

AM.2

# Luftbelastung



---

## Einleitung

Eine wesentliche Folgewirkung des (Strassen-)Verkehrsaufkommens sind Luftschadstoffemissionen. Um die Auswirkungen der Infrastrukturausbauten der Gotthard-Achse (Gotthard-Basistunnel GBT und Ceneri-Basistunnel CBT) auf die Umwelt zu untersuchen, ist eine Analyse der Luftbelastung im zeitlichen Verlauf notwendig. Grundsätzlich ist es möglich, dass sich die Luftqualität gewisser Gebiete durch die Inbetriebnahme des GBT und des CBT infolge eines verminderten Strassenverkehrsaufkommens verbessert, oder aber infolge möglichem Mehrverkehr verschlechtert hat. Neben der Verkehrsnachfrage werden technische Verbesserungen der Fahrzeuge als wichtiger Einfluss auf die Entwicklung diskutiert. Der Indikator Luftbelastung liefert Hinweise zur Prüfung folgender Hypothese:

- Trotz Verlagerung des Verkehrs von der Strasse auf die Schiene gibt es keine direkte signifikante Auswirkung der neuen Eisenbahn Gotthardachse auf die Luftbelastung, denn diese wird hauptsächlich durch externe Faktoren beeinflusst. (Hypothese 5.3)

## Beschreibung des Indikators

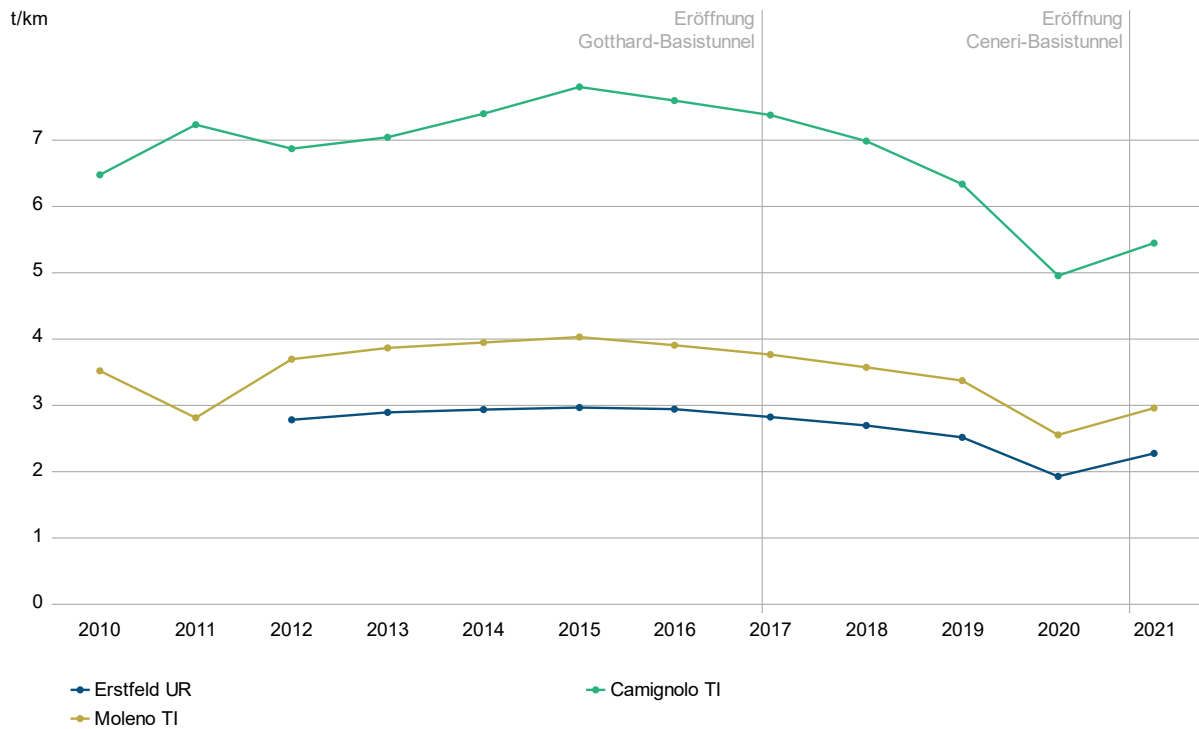
Der Indikator beschreibt die Luftbelastung im Jahresmittel an ausgewählten Messstationen seit 2010. Dabei werden einerseits Stickoxide ( $\text{NO}_2$  und  $\text{NO}_x$ ) und Feinstaub ( $\text{PM}_{10}$ ) in durchschnittlichen Jahreskonzentrationen als Immission an der Messstation dargestellt, andererseits werden unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Verkehrsaufkommens am Ort der Messstation Gesamtemissionsmengen berechnet. Berücksichtigt wurden Daten von den drei Luftschadstoff-Messstationen in Erstfeld (UR), Moleno (TI), und Camignolo (TI).

