwert; andererseits fällt im MFM-U-Perimeter mit dem relativ hohen Anteil Ferienverkehr die Zunahme der Wohnmobile ins Gewicht, welche teilweise als SGF klassifiziert werden.

Die Falschklassifikationen der SGF lassen sich dank Daten der LSVA-Kontrollstationen korrigieren, welche die SGF-Fahrten zuverlässig erheben (s. BAV 2015). Dies führt zu einer Reklassifikation von rund 10% der an den SASVZ-Zählstellen als SGF gezählten Fahrzeuge. Für die Vorgängerberichte des vorliegenden Kurzberichts wurde diese Korrektur differenziert nach

Jahren durchgeführt (INFRAS 2019). Für den vorliegenden Kurzbericht wurde vereinfachend angenommen, dass 2019 und 2020 der gleiche Anteil an SGF inkorrekt klassifiziert wurde wie 2018.

Bei den Lieferwagen wurde hingegen auf eine Korrektur der Anteile, wie von ökoscience (2021) vorgeschlagen, verzichtet, weil im Gegensatz zu den SGF, für welche auf die LSVA-Daten zurückgegriffen werden kann, keine zuverlässigen Daten zum «wahren» Lieferwagenanteil vorliegen.

- Hinsichtlich Flottenzusammensetzung wird für die Fahrzeugkategorien PW, Lieferwagen, Reisebusse und Motorräder die gesamtschweizerische Flottenzusammensetzung gemäss HBEFA 4.1 (Notter et al. 2019) unterstellt. Bei den SGF hingegen ist auf Gotthard- und San Bernardino-Achse der Anteil ausländischer Fahrzeuge höher als im Durchschnitt der Schweiz, und diese sind im Durchschnitt grösser, da es sich v.a. um Transitverkehr handelt. Daher werden für die SGF getrennte Flottenzusammensetzungen für ausländische und schweizerische Fahrzeuge berücksichtigt; diese beruhen der online auf der Website des BFS verfügbaren Zeitreihe von 1981-2017 (BFS 2018). Ab 2018 und 2022 wurden für den vorliegenden Kurzbericht wiederum vereinfachend die Anteile des Jahres 2017 (wie im Vorgängerbericht INFRAS 2019) unterstellt.
- Die Schadstoff- und Klimagasemissionen werden mit dem Emissionsmodell des Handbuchs Emissionsfaktoren für den Strassenverkehr (HBEFA), Version 4.1 (INFRAS et al. 2019), auf Basis der oben beschriebenen Inputs berechnet.

### 3. Verkehrsmengen

Die Entwicklung des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV) ist bereits im Jahr 2019 (wie auch schon 2018) gegenüber dem Vorjahr leicht rückläufig, und zwar sowohl für die SGF als auch für die restlichen Fahrzeuge; der Rückgang ist am San Bernardino ausgeprägter als am Gotthard, und für die SGF stärker als für die restlichen Fahrzeugkategorien (Tabelle 1). Im von der Corona-Pandemie geprägten Jahr 2020 erfolgt ein weiterer, sehr deutlicher Rückgang: Gegenüber dem Vorjahr gehen die Belastungen der SGF rund 11% (Gotthard) resp. 25% (San Bernardino) zurück. Der Rückgang fällt dadurch für den schweren Güterverkehr, der von den Lock-downs weniger stark betroffen war, geringer aus als für den vom privaten Verkehr und Reiseverkehr geprägten Restverkehr, welcher um rund 27% (Gotthard) respektiven 31% (San Bernardino) zurückging.



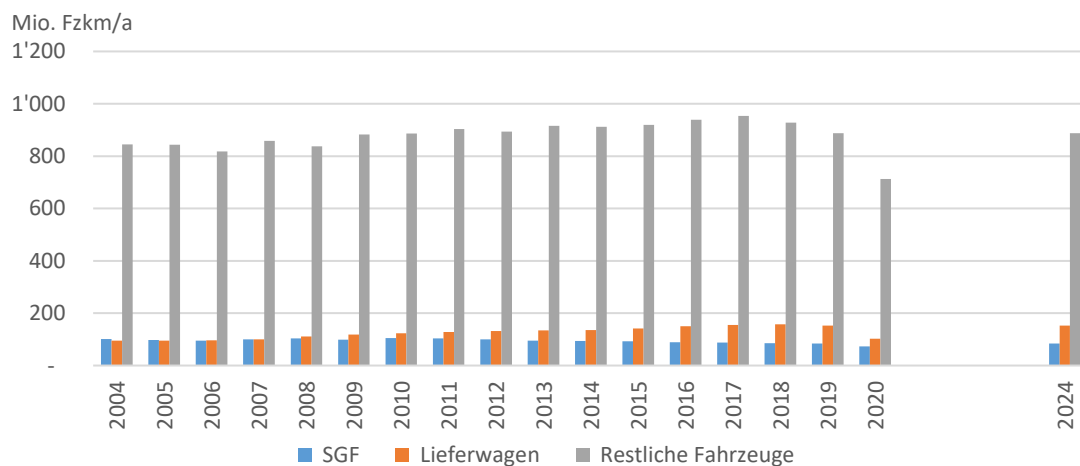
**Tabelle 1: Entwicklung des durchschnittlichen täglichen Verkehrs schwerer Güterfahrzeuge (SGF) und der restlichen Fahrzeuge an den Alpenübergängen, 2018-2020.**

Zählstelle	2018	2019	2020	2018-2019	2019-2020
<b>SGF</b>					
Gotthardtunnel	2'139	2'120	1'895	-0.9%	-10.6%
San Bernardino	475	449	337	-5.5%	-24.9%
<b>Rest</b>					
Gotthardtunnel	15'431	15'412	11'270	-0.1%	-26.9%
San Bernardino	6'604	6'353	4'407	-3.8%	-30.6%

Die beim DTV an den Alpenübergängen beobachteten Entwicklungen spiegeln sich in den Fahrleistungen wieder: Auf einen leichten Rückgang 2019 folgt ein deutlicher Rückgang im Jahr 2020 (Abbildung 1).

Für die SGF bedeutet der Rückgang die Fortsetzung des langjährigen Trends; für die restlichen Fahrzeuge war jedoch der Trend bis 2017 ansteigend, bevor die Fahrleistungen bereits 2018 leicht zu sinken begannen – dieser Rückgang setzte sich nun auch 2019 und pandemiebedingt verstärkt im Jahr 2020 fort.

**Abbildung 1: Entwicklungen der Fahrleistungen von SGF, Lieferwagen und restlichen Fahrzeugen auf den Achsen A2 und A13 im MFM-U-Perimeter.**



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Auswertungen

Bei den Lieferwagen ist der verstärkte Rückgang im Jahr 2020 möglicherweise teilweise ein Artefakt des Ersatzes und der Neukalibrierung einiger Zählgeräte an den automatischen SASVZ-Zählstellen des ASTRA. Wie von ökoscience (2021) bemerkt, nahmen die Anteile der Lieferwagen am Gesamtverkehr mit dem Ersatz von Zählgeräten mit neueren Modellen, welcher mit einer Neukalibrierung einherging, an bestimmten Zählstellen im MFM-U-Perimeter ab. Der Grund dafür liegt, wie in Kap. 2 erwähnt, hauptsächlich in der Entwicklung der PW hin zu grösseren Fahrzeugen, womit die automatischen Zählstellen, besonders falls ihre Kalibration einige Jahre zurückliegt, einige PW nicht mehr korrekt als solche erkennen und fälschlicherweise als Lieferwagen klassifizieren. Die Klassifikation der Fahrzeuge in Fahrzeugkategorien an den automatischen Zählstellen ist jedoch bekannterweise eine Herausforderung – es werden, wie in Kap. 2 ebenfalls erwähnt, auch als PW oder Lieferwagen zugelassene Fahrzeuge fälschlicherweise als SGF klassifiziert, und es gibt auch umgekehrte Fälle, in denen SGF fälschlicherweise als Lieferwagen erfasst werden. Weil es keine zuverlässigen Daten zum «wahren» Lieferwagenanteil gibt, wurde für den vorliegenden Bericht auf eine Korrektur, wie von ökoscience (2021) vorgeschlagen, verzichtet – im Unterschied zu den SGF, für welche mit den LSVA-Daten eine unabhängige und zuverlässige Informationsquelle vorliegt.