---

**Ergebnisdarstellung**

a. Stickoxide (NO<sub>x</sub>)

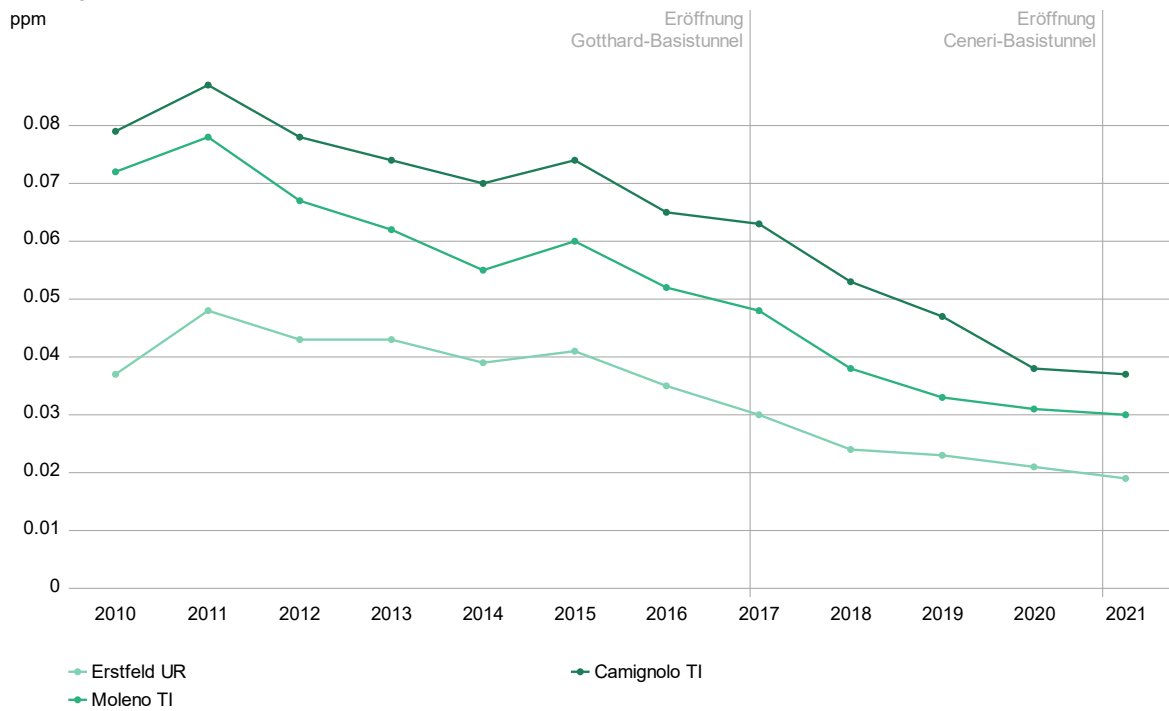
Abbildung 1: Jährliche NO<sub>x</sub>-Emissionen in t/km (pro Jahr) <sup>1</sup>