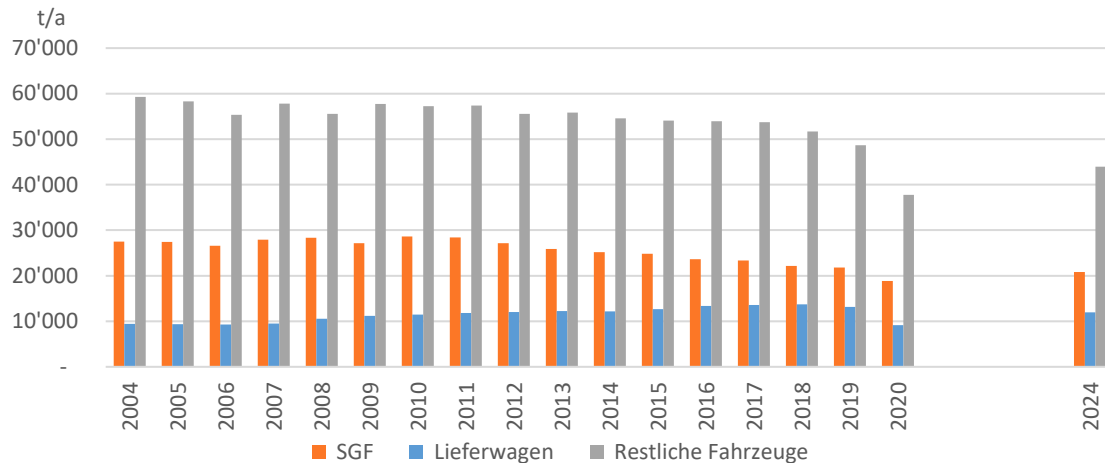
## 4. Emissionen und Treibstoffverbrauch

### 4.1. Treibstoffverbrauch

Mit den Fahrleistungen nahm 2019 und 2020 auch der Treibstoffverbrauch im MFM-U-Perimeter ab. Somit setzte sich der Trend der letzten rund zehn Jahre fort, wobei der Rückgang im Jahr 2020 natürlich pandemiebedingt derart stark ausfiel. Bei den SGF ist der Rückgang primär die Folge des Rückgangs der Fahrleistungen. Bei den PW, deren Fahrleistungen bis 2017 zunahmen, sind die kontinuierlichen Effizienzverbesserungen der letzten Jahre dafür verantwortlich, dass der Treibstoffverbrauch trotzdem leicht abnahm. Bei den Lieferwagen ist der zunehmende Trend bis ca. 2018 möglicherweise ein Artefakt fehlerhafter Klassifikation an den Zählstellen; auch zur Treibstoffeffizienz der individuellen Fahrzeuge lassen sich weniger klare Aussagen treffen als bei den PW, da diese erst seit kürzerer Zeit bei den Neuzulassungen überwacht wird.

Im Jahr 2024, für welches das gleiche Verkehrsaufkommen wie 2019 unterstellt wird, ist der Treibstoffverbrauch aufgrund der weiteren angenommenen Effizienzverbesserungen und der zunehmenden Elektrifizierung des Fahrzeugparks niedriger als 2019.

**Abbildung 2: Treibstoffverbrauch von SGF, Lieferwagen und restlichen Fahrzeugen auf den Achsen A2 und A13 im MFM-U-Perimeter.**



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Auswertungen

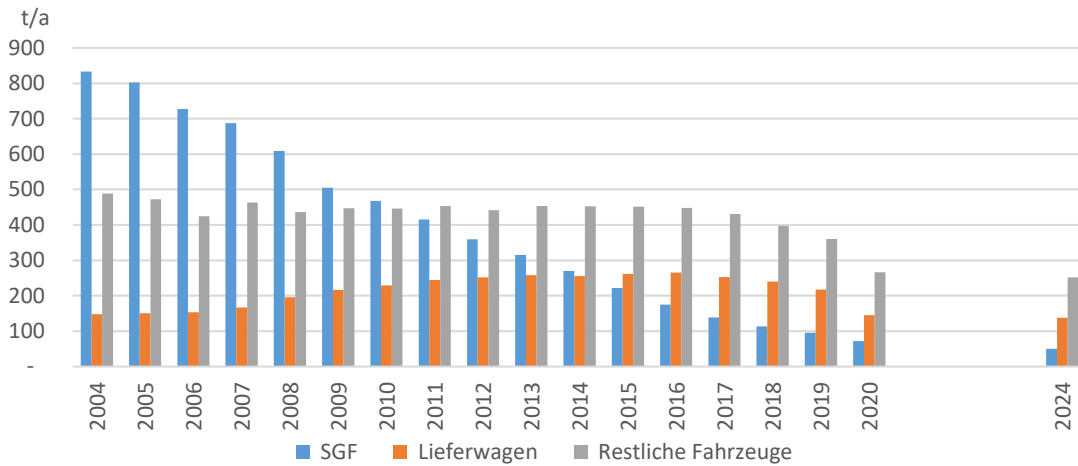
## 4.2. Luftschaadstoff- und Klimagas-Emissionen

Während die Emissionen der Luftschaadstoffe  $\text{NO}_x$  und  $\text{PM}_{10}$  (Feinstaub) aus Abgas dank der Umsetzung besserer Technologien (wie  $\text{DeNO}_x$ -Systeme SCR/EGR, Partikelfilter) kontinuierlich und deutlich sinken, schwankten die fossilen  $\text{CO}_2$ -Emissionen entlang der Alpentransitachsen A2 und A13 leicht von Jahr zu Jahr und nahmen bis 2017 nur leicht ab. Die steigenden Fahrleistungen vermochten die gesteigerte Effizienz fast zu kompensieren. Der Feinstaub aus Abrieb und Aufwirbelung wird von verbesserten Technologien nicht beeinflusst und steigt mit der Fahrleistung an (Abbildungen 3-6). Durch den Rückgang der Fahrleistungen aller Fahrzeugkategorien ab 2018 sinken die  $\text{CO}_2$ -Emissionen deutlicher als in den Vorjahren, und auch die Feinstaub-Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung nehmen ab. Bei den fossilen  $\text{CO}_2$ -Emissionen tragen auch leicht zunehmende Biotreibstoff-Anteile und die in den letzten Jahren deutlich zunehmenden Anteile elektrischer Antriebe v.a. bei neu zugelassenen PW zum Rückgang bei (vgl. BFE 2020a, BFE 2020b).

Die erwähnten Effekte werden sich erwartungsgemäss auch in den nächsten Jahren fortsetzen. Entsprechend werden  $\text{NO}_x$ - und  $\text{PM}_{10}$ -Emissionen aus Abgas bei gleichen Fahrleistungen wie 2019 unter dem Niveau des Pandemiejahres 2020 erwartet. Die fossilen  $\text{CO}_2$ -Emissionen sollten aufgrund Effizienzverbesserungen und Elektrifizierung der Flotte unter dem Niveau von 2019, aber wieder über demjenigen von 2020 ausfallen. Feinstaub-Emissionen aus Abrieb

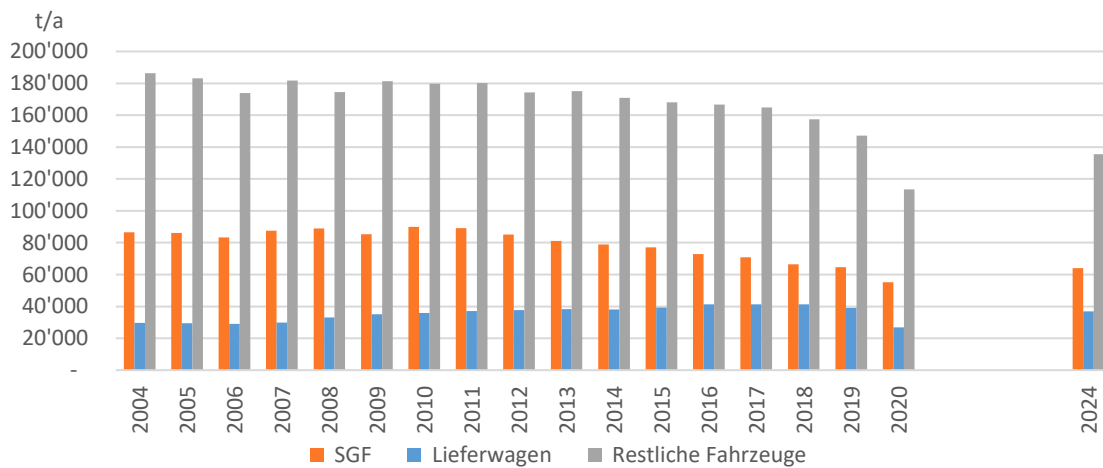
und Aufwirbelung werden bei gleichen Fahrleistungen wie 2019 auch wieder gleich hoch ausfallen wie 2019.