Quelle: BAFU

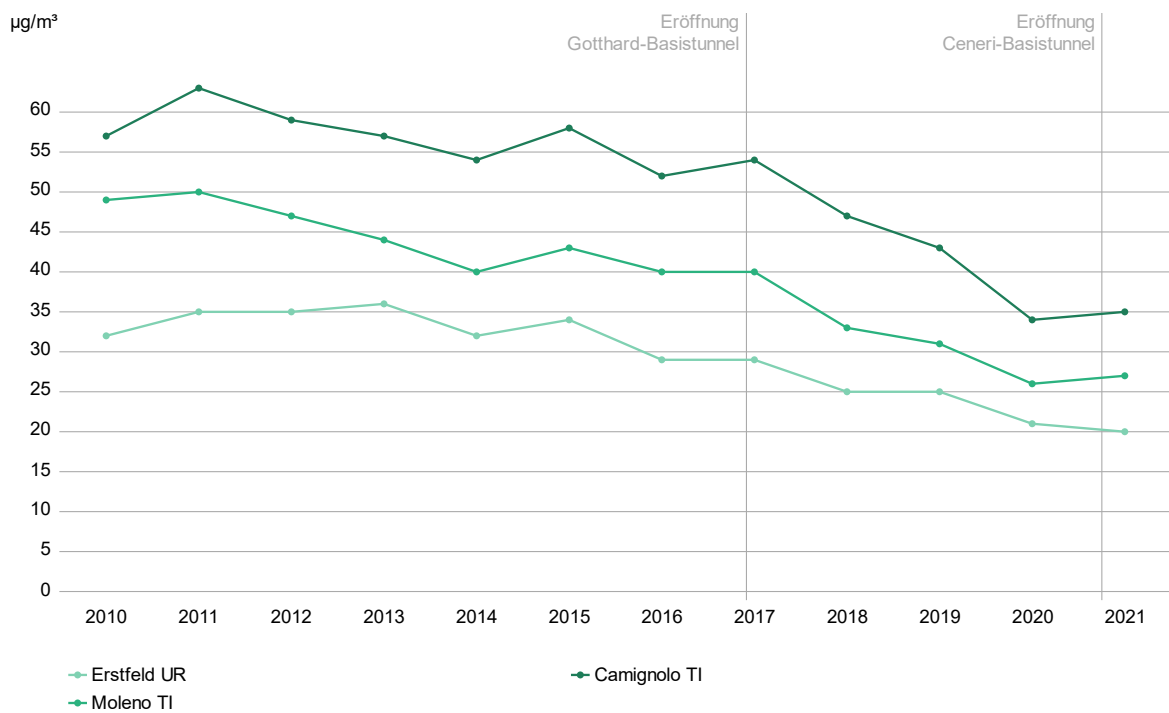
<sup>1</sup> Berechnungen basieren auf den Emissionsfaktoren für Personenwagen (HBEFA 4.2) und dem durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) an den jeweiligen Querschnitten.

Abbildung 2: NO<sub>x</sub>-Immissionen in ppm (Jahresmittelwert)