**Abbildung 3: NOx-Emissionen von SGF, Lieferwagen und restlichen Fahrzeugen auf den Achsen A2 und A13 im MFM-U-Perimeter.**



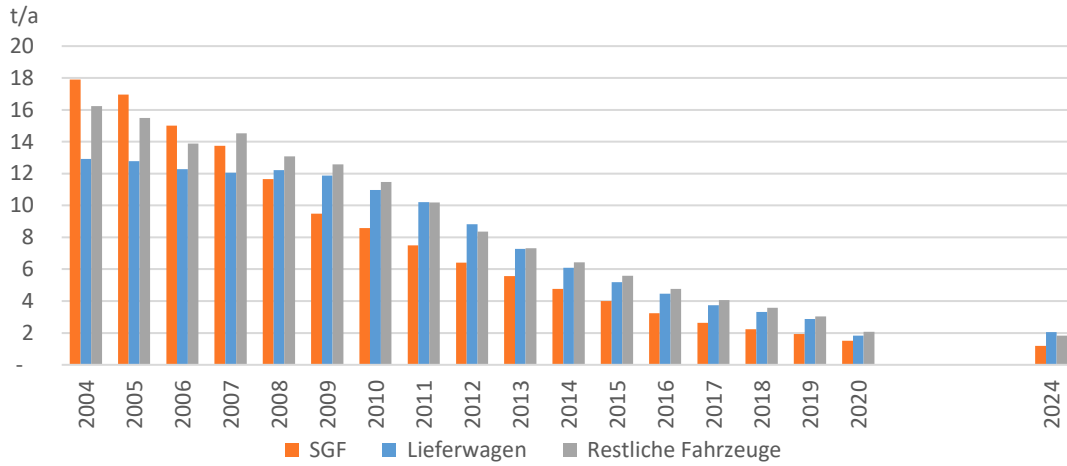
Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Auswertungen

**Abbildung 4: Fossile CO<sub>2</sub>-Emissionen von SGF, Lieferwagen und restlichen Fahrzeugen auf den Achsen A2 und A13 im MFM-U-Perimeter.**



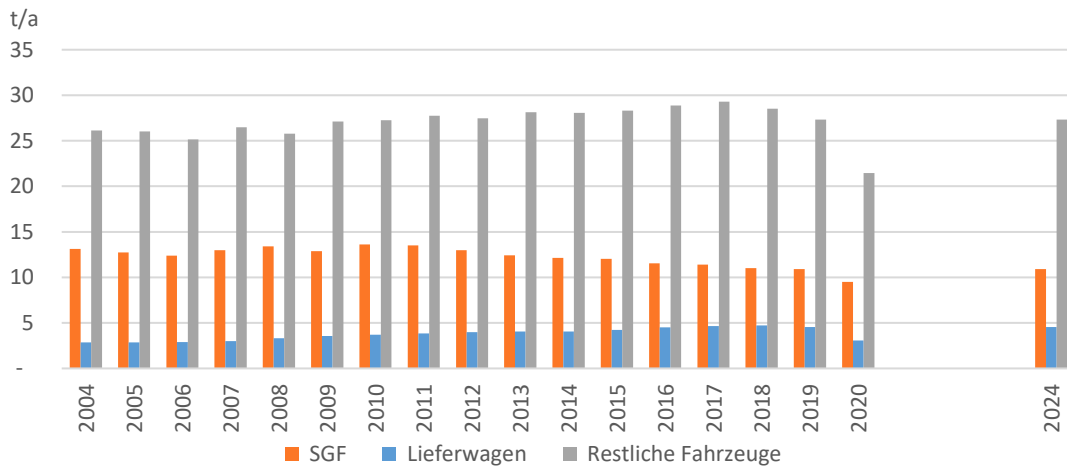
Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Auswertungen

**Abbildung 5: Feinstaub-Emissionen (PM10) aus Abgas von SGF, Lieferwagen und restlichen Fahrzeugen auf den Achsen A2 und A13 im MFM-U-Perimeter.**



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Auswertungen

**Abbildung 6: Feinstaub-Emissionen (PM10) aus Abrieb und Aufwirbelung von SGF, Lieferwagen und restlichen Fahrzeugen auf den Achsen A2 und A13 im MFM-U-Perimeter.**



Grafik INFRAS. Quelle: Eigene Auswertungen

## Literatur

- ARE 2016a:** Perspektiven des Schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040 - Technischer Bericht. [<https://www.are.admin.ch/are/de/home/medien-und-publikationen/publikationen/verkehr/verkehrsperspektiven-2040-technischer-bericht.html>].
- ARE 2016b:** Perspektiven des Schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040 - Hauptbericht. Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Ittigen. [<https://www.are.admin.ch/are/de/home/medien-und-publikationen/publikationen/verkehr/verkehrsperspektiven-2040.html>].
- ASTRA 2019:** Schweizerische automatische Strassenverkehrszählung (SASVZ). Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bern.
- BAFU 2008:** Umweltmonitoring Flankierende Massnahmen MFM-U, Verkehrsemissionen und Treibstoffverbrauch 2006/2007.
- BAFU 2010:** Umweltmonitoring flankierende Massnahmen - MFM-U. Verkehrsemissionen und Treibstoffverbrauch 2008/2009.
- BAV 2015:** Alpenquerender Güterverkehr durch die Schweiz. Kennzahlen 2014 und Interpretation der Entwicklung. Semesterbericht 2. Semester 2014. Erstellt im Rahmen der Projektorganisation Monitoring Flankierende Massnahmen - MFM. [[http://www.bav.admin.ch/verlagerung/index.html?lang=de&download=NHzLpZeg7t,Inp6lONTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDfHt9fWym162epYbg2c\\_JjKbNoKSn6A--](http://www.bav.admin.ch/verlagerung/index.html?lang=de&download=NHzLpZeg7t,Inp6lONTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDfHt9fWym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--)].
- BFE 2020a:** Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs der schweizerischen Haushalte 2000 bis 2019 nach Verwendungszwecken und Ursachen der Veränderungen. Bundesamt für Energie (BFE), Ittigen. [<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/energieverbrauch-nach-verwendungszweck.ex-turl.html/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWRTaW4uY2gvZGUv-chVibGljYX/Rpb24vZG93bmxvYWQvMTAyNjI=.html>].
- BFE 2020b:** Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen und leichten Nutzfahrzeuge 2019. 24. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung. [<https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/62019.pdf>].
- BFS 2018:** Anzahl Fahrten im alpenquerenden Strassengüterverkehr (nur Schweiz). Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel. [<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/gueterverkehr/alpenquerender-gueterverkehr.assetdetail.6646044.html>].
- INFRAS 2013a:** Umweltmonitoring Flankierende Massnahmen (MFM-U). Szenarien für 2020.
- INFRAS 2013b:** Umweltmonitoring Flankierende Massnahmen (MFM-U). Verkehrsemissionen 2010-2012. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

**INFRAS 2015:** Umweltmonitoring Flankierende Massnahmen (MFM-U). Verkehrsemissionen 2013-2014, Prognose 2020. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

**INFRAS 2017:** Umweltmonitoring Flankierende Massnahmen (MFM-U). Verkehrsemissionen 2015-2016, Prognose 2020. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

**INFRAS 2019:** Umweltmonitoring Flankierende Massnahmen (MFM-U). Aktualisierung der Verkehrsemissionen 2004-2018, Prognose 2022. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

**INFRAS, TUG, ifeu, HSDAC, WSP 2019:** HBEFA. Handbook of emission factors for road transport 4.1. INFRAS, Technical University of Graz (TUG), Institute for Energy and Environment Heidelberg (ifeu), Heinz Steven Data Analysis and Consulting (HSDAC) and WSP Sweden, commissioned by the Swiss Federal Office for the Environment (BAFU), the German Federal Office for the Environment (UBA-DE), the Austrian Federal Office for the Environment (UBA-AT), the French Agency for Ecological Transition (ADEME), the Swedish Transport Administration (Trafikverket) and the Norwegian Environment Agency (Miljødirektoratet), Bern. [<https://www.hbefa.net>].

**Notter, B., Keller, M., Althaus, H.-J., Cox, B., Knörr, W., Heidt, C., Biemann, K., Räder, D., Jamet, M. 2019:** HBEFA 4.1. Development Report. Bern, Heidelberg.

**ökoscience 2021:** Korrektur der Lieferwagen-Zählungen der schweizerischen automatischen Strassenverkehrszählung (SASVZ) an den MfMU-Stationen. Bundesamt für Umwelt (BAFU).