Quelle: BAFU

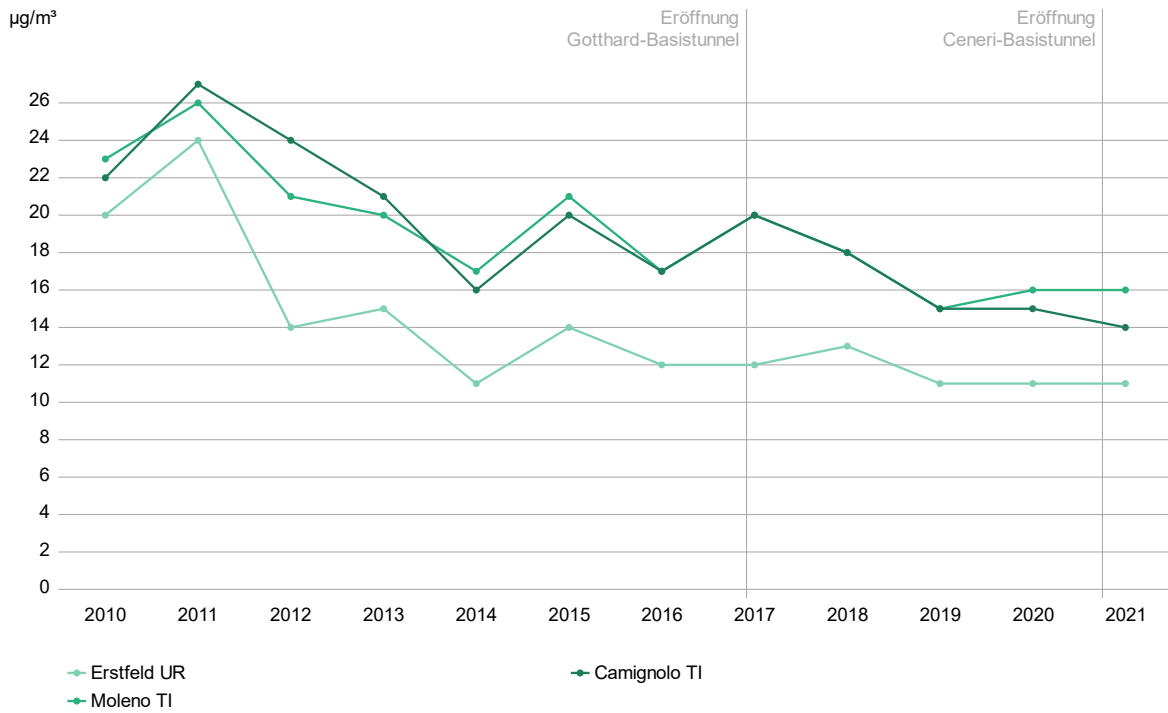
Abbildung 3: NO<sub>2</sub>-Immissionen in µg/m<sup>3</sup> (Jahresmittelwert)



Quelle: BAFU

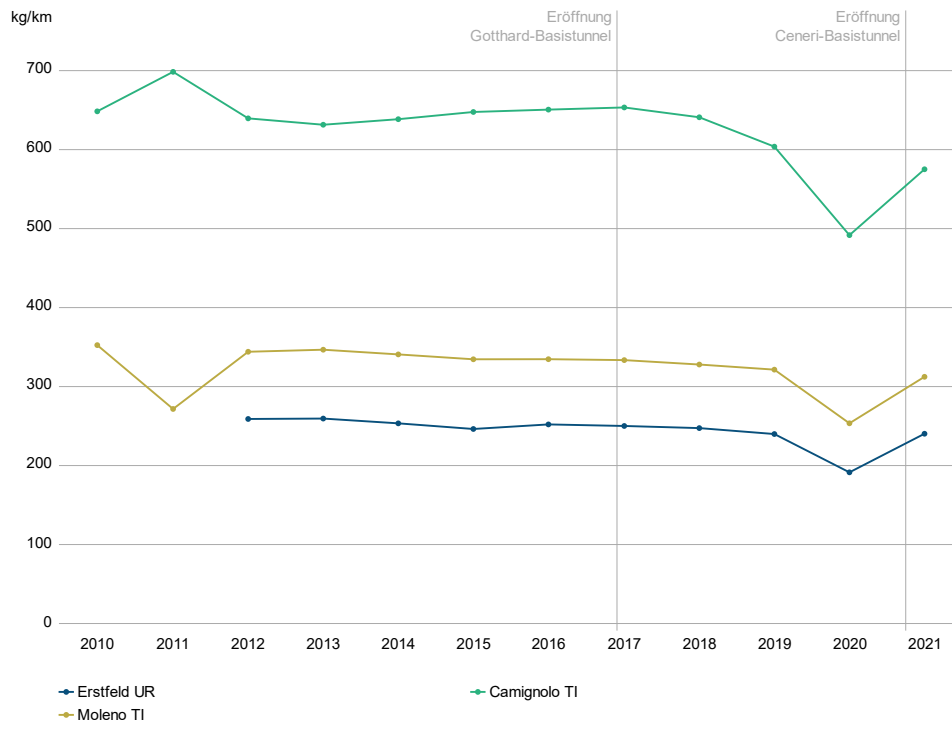
b. Feinstaub (PM<sub>10</sub>)

Abbildung 4: PM<sub>10</sub>-Immissionen in µg/m<sup>3</sup> (Jahresmittelwert)



Quelle: BAFU

Abbildung 5: Jährliche PM<sub>10</sub>- Emissionen (Abrieb und Abgas) in kg/km (pro Jahr)<sup>2</sup>



Quelle: BAFU

<sup>2</sup> Berechnungen basieren auf den Emissionsfaktoren für Personenwagen (HBEFA 4.2) und dem durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) an den jeweiligen Querschnitten.

### **Beschreibung und Interpretation der Ergebnisse**

#### a. Stickoxide (NO<sub>x</sub>-Gase)

Zwischen 2010 und 2015 haben die gesamten Stickoxidemissionen in t/km zugenommen, je nach Messtation in der Grössenordnung von +6 bis +17% (Abbildung 1). Seit 2015 nehmen die Gesamtemissionen deutlich ab, im Jahr 2021 betragen sie im Durchschnitt noch etwa 72% der Höchstwerte von 2015. In den Stickoxidkonzentrationen, d.h. den Immissionen an der jeweiligen Messstation, wurde die Abnahme der Luftbelastung schon seit 2010 kontinuierlich gemessen (Abbildung 2 und 3). An allen drei Messstationen haben sich die Werte in ppm zwischen 2010 und 2021 etwa halbiert, in Moleno sanken die NO<sub>x</sub>-Konzentrationen in diesem Zeitraum sogar um fast 60%. Ein möglicher Grund für die unterschiedliche Entwicklung der Stickoxidemissionen und -konzentrationen können die zugrundeliegenden Emissionsfaktoren der Fahrzeuge sein. Sind die Emissionsfaktoren in Wirklichkeit tiefer als berechnet basierend auf Annahmen für die Art des Verkehrs, verzerrt dies die Entwicklung der Emissionen gegenüber den gemessenen Konzentrationen, zum Beispiel könnte der Anteil sauberer Euroklassen der LKW im Flottenmix zunächst unterschätzt worden sein. Die unterschiedliche Entwicklung könnte teilweise auch meteorologische Gründe haben (siehe b.)

Eher unwahrscheinlich als Grund für die generell abnehmenden Stickoxidbelastungen ist ein Einfluss der absoluten Verkehrsnachfrage, denn eine generelle Abnahme der Anzahl Fahrzeuge auf der Strasse wurde nicht beobachtet. Im Gegenteil ist die Nachfrage des Personenstrassenverkehrs je nach Ort überproportional zu den Gesamtstickoxidwerten gestiegen oder gleichgeblieben (siehe TV7 Nachfrage Personenverkehr, TV10 Modalsplit Personenverkehr). Auch im Güterverkehr beträgt der Rückgang des Güterverkehrsaufkommen auf der Strasse nur etwa 10% (siehe TM2 Modalsplit Güterverkehr).

Eine unmittelbare Auswirkung des GBT ist nicht zu erkennen, da sich die Jahre um 2017 nicht besonders aus dem beschriebenen Trend abheben. Um einen möglichen Effekt des CBT zu beurteilen, muss der Beobachtungszeitraum noch verlängert werden. Der bisherigen Entwicklung zufolge hätten Anpassungen an den Abgasvorschriften allerdings einen stärkeren Effekt auf die Stickoxid-Belastung als eine mögliche Verkehrsverlagerung.

Eine Ausnahme im Gesamttrend ist das Jahr 2020, in dem als Folge der Corona-Pandemie die gesamten Stickoxidemissionen deutlich einbrechen und auch in den Konzentrationen ein verstärkter Rückgang im Vergleich zu den Vorjahren beobachtet wird. In diesem Jahr dominiert der deutliche Nachfragerückgang im Strassenverkehr über den Trend durch eine Veränderung im Flottenmix.

## b. Feinstaub

Bei den gemessenen Feinstaubkonzentrationen (Abbildung 4) ist gesamthaft in den Jahren 2010-2021 an allen Messstationen ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. Wie bei den Stickoxidwerten kann hier der technologische Fortschritt als Erklärung herbeigezogen werden. Da sich der Emissionsfaktor von Personenwagen für Feinstaub innerhalb des betrachteten Zeitraumes sehr deutlich verbessert (sprich verkleinert) hat, konnte damit sogar das Mehraufkommen an Fahrzeugen kompensiert werden.

Die nach Verkehrsaufkommen und Flottenmix modellierten Feinstaubemissionen (Abbildung 5) spiegeln diesen Trend allerdings nicht wider. An allen Messstationen sind die Werte überwiegend stagnierend, mit Ausnahme der Sonderjahre 2011 und 2020, indem deutliche Veränderungen in der Verkehrsnachfrage den Trend beeinflussen (vergleiche z.B. TV7). Die Stagnation resultiert aus dem eher konstanten Beitrag von Feinstaubemissionen aus Abrieb der Fahrzeuge, der die Gesamtemissionen dominiert. Verbesserungen der Abgaswerte und die resultierende Abnahme der Emissionen zeigen sich daher in Abbildung 5 nicht. Da die tatsächlich gemessenen Immissionswerte (Abbildung 4) allerdings einen Rückgang zeigen, deutet dies ähnlich wie bei den Stickoxidberechnungen auf eine Unterschätzung der Verbesserungen im Flottenmix hin.

Auch in diesen Daten sind keine direkten Auswirkungen der Tunnel-Eröffnungen sichtbar. Der gesamthaft rückläufige Trend in den Feinstaubimmissionen setzt sich vor und nach 2017 gleichermassen fort. Ein möglicher Effekt des CBT ist noch nicht in den Daten erkennbar.

Anders als die Tunneleröffnungen zeigt sich der Einfluss von Covid-19 im Jahr 2020 in einer überdurchschnittlichen Abnahme der gesamten Feinstaubbelastung, sodass in diesem Jahr die tiefsten Werte des Betrachtungszeitraums erreicht werden.

Als Einschränkung der Datenanalyse bleibt zu erwähnen, dass die Feinstaubbelastung neben dem Verkehr auch massgeblich durch weitere Quellen und deren zeitlicher Entwicklung beeinflusst wird. Beispielsweise gibt es je nach Standort bedeutende Emissionen von Holzheizungen oder es gibt einen Beitrag von sekundärem Feinstaub, der in der Atmosphäre aus gasförmigen Vorläufersubstanzen gebildet wird. Grossräumige Verfrachtungen des Feinstaubes, gegeben durch die Wetterverhältnisse, können die lokalen Ergebnisse einer Messstation zusätzlich verändern. Aufgrund dieser weiteren Einflüsse kann der beobachtete Trend nicht gesichert ausschliesslich auf Veränderungen im Verkehr zurückgeführt werden. Daten von Hintergrundmessstationen, mit denen der Anteil des Verkehrs gefiltert werden könnte, liegen zum jetzigen Zeitpunkt für eine verbesserte Analyse allerdings nicht vor.

### Datenquelle

Für die Jahre 2014 und 2016 sind keine Daten zu NO<sub>x</sub> und Feinstaub für die Messstationen Moleno und Camignolo verfügbar. Um Lücken zu vermeiden, wurde für diese Jahre jeweils ein Wert interpoliert. Grundlage für die Interpolation bilden die Jahre 2015 und 2017, in welchen Daten verfügbar waren.

---

### Metainformationen

Attributname	Typ	Beispiel	Bemerkung/Erklärung
Quelle	Extern	BAFU MFM-U Bericht	Daten zu NO <sub>x</sub> /PM <sub>10</sub> -Immissionen und Verkehrszählung
Veröffentlicht am	Extern	2023	
Letzte Änderung	Intern	20.07.2023	
Stichtag/Referenzperiode	Intern	Jährlich	
Raumbezug	extern	Kt.UR & TI	
Datenvertragsnummer	intern	n.v.	
Datum des Datenbezugs	intern	18.05.2023	
Zu Löschen bis	intern	n.v.	

---

### Impressum

#### Herausgeber

Bundesamt für Raumentwicklung ARE  
www.are.admin.ch

#### Auftragnehmer

INFRAS, Zürich, [www.infras.ch](http://www.infras.ch)  
Brugnoli e Gottardi, Massagno, [www.beg-ingegneri.ch](http://www.beg-ingegneri.ch)  
EBP Schweiz AG, Zürich, [www.ebp.ch](http://www.ebp.ch)

AM2\_Luftbelastung.docx